



Figure 2 - Localisation des sites d'étude

Site 1 - Anse de la Mine
des Sardis ou du Couten

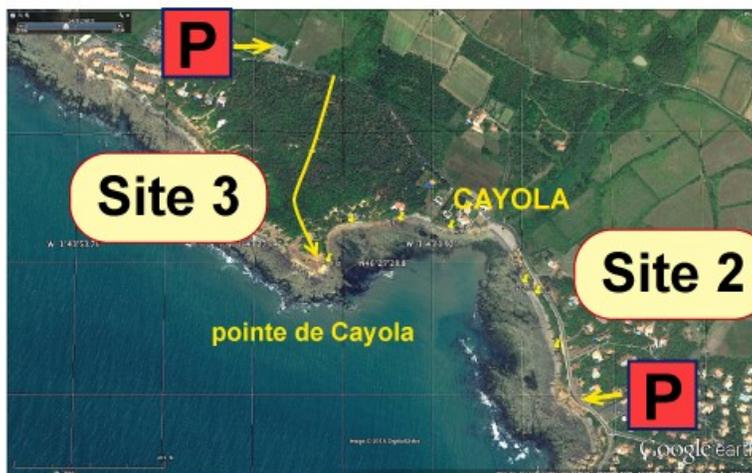
Observations :
orthogneiss, pegmatite,
aplite, métagrès,
méta-argilite,
calcaire silicifié,
marne et calcaire,
décrochements anciens et
failles jurassiques



Figure 3 - Vue « Google Earth » du site 1

Site 3 - Pointe de Cayola

Observations :
granite porphyroïde,
orthogneiss,
pegmatite,
calcaire silicifié,
argile verte,
décrochements,
failles jurassiques



Site 2 - Baie de Cayola,
secteur sud-est au niveau
de « La Salle Roy »

Observations :
orthogneiss,
pegmatite,
calcaire silicifié,
failles jurassiques.

Figure 4 - Vue « Google Earth » des sites 2 et 3

Cette journée de terrain était organisée par André Pouclet pour une initiation au lever géologique. Il s'agissait d'apprendre à se servir d'une boussole de géologue pour mesurer des directions et des pendages d'objets géologiques tels que des plans de stratification, de schistosité, de failles et de décrochements, et des lignes de plans, d'axes de plis et de linéation. Ces mesures sont ensuite localisées au GPS puis reportées sur des cartes géoréférencées, c'est-à-dire comportant des coordonnées géographiques, en l'occurrence, des extraits d'images satellitaires fournies par « Google Earth ». Ces images sont fixées sur une planchette de façon à être orientées par rapport au nord magnétique, assez proche actuellement du nord géographique. On détermine la nature des roches mesurées et reportées sur la carte. On trace alors les limites entre les différentes roches, ainsi que le passage des failles. Il reste à figurer par des signes conventionnels les indications de direction et de pendage des strates rocheuses et des failles.

Lors de ce premier exercice, nous avons donc procédé 1) à l'utilisation de la boussole, 2) au report des mesures sur deux cartes orientées, et 3) au tracé des grandes fractures.

Comme terrains d'application, nous avons choisi trois sites de la côte rocheuse au sud des Sables-d'Olonne qui offre une grande variété de roches et de structures (figure 1). Le premier site est l'anse de la mine des Sardes, au nord de Bourgenay. Les deux autres sont au sud-est et au nord-ouest de la baie de Cayola. Ces sites sont localisés sur la figure 2 et décrits sur les figures 3 et 4. Ils montrent la partie sud du Complexe orthogneissique des Sables-d'Olonne venant chevaucher les métagrès arkosiques de la série du Payré de la base du Bassin de La Roche-sur-Yon. Mais aussi, ils montrent un réseau de failles du début du Jurassique avec une succession de petits fossés tectoniques comblés de marnes et de calcaires abondamment silicifiés et minéralisés en sulfures et barytine. On s'est donc attaché particulièrement à localiser les failles jurassiques et à définir la structure des fossés tectoniques.

Etude du Site 1 (figures 5 et 6)

Fig. 5



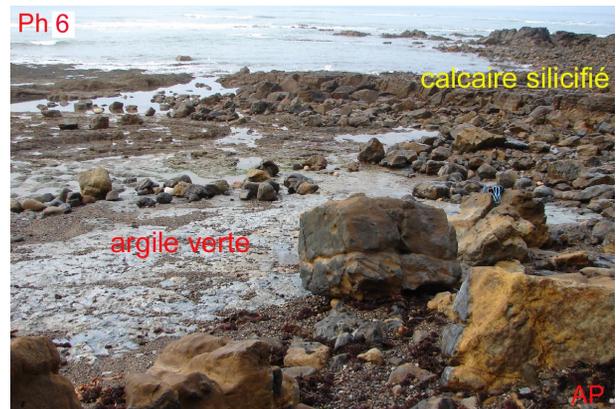
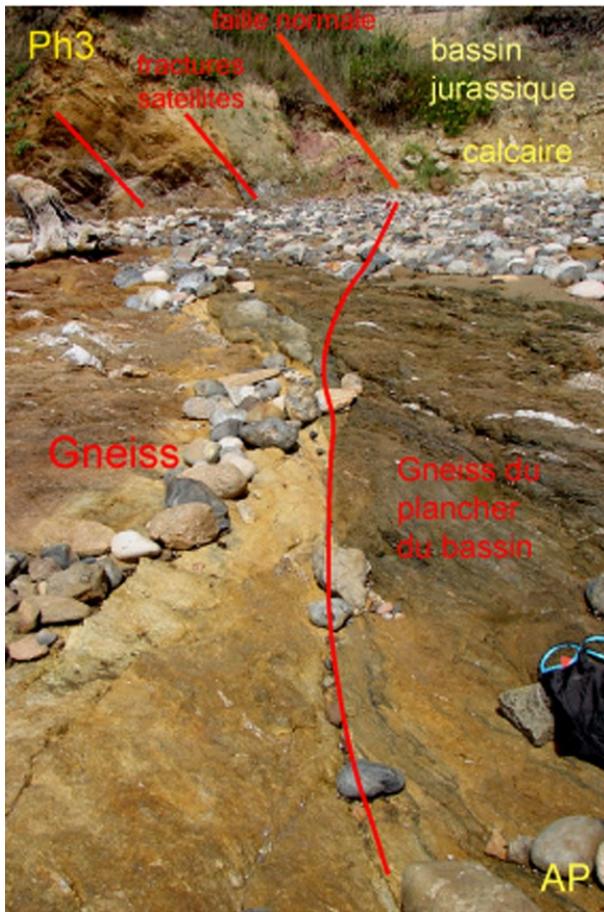
Nous sommes à pied d'œuvre devant la falaise de l'anse des Sardes (Ph. 1).



Partant vers le nord-ouest en longeant la falaise, nous observons des strates sub-horizontales de calcaires et de marnes appartenant à la base de la séquence du Jurassique. Au point N 46°26'51,2''- W 1°41'50,8'', les calcaires viennent buter contre des gneiss par une **faïlle normale** de direction N 150° et pentée de 50° à 60° vers le NE avec un jeu de quelques mètres (Ph. 2).



