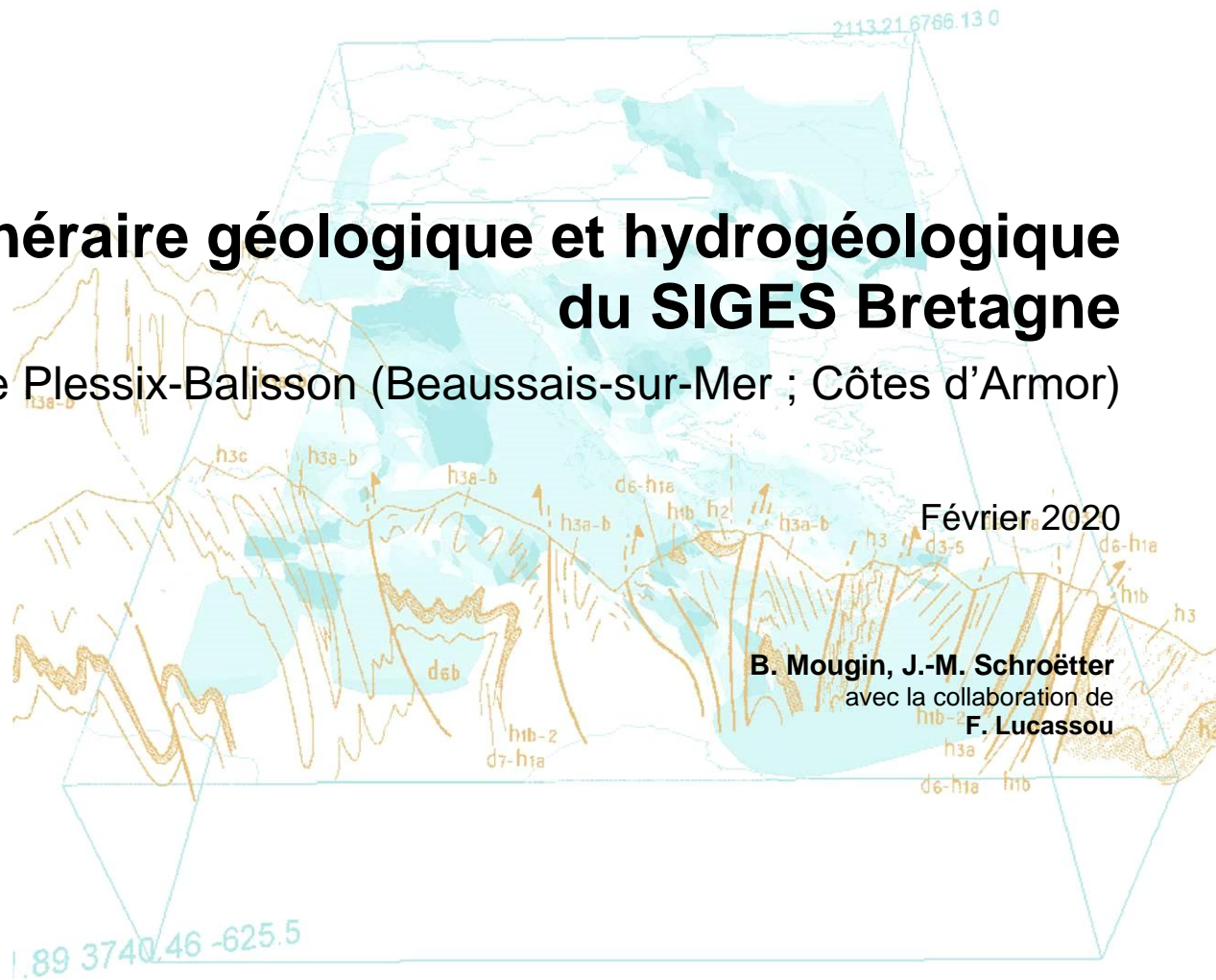




Itinéraire géologique et hydrogéologique du SIGES Bretagne

Bourg de Plessix-Balisson (Beaussais-sur-Mer ; Côtes d'Armor)



B. Mougin, J.-M. Schroëtter
avec la collaboration de
F. Lucassou

Introduction

Cet itinéraire a été créé dans le cadre du projet SIGES Bretagne (Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines en Bretagne) et a été financé par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et le BRGM. Le SIGES Bretagne est un site Internet accessible à cette adresse : <http://sigesbre.brgm.fr/>.

L'itinéraire géologique et hydrogéologique au village de Plessix-Balisson, commune de Beaussais-sur-Mer est situé dans le département des Côtes d'Armor en région Bretagne. Il suit un itinéraire pédestre et pédagogique sur le terrain en 9 étapes permettant de voir des roches témoins de l'activité des eaux souterraines : 1) sur les pierres de construction et ornementales des maisons du village et de l'église, 2) sur un affleurement rocheux exceptionnel, 3) avec un ruisseau (relation entre rivière et eau souterraine), et 4) son influence sur l'aménagement du territoire depuis la période médiévale à l'actuel. Ces étapes sont accessibles à pieds et à 80% pour des personnes à mobilité réduite.

Cet itinéraire a été testé le 17 octobre 2019 à l'occasion de la [Fêtes des sciences 2019](#) dans les Côtes d'Armor ([Planétarium de Bretagne](#)). Son intitulé était : « Excursion pédestre hydrogéologique : Le chemin de l'eau (Présentation théorique sur l'eau souterraine en Bretagne et validation pratique grâce aux pierres des habitations du bourg et de l'église et aux aménagements de la commune réalisés dans le vallon de Fontenelles).

Beaussais-sur-Mer
Plessix-Balisson - Plozevet - Trégou
BEAUSSAIS SUR MER

Planétarium de Bretagne
Parc du Radôme
22560 PLELMEUR-BODOU

fête de la Science

**Fête des sciences 2019 au Plessix-Balisson
en Côtes d'Armor**

Excursion pédestre hydrogéologique : Le chemin de l'eau
Présentation théorique sur l'eau souterraine en Bretagne
et validation pratique grâce aux merveilleux aménagements de la commune.

*Rendez-vous le 17 octobre 2019, à 14h00 à la mairie du
Plessix-Balisson, 
4 rue du bourg (22650 Beaussais-sur-Mer)*

brgm
Inventaire pour un territoire durable

Sommaire

1. Déroulement de l'itinéraire et liste des étapes	6
2. Contexte géologique et hydrogéologique	9
2.1. GEOLOGIE	9
2.2. HYDROGEOLOGIE.....	11
3. Descriptif des étapes	14
3.1. ARRET N°1 : LA RUE DE LA MAIRIE	14
3.2. ARRET N°2 : LES PIERRES DE CONSTRUCTION ET ORNEMENTALES : LINTEAUX, JAMBAGES ETC.....	15
3.3. ARRET N°3 : UNE PIERRE PARTICULIERE	16
3.4. ARRET N°4 : ALTERATION EN PELURES D'OIGNONS : LES BOULES DE DOLERITES	17
3.5. ARRET N°5 : L'EGLISE FACE SUD : DIFFERENTES ROCHES AVEC DES TRACES DE CIRCULATION D'EAU SOUTERRAINE.....	18
3.6. ARRET N°6 : AFFLEUREMENT DES ISALTERITES ET DE LA ZONE FISSUREE	19
3.7. ARRET N°7 : LA RIVIERE : AFFLEUREMENT DE ROCHE DE LA ZONE FISSUREE	21
3.8. ARRET N°8 : LE PUIITS MEDIEVAL.....	22
3.9. ARRET N°9 : POINT DE VUE SUR LE VILLAGE	24
4. Bibliographie	26

Liste des figures

- Figure 1 - Localisation du secteur concerné par l'itinéraire géologique et hydrogéologique 6
- Figure 2 - Localisation des arrêts de l'excursion du secteur concerné par l'itinéraire géologique et hydrogéologique (Carte topographique au 1/25 000 de l'IGN, du bourg du Plessix-Balisson). 7
- Figure 3 - Extrait de la carte géologique (1/50 000, Feuille DINAN n°245, édition BRGM) du bourg du Plessix-Balisson avec la localisation des arrêts de l'excursion 8
- Figure 4 – *Petit encadré : Carte représentant les principaux domaines et les structures majeures (CNA : Cisaillement Nord Armoricain, CSA : Cisaillement Sud Armoricain. Modifié d'après Ballèvre, 2008) et Carte géologique schématique d'après la carte géologique de France au 1/1 000 000 (Edition BRGM 1996). En rouge : localisation du Plessix-Balisson* 9
- Figure 5 - Profil d'altération stratiforme idéalisé dans les roches de type granitique, recoupé par la topographie, d'après Wyns et al., 1998 et Wyns et al., 2004 12
- Figure 6 - Moyenne des débits de la zone fracturée « utile » du profil d'altération en Bretagne (en m3/h) – Projet SILURES. 13

