

Mise en évidence d'une nouvelle unité pyroclastique viséenne dans la partie centrale de l'île d'Ouessant (Massif armoricain)

Evidence for a new Visean pyroclastic unit in the central zone of the Ouessant Island (Armorican Massif, France)

Martial CAROFF¹

Géologie de la France, n° 3, 2024, p. 28-32, 4 fig.

Mots-clés : Pépérites, Granite, Coulée pyroclastique, Léon, Ouessant, Massif armoricain, Carbonifère.

Keywords: *Peperites, Granite, Pyroclastic flow, Léon, Ouessant, Armorican Massif, Carboniferous.*

Résumé

Le secteur méridional de l'île d'Ouessant (Massif armoricain) a précédemment été interprété comme un bassin volcano-sédimentaire subaquatique viséen déformé lors de l'orogénèse hercynienne, tandis que la partie nord est entièrement plutonique et plus jeune (Gzhélien). La partie sud de l'île serait donc l'équivalent des bassins centre-armoricains de Châteaulin et Laval. L'unité magmatique centrale d'Ouessant était jusqu'à présent incluse dans le secteur septentrional et considérée comme un pluton tectoniquement broyé, équivalent occidental du granite porphyroïde de l'Aber-Ildut (Léon). Ce corps magmatique était par conséquent intégré dans la ceinture des « granites rouges » tardi-hercyniens du Massif armoricain septentrional. Nous apportons ici de nouveaux éléments montrant que cette unité est purement volcanique et donc associée au secteur méridional de l'île. La présence d'une prismation basale, la nature pépéritique du contact avec les métasédiments et certaines caractéristiques structurales des porphyroclastes de quartz attestent qu'il s'agit d'une ancienne unité pyroclastique de type ignimbritique, fragmentée à chaud. Après un épisode mafique, le volcanisme d'Ouessant, devenu felsique, s'est exprimé tour à tour de manière effusive et explosive, avec deux épisodes pyroclastiques majeurs. Les nombreux clastes granitiques homogènes présents dans la brèche proviennent vraisemblablement d'un granite sous-jacent au système volcanique.

Abstract

The southern sector of the Ouessant island (Armorican Massif) was previously interpreted as a Visean underwater volcano-sedimentary basin, deformed during the Variscan orogenesis, while the northern part is entirely plutonic and younger (Gzhelian). The southern part of the island would therefore be the equivalent of the Centre-Armorican basins of Châteaulin and Laval. The Ouessant central magmatic unit was until now ascribed to the northern sector and considered as a tectonically crushed pluton, equivalent to the Aber-Ildut porphyritic granite (Leon). Consequently, this magmatic body was integrated into the late-Hercynian North Armorican "red granite" belt. We bring

here new elements showing that this unit is in fact purely volcanic and therefore included within the southern sector of the island. The presence of basal columnar joints, the peperitic nature of the contact with metasediments and some structural characteristics of porphyritic quartz clasts attest that it was an ignimbrite-type pyroclastic unit, fragmented under high temperature. After a mafic episode, the South-Ouessant volcanism, become felsic, alternated effusive and explosive stages, with two major pyroclastic episodes. The numerous homogeneous granite clasts present in the breccia are probably originating from a granitic body underlying the volcanic system.

1. Introduction

Les massifs plutoniques sont en général aisément identifiables sur le terrain, par l'étude des caractéristiques de l'encaissant (déformations, auréoles de métamorphisme thermique), de celles de leurs structures internes et de leur texture. Il est cependant au moins un exemple qui va à l'encontre de ce postulat.

Le complexe magmatique affleurant dans le secteur sud d'Ouessant, considéré jusqu'aux années 2010 comme un massif monzogranitique (Chauris et Hallegouët, 1994), a été en effet entièrement réinterprété par M. Caroff *et al.* (2016, 2020) et M. Caroff (2022), qui lui ont attribué une origine volcanique. Selon ces auteurs, l'île d'Ouessant est composée d'une partie nord plutonique, datée de 303 ± 5 Ma (Rb-Sr sur biotite : Chauris and Hallegouët, 1994 ; Caroff *et al.*, 2015), et d'un secteur méridional plus ancien (U-Pb sur zircon : $336,3 \pm 2,3$ Ma ; Caroff *et al.*, 2016), constitué d'un bassin volcano-sédimentaire déformé lors de l'orogénèse hercynienne (Authemayou *et al.*, 2019), de même âge et signification que les bassins