Nous suivons cette faille sur l'estran où elle est marquée par des rognons de roches fracturées et silicifiées (Ph. 3). Latéralement le long de la faille, les calcaires jurassiques sont remplacés par des bancs siliceux horizontaux qui occupent toute la partie à l'est de l'estran ainsi que la falaise (Ph. 4 et 5). La roche siliceuse ayant une plus forte résistance à l'érosion que le gneiss forme un plateau en haut de l'estran, bien que située dans le compartiment abaissé de la faille. On sait qu'il s'agit de la partie basale des formations du Jurassique abondamment silicifiées. Localement, comme dans tout le sud de l'anse, les strates siliceuses reposent sur une couche d'argile verte d'à peine un mètre d'épaisseur et non silicifiée, sans doute en raison de son imperméabilité (Ph. 6).

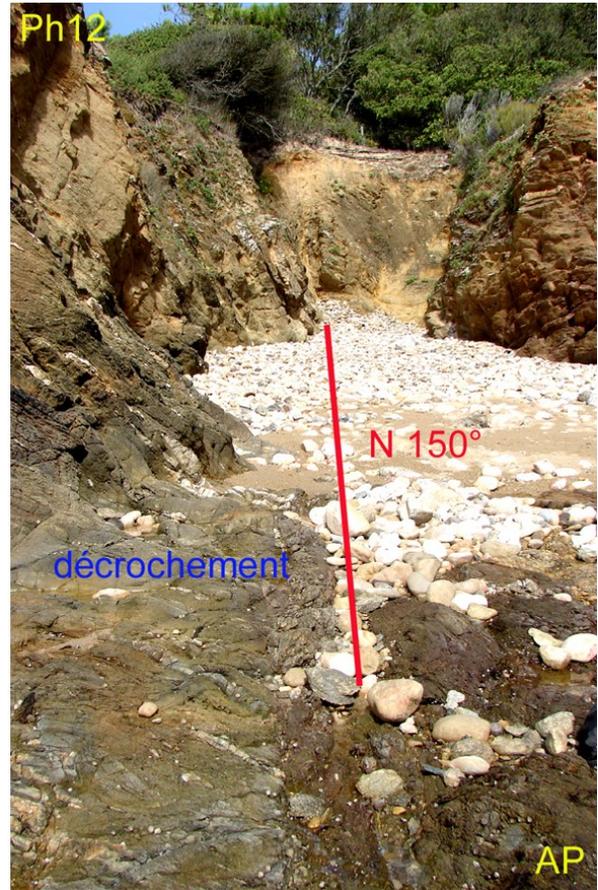


À l'échelle régionale, le Jurassique silicifié occupe une large bande orientée SE-NW qui longe la côte depuis la falaise du Payré jusqu'à l'anse de St Jean-d'Orbestier (10 km). Nous voyons donc dans ce premier site la faille qui borde à l'ouest le bassin jurassique dont l'essentiel se trouve sous la dune littorale. On sait que cette zone de faille silicifiée est aussi minéralisée en sulfures, arséniures et sulfates. On en a un témoin avec la mine des Sardis qui se résume à une petite galerie dans la falaise sur la pointe sud-est de l'anse (Ph. 7).

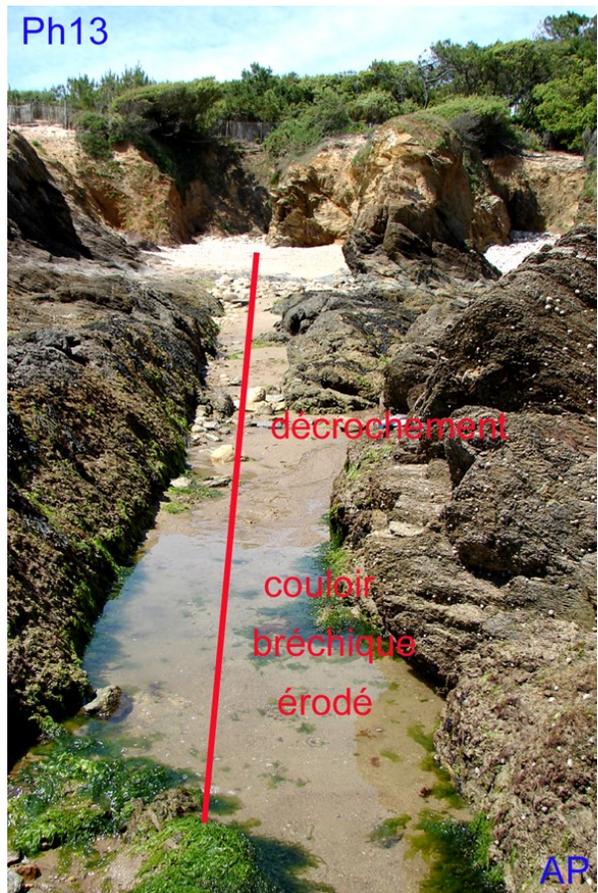
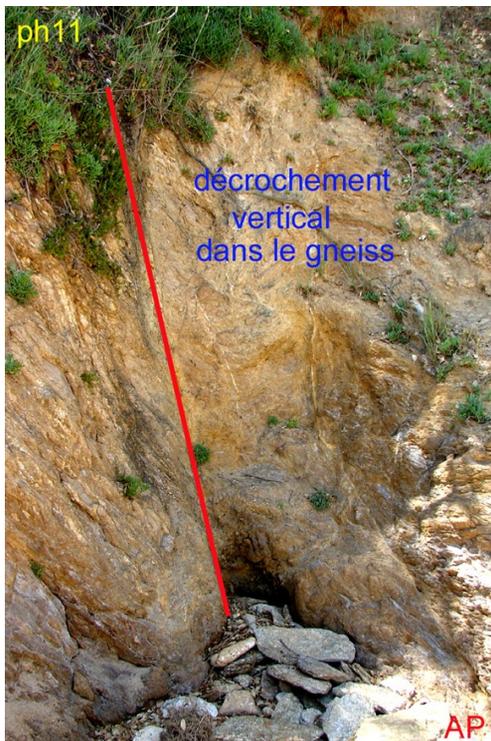


