

# ASSOCIATION VENDÉENNE DE GÉOLOGIE

## Bulletin annuel



2007



## **ASSOCIATION VENDÉENNE DE GÉOLOGIE**

Siège social :  
12, rue Édouard Peltier  
85000 – LA ROCHE SUR YON

Tél. 02.51.37.37.09

## Sommaire

	pages
• Sommaire	1
• Composition du bureau et membres de la rédaction	2
• Editorial du Président	<i>L. Arrivé</i> 3
• Présentation de l'inventaire des minéraux de la côte vendéenne	<i>L. Arrivé</i> 4
• Photos de minéraux du littoral Sud Vendéen – Collections de J.Giraudeau, A .Duret, C.Mahut	<i>J.Chauvet</i> <i>D. Loizeau</i> 5 - 10
• Lexique des minéraux	<i>J.Chauvet</i> 11-12
• L'Antimoine de Rochetretjoux - Le Boupère	<i>D. Loizeau</i> 13 - 24
• Photos des minerais d'antimoine de Vendée	<i>D.Loizeau</i> 25 - 32
• Sortie à Cherves-de-Cognac	<i>P.Gibaud</i> 33 - 35
• Sortie dans le secteur Bois-de-Cené - Machecoul - St Etienne-de-Mer-Morte avec G.Godard La formation de Bois-de-Cené et les porphyroïdes de St Etienne-de-Mer-Morte.	<i>J.Chauvet</i> 36 - 44
• Utilisation des isotopes en géologie	<i>P.Gibaud</i> 45 - 54
• Léon Pervinquière	<i>R..Anfray</i> 55 - 56
• L'exposition Yprésis	<i>L.Arrivé</i> 57
• Aquarelle	<i>N. Arrivé</i> 58

*Toute représentation intégrale ou partielle, faite sans le consentement de l'Association de Géologie de la Vendée, est illicite.  
(Loi du 11 mars 1957, alinéa 1<sup>er</sup> de l'article 40)*

■ **COMPOSITION DU BUREAU**

**Président :** ARRIVE Louis

**Président d'honneur :** DAVIGO Jacques

**Vice-président :** CHAUVET Jean

**Secrétaire :** LÉAU Céline

**Trésorière :** KÖNIG Claire

**Conseiller scientifique :** GODARD Gaston

**Responsables des expositions :** BERTET Gérard - MERAND Gérard

**Membres :** DURET Alain  
GIRAUDEAU Joseph  
LOIZEAU Dominique  
MAHU Christian  
REY Jacques

■ **PUBLICATION DU BULLETIN 2007**

**Responsable de la publication :** CHAUVET Jean

**Ont collaboré à la réalisation de ce bulletin :**

ANFRAY Rémi

ARRIVE Louis

ARRIVE Nicole

CHAUVET Catherine

CHAUVET Jean

DURET Alain

GIBAUD Pierre

GIRAUDEAU Joseph

LOIZEAU Dominique

**Illustration et mise en page :** CHAUVET Jean – LOIZEAU Dominique

\* Publication : Mars 2008 \*

## Editorial

Ce bulletin 2007 présente pour la troisième année consécutive, l'inventaire des minéraux vendéens, témoins de la diversité du sous-sol vendéen et de la longue progression des phénomènes géologiques qui se sont succédés en Vendée depuis 600 millions d'années.

La plupart de ces échantillons ont été récoltés, depuis plusieurs décennies par des adhérents de l'Association Vendéenne de Géologie. C'est souvent un long travail de recherche dans des carrières, sur le littoral ou sur des simples affleurements. Merci à ces collectionneurs de nous avoir ouvert les vitrines et tiroirs de leurs collections. Cette passion des minéraux a commencé au XVIIe siècle dans « le jardin du Roy » avec son « droguier », les minéraux servaient à la pharmacie avec les drogues, les sels et les plantes.

Tous nos remerciements à notre vice-président, Jean Chauvet, pour nous présenter de remarquables photos d'échantillons, d'un minéral ou d'une association de minéraux soit dans leur ensemble soit dans leurs détails les plus spectaculaires. C'est un long travail de préparation et de talent, devant l'écran de l'ordinateur et l'imprimante.

D'ici 2 ans, nous aurons vraisemblablement achevé cet inventaire, véritable mémoire de notre sous-sol. Depuis les premiers prélèvements de minéraux, beaucoup de carrières ont été définitivement fermées ou sont devenues inaccessibles. Nous envisageons de présenter ce travail sous la forme d'une exposition et d'un fascicule regroupant les différents inventaires.

Ce bulletin relate l'histoire de la découverte et de l'exploitation d'un des plus importants gisements d'antimoine au monde, à Rochetjoux. Dominique Loizeau, l'enfant du pays, nous décrit l'histoire de cette exploitation qui employa quelque 150 ouvriers vers les années 1930. L'exploitation d'antimoine se poursuit en Vendée jusqu'en 1992 aux Brouzils.