¹ UMR/CNRS n° 6538 « Laboratoire Géo-Océan CNRS/IFREMER/UBO/UBS », Université de Brest, Institut Universitaire Européen de la Mer, Place Nicolas Copernic, 29280 Plouzané, France - Correspondance : martial.caroff@univ-brest.fr

tournaisiens/viséens (BTV) de Morlaix, Châteaulin, Laval et Ancenis (Fig. 1a). Les deux domaines d'Ouessant sont séparés par un grand accident cisaillant senestre au sud duquel affleure une longue bande d'apparence plutonique, que L. Chauris et B. Hallegouët (1994) ont interprétée en tant que granite porphyroïde fragmenté et qui traverse l'île de part en part (Fig. 1b). Par comparaison des faciès, L. Chauris (1991) y a vu un équivalent tectoniquement broyé du granite porphyroïde à orthose rouge de l'Aber-Ildut, de même âge que la partie plutonique d'Ouessant. Il en a fait, par conséquent, un nouvel élément de la ceinture des « granites rouges » tardi-hercyniens du Massif armoricain septentrional. M. Caroff *et al.* (2015) ont montré que cette proposition était compatible avec la composition géochimique des deux corps magmatiques.

et d'origine asthénosphérique, ont une géochimie strictement comparable à celle des laves mafiques bordières des autres BTV armoricains. La grande unité felsique du sud était à ce stade toujours interprétée comme un massif monzogranitique, malgré la mise en évidence de certains faciès difficilement compatibles avec ce modèle, comme des contacts lobés avec les formations métasédimentaires (Caroff *et al.*, 2016).

L'étude détaillée du site complexe de Porz an Ejen (Fig. 1b) en 2018-2019 apporta de nouvelles données, qui permirent cette fois aux auteurs de faire de la grande unité felsique méridionale une épaisse coulée trachydacitique (Caroff *et al.*, 2020 ; Caroff, 2022). Les principaux arguments avancés étaient les suivants : contacts pépéritiques entre les produits magmatiques et les métasédiments généralisés dans tout