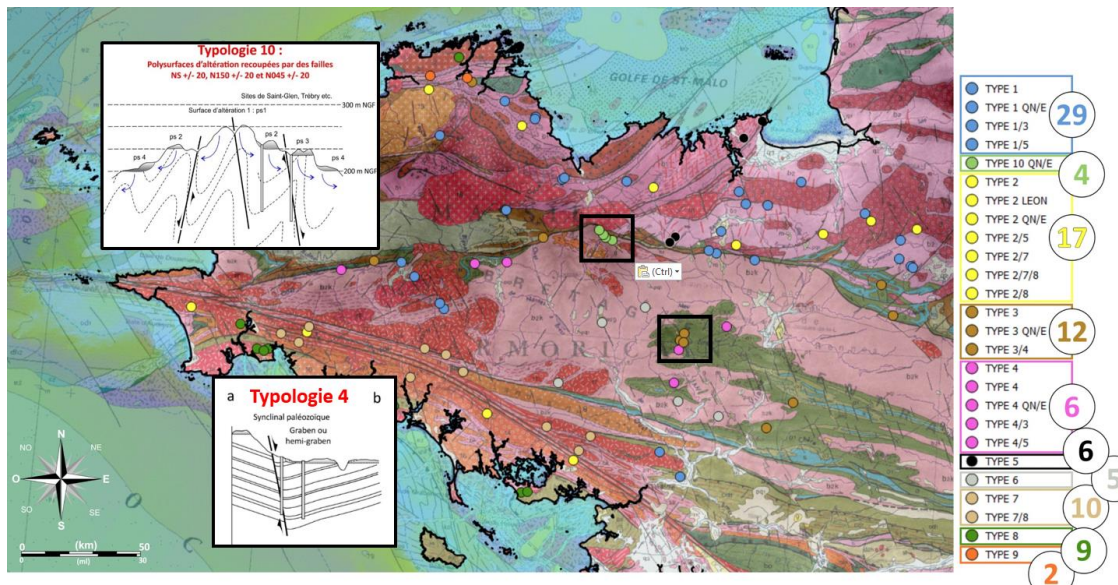


Figure 7 - Classement des forages ANAFORE par typologie hydrogéologique (et les effectifs par typologie), et exemple de deux typologies particulières. 13

- Figure 8 - Photographie de la salle des fêtes du Plessix-Balisson 14
- Figure 9 - Différentes pierres dans les murs des habitations : d – dolérites ; m - roches métamorphiques avec une schistosité ; g - roche granitique variée. 14
- Figure 10 – En haut à gauche : linteau cintré ou arqué de granite, en haut à droite et en bas en : découpe artisanale de la partie en contact avec les pierres de pays (pouvant être 17^{ème} à plus récent) ou découpe droite donc industrielle plutôt 19^{ème} (âge de la révolution industrielle). 15
- Figure 11 – En haut à gauche : Chien-assis style cancalais ou de Saint-Jacut-de-la-Mer ; en haut à droite : Pierres de structure ; en bas : Pierre de pays avec des traces d'oxydation de fer (rouille) montrant que de l'eau souterraine a circulé 16
- Figure 12 - Différents styles de « chien-assis » ou « lucarne » de la région Bretagne : 1 et 2 - style cancalais ; 3 – style Saint-Jacut-de-la-Mer (Source : Le bâti ancien en Bretagne : L'habitat traditionnel côtier, Arim-Edf, 1983, 131 p.) 17

Figure 13 – Boules de dolérites, roches volcaniques effusives noires et très dures, appelées aussi dans le pays « pierre de fer » et souvent laissées dans les haies bocagères.....	17
Figure 14 – A gauche : différentes granularités (taille des minéraux) de deux granites ; à droite : roche métamorphique feuillée et blanche due à l'altération par l'eau de certains minéraux en kaolin.	18
Figure 15 – A gauche : une migmatite ; A droite : différentes granularités de deux granites.	19
Figure 16 – Roche blanche entièrement altérée et devenue friable	19
Figure 17 - Affleurement des isaltérites et de la zone fissurée du granite/gneiss altéré et fracturé à la sortie du bourg du Plessix-Balisson	20
Figure 18 - A gauche : fractures verticales qui permettent aux eaux de pluie de rejoindre les eaux souterraines ; à droite : fractures horizontales caractéristiques de la zone fissurée avec halos d'altération et d'oxydation qui soulignent les circulations d'eau souterraine.	20
Figure 19 - Rivière s'écoulant dans l'horizon fissuré du granite du Plessix-Balisson	22
Figure 20 - Photographie du puits de la butte féodale, Pourquoi est-il là ? Quel lien avec le modèle hydrogéologique présenté lors de cet itinéraire ?.....	22
Figure 21 - Coupe géologique schématique Ouest-Est de la motte/butte féodale et de son puits, et relation avec les eaux souterraines et les aménagements médiévaux. ...	23
Figure 22 - Schéma hydrogéologique de la motte/butte féodale (vue du dessus) et de son puits, et relation avec les eaux souterraines et les aménagements médiévaux. ...	24
Figure 23 - Vue vers l'est du village du Plessix-Balisson.....	25
Figure 24 - Coupe géologique schématique interprétative Nord-Sud de la position de la nappe phréatique et du réservoir d'eau souterraine au niveau du village du Plessix-Balisson.....	25

1. Déroulement de l'itinéraire et liste des étapes

Résumé : C'est une promenade dans un premier temps dans le village du Plessix-Balisson pour identifier les différents types de roches, leurs caractéristiques et leurs usages ainsi que leur relation avec les eaux souterraines.

Puis dans un second temps, la promenade a pour objectif l'identification de la trace des eaux souterraines sur ces roches et la vérification de leur mode de fonctionnement théorique à travers les affleurements rocheux du village et le long des aménagements réalisés dans le vallon de Fontenelles,

Pour aboutir à la mise évidence du fonctionnement d'un aménagement hydraulique féodal (puits situé au cœur de la butte féodale ou château du Plessix-Balisson), à partir des caractéristiques hydrogéologiques du site.

Mots-clés : affleurements géologiques (de roches), points d'eau, cartes et profils topographiques et géologiques, schéma sur le cycle de l'eau.

Intervenants : Jean-Michel Schroëtter (*Ph D* en sciences de la Terre) et Bruno Mougin, (ingénieur hydrogéologue), BRGM Bretagne.

Le fil conducteur de cet itinéraire géologique et hydrogéologique est de comprendre par où passe l'eau, depuis le sous-sol, pour arriver dans la nappe et jusqu'à la rivière et d'expliquer comment des aménagements humains ont utilisé les eaux souterraines.

L'itinéraire se situe dans le bourg du Plessix-Balisson, sur la commune de Beausais-sur-Mer, dans le département des Côtes d'Armor en Bretagne (Figure 1).



Figure 1 - Localisation du secteur concerné par l'itinéraire géologique et hydrogéologique

C'est un itinéraire pédagogique et pédestre, de 1,2 km, d'une durée d'une heure à une heure et demie environ, à travers le bourg et les alentours, en 9 étapes.

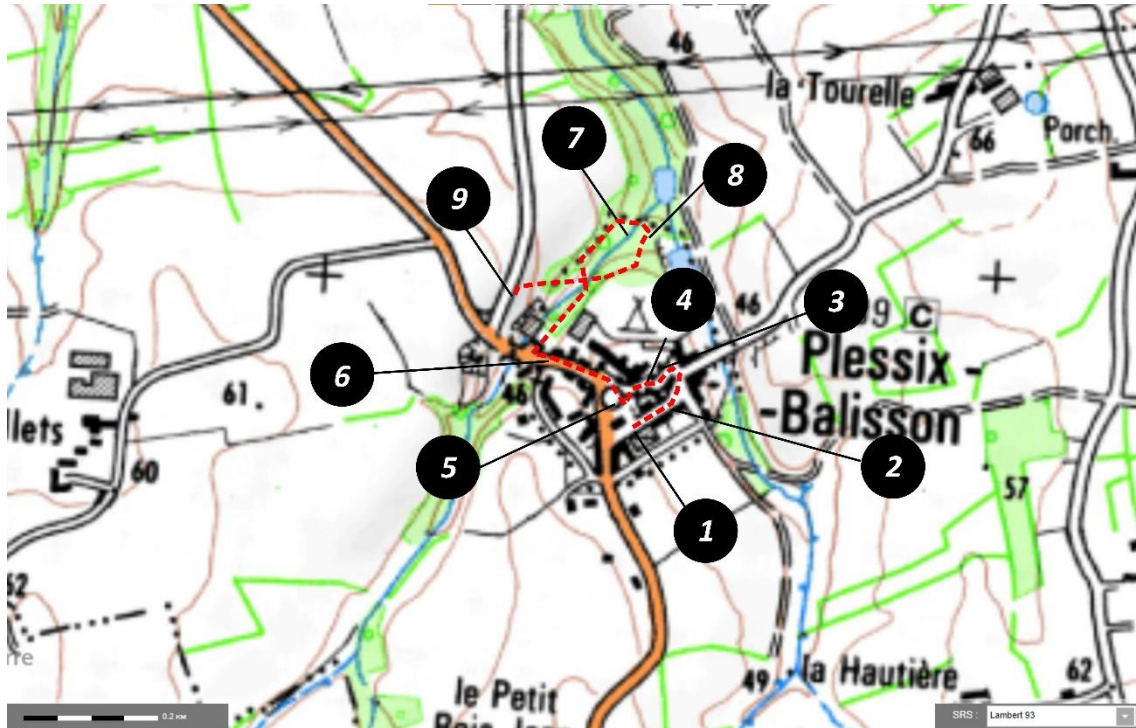


Figure 2 - Localisation des arrêts de l'excursion du secteur concerné par l'itinéraire géologique et hydrogéologique (Carte topographique au 1/25 000 de l'IGN, du bourg du Plessix-Balisson).

