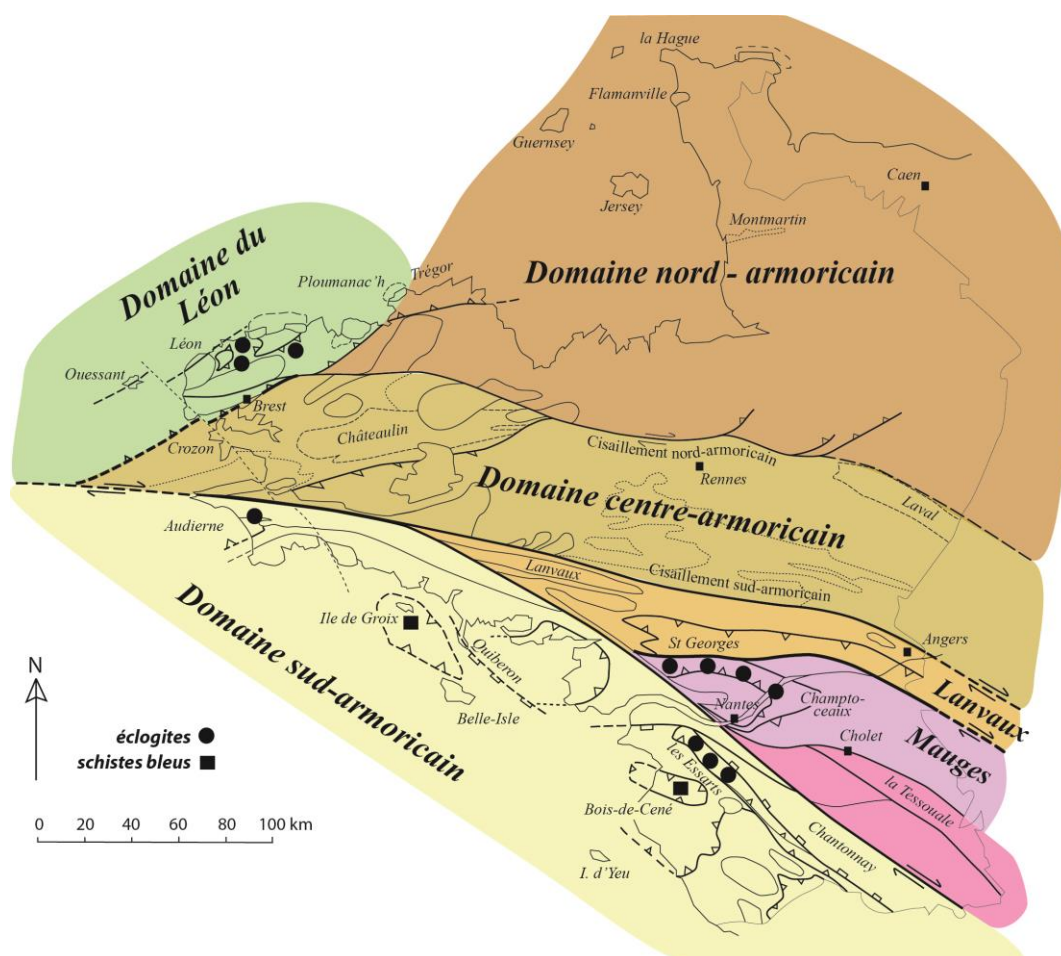


LE MASSIF ARMORICAIN : UN PUZZLE GÉOLOGIQUE

Sylvain Blais, Maître de conférences (E R), Géosciences Rennes.

Michel Ballèvre, Professeur, Géosciences Rennes.



Par Massif armoricain, on entend toutes les roches paléozoïques ou anté-paléozoïques qui ne sont pas recouvertes par les sédiments méso-cénozoïques du Bassin de Paris, de la Manche, etc... et qui affleurent en Bretagne, Normandie, Vendée... (figure 1). L'histoire géologique du Massif armoricain se déroule en plusieurs étapes, ici résumées chronologiquement, qui permettent d'en comprendre la structure et l'origine.

L'Icartien

Les témoins les plus anciens de l'histoire géologique du Massif armoricain sont observés dans le Trégor, les îles anglo-normandes (Guernesey), et le cap de la Hague (domaine nord-armoricain), où des granitoïdes ont été datés aux environs de 2 000 millions d'années (Ma), au Protérozoïque inférieur. Ces roches

témoignent de l'existence d'un « socle icartien » (du nom de la Baie d'Icart, à Guernesey). Ce sont par ailleurs les plus vieux témoins en Europe occidentale de l'histoire de notre planète. Les roches les plus emblématiques de ce vieux socle sont des gneiss œillés (figure 2).



Figure 2. Gneiss œillé icartien à Port Béni, Trégor
(taille des feldspaths roses : 3 x 1 cm).