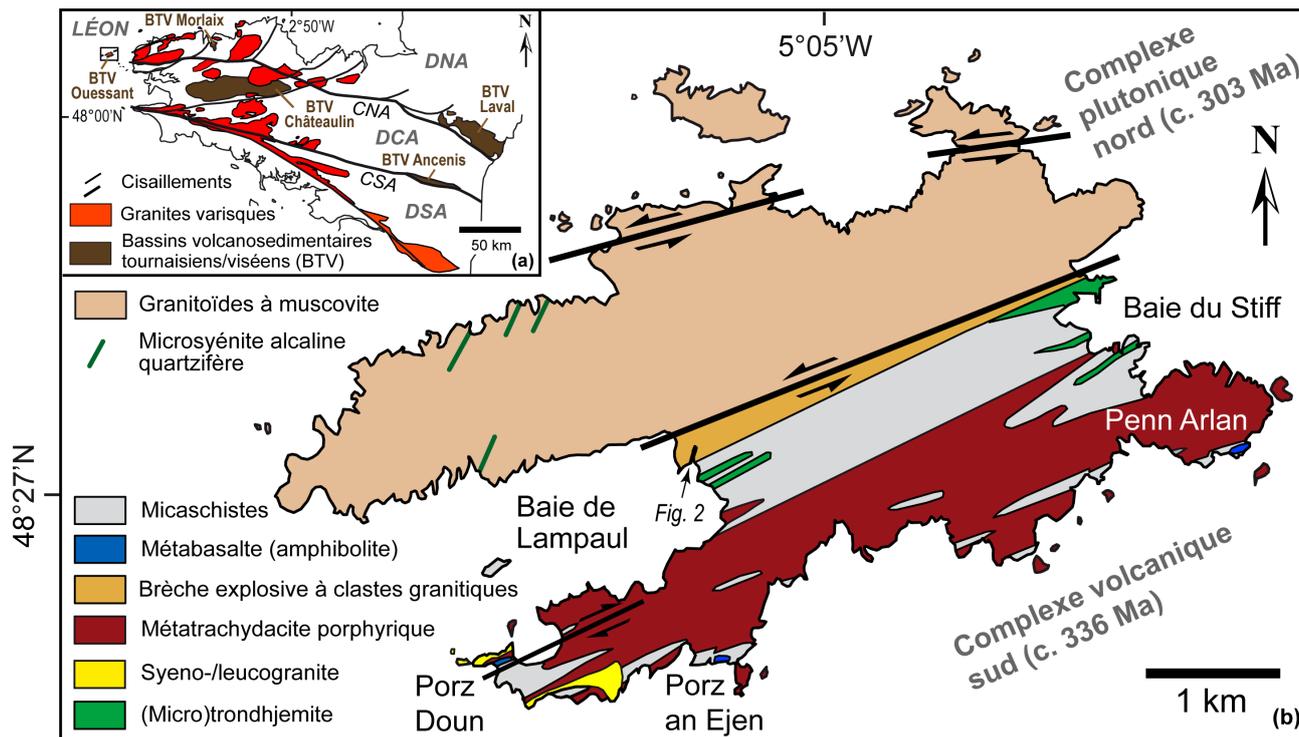


Fig. 1 : Contexte géologique. (a) Carte structurale du Massif armoricain montrant les principaux accidents cisaillants (CNA : Cisaillement nord-armoricain ; CSA : Cisaillement sud-armoricain), les grands domaines structuraux (Léon ; DNA : Domaine nord-armoricain ; DCA : Domaine centre-armoricain ; DSA : Domaine sud-armoricain), les granites varisques et les bassins volcanosédimentaires tournaisiens/viséens (BTV). (b) Carte géologique simplifiée d'Ouessant, modifiée d'après Chauris et Hallegouët (1994) et Caroff *et al.* (2015, 2016, 2020).

Fig. 1: Geological context. (a) Structural map of the Armorican Massif showing the main shear zones (CNA: Nord-Armoricain Shear Zone ; CSA: South-Armoricain Shear Zone), the main structural domains (Léon ; DNA: North-Armoricain Domain ; DCA: Centre-Armoricain Domain ; DSA: South-Armoricain Domain), the Variscan granites and the Tournaisian/Viséan volcanosedimentary basins (BTV). (b) Sketch geological map of the Ouessant Island, adapted from Chauris and Hallegouët (1994), Caroff *et al.* (2015, 2016, 2020).

Cependant, de nouvelles observations effectuées en mars 2024 dans le port de Lampaul, à la faveur d'une grande marée ayant découvert une vaste zone d'estran, remettent cette hypothèse radicalement en cause. Nous montrerons ici que cette bande « granitique » centrale fait partie intégrante du secteur volcano-sédimentaire sud et qu'elle constitue, par conséquent, le second granitoïde d'Ouessant devant être réinterprété en unité volcanique.

2. Volcanisme d'Ouessant, historique

Les premiers indices de l'existence d'un volcanisme pré-compression à Ouessant ont été révélés par M. Caroff *et al.* (2016). Ces auteurs ont montré que les amphibolites affleurant ponctuellement le long du littoral sud (Porz Doun, Porz an Ejen et Penn Arlan : Fig. 1b) étaient, à l'origine, des laves en coussins ou des dépôts d'éjecta mafiques. Ces metabasalts, de composition géochimique tholéiitique

le secteur sud ; occurrence de fiammes (lapilli aplatis) ; présence de dépôts d'éjecta felsiques de même composition minéralogique que l'unité massive anciennement monzogranitique ; mise en évidence de faciès de dislocation et de fluidisation sédimentaire résultant d'un mécanisme de compaction. La texture grossière de la coulée trachydacitique serait due à un refroidissement lent au cœur d'un puissant corps effusif, suivi d'une recristallisation partielle en conditions métamorphiques. L'extrême déformation des roches, les caractéristiques peu communes des faciès volcano-sédimentaires compactés et le morcellement des unités volcaniques permettent d'expliquer le fait que l'élaboration d'un tel modèle ait été aussi tardive.