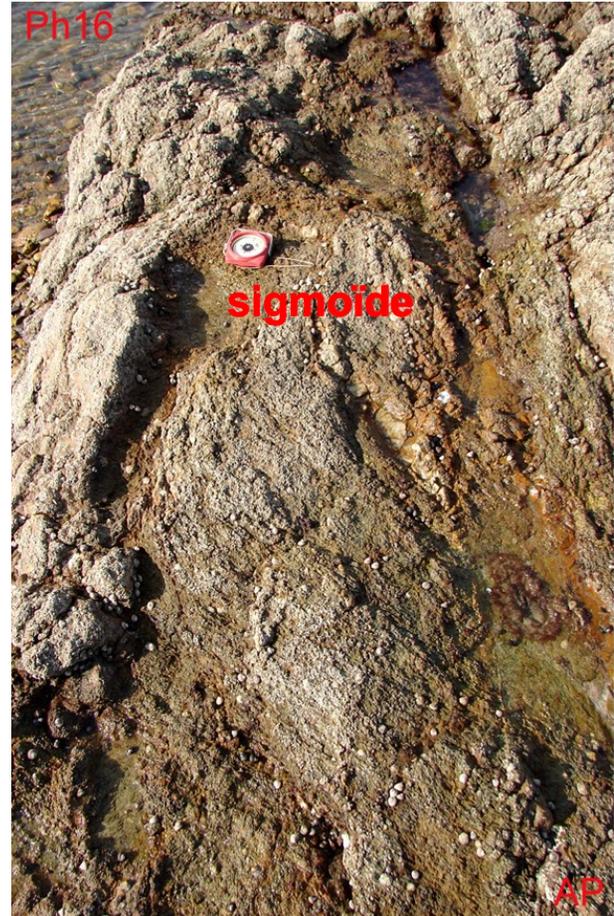
Repartant de la faille jurassique vers l'ouest et le nord-ouest, on entre dans le panneau des gneiss. C'est un **orthogneiss à foliation N 120°** pentée de 40° au NE (Ph. 8 et 9). Il est traversé par des filons de pegmatite souvent déformés en se raccordant à la foliation. On examine un petit filon au nord et un grand filon au sud au milieu de l'estran (Ph. 10).





Mais surtout, le gneiss est découpé par une série de **décrochements dextres** N 150° verticaux et parallèles à la faille jurassique. Ces décrochements, espacés de quelques mètres à quelques dizaines de mètres, sont bien visibles dans la falaise, mais aussi sur l'estran où ils forment des sillons rectilignes creusés dans la roche par suite de l'érosion des brèches de faille (Ph. 11, 12, 13 et 14).





Le sens de déplacement des décrochements est déterminé par l'observation des *plis d'entraînement* pluricentimétriques à axes verticaux et des *sigmoïdes* décimétriques dextres (Ph. 15 et 16).

Ces déformations souples montrent que les déplacements rocheux se sont effectués à une profondeur kilométrique, bien avant que les gneiss arrivent en surface et soient recouverts par la *transgression* du Jurassique. On en déduit que les failles jurassiques qui jalonnent cette transgression ont emprunté des cassures anciennes réactivées.



Toujours dans les gneiss de la falaise du nord-ouest, on note des plans de fracture sub-horizontaux qui se raccordent à des fractures pentées vers le nord-est et prenant la foliation en oblique, l'ensemble dessinant des formes en *écailles chevauchantes* vers le sud-sud-ouest et bordées par des lentilles de *mylonites* (Ph. 17).



Effectivement, si l'on suit la falaise vers le nord-ouest, en allant vers La Salle-Roy, on peut voir les *métagrès arkosiques* de l'estran remonter vers la falaise où ils sont surmontés tectoniquement pas les gneiss (Ph. 18).



Nous sommes donc bien en présence d'un **chevauchement** des gneiss sur les grès. Mais le contact est repris tectoniquement en **décro-chevauchements** dextres sous l'influence des décrochements tardifs. Cela peut expliquer pourquoi cette structure chevauchante n'avait encore jamais été signalée.

Plus au sud de l'anse, nous retrouvons donc les grès sous les gneiss, en strates orientées N 100° et pentées de 35° à 55° vers le nord-est (Ph. 19).



Les grès ont été métamorphisés dans le domaine de la biotite. Ce sont donc des métagrès. Dans l'ancienne nomenclature des formations métamorphiques totalement abandonnée (pour des raisons sérieuses mais impossibles à expliquer ici), on parlerait d'épizone à deux micas. Ces grès sont bien stratifiés, à ciment pélitique et localement riches en feldspath détritique. Ils présentent une foliation et une schistosité sensiblement parallèles à la stratification. Ces grès s'étendent largement vers le sud-est jusqu'au port de Bourgenay. Mais du côté est de la mine et au pied de la falaise, après une faille qui met en contact les métagrès et les calcaires silicifiés de l'estran, les métagrès passent rapidement en conformité sédimentaire à des **méta-argilites ampéliteuses** riches en biotite métamorphique (Ph. 20). Ces « micaschistes » vrais forment la base de toute la falaise jusqu'à Bourgenay. C'est sur eux que s'est étendue la transgression du Jurassique.

L'extension du lever géologique jusqu'au port de Bourgenay nous a permis de produire la carte de l'estran des Sards à Bourgenay sur la **figure 6** avec deux coupes indicatives visualisant la géométrie des diverses formations. On montre surtout le jeu des failles jurassiques.

Pour des raisons de continuité structurale et d'identité lithologique, nous corrélons les métagrès de l'anse des Sards et de la Salle-Roy avec ceux du Payré. Les méta-argilites stratigraphiquement au-dessus et en continuité sédimentologique se retrouvent dans les terres jusqu'à Talmont-St-Hilaire. Elles appartiennent à la Formation des Sables-d'Olonne.

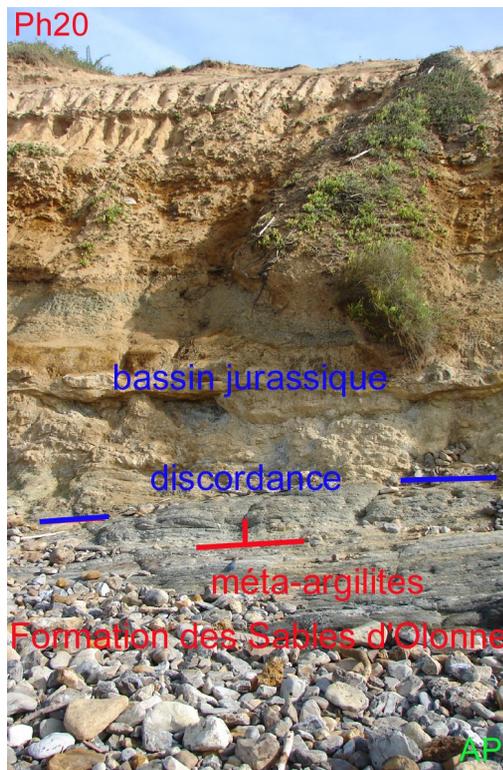
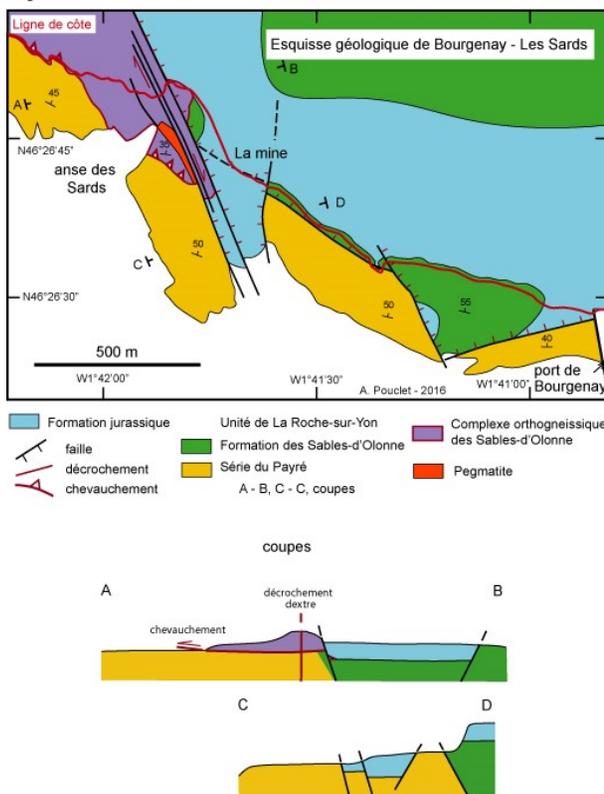