Le Cadomien

Ce socle icartien est en fait intégré à la chaîne cadomienne (du nom latin de Caen, *Cadomus*), qui se forma à la fin du Protérozoïque (entre – 650 et – 550 Ma) lors du raccourcissement d'un arc continental calco-alcalin (– 600 Ma), lui-même scindé en deux parties par un bassin marginal daté à – 580 Ma. Les témoins de cet arc s'observent dans le Trégor, tandis que les volcanites du bassin marginal affleurent par exemple près de Saint-Brieuc (Pointe du Roselier) ou d'Erquy (Pointe de la Heussaye, figure 3). L'histoire cadomienne paraît s'être déroulée à la marge nord du continent Gondwana lors d'une subduction océanique à longue durée de vie.



Figure 3. Pillow lavas de la Pointe de la Heussaye, Erquy.

La mer, la vie

Durant le Paléozoïque inférieur, la chaîne cadomienne est progressivement érodée, et le socle cadomien est soumis à plusieurs épisodes de *rifting*, évoluant parfois vers de vrais océans dont quelques

complexes ophiolitiques sont encore observés (baie d'Audierne notamment). L'épisode de *rifting* est suivi par une longue période subsidente, durant laquelle se déposent les séries gréseuses (« Grès armoricain ») puis pélitiques de l'Ordovicien, parfois interrompues par des venues volcaniques et enregistrant à l'extrême fin de l'Ordovicien les témoins d'un bref épisode glaciaire. Cette crise climatique, associée à une baisse du niveau de la mer, est suivie par le dépôt de pélites noires à graptolites dans des conditions anoxiques qui constituent le faciès standard du Silurien.

Après les premières formes de vie, déjà présentes dans les séries cadomiennes, c'est maintenant l'explosion de la biosphère, encore discrète au Cambrien (premiers trilobites, archéocyathes...) mais se diversifiant massivement au cours de l'Ordovicien. Les mers étaient alors peuplées de nombreuses espèces, où dominaient les trilobites et les brachiopodes, si souvent fossilisés dans les séries de cette période.

De la subduction à la collision

Avec le Dévonien commence une histoire plus différenciée géographiquement et surtout plus mouvementée. Dans les domaines nord- et centre-armoricains, la sédimentation marine, de plate-forme, se poursuit sans interruption durant tout le Dévonien, qui peut être plus ou moins incomplet en raison des érosions ultérieures. En tout état de cause, les premiers faciès carbonatés, parfois récifaux (Plougastel-Daoulas, en presqu'île de Crozon, Beaubigny dans le Cotentin, Chalonnes-sur-Loire), apparaissent durant le Dévonien inférieur, indiquant que les domaines correspondants se situaient à des latitudes tropicales.

Au Dévonien supérieur (de – 380 à – 360 Ma), les témoins de la subduction deviennent indiscutables. Un métamorphisme dans le faciès des schistes bleus affecte certaines unités océaniques, comme l'île de Groix (figure 4), tandis qu'un métamorphisme dans le faciès des éclogites est enregistré dans la croûte continentale amincie de l'ancienne marge continentale (Champtoceaux).



Figure 4. Glaucophanite à épidote et grenats, île de Groix
(taille des grenats : de 3 à 5 mm).

La chaîne hercynienne (ou varisque)

Dans la partie méridionale du Massif armoricain, une chaîne de montagnes se construit dès le Carbonifère inférieur (de – 360 à – 330 Ma). La déformation se propage alors dans le domaine centre-armoricain, avec un premier épisode d'émersion, accompagné parfois de l'érosion du Dévonien sur plusieurs centaines de mètres. La sédimentation marine reprend (en particulier dans le bassin de Laval, où se déposent des carbonates récifaux), avant la phase majeure de plissement, accompagnée dans ce domaine centre-armoricain par le développement d'une schistosité verticale. L'étirement horizontal est le témoin d'une composante cisailante dextre, le domaine centre-armoricain étant situé entre deux failles décrochantes dextres.



Figure 5. Champ filonien doléritique, Trégor.

Dans le domaine nord-armoricain, la sédimentation s'interrompt également au début du Carbonifère inférieur, ce domaine répondant à la convergence en se fracturant. Dans les fissures de direction N-S qui s'ouvrent alors pénètrent des liquides basaltiques, à l'origine d'un champ filonien doléritique (figure 5).

Érosion et destruction de la chaîne

Dès l'apparition des premiers reliefs de la chaîne hercynienne, ceux-ci sont attaqués par l'érosion, qui en disperse les débris dans des bassins dont la naissance est souvent contrôlée par le rejeu de certaines failles, ou sutures, majeures. Au Carbonifère supérieur (de – 310 à – 300 Ma), la croûte épaissie de la partie méridionale du Massif armoricain est soumise à un allongement de direction E-O, souvent interprété comme résultant de l'effondrement gravitaire de la chaîne.

En limite nord du domaine sud-armoricain, et fonctionnant au même moment, la branche majeure

du cisaillement sud-armoricain marque un déplacement dextre de plusieurs dizaines, voire quelques centaines de kilomètres, le long d'une zone de quelques centaines de mètres de largeur, jalonnée par des mylonites. Des granites à biotite et muscovite (leucogranites) utilisent cette faille pour se mettre en place à quelques kilomètres de profondeur, tandis qu'en surface de rares bassins houillers (Quimper) jalonnent cette faille.