3. D'une intrusion granitique broyée à une unité pyroclastique de type ignimbritique

Nous avons pu étudier précisément en mars 2024 les relations entre l'unité magmatique centrale et son encaissant métasédimentaire dans le port de Lampaul (Fig. 1b).

Des structures en forme de colonnes prismatiques perpendiculaires au contact apparaissent nettement (Fig. 2a).

Celui-ci, très lobé, présente les mêmes caractéristiques évidentes de pépérites fluidales que partout ailleurs dans le secteur méridional de l'île (Fig. 2b). Les métasédiments

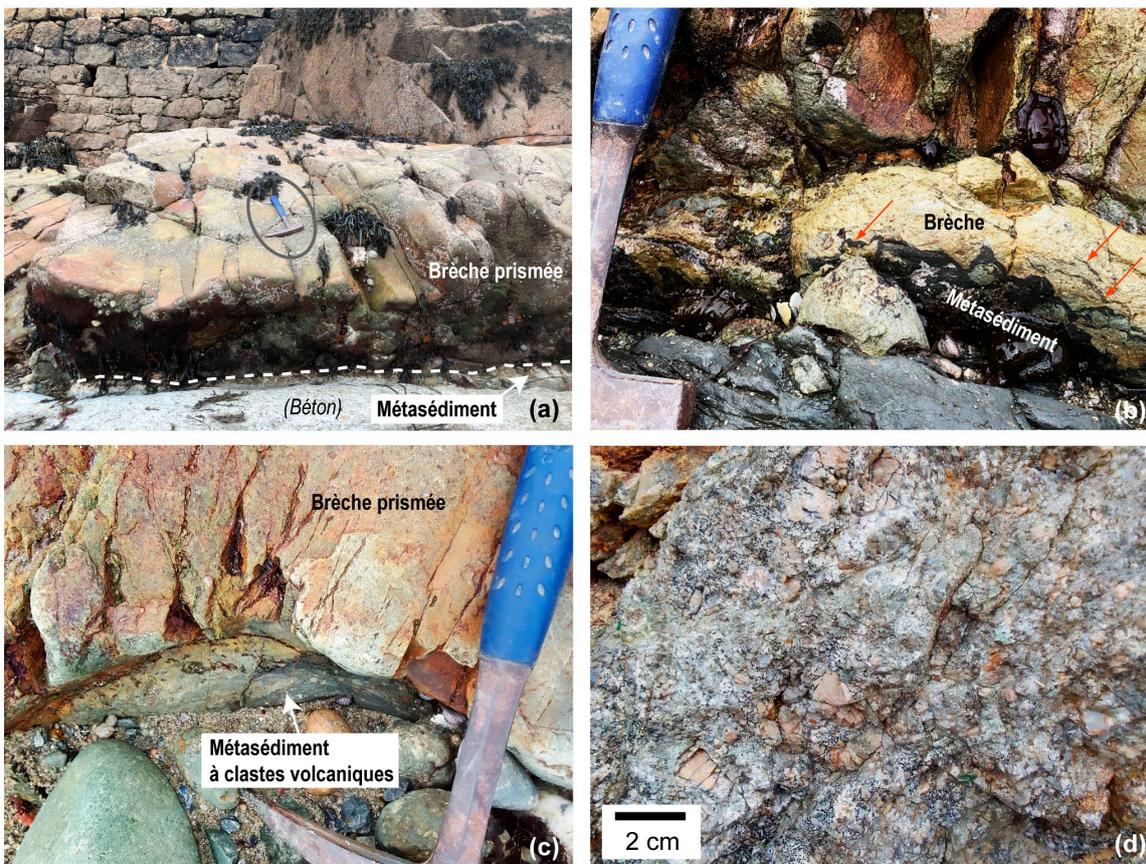


Fig. 2 : Photographies de la brèche pyroclastique à clastes granitiques. Localisation en Fig. 1. (a) Prismes de refroidissement affectant la brèche au contact avec la formation métasédimentaire basale (port de Lampaul). Marteau pour l'échelle. (b) Contact lobé (pépéritique) entre la brèche et les métasédiments, non indurés au moment de l'événement volcanique (port de Lampaul). Les flèches indiquent des incorporations sédimentaires dans la brèche. (c) Détail du contact, montrant les fissures de rétraction thermique affectant la brèche et les clastes quartzueux des métasédiments (port de Lampaul). (d) Détail d'un xénolithe granitique à mégacristaux d'orthose (route de Lampaul-Corz).