Fig. 6



Etude du Site 2 (figure 7)

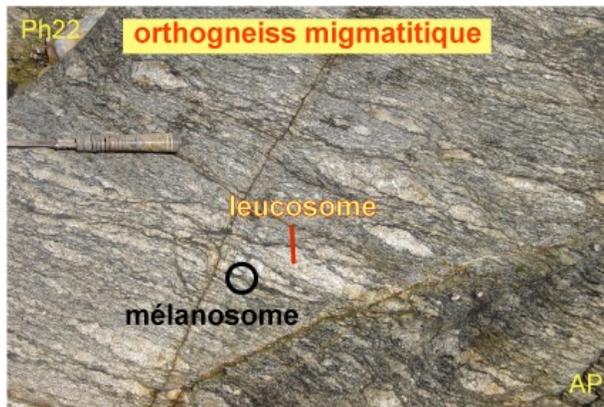
Fig. 7



À la pointe sud-est de la baie de Cayola, la falaise est constituée de gneiss tandis que l’estrans montre des strates de métagrès dans le prolongement de ceux de l’anse des Sardis et de La Salle-Roy. Toutefois le haut de la falaise est recouvert par les calcaires silicifiés. Laisant la question du chevauchement des gneiss sur les grès, nous examinons la structuration du Jurassique. Nous descendons sur l’estrans. La falaise et la partie est-nord-est de la baie de Cayola sont constituées par un **orthogneiss migmatitique** (Ph. 21). C’est un ancien granite qui a été fortement métamorphisé jusqu’à subir un début de fusion. L’origine granitique du gneiss s’inspire de son homogénéité structurale et texturale selon une extension plurikilométrique. En effet cet orthogneiss constitue l’essentiel du panneau tectonique du Complexe des Sables-d’Olonne. C’est l’occasion de l’examiner.



Orthogneiss migmatitique. Les minéraux constitutifs, quartz, feldspath et biotite ne sont pas ceux du granite initial, mais de nouveaux minéraux recristallisés à partir des précédents et organisés dans une nouvelle texture dite « **granolépidoblastique** », c’est-à-dire formée de grains et de paillettes. Cette texture définit une foliation orientée N 120° et pentée de 35° à 45° au nord-est. Cette foliation est régulièrement injectée, d’une part par des lits et des amandes de composition granitique de 1 à 3 cm d’épaisseur avec une texture grenue de type magmatique non orientée (Ph. 22), et, d’autre part, par des filons centimétriques plus ou moins continus de pegmatite qui forment des bandes blanches bien visibles sur l’image satellitaire (figure 7).



Les lits et amandes granitiques sont le fruit d’une fusion partielle du gneiss. En effet, à l’interface des lits de granite de teinte claire et qualifiés de « **leucosome** » (corps blanc) et des lits foliés de gneiss, on distingue de fins niveaux sombres riches en biotite qualifiés de « **mélanosome** » (corps noir). Le leucosome résulte de la fusion partielle du gneiss à la température minimale qui correspond à un assemblage en proportions précises de quartz et de feldspaths sodiques et potassiques. Cette proportion, riche en silicium, aluminium, sodium et potassium, est dite « **eutectique** » qui signifie : qui fond bien (le premier liquide de fusion à la température la plus basse a par principe la composition de l’eutectique). Le résidu de fusion est enrichi en fer et magnésium qui se retrouvent dans la biotite, d’où sa teinte sombre. C’est la présence simultanée du leucosome et du mélanosome qui atteste du processus de fusion partielle au sein du gneiss. Pour le distinguer du magma, liquide silicaté à l’origine des roches éruptives, les anciens pétrographes ont donné le nom de « **migma** » (mélange en grec) au liquide de fusion partielle qui se mélange avec diverses composantes rocheuses non fondues. Les roches qui renferment du migma sont nommées « **migmatites** ».

Les filons de pegmatite résultent de la cristallisation d’un fluide silicaté dilué dans de la vapeur d’eau à haute température dit « **pneumatolytique** » (roche gazeuse). L’apport de chaleur dans le gneiss n’a pas seulement provoqué la fusion des minéraux, mais elle a permis la libération des fluides interstitiels, dont principalement la vapeur d’eau. Cette dernière, à haute température, dissout n’importe quoi dans n’importe quelle proportion. Dans un milieu silico-alumineux commun, la dissolution pneumatolytique à haute température génère des pegmatites et des aplites en incluant une part de migma. Selon les milieux d’origine, les formations pneumatolytiques ont des compositions très variables, à la différence notable des liquides magmatiques dont la composition est régie par une série de règles. A basse température, on parle de fluides hydrothermaux capables de transporter tous les éléments chimiques.

La disposition en lits ou pseudo-strates de gneiss et de granite correspond à un type commun de migmatite dans la nomenclature de ces roches, la **stromatite** (« lit » en grec).

La migmatitisation de l'orthogneiss du Complexe des Sables-d'Olonne s'est produite après la mise en place des panneaux tectoniques effectuée au Dévonien supérieur (données structurales non traitées ici). Les dernières données isotopiques sur zircon et monazite acquises à l'Université d'Orléans placent cet événement entre 330 et 320 Ma, soit vers la fin du Carbonifère inférieur.

Suivant la falaise vers le nord-ouest on rencontre une **faille normale** (Ph. 23) qui fait descendre de quelques mètres le Jurassique silicifié vers le nord-est, au point N 46°27'20.2'' - W 1°42'44.2'' (figure 7). En observant l'estran, on remarque le passage de cette faille dans les gneiss par une zone de fracture faite d'une brèche siliceuse imprégnée de calcaire, indice d'une activité hydrothermale. L'alignement de cette brèche avec le passage de la faille dans la falaise nous donne une direction N 130°, le pendage étant de 50° au nord-est.



Vers le nord-ouest, une **nouvelle faille normale** est atteinte au point N 46°27'25.4'' - W 1°42'47.0'', de même orientation N 130° mais avec un pendage de 50° vers le SW. Le prolongement de cette faille est bien marqué sur l'estran par une brèche rubéfiée et silicifiée de 30 à 50 cm d'épaisseur. Ainsi le Jurassique silicifié occupe un petit graben orienté NW-SE large de 90m et de profondeur modeste de 3 à 5 m.