Figure 6. Granite de Ploumanac'h.

Les domaines centre- et nord-armoricains ne se déforment plus dans leur globalité, malgré quelques réactivations qui permettent le développement de bassins houillers, reposant en discordance sur les formations antérieures, plissées et schistosées. Un épisode notable de cette histoire est la mise en place, aux environs de – 300 Ma, de granites riches en fer. Ce sont les célèbres granites rouges du nord du Massif armoricain dont les plus renommés sont à juste titre les massifs de Ploumanac'h (figure 6) et de Flamanville.

Le droit à l'oubli

Du Permien, rien (ou presque) ne nous est connu. La chaîne hercynienne se fait oublier, elle est érodée, et c'est au Trias que reprend la sédimentation. Des fleuves emportent épisodiquement les galets armoricains jusqu'en Angleterre ou dans les Vosges.

Les prémices de l'ouverture de l'Atlantique se traduisent tout au plus par l'intrusion de filons doléritiques en Bretagne occidentale, puis la mer réenvahit l'ensemble de la chaîne hercynienne érodée, et le Massif armoricain passe peut-être totalement sous le niveau de la mer durant le Jurassique ou le Crétacé supérieur. C'est durant cette période, et au début du Cénozoïque, que le Massif armoricain se

couvre d'un puissant manteau de roches altérées, dont les exploitations de minerais de fer et de kaolin gardent en partie la trace.

La mer des faluns

Durant la seconde moitié du Cénozoïque, le climat mondial ne cesse de se dégrader. Au début du Miocène, il y a environ 15 Ma, le climat est cependant toujours chaud. Des golfes marins pénètrent alors profondément dans le Massif armoricain, golfes dans lesquels se déposent des sables coquilliers, les faluns, où abondent oursins et requins ; c'est l'épisode de la mer des faluns. Celle-ci se retirant, le Massif armoricain est alors à nouveau émergé. Des fleuves le parcourent, et se déposent dans leurs estuaires des sables rouges : l'érosion devient plus active, témoin du refroidissement du climat mondial.

L'homme vient avec le froid

Durant les deux derniers millions d'années, les cycles glaciaires/interglaciaires augmentent en amplitude. C'est dans ce contexte qu'arrivent les premiers hommes en Europe. Les témoins de cette occupation paléolithique restent fort épars, le plus ancien site en Bretagne ayant environ 500 000 ans. La présence de l'homme, d'abord discrète, devient plus importante au Néolithique lorsque se développe la déforestation et qu'apparaissent les premiers monuments mégalithiques (de 6 000 à 2 000 ans av. J.-C.). Le niveau de la mer continue de monter après la dernière glaciation, noyant partiellement certains de ces monuments (menhirs entourés d'eau, figure 7).



Figure 7. Menhir mouillé de Penglaouic, rivière de Pont-l'Abbé.

Actif un jour, actif toujours

Le socle armoricain s'est formé il y a fort longtemps, au moment de l'édification de la chaîne hercynienne. Une faible activité tectonique est toujours présente, comme en témoignent quelques séismes. Ceux-ci, en général de faible intensité, ont souvent lieu sur des failles déjà existantes, qui pour l'occasion, « rejouent ».

Remerciements

Nous remercions vivement Sylvain Blais de nous avoir permis de publier cet article qui constitue le résumé de l'excellente et vivante conférence qu'il a donnée à la SAGA le samedi 4 novembre 2017 sur le sujet. PBS.

UNE BRÈVE

La Terre cache-t-elle l'équivalent d'un océan dans son manteau ?

Ramenés en surface à l'occasion d'éruptions volcaniques, les diamants se forment à grande profondeur dans le manteau de la Terre. Des minéraux retrouvés dans des diamants brésiliens laissent penser que le manteau contiendrait d'énormes quantités d'eau piégées dans les roches.

Il y a deux ans, des chercheurs annonçaient avoir découvert la preuve de l'existence d'immenses quantités d'eau, l'équivalent de toute celle des océans à la surface de la Terre, dans les régions de son manteau comprises entre 410 et 660 km de profondeur. Cette eau est sous la forme d'ions OH piégés dans la structure cristalline des roches à cette profondeur.

Une autre équipe, analysant à nouveau un autre minéral retrouvé dans un diamant de la même mine (Juína, Mato Grosso, au Brésil), vient de publier un article dans le journal *Lithos* dans lequel ses membres annoncent un résultat similaire.

Mais, cette fois-ci, la profondeur des roches du manteau échantillonnées par le diamant ramené en surface à l'occasion de l'éruption d'un volcan, près de la rivière São Luiz, il y a environ 90 millions d'années, est de 1 000 km !

Il y aurait donc bien plus d'eau dans le manteau qu'on ne le pensait jusqu'à présent ; et cela a des implications potentielles pour les modèles de formation de la Terre.

En tout cas, cela devrait permettre de comprendre un petit peu plus la géodynamique de notre planète à l'origine des mouvements des plaques.

(Source : www.futura-sciences.com)