Fig. 2 : Photographs of the granitic clasts-bearing pyroclastic breccia. Location in Fig. 1. (a) Columnar joints in the breccia at the contact with the basal metasediments (Lampaul harbour). Hammer for scale. (b) Lobate (peperitic) contact between the breccia and the metasediments, which corresponded to a soft substrate at the time of the volcanic event (Lampaul harbour). The arrows show sediment inclusions in the breccia. (c) Detail of the contact, showing thermal cracks in the breccia and quartz-rich clasts in the metasediments (Lampaul harbour). (d) Detail of a porphyritic granitic xenolith (Lampaul-Corz road).

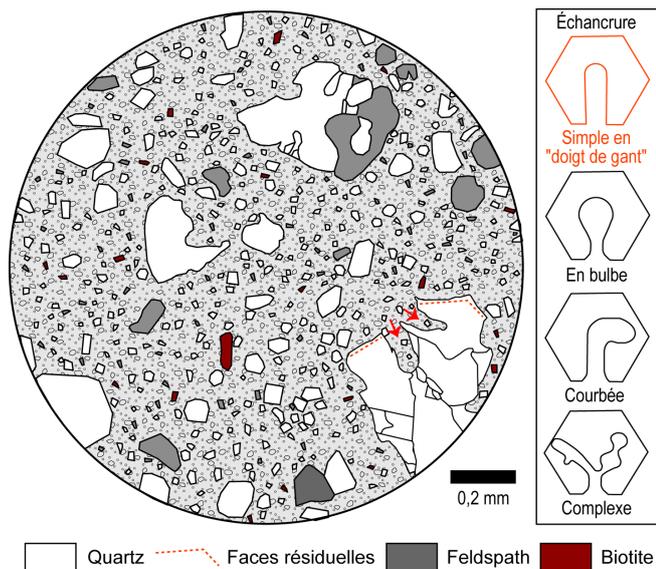


Fig. 3 : Dessin d'une lame mince réalisée dans un échantillon de brèche prélevé près du contact basal avec les métasédiments du port de Lampaul. Schémas des différents types d'encoches affectant les cristaux de quartz d'origine volcanique d'après Ruefer *et al.* (2021). La présence de faces prismatiques résiduelles et de profondes échancrures en « doigts de gants » dans des porphyroclastes de quartz (ici recristallisés) révèle l'origine volcanique du protolithe (Vernon, 1999).

Fig. 3 : Drawing of a thin plate made in a sample taken near to the basal contact with metasediments in the Lampaul Harbour. Sketches of the various types of quartz-hosted embayments are from Ruefer *et al.* (2021). The occurrence of both residual prismatic faces and deep embayments in quartz porphyroclasts (here recrystallized) is indicative of a volcanic precursor (Vernon, 1999).

contiennent des clastes visibles à l'œil nu (Fig. 2c) : ces fragments lithiques, dépourvus de feldspaths, sont essentiellement constitués de quartz et de phyllosilicates (biotite, muscovite et chlorite). L'unité magmatique centrale n'est pas plutonique, mais entièrement bréchique, à éléments infracentimétriques près du contact. En s'en éloignant, apparaissent des clastes plus grands, supradécimétriques, de syéno-granite porphyroïde (Fig. 2d). C'est l'observation sur l'estran de ces grands fragments de minéralogie homogène dans une matrice bréchique à dominante chloriteuse qui a conduit L. Chauris (1991), puis L. Chauris et B. Hallegouët (1994), à proposer que l'unité centrale fût un pluton porphyroïde broyé tectoniquement. Cette hypothèse s'appuyait sur la présence du grand accident cisailant senestre limitant au nord la baie de Lampaul (Fig. 1b). Cependant, l'étude microscopique d'un échantillon prélevé près du contact dans le port lève toute ambiguïté. On y observe en effet une brèche à matrice fine, partiellement chloritisée, dans laquelle baignent des petits clastes de quartz, de feldspath (plagioclase dominant) et de biotite (Fig. 3).