Etude du Site 3 (figure 7)

Depuis le Site 2, on peut voir dans la falaise du nord-ouest de la baie de Cayola un graben de Jurassique similaire à celui du sud-est de la baie, mais nettement plus large. Nous rejoignons la pointe de Cayola au nord-ouest de la baie en traversant le bois de St Jean.

Cette pointe est constituée d'un **métagranite porphyroïdique** (Ph. 24) en contact au nord-ouest avec le gneiss migmatitique qui forme l'estran de St Jean. C'est un granite *protomylonitique* qui a subi un fort métamorphisme thermique, comme l'atteste les poches de sillimanite, mais pas suffisamment pour recrystalliser entièrement comme l'a été le granite transformé en orthogneiss qui l'accompagne. Il est toutefois largement envahi par des filons tectonisés de pegmatite. Il montre une fabrique planaire, c'est-à-dire une orientation mécanique des minéraux orientée N 140 et pentée de 75° au nord-est. On l'interprète comme un pluton différencié encaissé dans l'orthogneiss et qui a en partie résisté aux transformations thermiques ambiantes d'où l'appellation de méta-

granite et non d'orthogneiss. Il existe un autre petit pluton semblable mais non porphyroïdique au fond de la baie sous le restaurant de Cayola. Il y en a quelques autres dans le Complexe des Sables-d'Olonne.



Le métagranite de la pointe est limité à l'est par une zone broyée verticale orientée N 120° qui le met en contact avec le gneiss migmatitique formant le bas estran du nord-ouest de la baie. Immédiatement le long de cette zone se superpose une **faille normale** (Ph. 25) qui fait descendre de quelques mètres vers le nord-est le Jurassique silicifié au point N 46°27'28.6'' - W 1°43'17.1''. La faille est orientée N 130°-135° avec un pendage de 50° au nord-est. Elle se poursuit sur l'estran par une zone silicifiée (Ph. 26). Il est clair, de nouveau, que la faille jurassique a emprunté une ancienne fracturation.



La marée ne nous a pas permis d'aller plus loin ce jour là. Au nord-est de la faille, la falaise est constituée par le calcaire silicifié qui atteint près de 10m d'épaisseur et forme un graben de 250m de large (Ph. 27). L'autre faille du graben, de même orientation et pentée vers de sud-ouest, est située au point N 46°27'32.7'' - W 1°43'6.8''. Le fond du graben sous le calcaire silicifié est une couche horizontale de près d'un mètre d'argile verte qui a résisté à la silicification sans doute du fait de son imperméabilité. Cette argile repose en discordance sur le gneiss migmatitique toujours folié N 120° et penté vers le nord-est.

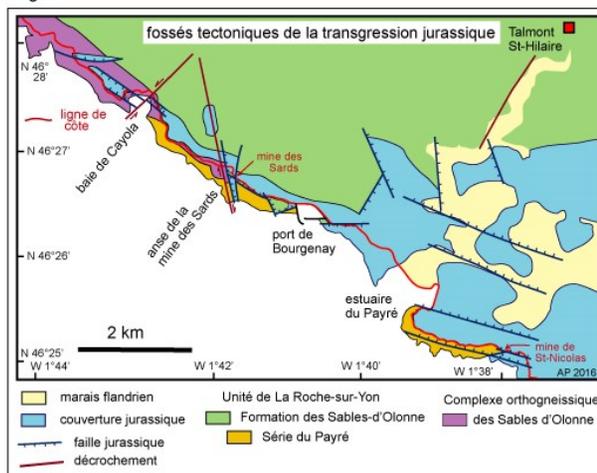
L'absence de jonction entre les failles jurassiques de part et d'autre de la baie doit s'expliquer par un décrochement sénestre orienté NNE-SSW et estimé à 250m. Nous n'avons pas actuellement d'autres indices mieux documentés d'un tel événement tectonique nécessairement post-Jurassique.



Conclusion

Au cours de cet exercice sur le terrain nous avons vu quelques sites remarquables de la géologie vendéenne. On en retient des informations lithostratigraphiques et structurales sur l'écaillage de la base du bassin cambrosilurien de La Roche-sur-Yon, sur une période de migmatisation, et sur les conditions de formation des failles jurassiques. Nous présentons un lever des failles jurassiques sur la figure 8 qui précise les tracés et le sens des jeux tectoniques. Pour l'essentiel, les failles ont un pendage vers le nord-nord-est et forment des demi-grabens orientés ESE-WNW. Elles sont apparues dès le début du Jurassique, parfois en empruntant des fractures anciennes et précèdent d'une ouverture en biseau se propageant de l'est-sud-est vers l'ouest-nord-ouest. Cette disposition est différente de ce que l'on s'attendrait à voir sur la marge passive de l'Océan Atlantique. Il n'y a bien sûr aucun plancher océanique. Le bassin qui s'est propagé vers le sud-Vendée se situait au sud-est en domaine intracontinental. Ce n'était pas une branche du futur Océan Atlantique ni même une ébauche du golfe de Gascogne qui va se fracturer et s'ouvrir beaucoup plus tard au Crétacé. Il devait s'agir de petits fossés tectoniques intrasialiques tributaires de la *Téthys* en pleine expansion dans la mer alpine au sud-est et dont faisaient partie les Bassins Parisien et Aquitain. Ainsi, en dépit d'une opinion répandue, le bassin jurassique vendéen n'a rien à voir avec l'ouverture de l'Atlantique. Il se rattache à l'extension des bassins péricontinentaux de l'océan alpin d'où était issue la grande transgression au tout début du Jurassique.

Fig. 8



Article de André Pouclet
 Photographies de Pierre Gibaud
 et André Pouclet

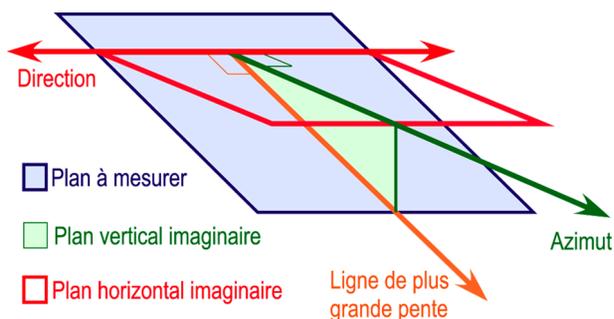
Utilisation de la boussole de géologue

Cette boussole comporte :

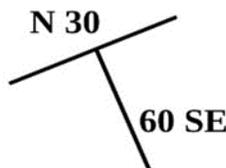
- une aiguille aimantée se déplaçant devant une graduation sur 360°,
- un niveau à bulle pour déterminer un plan horizontal,
- un clinomètre pour indiquer l'angle d'une pente par rapport à l'horizontale.