D'un point de vue géologie, la balade se situe en Bretagne nord sur l'Unité de Saint-Malo, constituée de roches métamorphiques et qui appartient à une ancienne chaîne de montagne ayant œuvré entre 700 et 540 millions d'années, avant la chaîne hercynienne (cf. Chapitre 2 « Contexte géologique »). Cette chaîne de montagne s'appelait la chaîne cadomienne et elle court depuis la limite entre les Côtes d'Armor et le Finistère jusqu'en Normandie (Presqu'île du Cotentin, Sud du Calvados et de l'Orne).

La liste des étapes de l'itinéraire géologique et hydrogéologique est la suivante :

- 1) Pierres de pays des murs des habitations proches de la marie du Plessix-Balisson (Beaussais-sur-mer) en allant vers le n°15;
- 2) Pierres de construction ou ornementales : linteaux, jambages etc. (en allant vers le n°15 depuis la marie) au n°6 ;
- 3) Une pierre particulière (roche de faille) blanche et caractéristique sur la maison n°30 de la petite placette et style de « chien-assis » de la région ;
- 4) Boules de dolérites (altération en pelures d'oignons) au pied des murs des habitations des maisons en allant vers l'église, depuis la petite placette ;
- 5) Eglise face Sud : différentes roches avec des traces de circulation d'eau souterraine ;

- 6) Bel affleurement en bordure de la route vers avec de belles traces de circulation d'eau souterraine et relation entre la surface et le milieu profond (Isaltérites/Zone Fissurée) ;
- 7) Affleurement de la rivière du vallon des Fontenelles (les nouveaux aménagements) : affleurement de la roche dans la Zone Fissurée ;
- 8) Puits médiéval sur la butte féodale, les douves et relation avec l'hydrogéologie ;
- 9) Panorama synthétique et point de vue sur le village.

Ces étapes sont localisées sur les cartes des figures n°2 et n°3, respectivement sur fond IGN au 1/25 000 et sur fond de la carte géologique au 1/50 000, Feuille Dinan n°245.

Le Chapitre 3 « Descriptif des étapes » détaille chacune de ces étapes en précisant leurs accès, et en indiquant ce qu'on peut voir et ce qu'il faut en conclure.

Le bourg du Plessix-Balisson se trouve sur des roches métamorphiques de type migmatites, âgées de 540 millions d'années (en jaune orangé sur la Figure 3).

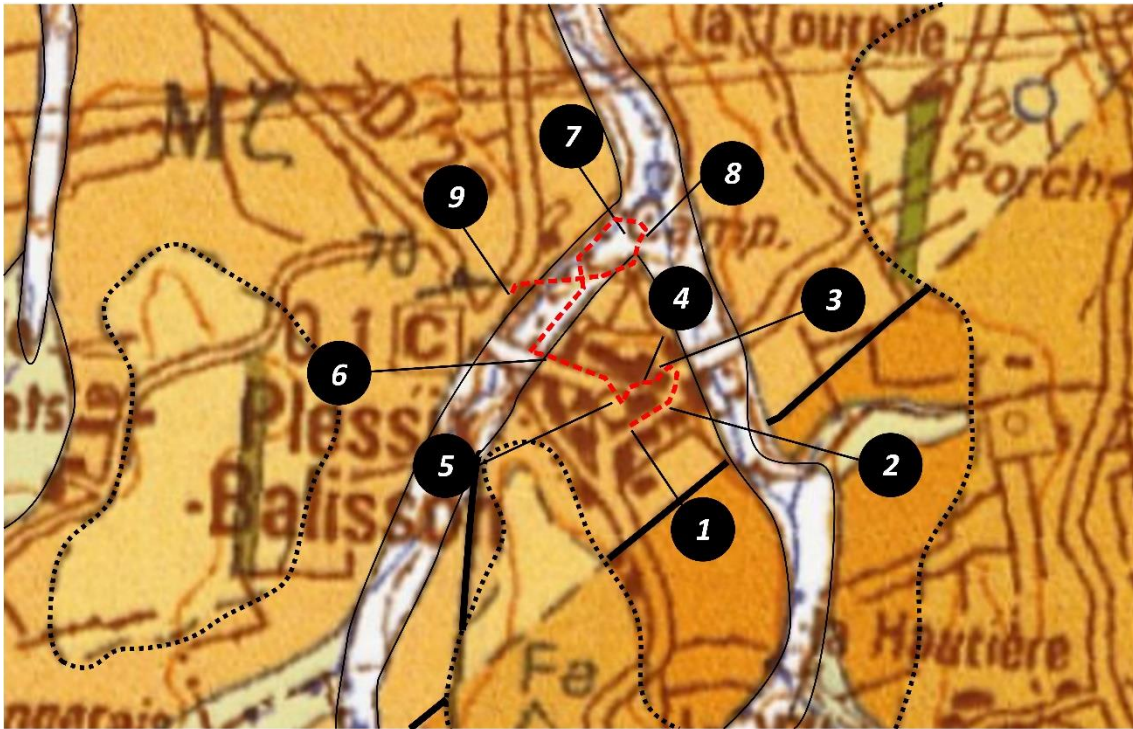


Figure 3 - Extrait de la carte géologique (1/50 000, Feuille DINAN n°245, édition BRGM) du bourg du Plessix-Balisson avec la localisation des arrêts de l'excursion

En orangé : roches métamorphiques de type Gneiss fins (de la Richardais) à passées migmatitiques âgées de 540 millions d'années ; en jaune-orangé : roches plus métamorphiques de type « Migmatites » (avec des gneiss migmatitiques) du même âge que les précédentes ; en vert foncé : filons de dolérites âgés de 300 millions d'années (correspondant à des laves basaltiques d'où leur couleur noire caractéristique) ; trait noir plein : faille ; trait noir en pointillé : limite entre les roches plus ou moins saines et celles qui sont altérées.

2. Contexte géologique et hydrogéologique

2.1. GEOLOGIE

Le département des Côtes d'Armor est situé à cheval sur trois grands domaines géologiques : Domaine centre Bretagne au sud du Cisaillement Nord Armoricaïn (CNA ; Figure 4) ; Domaine nord-breton à l'Ouest et Domaine normano-breton à l'Est.

Ces domaines sont composés d'unités géologiques d'âge fini-précambriennes de la chaîne cadomienne, allant de 750 à 520 millions d'années ; unités constituées de différentes formations géologiques (différents types de roches ; Figure 4).

Les unités géologiques sont séparées par plusieurs failles majeures (traits noirs épais sur la Figure 4), qui, comme la déformation et le métamorphisme interne de ces unités, sont apparues pendant la formation des chaînes de montagne cadomienne et hercynienne et leurs érosions respectives.

Le domaine centre-armoricain est composé dans les Côtes d'Armor de schistes briovériens de Bretagne centrale, d'un ensemble de petites intrusions de granitoïdes d'âge Ordovicien à Silurien inférieur qui charpentent le dôme plutono-métamorphique de Plouguenast, et de plusieurs unités paléozoïques dont notamment l'unité de Châteaulin et son grand bassin sédimentaire du Carbonifère. Des plutons granitiques hercyniens tardifs traversent les terrains fini-précambriens et paléozoïques et recoupent à l'emporte-pièce les limites entre les domaines nord et centre armoricains.