Certains des plus grands fragments de quartz montrent des faces prismatiques résiduelles et des échancrures en « doigt de gant » (Fig. 3), caractéristiques d'un refroidissement rapide dans une formation volcanique (Vernon, 1999). Ce type de morphologies est particulièrement commun dans les phénocristaux de quartz des coulées pyroclastiques à dominante felsique de type ignimbritique (Barbee *et al.*, 2020 ; Ruefer *et al.*, 2021), lesquelles peuvent se fracturer en colonnes prismatiques lors du refroidissement (Wright *et al.*, 2011, et références ci-incluses). Enfin, la microtexture de l'échantillon visible en Fig. 2 est globalement comparable à celle d'ignimbrites modernes (Strekeisen, 2006-2020).

4. Un modèle éruptif global

Le modèle volcanique en quatre étapes proposé par M. Caroff *et al.* (2020) a été repris en Fig. 4 et modifié en intégrant les nouveaux éléments présentés ici. De même que dans les autres BTV armoricains (Rolet *et al.*, 1994 ; Caroff *et al.*, 1996), le volcanisme d'Ouessant sud était probablement connecté au fonctionnement en transtension (pull-apart) d'un bassin subaquatique, couvert d'une couche sédimentaire non indurée dont les interactions avec les produits laviques furent à l'origine des faciès pépéritiques. Le volcanisme, mafique puis felsique, s'est exprimé tour à tour de manière effusive (basaltes en coussins, puis épaisse coulée trachydacitique) et explosive (dépôts mafiques volcanoclastiques, puis succession de coulées pyroclastiques felsiques). La progression de l'épaisse coulée trachydacitique sur des éjecta antérieurement mis en place a déformé ceux-ci, induisant plissement, morcellement et fluidisation des sédiments, ainsi que la formation de fiammes par compaction des éjecta (consulter Caroff *et al.*, 2020, pour plus de détails).

Les abondants clastes granitiques homogènes présents dans l'unité bréchiq ue centrale trouvent vraisemblablement leur origine dans la fragmentation d'un granite sous-jacent au système volcanique, de géochimie globalement comparable à la fois aux produits volcaniques felsiques méridionaux et aux « granites rouges » de type Aber-Ildut, dont sont dérivés les leucogranites septentrionaux plus récents (Caroff *et al.*, 2015, 2016, 2020). Ce type de xénolithes ne sont pas exceptionnels, ils ont par exemple été décrits dans le volcanisme explosif tertiaire de la Ceinture volcanique trans-mexicaine et interprétés de manière comparable (Hernández-Bernal *et al.*, 2021).

5. Conclusion

Cette étude additionnelle du volcanisme viséen dans le secteur méridional de l'île d'Ouessant permet de finaliser notre modèle éruptif en mettant en évidence un second épisode pyroclastique majeur, qui a donné naissance à l'unité centrale de l'île, longtemps interprétée comme un granitoïde tectoniquement broyé.