Un affleurement présente une surface plane inclinée dont on veut déterminer l'orientation en 3D. Ce plan peut être une stratification sédimentaire, un plan de schistosité, un plan de fracture ou miroir de faille. Ce plan P figuré ci-dessous en rouge sera complètement déterminé si on connaît les trois informations suivantes :

- **la direction** est l'angle que fait une horizontale AB du plan par rapport au nord magnétique donné par la boussole. (Faire la correction de la déclinaison pour obtenir le nord géographique). Elle est mesurée de 0° à 179°.
- **le pendage** est l'angle que forme la ligne de plus grande pente du plan avec le plan horizontal. Il est donné par le clinomètre. Il est mesuré de 0° à 90°.
- **le sens du pendage** est donné par la boussole et correspond à la direction de la ligne de plus grande pente. On simplifie avec 16 indications : N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S, SSW, SW, WSW, W, WNW, NW, NNW. [On utilise W pour Ouest pour ne pas confondre O (ouest) et 0 (zéro)].



Sur les cartes géologiques, l'orientation des plans caractéristiques est donnée par le schéma spécifique en forme de T.



La barre du T indique la direction donnée par la boussole et elle est accompagnée par la valeur de cet angle : exemple N 30.

La « jambe » du T indique la valeur et le sens du pendage : exemple 60 SE.

Pour l'usage de la boussole, voir la vidéo :

<https://www.youtube.com/watch?v=Bdw9brIc6Ks>

Compléments

Deux notions sont fréquemment utilisées : l'**azimut** et le **plongement**.

Voici les définitions données par *le dictionnaire de géologie de A. Foucault et J-F. Raoult édité chez Dunod (3^e édition, 1988)*.

- L'**azimut** est l'angle d'un plan vertical par rapport à un autre plan vertical pris pour référence (c'est généralement le plan méridien, mais sur le terrain cette référence sera le nord magnétique de la boussole). C'est un angle horizontal mesuré de 0 à 359° dans le sens horaire.

- Le **plongement** est l'angle d'une droite orientée vers le bas avec le plan horizontal. L'objet dont on veut connaître le plongement peut être soit la direction de plus grande pente d'un plan (perpendiculaire à la direction du plan) et dans ce cas le plongement correspond au pendage, soit une ligne marquée sur ce plan comme une linéation structurale, soit un axe de pli, soit une strie sur un miroir de faille. Mais pour être complet, l'indication de la valeur angulaire du plongement (de 0° à 90°) doit être suivie de l'indication de la direction de la ligne (de 0° à 359°)

Pour un plan, le plongement est la ligne de plus grande pente. Pour déterminer celle-ci, on fait tomber des petits grains sur le plan, on marque la ligne de chute et on place la boussole à l'horizontale dans l'axe de cette ligne en l'appliquant sur le plan. On lit la direction de cet axe sur la boussole, donc de 0° à 359°. Puis on pose la boussole sur la ligne de façon à lire l'inclinaison sur le clinomètre, comme pour mesurer le pendage, donc de 0° à 90°. On obtient une valeur comme par exemple N 196°-55°. Pour le plan mesuré, cette valeur est identique à N 16°-55° SSW. Ainsi le plongement permet tout aussi bien de positionner un plan dans l'espace sans avoir l'obligation d'indiquer le sens du pendage. Dans l'exemple donné ci-contre, le plan orienté N 30° et penté à 60° SE a un plongement de N 120°-60°. Il est inutile de préciser SE.

Pour la mesure des linéations et de tout autre ligne sur un plan, comme des stries sur un miroir de faille, on doit utiliser les deux mesures du plongement (angle vertical et direction). Ainsi, sur notre plan N 196°-55°, on peut mesurer une linéation N 210°-45° qui est une ligne oblique sur le plan et naturellement moins inclinée. On mesure la pente de cette ligne et non celle du plan. Sur la carte, cette ligne est figurée par une flèche. Selon la convention adoptée, cette flèche sera orientée soit dans le sens de la pente, soit dans le sens du mouvement, notamment lorsqu'il s'agit d'une linéation d'étirement dont l'utilité est précisément de nous donner le sens du déplacement d'un objet géologique.

Texte et illustrations de Pierre Gibaud et André Pouclet

Le Marais poitevin de l'An mil à nos jours

Jeudi 17 mars 2016

par Pierre Gibaud



Il y a 20000 ans, à la fin de la dernière glaciation, le niveau des océans était 120 m plus bas et le rivage situé à 150 km plus loin qu'actuellement. Avec le réchauffement climatique, la région est passée d'un climat de toundra à un climat océanique humide. Le comblement du golfe des pictons s'est alors effectué essentiellement par les alluvions du Lay et de la Sèvre Niortaise et de ses affluents. À la rencontre des eaux salées marines, les eaux boueuses des rivières ont déposé in situ leurs argiles. Cela constitue le sol argileux actuel (« bri ») du Marais poitevin. Le bri est fertile et s'est recouvert d'un marécage. Vers l'an mil, une période chaude de plus de trois siècles, va voir la population humaine multipliée par 2,5 en raison d'une moindre mortalité. Pour nourrir cette population, on va défricher des forêts et assainir des marécages. À cette époque, les monastères vont initier les travaux qui donneront les marais « desséchés », cultivables car jamais inondés. Le reste de la zone restera le « marais mouillé » car inondable. Cette zone ne sera sillonnée de canaux évacuateurs que depuis moins de deux siècles.

La conférence a répondu aux grandes questions : Qui l'a fait ? Pourquoi ? Quand ? Comment ?



Les méthodes de forages en géologie

Jeudi 21 avril 2016

par Gilles Bresson et Alexis Strannoloubsky



Gilles (à droite, ancien directeur du service d'Hydrogéologie de la Vendée) et Alexis (à gauche, ancien géologue de terrain spécialisé dans la recherche des hydrocarbures) nous ont présenté les différentes techniques de forages adaptées à l'exploration géologique et minière, à la recherche et l'exploitation des eaux souterraines et du pétrole.

Le forage au battage

Le havage des puits à la benne

Le forage à la tarière

Le forage au rotary

- méthode de forage utilisée pour la prospection et l'exploitation pétrolière, mais également en géothermie
- le matériel de forage au rotary
- la boue de forage : eau + bentonite (argile)
- l'outil de forage : le tricône
- la manœuvre des tiges

Le carottage

- les couronnes diamantées
- le carottier simple
- le carottier double pivotant : le plus utilisé pour la reconnaissance géologique et la prospection minière
- les différentes phases du carottage
- le carottage triple pivotant
- le carottage au câble

Le forage au marteau fond de trou

- le matériel
- la marteau fond de trou
- les taillants pour marteau fond de trou
- le forage au marteau fond de trou en circulation inverse
- le forage au marteau fond de trou avec taillant Odex

Le forage au marteau hors du trou

- le matériel
- le forage oblique au marteau hors du trou

Glossaire

Chevauchement : mouvement tectonique conduisant un ensemble de terrains à en recouvrir un autre par l'intermédiaire d'un contact anormal peu incliné ou surface de chevauchement.

Chonolite : type d'intrusion dans les formations sédimentaires plissées et plus ou moins métamorphiques. Le magma s'insère entre les plans de schistosité et tend à s'accumuler dans le cœur des plis anticlinaux.