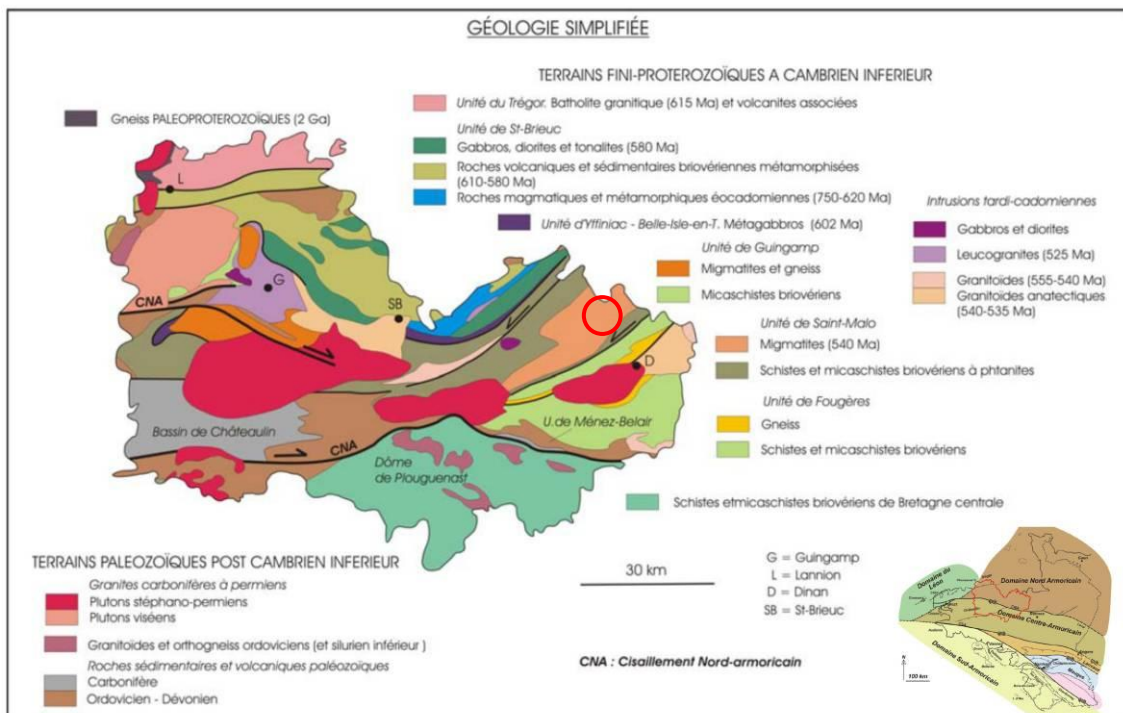


Figure 4 – Petit encadré : Carte représentant les principaux domaines et les structures majeures (CNA : Cisaillement Nord Armoricaïn, CSA : Cisaillement Sud Armoricain. Modifié d'après Ballèvre, 2008) et Carte géologique schématique d'après la carte géologique de France au 1/1 000 000 (Edition BRGM 1996). En rouge : localisation du Plessix-Balisson

Domaine cadomien nord-breton

Le Domaine cadomien nord-breton est divisé en plusieurs unités :

- L'Unité du Trégor a été peu déformée au cours de l'évolution cadomienne, et est constituée d'un complexe volcano-plutonique comprenant le batholite du Trégor (granites) (~ 615 Ma) et des roches volcaniques associées. Cette unité comprend également les témoins d'un socle plus ancien : l'Icartien, disloqué et âgé de 2 milliards d'année.
- L'Unité de Saint-Brieuc est constituée principalement d'un ensemble de trois formations, affectées par une tectonique et un métamorphisme cadomien plus importants au Nord qu'au Sud. On distingue : le complexe pentévrien sur la rive orientale de la baie de Saint-Brieuc, constitué de formations plutoniques et volcaniques d'âges compris entre 750 Ma et 645-625 Ma ; la série volcanique basique datée à ~ 610 Ma de Paimpol, recouverte par la formation sédimentaire turbiditique de la Roche-Derrien ; l'ensemble volcanique ou Formation de Lanvollon–Erquy, daté entre ~ 608 Ma et 588 Ma plus au sud, intercalé de sédiments détritiques (schistes et grès), essentiellement de la Formation de Binic, et recoupés par des intrusions de gabbros, diorites ou tonalites datées de 600 à 575 Ma.
- L'Unité de Guingamp est localisée au sud-ouest de la baie de Saint-Brieuc, de part et d'autre de la branche nord du Cisaillement nord-armoricain. Elle est composée de migmatites rubanées correspondant à d'anciennes roches sédimentaires métamorphosées. Ces migmatites sont datées indirectement par l'intrusion granitique de Ploufragan–Saint-Brieuc d'âge ~ 533 Ma qui les recoupe. Deux massifs leucogranitiques, datés à ~ 523 Ma, forment l'Unité de Guingamp.
- L'Unité d'Yffiniac–Belle-Isle-en-Terre se décompose en deux entités séparées d'une cinquantaine de kilomètres de part et d'autre du Cisaillement nord-armoricain. Des gabbros amphibolisés, datés à ~ 602 Ma sont les principales roches et malgré la faible extension cartographique, cette unité a une origine profonde et pourrait être une suture majeure de l'orogène cadomien.

Domaine cadomien normano-breton

Le bourg du **Plessix-Balisson** appartient au Domaine cadomien normano-breton qui se décompose en deux unités :

- L'Unité de Saint-Malo se situe au sud-est de l'Unité de Saint-Brieuc dont elle est séparée par la faille de Belle-Isle–La Fresnaye. Elle est composée principalement des sédiments schisto-gréseux de la Formation de Lamballe à niveaux silicifiés et carbonés (phtanites), et par les migmatites de Saint-Malo (roches fortement déformées par la chaîne cadomienne jusqu'à leur fusion aboutissant à la formation de granites dits « d'anatexie »). S'ajoutent des volcanites (de Château-Serein) qui jalonnent le contact entre les unités d'Yffiniac et de Saint-Malo. Ces sédiments briovériens correspondent à des turbidites issues du démembrement de la chaîne cadomienne nord-bretonne.
- L'Unité de Fougères, correspond au domaine mancelien, la plus vaste unité du Domaine cadomien, peu présente dans les Côtes d'Armor, similaire à la Formation de Lamballe mais sans les niveaux à phtanites.

Les sédiments briovériens de Bretagne centrale

Les « schistes briovériens » de Bretagne centrale couvrent une large superficie de cette région et sont bien représentés dans le Sud des Côtes d'Armor. Ils sont constitués d'une alternance de schistes silto-argileux ardoisiers, de grès parfois quartzitiques et de grauwackes, localement de conglomérats (Poudingue de Gourin). Ils correspondent à des séquences turbiditiques.

Les plutons granitiques varisques

Des intrusions de granites ou granodiorites recourent l'ensemble des terrains des Côtes d'Armor. Plusieurs de ces intrusions ont une dimension plurikilométrique à l'affleurement. La plus étendue (massif de Quintin) s'étend sur à peu près 45 km. La mise en place de ces intrusions est datée à environ 330 et 300 Ma.

Les altérites

L'ensemble des roches décrites ci-dessus dans les Côtes d'Armor, comme l'ensemble du Massif armoricain, ont subi dès le Crétacé supérieur une altération poussée qui a engendré la formation d'altérites. Le résultat de cette altération est un ameublissement général des roches en arènes ou en argiles d'altération.

Les dépôts superficiels tertiaires et quaternaires (Cénozoïque)

Les dépôts tertiaires sont très localisés. Ils résultent d'incursions marines (transgressions) notamment à l'Oligocène inférieur et au Miocène inférieur-moyen (dépôts de faluns).

Au Quaternaire, vont régner des alternances de périodes froides et humides (climat périglaciaire) et de périodes tempérées plus courtes (interglaciaires). Les dépôts limoneux éoliens de type loess notamment vont constituer des dépôts bien développés en conditions périglaciaires. Ils couvrent une superficie importante du département.

Ils seront en partie remaniés (avec les altérites) dans des formations de versants de type « head ». Les sédiments fluviaux (alluvions) et fluvio-marins se déposent sur différents niveaux de terrasses au cours du Quaternaire jusqu'à l'établissement du régime hydrologique actuel.

2.2. HYDROGEOLOGIE

Classiquement les aquifères (ou eaux souterraines) en domaine dit « de socle » étaient considérés comme « discontinus » dans les années 1970 et localisés au niveau de fractures, failles etc. Ce concept a, depuis les années 1990-2000, évolué, à partir de développements méthodologiques dans le secteur de Plabennec pour la Bretagne et sur le Massif Central (Wyns, 1998), mais aussi en Afrique, en Inde, en Guyane ou en Corse et déclinés à l'échelle de bassins versants de la région Bretagne (Mougin et al., 2008).

Il a été démontré que, dans les roches dites de « socle » (granites, schistes, gneiss etc.), comme celles du Massif armoricain, ayant subi une altération importante (désagrégation par l'action de l'eau), les aquifères peuvent être considérés comme relativement « continus » et de forme « stratiforme » parallèle à la surface contemporaine. Ces

« horizons-réservoirs » d'altération sont composés de trois niveaux principaux, du sommet vers la base du profil d'altération (Figure 5) :

1. Les allotérites : un horizon argilo-limoneux issu de la transformation *in situ* de la roche-mère (granite, gneiss, micaschistes ou schistes etc.) sous l'effet de l'altération, où la structure de la roche-mère est perdue ;
1. Les isaltérites : un horizon argilo-sableux issu de l'altération in-situ de la roche mère, pour lequel l'ensemble des structures primaires (foliation, schistosité, pendage, orientation des filons etc.) sont préservées et mesurables ;
2. La zone fissurée : roche-mère dure plus ou moins altérée présentant de nombreuses zones de fractures, soulignées par des placages d'oxydes et d'hydroxydes (de fer et manganèse notamment), témoins de la circulation des eaux souterraines. L'essentiel de la fracturation est lié à l'altération mais se superpose à un héritage lié à la fracturation tectonique. Cet horizon assure la fonction transmissive (flux) de cet aquifère composite ; les altérites sus-jacentes, lorsqu'elles sont saturées en eau, en constituent sa partie capacitive (stockage). Cet horizon fracturé est capté par la plupart des forages productifs dans le socle.