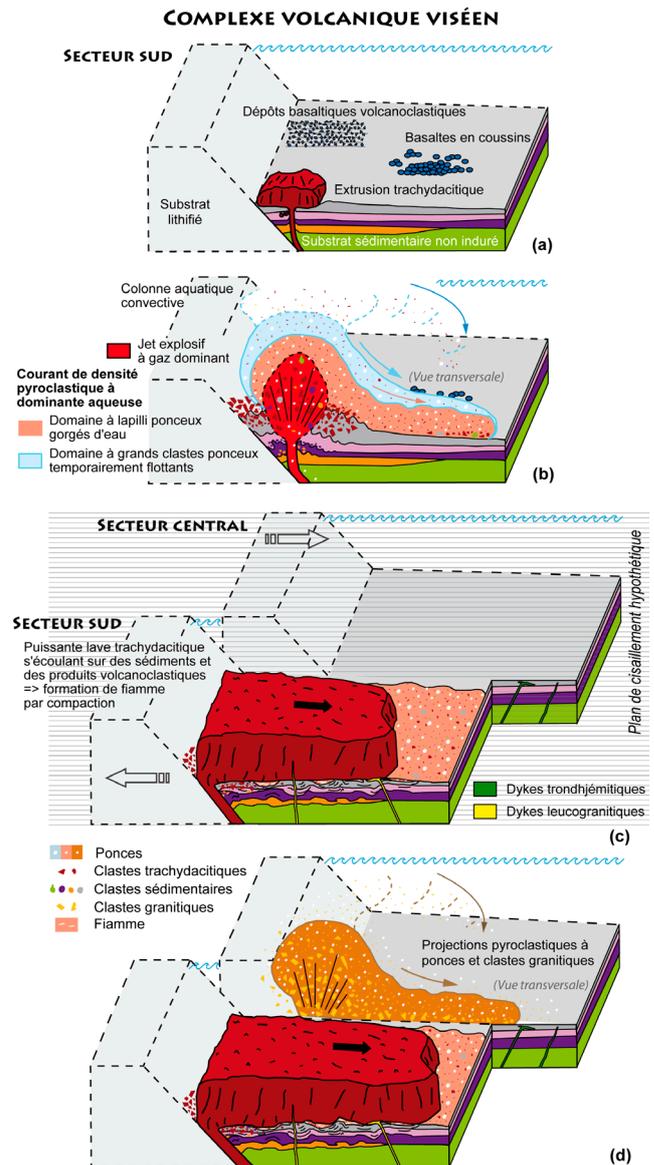


Fig. 4 : Modèle d'évolution temporelle en quatre étapes du bassin volcano-sédimentaire d'Ouessant sud, montrant la mise en place des produits effusifs, extrusifs et explosifs, inspiré par White (2000), Jutzeler *et al.* (2014) et McLean *et al.* (2016) ; modifié d'après Caroff *et al.* (2020). Voir explications dans le texte.

Fig. 4 : Four-stage time-related evolutionary model of the South-Ouessant basin, showing the emplacement of the effusive, extrusive and explosive products, inspired by White (2000), Jutzeler *et al.* (2014) and McLean *et al.* (2016); modified after Caroff *et al.* (2020). See text for explanations.