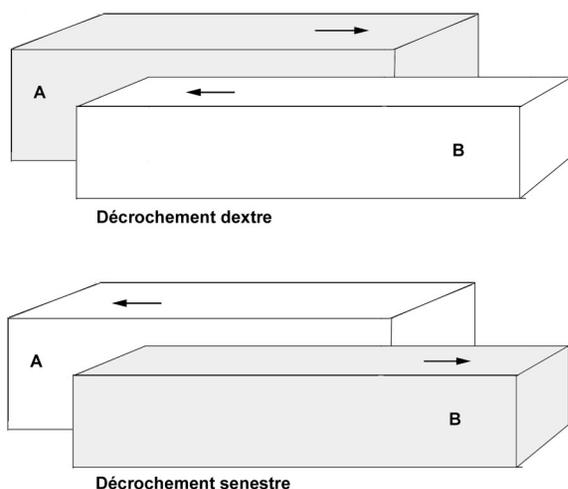
Compétent : s'applique aux roches ou aux couches de roches qui, sous certaines conditions, sont plus aptes à se rompre qu'à se déformer.

Exemples de roches compétentes : calcaire, grès...

Conforme (à la schistosité) : parallèle à la schistosité.

Décro-chevauchement : chevauchement accompagné d'un décrochement. En contexte de convergence, les failles sont inverses ; on les appelle aussi chevauchements. Quand ces failles inverses jouent en « transpression », c'est-à-dire qu'elles sont disposées obliquement par rapport à la direction du raccourcissement, la surface de chevauchement se déplace en crabe par rapport au tracé de son front : on dit qu'elle fonctionne en décro-chevauchement.

Dextre : se dit d'un décrochement dont les compartiments, vus de dessus, se sont déplacés vers la droite l'un par rapport à l'autre.



Sur le schéma du haut, un individu placé sur le compartiment B et qui regarde le compartiment A voit celui-ci se déplacer vers sa droite (le sens de déplacement de A est indiqué par la flèche).

Si dans le même temps, un individu placé sur A regarde le compartiment B, il voit aussi B se déplacer vers sa droite.

Pour chacun des deux observateurs, le déplacement du compartiment d'en face se fait sur leur droite : le décrochement est dextre.

Le raisonnement est le même pour le schéma du bas représentant un décrochement senestre.

Dôme-coulée : un volcan comporte en général un cône volcanique entourant le cratère. Dans le cas où la lave est très visqueuse (rhyolite, dacite, trachyte, phonolite), elle se solidifie en sub-surface en donnant une protrusion de forme cylindrique ou allongée en pseudo-dyke, ou en surface en donnant une extrusion le plus souvent en dôme parfois traversé par une aiguille (Montagne Pelée). En cas d'apport magmatique important, la grande quantité de chaleur permet au dôme de rester relativement fluide et de s'épancher latéralement en donnant un dôme-coulée (rhyolite de Vairé).

Ensialique : intracontinental, la croûte continentale ayant une composition chimique sialique (riche en Silicium et en Aluminium).

Équante : se dit des structures et textures des roches grenues dont les cristaux sont distribués au hasard, de façon égale, sans aucune orientation préférentielle.

Exemple : un granite a une structure équante ; les cristaux de feldspath, de quartz et de mica sont également répartis dans la roche. Statistiquement, il n'y a pas un « coin » de la roche plus riche en l'un quelconque de ces trois minéraux.

Un gneiss de même composition chimique que le granite présente au contraire une structure foliée, les cristaux de feldspath et de quartz se regroupant en feuillets clairs et les cristaux de biotite en feuillets sombres.

Eutaxitique : se dit de la structure rubanée de certaines roches effusives. Dans les ignimbrites, la texture eutaxitique est marquée par des « fiammes » (= ponces très aplaties) préférentiellement orientées dans la direction de l'écoulement et résultant de la solidification de la matrice magmatique de la nuée ardente.

Eutectique (température) : propriété présentée par des mélanges solides en proportions bien déterminées dont la fusion se fait à température constante (point d'eutexie) comme celle des corps purs. La température de fusion d'un mélange eutectique est inférieure à celle des composants le constituant.

Extrusif : relatif à l'éruption de roches volcaniques visqueuses en forme d'aiguille ou de dôme.

Granolépiblastique : s'applique à la structure des roches métamorphiques montrant des minéraux en lamelles empilés les uns sur les autres, formant des lits parallèles entre eux, et dont la direction générale est celle du plan de la schistosité ou de la foliation.

Granonématoblastique : s'applique à la structure composite de roches métamorphiques qui montrent à côté de la structure granoblastique des lits quartzofeldspathiques, une structure nématoblastique pour les lits de minéraux aciculaires (en forme d'aiguilles comme les amphiboles par exemple) qui s'alignent alors sensiblement parallèlement entre eux et déterminent ainsi une linéation minérale.

Homœogène : se dit des enclaves dues à des variations locales de la composition des magmas sans intervention des roches encaissantes. Souvent, il s'agit de faciès de bordure précoce ramonés au cours de l'intrusion ou de parties ayant eu le temps de cristalliser en plus gros cristaux puis entraînées par un nouvel apport de magma.

Hyalo-porphyrrique : variété de texture microcristalline montrant des cristaux de grande taille dispersés au sein d'une pâte vitreuse.

Ignimbrite : roche formée par accumulation de débris de laves acides (rhyolites, dacites) soudés à chaud, à aspect de ponce ou de lave un peu fluidale (fragments vitreux ou « fiammes », aplatis et soudés) ; ces formations d'aspect massif, avec parfois des passées plus chaotiques à lapillis et blocs, proviennent d'éruptions explosives catastrophiques (nuées ardentes) qui peuvent couvrir très rapidement de grandes surfaces (20 000 km² ou plus).

Incompétent : s'applique aux roches ou aux couches de roches qui, sous certaines conditions, sont plus aptes à se déformer qu'à se rompre.

Exemples de roches incompétentes : argile, marnes, évaporites...

Intrusif : qui a pénétré dans une formation déjà constituée.

Leucosome (voir mélanosome et migmatite) : partie claire du néosome d'une anatexite ou migmatite qui correspond au liquide anatectique recristallisé sous forme d'un assemblage de 1/3 de quartz + 1/3 de feldspath potassique + 1/3 de plagioclase (composition d'un granite). La taille des cristaux est nettement supérieure à celle des cristaux du paléosome.

Lutite : roche sédimentaire détritique dont les éléments ont un diamètre inférieur à 1/16 mm (moins de 63 µm).

Mélanosome (voir leucosome et migmatite) : partie sombre du néosome d'une anatexite ou migmatite constituée par les minéraux les plus réfractaires à la fusion (biotite, sillimanite, cordiérite). Il est situé en bordure du leucosome.

Mésostase : matière interstitielle vitreuse ou très finement cristalline remplissant les espaces entre les cristaux, les microlites le plus souvent, dans les roches magmatiques volcaniques.

Migmatite (ou anatexite) : roche qui, à l'échelle de l'affleurement, présente un mélange de granite (néosome) et de gneiss (paléosome). Le néosome est lui-même constitué de deux parties : le leucosome et le mélanosome. Elle résulte d'un début de fusion partielle ou anatexie dans les parties profondes des chaînes de collision.