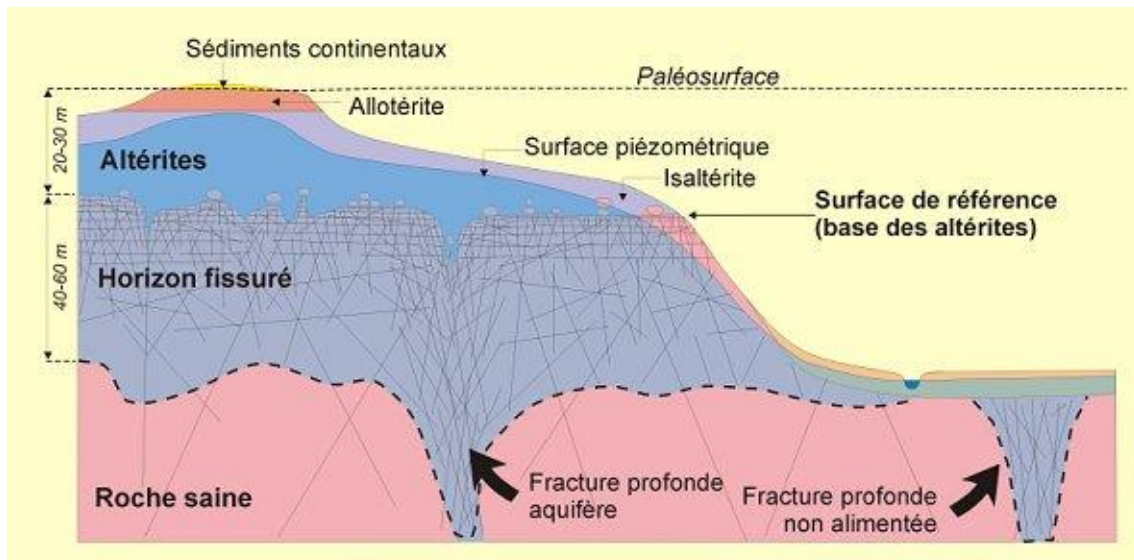


Figure 5 - Profil d'altération stratiforme idéalisé dans les roches de type granitique, recoupé par la topographie, d'après Wyns et al., 1998 et Wyns et al., 2004

En 2008, le programme SILURES a permis d'établir une cartographie à l'échelle du 1/250 000 sur ce concept (en m³/h ; Figure 6).

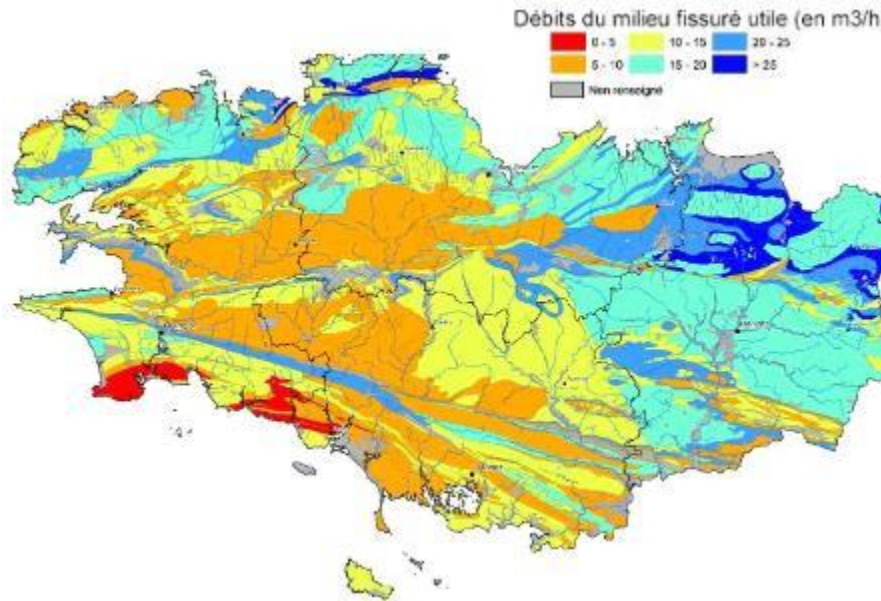


Figure 6 - Moyenne des débits de la zone fracturée « utile » du profil d'altération en Bretagne (en m3/h) – Projet SILURES.

Récemment, le programme ANAFORE (Schroetter et al., 2019 en cours) a fait interagir les concepts d'eau souterraine dans les failles, dans les altérites et dans les différentes natures de roches, à travers l'analyse de 100 forages parmi les plus productifs en Bretagne.

Le programme ANAFORE montre que les zones potentielles productrices en Bretagne peuvent être résumées à 10 typologies distinctes (Figure 7), dans lesquelles les parts respectives entre failles, altération mais aussi les différentes natures de roches et leurs structures contribuent à la circulation et le « regroupement » de l'eau souterraine.

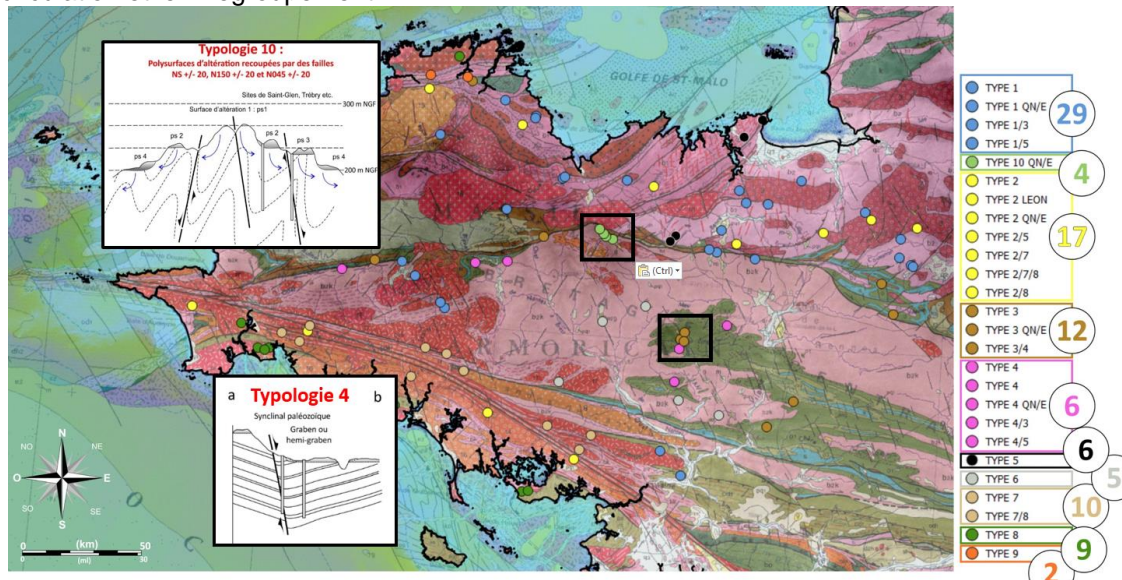


Figure 7 - Classement des forages ANAFORE par typologie hydrogéologique (et les effectifs par typologie), et exemple de deux typologies particulières.

3. Descriptif des étapes

Ce chapitre répond, pour chacune des 9 étapes de l'itinéraire géologique et hydrogéologique du secteur de Plessix-Balisson (Beaussais-sur-mer), aux questions suivantes : comment accéder au site ?, que peut-on voir ?, et que faut-il en conclure ?.

Le point de départ se fait depuis la mairie et/ou la salle des fêtes du Plessix-Balisson, en direction du Nord-Est vers le bourg de Ploubalay.



Figure 8 - Photographie de la salle des fêtes du Plessix-Balisson

3.1. ARRET N°1 : LA RUE DE LA MAIRIE

Accès : Sur le mur situé juste à gauche de l'entrée de la salle des fêtes et à droite de l'entrée de la Mairie.

Pierres de pays des murs des habitations proches de la mairie du Plessix-Balisson (Beaussais-sur-mer) en allant vers le n°15.