Remerciements

L'auteur remercie Christine Authemayou et Bernard Le Gall pour leur assistance sur le terrain, Klervi Le Roux pour les photographies et Pascal Tieffenbach pour les lames minces de roches. Il remercie également Olivier Blein pour son expertise et Denis Thiéblemont pour son implication éditoriale.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Authemayou C., Le Gall B., Caroff M., Bussien Grosjean D.** (2019) – Wrench related dome formation and subsequent orogenic syntax bending in a hot orogen (Variscan Ibero Armorican Arc, the Ouessant Island, France). *Tectonics*, 38, <https://doi.org/10.1029/2018TC005189>.
- Barbee O., Chesner C., Deering C.** (2020) – Quartz crystals in Toba rhyolites show textures symptomatic of rapid crystallization. *Am. Mineral.*, 105, 194-226, <https://doi.org/10.2138/am-2020-6947>.
- Caroff M.** (2022) – Des laves d'Ouessant-Sud aux kersantites de la rade de Brest : vers une refonte des modèles géodynamiques de la collision varisque au nord d'Armorica. *Bull. Soc. géol. minéral. Bretagne*, D (20), 3-16.
- Caroff M., Labry C., Le Gall B., Authemayou C., Bussien Grosjean D., Guillong M.** (2015) – Petrogenesis of late-Variscan high-K alkali-calcic granitoids and calc-alkalic lamprophyres: The Aber-Ildut/North-Ouessant complex, Armorican Massif, France. *Lithos*, 238, 140-155, <http://dx.doi.org/10.1016/j.lithos.2015.09.025>.
- Caroff M., Le Gal X., Rolet J., Cotten J., Thonon P.** (1996) – Magmatisme tholeiitique continental en contexte orogénique hercynien : l'exemple du volcanisme viséen de Kerroc'h, Massif armoricain (France). *C. R. Acad. Sci. Paris*, II, 322, 269-275.
- Caroff M., Le Gall B., Authemayou C.** (2020) – How does a monzogranite turn into a trachydacitic extrusion mantled by basinal volcanoclastics and peperites? The case of South-Ouessant, Armorican Variscides (France). *J. Geol. Soc.*, 177 (6), 1161-1167, <https://dx.doi.org/10.1144/jgs2020-060>.
- Caroff M., Le Gall M., Authemayou C., Bussien Grosjean D., Labry C., Guillong M.** (2016) – Relations between basalts and adakitic-felsic intrusive bodies in a soft-substrate environment: the South Ouessant Viséan basin in the Variscan belt, Armorican Massif, France. *Can. J. Earth Sci.*, 53, 441-456, <https://dx.doi.org/10.1139/cjes-2015-0230>.
- Chauris L.** (1991) – Le granite porphyroïde de Porzpaül dans l'île d'Ouessant : un nouvel élément dans la ceinture des « granites rouges » du Massif armoricain (France). *C. R. Acad. Sci. Paris*, II, 313, 245-250.
- Chauris L., Hallegouët B.** (1994) – Carte géol. France (1/50000), feuille Plouarzel-île d'Ouessant (237). Orléans: BRGM. Notice explicative par L. Chauris, avec la collaboration de B. Hallegouët (1994), 132 p.
- Chauris L., avec la collaboration de Hallégouët B.** (1994) – Notice explicative, Carte géol. France (1/50000), feuille Plouarzel-île d'Ouessant (237). Orléans BRGM, 132 p. Carte géologique par L. Chauris, B. Hallégouët (1994).
- Hernández-Bernal M.S., Corona-Chávez P., Trujillo-Hernández N., Macías-Romo C., Morán-Zenteno D.J., Jiménez-Haro A., Poli S.** (2021) – The Cuitzeo granitic xenolith: evidence of an Early Miocene magma plumbing system in central Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 38 (1), 29-42, <https://dx.doi.org/10.22201/cgeo.20072902e.2021.1.1591>.
- Jutzeler M., McPhie J., Allen S.R.** (2014) – Submarine eruption-fed and resedimented pumice-rich facies: the Dogashima Formation (Izu Peninsula, Japan). *Bull. Volcanol.*, 76, 867, <https://doi.org/10.1007/s00445-014-0867-x>.
- McLean C.E., Brown D.J., Rawcliffe H.J.** (2016) – Extensive soft-sediment deformation and peperite formation at the base of a rhyolite lava: Owyhee Mountains, SW Idaho, USA. *Bull. Volcanol.*, 78, 42, <https://doi.org/10.1007/s00445-016-1035-2>.
- Rolet J., Gresselin F., Jégouzo P., Ledru P., Wyns R.** (1994) – Intracontinental Hercynian events in the Armorican Massif. In : Keppie, J.D. (ed.) *Pre-Mesozoic geology in France and related areas – IGCP-Project 233 (Terranes in the Circum-Atlantic Paleozoic orogens)*, Springer, 195-219, https://doi.org/10.1007/978-3-642-84915-2_20.
- Ruefer A.C., Befus K.S., Thompson J.O., Andrews B.J.** (2021) – Implications of Multiple Disequilibrium Textures in Quartz-Hosted Embayments. *Front. Earth Sci.*, 9:742895, <https://dx.doi.org/10.3389/feart.2021.742895>.
- Strekeisen, A.** (2006-2020) – Ignimbrite. <https://www.alexstrekeisen.it/english/vulc/ignimbrite.php>
- Vernon R.H.** (1999) – Quartz and feldspar microstructures in metamorphic rocks. *Can. Mineral.*, 37, 513-524.
- White J.D.L.** (2000) – Subaqueous eruption-fed density currents and their deposits. *Precamb. Res.*, 101, 87-109, [https://doi.org/10.1016/S0301-9268\(99\)00096-0](https://doi.org/10.1016/S0301-9268(99)00096-0).
- Wright H.M.N., Lesti C., Cas R.A.F., Porreca M., Viramonte J.G., Folkes C.B., Giordano G.** (2011) – Columnar jointing in vapor-phase-altered, non-welded Cerro Galán Ignimbrite, Paycuqui, Argentina. *Bull. Volcanol.*, 73, 1567-1582, <https://doi.org/10.1007/s00445-011-0524-6>.