Mylonite : roche dérivant d'une roche magmatique ou métamorphique broyée au point que les cristaux originels ne soient plus identifiables à l'œil nu, seul le microscope révélant la structure cataclastique (cristaux émiettés en débris tordus et étirés, englobés par exemple dans un ciment de quartz, séricite et chlorite).

Plicative (déformation) : relative aux plis.

Porphyroïdique : s'applique aux roches magmatiques dont la structure présente des cristaux de grande taille dispersés au sein d'autres plus petits.

Saussuritisation : processus de transformation hydrothermale, ou d'altération, au cours duquel des plagioclases basiques sont remplacés par de l'épidote ou par un mélange d'épidote et de lawsonite.

Senestre : voir « dextre ».

Sécant : qui coupe.

Silexite : roche d'origine sédimentaire, chimique ou biochimique, résultant de la solidification de silice très finement cristallisée (phtanite, lydienne, jaspe...).

Siltite : roche sédimentaire consolidée dérivant d'un silt, sédiment détritique meuble dont le grain est compris entre 3,9 µm et 62,5 µm.

Stromatite : ici, migmatite formée par un mélange de granite et de gneiss disposés en lits parallèles souvent alternativement épaissis et étirés.

Volcanoclastique : constitué de débris de roches volcaniques (tufs, pyroclastites...).

Xénolithe : un xénolithe (du grec ancien signifiant « roche étrangère ») est une enclave d'une roche incluse dans une roche différente. Cette appellation est spécifique aux roches magmatiques (volcaniques et plutoniques).

Exemple : les bombes volcaniques de nature basaltique peuvent contenir des xénolithes de manteau faits de péridotite.



L'Association Vendéenne de Géologie vient de perdre l'un de ses membres fondateurs.

Louis Arrivé est décédé le jeudi 17 novembre dernier à l'âge de 78 ans.

Né à La Ferrière, Louis a fait ses études secondaires à La Roche-sur-Yon puis ses études supérieures à Paris.

Marié à Nicole en 1964, il opte pour un service de coopération à Madagascar. Il revient en France en 1971 et est nommé professeur de SVT au Lycée Mendès France de La Roche-sur-Yon.

A la même époque, un petit groupe de passionnés de géologie et de minéralogie, parmi lesquels Gilles Bresson, Jacques Davigo, Jacques Rey, Joseph Giraudeau et quelques autres, décide de s'intéresser à l'histoire de notre sous-sol. L'Association Vendéenne de Géologie est créée en 1973.

Dès la seconde année de son existence, suite au départ de Jacques Davigo vers Nantes, Louis en devient le président et le restera jusqu'en 2009, date à laquelle il passe le flambeau à Jean Chauvet.

En 2003, un bulletin spécial est produit à l'occasion du trentenaire de l'association. Plus récemment, les archives de Louis ont été numérisées. La liste des activités réalisées sous sa présidence est impressionnante : voyages, sorties, expositions, travaux pratiques...

Louis a également présidé aux destinées de l'Association « Georges Durand » dont l'un des objectifs était la sauvegarde et la mise en valeur du site de Beautour. Grâce à sa ténacité et après des années d'acharnement, le Centre Beautour voit enfin le jour en 2011. Et pour le faire mieux vivre encore, Louis a été à l'initiative de la création du « Jardin des roches » qui expose depuis 2015 des blocs de roches les plus caractéristiques de la région des Pays de Loire.

Conciliant et déterminé, Louis a su faire aboutir les nombreux projets qui lui tenaient à cœur.

L'Association Vendéenne de Géologie lui doit beaucoup.

Merci Louis.

Deux autres membres de l'AVG nous ont également quittés cette année : Dominique Cailleaud et Daniel Crochet.

Dominique Cailleaud, né à Saint-Hilaire-des-Loges, fut professeur de SVT au Lycée Rabelais de Fontenay-le-Comte. Il nous avait bien guidés dans son pays, le Sud-Vendée, lorsqu'en 2005, nous avons fait une sortie pour retrouver en particulier une couche ferrugineuse dans le Bois de la Vergne.

Daniel Crochet, vendéen lui aussi, a fait carrière « dans le bâtiment ». En 2014, il nous avait suggéré l'idée de faire un TP sur les relations sous-sol, sol et vigne. Daniel était un homme discret, affable et d'une très grande gentillesse.

Pierre Gibaud

Échelle des temps géologiques

ÈRE	PÉRIODE	EPOQUE	ETAGE	AGE EN MA		
Cénozoïque	Quaternaire	<i>Holocène</i>		1,7		
		<i>Pléistocène</i>	CALABRIEN			
	NÉOGÈNE	<i>Pliocène</i>		PLAISANCIEN ZANCLÉEN	5,3	
			<i>Miocène</i>	MESSINIEN TORTONIEN SERRAVALLIEN LANGHIEN BURDIGALIEN AQUITANIEN		
		<i>Oligocène</i>		CHATTIEN RUPÉLIEN	23,5	
			<i>Eocène</i>			PRIABONIEN BARTONIEN LUTÉTIEN YPRÉSIEN
				<i>Paléocène</i>		THANÉTIEN MONTIEN DANIEN
	PALÉOÈNE OU NUMMULTIQUE			MAESTRICHTIEN CAMPANIEN SANTONIEN CONIACIEN TURONIEN CÉNOMANIEN	96	
			<i>Supérieur</i>			
	Mésozoïque	CRÉTACÉ	<i>Inférieur</i>	ALBIEN APTIEN BARRÉMIEN HAUTERIVIEN VALANGINIEN BERRIASIEN	135	
<i>Supérieur</i>						

ÈRE	PÉRIODE	EPOQUE	ETAGE	AGE EN MA	
Mésozoïque	JURASSIQUE	<i>Malm</i>	TITHONIEN KIMMÉRIDIEN OXFORDIEN	154	
		<i>Dogger</i>	CALLOVIEN BATHONIEN BAJOCIEN AALÉNIEN		
		<i>Lias</i>		TOARCIEN PLIENSCHACHIEN	180
				DOMÉRIEN CARIEN	
				SINÉMURIEN HETTANGIEN	
		TRIAS	<i>Supérieur</i>	RHÉTIEN NORIEN CARNIEN	205
	<i>Moyen</i>		LADINIEN ANISIEN		
	<i>Inférieur</i>		SCYTHIEN		
	Paléozoïque	PERMIEN	<i>Supérieur</i>	THURINGIEN	258
			<i>Inférieur</i>	SAXONIEN AUTUNIEN	
		CARBONIFÈRE	<i>Silésien</i>	STÉPHANIEN WESTPHALIEN NAMURIEN	325
			<i>Dinantien</i>	VISÉEN TOURNAISIEN	
		DÉVONIEN		360	
		SILURIEN		410	
		ORDOVIICIEN		435	
	CAMBRIEN		500		
PRÉCAMBRIEN	ALGONKIEN		540		
	ARCHÉEN		2500		
			3800		