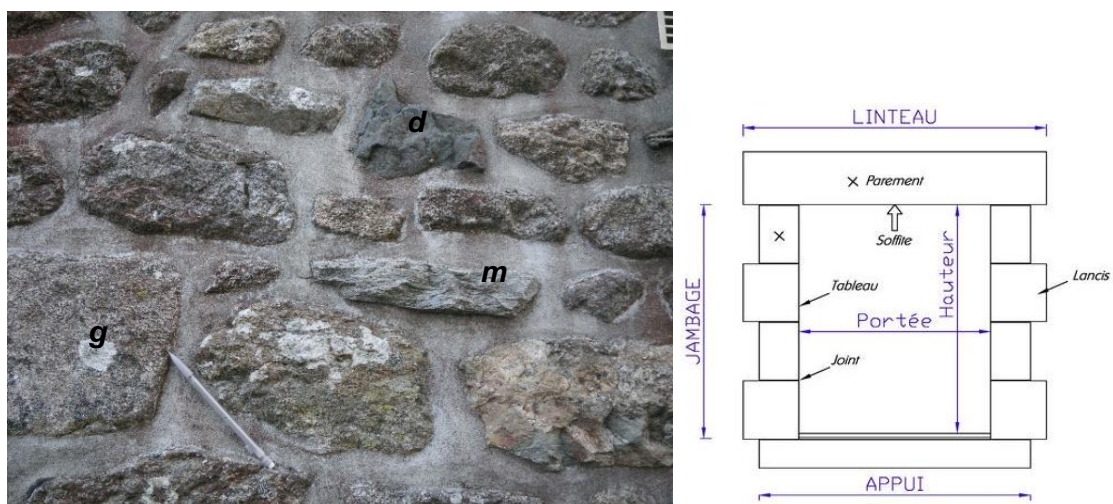


Figure 9 - Différentes pierres dans les murs des habitations : d – dolérites ; m - roches métamorphiques avec une schistosité ; g - roche granitique variée.

Géologie : Différents types de roches composent les murs des habitations du village (cf. exemples ci-dessus).

Les pierres des murs sont souvent des pierres dites de « pays » ; pierres que l'on va retrouver dans les petites carrières locales autour des bourgs.

Ces pierres sont différentes des pierres de structure qui constituent les encadrements des fenêtres, dites aussi de pierres de construction ou ornementales, qui font les linteaux, les jambages, les lancis et les appuis mais aussi les moulures ou les larmiers.

3.2. ARRET N°2 : LES PIERRES DE CONSTRUCTION ET ORNEMENTALES : LINTEAUX, JAMBAGES ETC.

Accès : Descendre la rue de la Mairie, et regarder les maisons situées à droite de la rue.

Pierres de construction ou ornementales : linteaux, jambages etc. (en allant vers le n°15 depuis la mairie au n°6).



Figure 10 – En haut à gauche : linteau cintré ou arqué de granite, en haut à droite et en bas en : découpe artisanale de la partie en contact avec les pierres de pays (pouvant être 17^{ème} à plus récent) ou découpe droite donc industrielle plutôt 19^{ème} (âge de la révolution industrielle).

Géologie : Les pierres de structure sont souvent des pierres plus nobles avec des qualités mécaniques supérieures à celles de pays, pour pouvoir supporter le poids des murs.

En Bretagne, ce sont les granites et les roches de la famille des granites qui sont utilisés mais localement d'autres roches avec des qualités mécaniques identiques peuvent s'y substituer.

Généralement, mais sans en faire une loi absolue, les granites clairs en Bretagne sont d'âge hercynien, ici du granite de Dinan probablement. Les granites d'âge hercynien peuvent être aussi roses (comme celui de la Clarté à Perros-Guirec dans les Côtes d'Armor) ou plus sombres comme celui de Huelgoat dans le Finistère.

3.3. ARRET N°3 : UNE PIERRE PARTICULIERE

Accès : Maison située juste après le virage à gauche.

Roche de faille, blanche et caractéristique sur la maison n°30 de la petite placette et style de « chien-assis » de la région de Saint-Jacut-de-la-Mer ou de Cancale.



Figure 11 – En haut à gauche : Chien-assis style cancalais ou de Saint-Jacut-de-la-Mer ; en haut à droite : Pierres de structure ; en bas : Pierre de pays avec des traces d'oxydation de fer (rouille) montrant que de l'eau souterraine a circulé

Géologie : En haut de cette maison, on peut observer un très beau « chien-assis » soit de style Cancalais, soit de style Saint-Jacut-de-la-Mer où les pierres de construction sont particulières. Sa blancheur rehausse les contrastes et elle a pour particularité d'être foliée c'est-à-dire qu'elle a des plans telles des feuilles qui lui permettent par cette forme aplatie de jouer le rôle de pierre de construction. Ces plans ou feuilles montrent que cette roche est déformée (métamorphique), c'est une roche de faille et sa couleur

blanche est liée au fait que de l'eau souterraine a circulé et altéré la roche (les minéraux blancs friables sont des minéraux argileux appelés kaolinites, minéraux donnant les fameux kaolins).

Cette pierre particulière proviendrait d'une carrière de Saint-Jacut-de-la-Mer (?). Pour l'acheminer ici jusqu'au bourg du Plessix-Balisson, la personne devait avoir des moyens financiers conséquents.

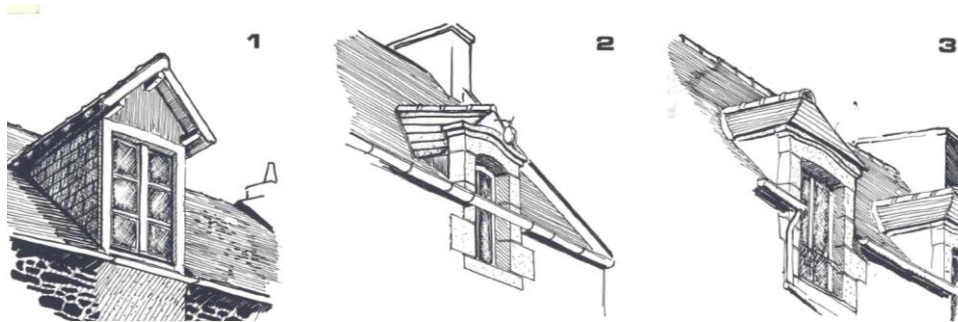


Figure 12 - Différents styles de « chien-assis » ou « lucarne » de la région Bretagne : 1 et 2 - style cancalais ; 3 – style Saint-Jacut-de-la-Mer (Source : *Le bâti ancien en Bretagne : L'habitat traditionnel côtier*, Arim-Edf, 1983, 131 p.)

Hydrogéologie : Si l'on observe les plans de fractures naturels dans les roches, on remarque des auréoles avec des traces d'oxydations riches en fer, qui montrent que l'eau souterraine a pénétré et circulé dans la roche. Cette eau souterraine altère la roche qui devient friable. Le fer est déposé sur les parois des fractures, on dit qu'elles sont tapissées d'oxydes et hydroxydes de fer. Les roches prennent ainsi une teinte plus ocre que leurs voisines (cf. photos ci-dessus).

3.4. ARRET N°4 : ALTERATION EN PELURES D'OIGNONS : LES BOULES DE DOLERITES

Accès : Au pied des murs des habitations des maison en allant vers l'église, depuis la petite placette.



Figure 13 – Boules de dolérites, roches volcaniques effusives noires et très dures, appelées aussi dans le pays « pierre de fer » et souvent laissées dans les haies bocagères

Géologie : Ces roches sont des [dolérites](#) : roches noires, très dures, visibles notamment sur le sentier côtier de la Côte d'Émeraude. C'est une roche magmatique effusive (donc une lave comme le basalte). Ici dans la région, elle est sous forme de filons (voir la carte géologique ci-dessus). La croûte continentale s'est ouverte et dans ces fractures la lave est remontée.

Deux petites anecdotes : Les agriculteurs l'appellent la pierre de fer car elle est très dure et elle abîme dans les champs les socs des charrues. Autrefois elles étaient positionnées au coin des rues des maisons dans les rues étroites car elles protégeaient les murs des maisons, par leur résistance, des essieux des roues de charrues.

Mais pourquoi ces roches sont-elles en boules ?

Hydrogéologie : C'est l'eau de pluie qui va progressivement altérer la roche et notamment ces minéraux ferro-magnésiens. L'attaque chimique de cette eau de pluie agressive, va utiliser les fractures de la roche et pénétrer au plus profond. Les angles entre les fractures se voient arrondis d'où cet aspect en boule. Les géologues parlent d'altération en pelure d'oignons en lien avec le mode d'épluchage de ce légume.

3.5. ARRET N°5 : L'ÉGLISE FACE SUD : DIFFÉRENTES ROCHES AVEC DES TRACES DE CIRCULATION D'EAU SOUTERRAINE

Accès : Entrer dans l'enceinte de l'église par la porte bleue située côté Sud. La photo correspond au mur situé à gauche de la fondation longée par une évacuation de gouttière.

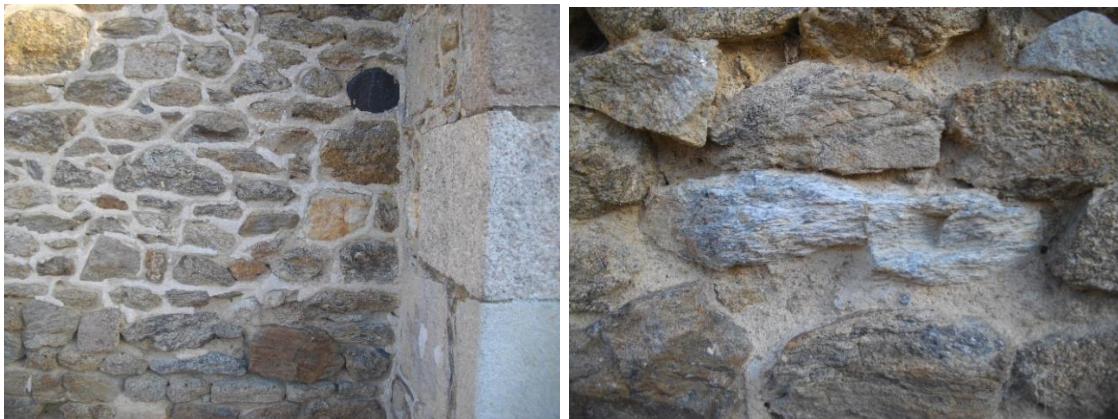


Figure 14 – A gauche : différentes granularités (taille des minéraux) de deux granites ; à droite : roche métamorphique feuillée et blanche due à l'altération par l'eau de certains minéraux en kaolin.

Géologie : Sur la photo de gauche, on peut voir deux granites différents par leur granularité (taille des minéraux qui les composent) : en haut l'un est grossier et en-dessous l'autre est fin. Ces différences de granularité vont créer dans la roche différentes porosités associées à son altération (roche grenue avec porosité élevée, et roche microgrenue à porosité plus faible). La roche en noir correspond à nouveau à de la dolérite. Sur la photo de droite, on peut observer des roches métamorphiques feuilletées (schistosées ou foliées) et des traces blanches d'altération liées à des circulations d'eau souterraine.



Figure 15 – A gauche : une migmatite ; A droite : différentes granularités de deux granites.

Sur la photo de *gauche* (Figure 15) se trouve une belle migmatite, roche métamorphique de haute température où on approche de fusion partielle de la roche (900°C) qui va créer des granites. Autour des roches granitiques, on voit des traces d'oxydes et d'hydroxydes de fer, soulignant la circulation d'eau souterraine (phénomène d'altération). La photo de *droite* montre un gros plan sur la granularité différente des deux granites (grenue en haut et microgrenue en bas). Dans ces granites, les auréoles d'altération naissent autour d'un minéral riche en fer appelé : le mica noir ou biotite.



Figure 16 – Roche blanche entièrement altérée et devenue friable

Enfin, la Figure 16 montre que la roche a parfois été lessivée par les circulations d'eau souterraine. On a ici un granite presque transformé en kaolin, et la roche fissurée s'effrite en passant le doigt dessus.

3.6. ARRET N°6 : AFFLEUREMENT DES ISALTERITES ET DE LA ZONE FISSURÉE

Accès : Descendre la route D26 en laissant l'église derrière vous. L'affleurement se situe à droite de la route.



Figure 17 - Affleurement des isaltérites et de la zone fissurée du granite/gneiss altéré et fracturé à la sortie du bourg du Plessix-Balisson

Cet affleurement est exceptionnel car il permet une observation in situ de la zone fissurée d'un granite/gneiss, juste à l'interface avec les isaltérites (les altérites meubles). Ces deux horizons géologiques sont des réservoirs pour les eaux souterraines bretonnes.

Sont au rendez-vous : les traces d'oxydation et les halos d'altération de couleur ocre qui les accompagnent, le long de fractures verticales et horizontales, caractéristiques des zones fissurées. Ces fractures mettent en évidence les circulations des eaux de pluie vers les eaux souterraines.

Il est possible de mesurer l'orientation à Nord 45° des réseaux de fractures qui sont en accord avec l'orientation du réseau hydrographique (cf. cartes IGN et géologique).

La notion de réservoir naturel d'eau souterraine peut être abordée ici car on peut mesurer les espacements entre les diverses fractures présentes dans cet affleurement. Elles ont une ouverture de 1 cm à 0.5 m, dans lesquelles il est possible de passer un doigt ou une main.



Figure 18 - A gauche : fractures verticales qui permettent aux eaux de pluie de rejoindre les eaux souterraines ; à droite : fractures horizontales caractéristiques de la zone fissurée avec halos d'altération et d'oxydation qui soulignent les circulations d'eau souterraine.

Hydrogéologie : A l’affleurement, la roche est friable (on peut la casser avec les doigts). On distingue les roches saines plus claires et les roches altérées de couleur ocre.

Comme la végétation et le sol sont visibles au sommet de cet affleurement, on peut imaginer qu’une eau de pluie va s’infiltrer dans la roche par son réseau de diaclases, fissures et fractures, et rejoindre les eaux souterraines de la nappe phréatique. Celles-ci viendront ensuite alimenter les rivières via les fractures verticales et horizontales (cf. arrêt n°6).

En moyenne annuelle, il pleut environ 815 mm/an dans le secteur du Plessix-Balisson. 76% des précipitations qui arrivent au sol s’évaporent (620 mm), 11% ruissellent vers les cours d’eau (90 mm), et 13% s’infiltrent dans le sous-sol (105 mm). En effet, une partie de l’eau de pluie est utilisée par le sol et les plantes (3/4 des pluies), et une autre partie (1/4) alimente par ruissellement les eaux de surface (étangs et rivières). Le solde s’infiltré lentement dans le sol et le sous-sol pour la recharge des nappes d’eau souterraine. Après écoulement de ces eaux souterraines dans le sous-sol, la rivière constitue l’exutoire de ces réserves en eaux souterraines. Les ordres de grandeur cités ci-dessus proviennent de résultats du projet SILURES Bretagne ([rapport BRGM/RP-52825-FR](#)).

Ainsi, cet affleurement illustre que des apports d’azote ou de pesticides effectués à la surface du sol peuvent se retrouver ensuite mélangés à l’eau de pluie, puis entraîner la présence d’éléments dissous nuisibles dans les eaux souterraines.

3.7. ARRET N°7 : LA RIVIERE : AFFLEUREMENT DE ROCHE DE LA ZONE FISSUREE

Accès : Après l’arrêt 6, continuer à descendre la route D26 puis prendre un chemin aménagé à droite de la route (avant le pont). Traverser la rivière le long de la seconde palissade en bois, puis poursuivre le chemin aménagé jusqu’à une table de pique-nique, puis aller en contrebas jusqu’à un petit pont en bois permettant de changer de rive (avant la confluence des 2 rivières).

Géologie : Sur quoi coule la rivière d’un point de vue géologique ?

La rivière est un affleurement de la nappe souterraine. Très souvent en Bretagne, lorsque la rivière est pérenne, elle se situe dans la zone fissurée de la roche présente.

En rive droite de la rivière, on voit la roche massive fracturée affleurer (cf. photo ci-dessous).

Le projet SILURES Bretagne a montré que les eaux souterraines participent de façon non négligeable aux débits des rivières (en moyenne sur les bassins versants bretons, plus de la moitié du débit annuel provient des eaux souterraines). Sur le bassin versant du Frémur, cette participation annuelle des eaux souterraines au débit de la rivière est évaluée à 54%. Durant la période d’étiage (généralement de juin à septembre), la participation des eaux souterraines est importante, voire totale en juillet-août quand la rivière n’est pas à sec.



Figure 19 - Rivière s'écoulant dans l'horizon fissuré du granite du Plessix-Balisson

3.8. ARRET N°8 : LE Puits MEDIEVAL

Accès : Après avoir passé le pont de l'arrêt 7, monter en haut de la butte par un petit chemin en montée raide. Le puits est situé à côté d'une peinture de couleur rouge exposée en extérieur.



Figure 20 - Photographie du puits de la butte féodale, Pourquoi est-il là ? Quel lien avec le modèle hydrogéologique présenté lors de cet itinéraire ?

Le puits médiéval positionné au sommet de la butte du même âge capte les eaux souterraines du réservoir de la zone fissurée du granite du Plessix-Balisson. Il a été

implanté à cet endroit car il assurait une alimentation pérenne en eau à la fortification en cas de siège (boisson, bétail...). Par exemple pour l'alimentation en eau potable, il était préférable de chercher les eaux souterraines qui constituaient une épuration naturelle de l'eau de pluie tombée sur le sol par rapport aux eaux superficielles qui étaient en contact avec l'air libre et d'éventuelles pollutions bactériologiques.

Cette situation du puits confirme le modèle hydrogéologique actuel des aquifères de socle développé par le BRGM (cf. également ci-dessous la coupe géologique schématique du principe de fonctionnement du puits de la butte féodale).

Mais pour se protéger des invasions, il fallait mettre en eaux le pourtour de la butte. Un barrage fût édifié sur la rivière et des douves furent creusées entre le bourg et la motte (voir schéma ci-dessous).

Le barrage et son trop-plein ont eu pour effet de créer un étang qui achemina l'eau vers le second ruisseau et mis en eaux le pourtour de la butte. Cet aménagement hydraulique sur les eaux superficielles a certainement eu une influence sur le niveau de la nappe captée par le puits.

En augmentant en amont la superficie du réservoir d'eau, alors que l'eau souterraine soutient le débit du cours d'eau, c'est ici l'eau superficielle de l'étang qui est allée soutenir et augmenter la capacité de production du puits (le niveau du réservoir souterrain s'est élevé en raison de l'augmentation du niveau des rivières).

Les aménagements hydrauliques ont eu deux effets : la protection contre les envahisseurs et l'augmentation de la capacité de production en eau du puits.

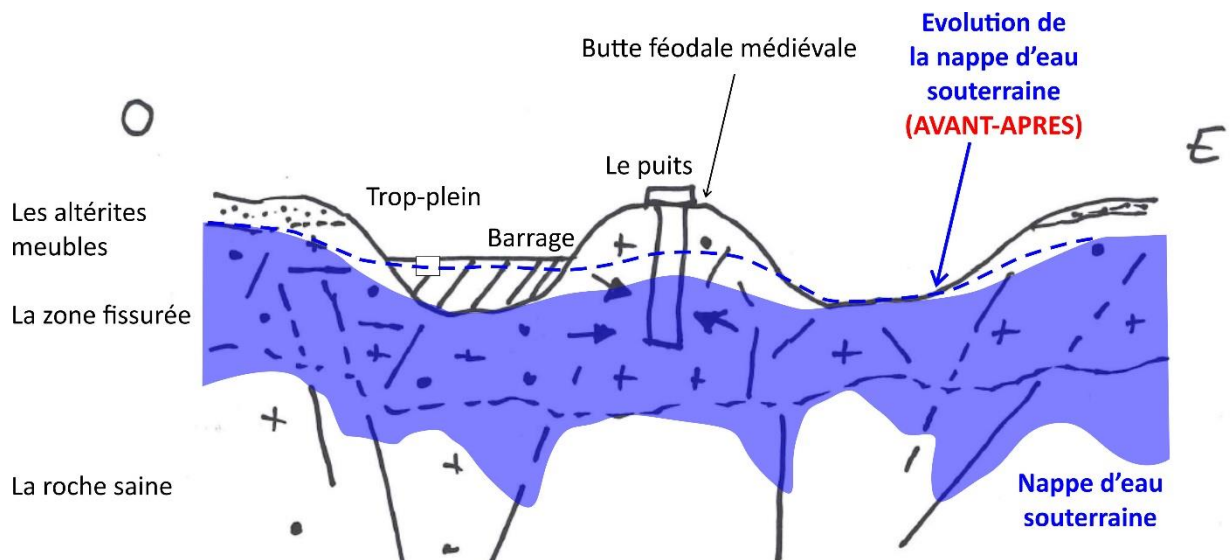


Figure 21 - Coupe géologique schématique Ouest-Est de la motte/butte féodale et de son puits, et relation avec les eaux souterraines et les aménagements médiévaux.

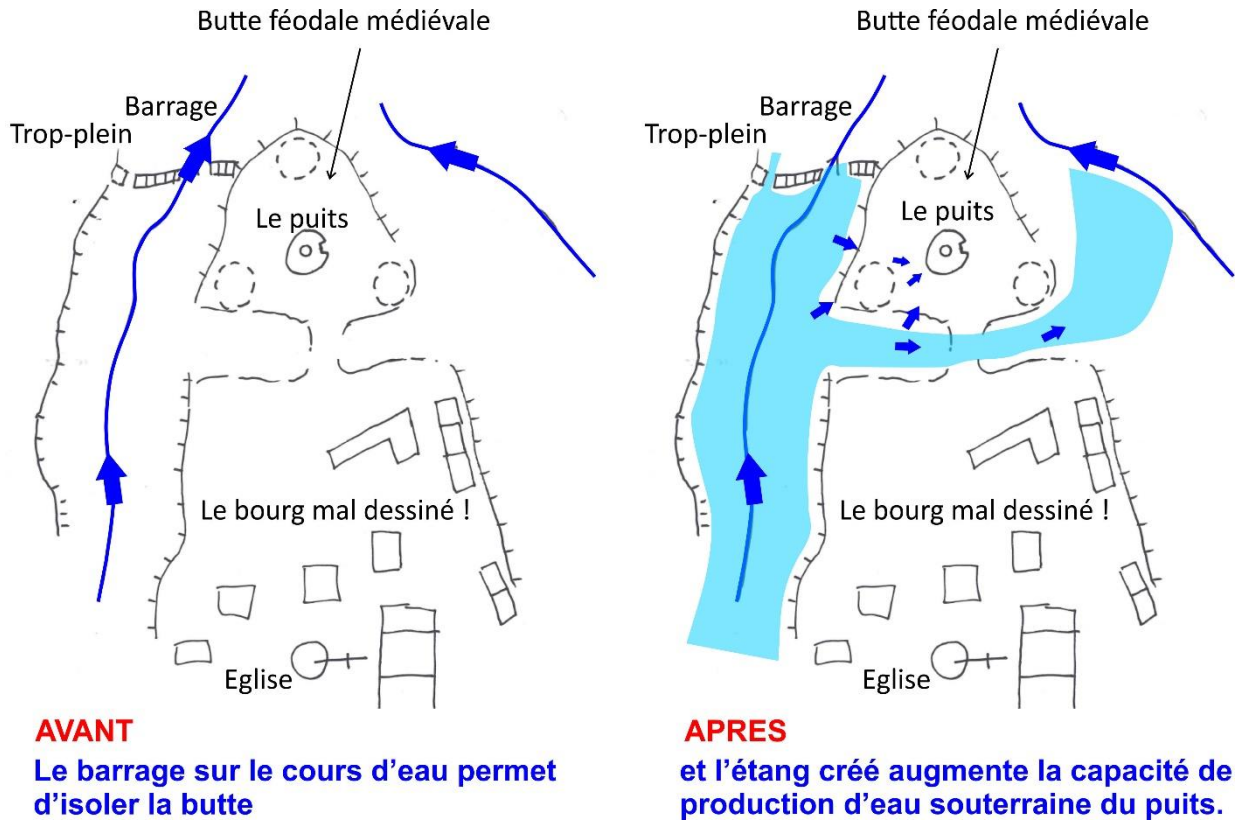


Figure 22 - Schéma hydrogéologique de la motte/butte féodale (vue du dessus) et de son puits, et relation avec les eaux souterraines et les aménagements médiévaux.

Comme le puits est actuellement hors service et bouché, il n'est pas possible de mesurer sa profondeur ni de déterminer la profondeur de la nappe phréatique. Néanmoins, le BRGM suit le niveau d'eau sur un forage situé sur la commune de Pleurtuit à environ 10 km du Plessix-Balisson (et captant une formation géologique similaire). Le suivi en continu effectué depuis 2004 montre que cette nappe est en moyenne à 1.75 m de profondeur et qu'elle oscille entre 0.5 m et 3.5 m par rapport au sol (respectivement en hiver et en été : https://ades.eaufrance.fr/Fiche/PtEau?code=02451X0023/F#mesures_graphiques).

3.9. ARRET N°9 : POINT DE VUE SUR LE VILLAGE

Accès : Contourner le puits situé à l'arrêt 8, poursuivre tout droit jusqu'à un petit sentier à droite qui descend avec des marches (ne pas aller tout droit jusqu'aux yourtes). Continuer un peu tout droit puis prendre le chemin de gauche. Descendre pour rejoindre puis traverser la rivière par la première palissade en bois puis prendre le chemin de gauche qui monte. Grimper les marches qui amènent en haut du village.



Figure 23 - Vue vers l'est du village du Plessix-Balisson



Figure 24 - Coupe géologique schématique interprétative Nord-Sud de la position de la nappe phréatique et du réservoir d'eau souterraine au niveau du village du Plessix-Balisson

Les terrains agricoles positionnés sur les hauteurs du village sont argileux et ils contiennent les minéraux issus des roches sous-jacentes (on parle d'altérites meubles, cf. coupe géologique schématique). Les sols à cet endroit sont profonds et fertiles, et ils proviennent de l'altération de ces roches.

Ainsi le bourg se situe dans la partie de la zone fissurée de la roche, la moins productive en terme d'agriculture mais proche de la nappe d'eau souterraine pérenne, dans laquelle a pu être installé le puits médiéval mais aussi le lavoir communal, nécessaires à la vie du village (cf. coupe géologique schématique).

Ce schéma du fonctionnement des eaux souterraines en lien avec la vie du village comme celui du Plessix-Balisson, est un schéma de principe général (implantation du village par rapport aux eaux souterraines et au profil d'altération des roches) qui s'applique à la majorité des bourgs et lieux-dits du Massif armoricain.

4. Bibliographie

ARIM-EDF (1983) - Le bâti ancien en Bretagne : L'habitat traditionnel côtier, 131 p.

MOUGIN B., A. CARN, N. DEBEGLIA, J. PERRIN et E. THOMAS avec la collaboration de J-P. JEGOU (2004) - SILURES Bretagne - Rapport d'avancement de l'année 2 - BRGM/RP-52825-FR.

MOUGIN B., E. THOMAS, F. MATHIEU, R. BLANCHIN et R. WYNS (2005) - SILURES Bassins Versants - Dourduff (29), Oust (56), Yvel (56), Maudouve et Noë Sèche (22) - Rapport final Année 2 BRGM/RP-53742-FR.



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 Orléans Cedex 2 - France
Tél. : 02 38 64 34 34

Direction Régionale Bretagne

Atalante Beaulieu
2, rue de Jouanet
35700 RENNES - France
Tél. : 02 99 84 26 70