Merci aux autres collaborateurs de ce bulletin : Pierre Gibaud pour l'excursion dans la carrière de gypse de Cherves et l'exposé sur les isotopes ; Rémi Anfray pour la journée « Léon Pervinquière » à Réaumur ; Ce grand géologue de la Tunisie, enseignant et chercheur à la Sorbonne, est le descendant des familles vendéennes : Pervinquière, de Lapparent, Belliard. Elles ont fourni des députés, magistrats, préfets, peintres, grands scientifiques qui ont compté dans l'histoire de notre région.

Louis Arrivé

## Inventaire des Minéraux de la Côte Vendéenne

Le littoral vendéen s'étend sur 240 km depuis la Baie de Bourgneuf jusqu'à l'Anse de l'Aiguillon-sur-Mer. Ce territoire bordé par l'Océan comporte deux grands marais : le Marais Breton-Vendéen au Nord et le Marais Poitevin au Sud, protégés par des cordons dunaires de formation récente et des digues plusieurs fois reconstruites.

A *Jard-sur-mer*, on observe sur plusieurs kilomètres le contact entre deux grands domaines : le Massif armoricain au Nord et le Bassin aquitain au Sud. Depuis *Jard-sur-mer* jusqu'à la *Tranche-sur-mer*, les falaises du littoral sont formées de couches calcaires du Jurassique, à faible pendage et se prolongeant en mer pour former de vastes platiers rocheux. On retrouve des panneaux effondrés de calcaires du Jurassique inférieur (Lias), jusqu'à *Olonne-sur-Mer* (La Gachère).

A partir de *Sion-sur-l'océan* et jusqu'à *Jard-sur-mer*, on observe une coupe presque continue d'un petit morceau de la **Chaîne Hercynienne** divisé en 3 unités.

La première unité est formée par les **micaschistes de St Gilles**, ils forment les falaises de la Corniche Vendéenne.

La seconde unité est formée par la nappe des **Porphyroïdes**, formation volcano-sédimentaire, elle vient chevaucher la série métamorphique de Brétignolles-sur-mer au Rocher Sainte Véronique.

La 3<sup>ème</sup> unité est l'ensemble des **formations métamorphiques** allant de Brétignolles-sur-mer jusqu'au Sud des Sables d'Olonne. Les formations de Brétignolles-sur-mer sont faiblement métamorphiques tandis que la série métamorphique des Sables d'Olonne comprend un ensemble dont le métamorphisme est de plus en plus important du Nord vers le Sud, de Sauveterre à la Chaume et Cayola.

Cette zonation du métamorphisme est à l'origine d'une répartition des minéraux en fonction des gradients du métamorphisme (température, pression) et de la nature des roches soumises à ces facteurs. Des minéraux « index » apparaissent avec l'intensité du métamorphisme. Des cortèges de minéraux se sont ainsi formés dans les micaschistes : **grenat, staurotide, muscovite, biotite, chloritoïde, disthène, épidote, apatite...**

Dans les gneiss de la Chaume, du Puits d'Enfer, un granite d'anatexie a intrudé cet ensemble et des filons de pegmatite riches en minéraux de grande taille ont recoupé ces gneiss. Les minéraux les plus fréquents de ces pegmatites sont : **quartz, feldspath, mica (surtout mica blanc), tourmaline, béryl...**

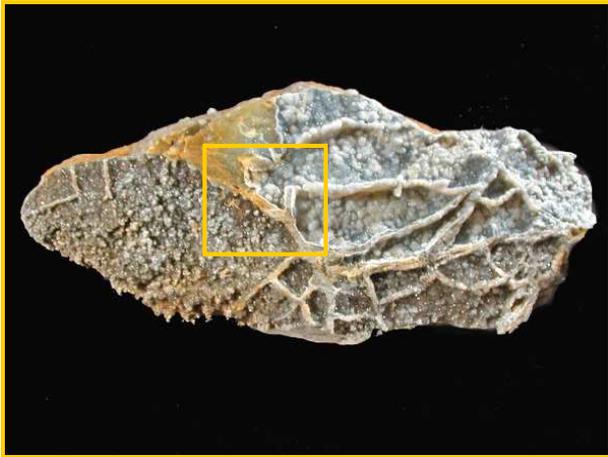
Des minéralisations importantes se sont formées dans les séries calcaires. Elles résultent des précipitations de fer et des remontées hydrothermales. On observe ainsi des filons de **pyrite, galène argentifère, blende, barytine**. Certains de ces sulfures ont été exploités au cours des XVIII<sup>ème</sup> et XIX<sup>ème</sup> siècles.

Au cours de périodes chaudes, la silice d'origine hydrothermale a épigénisé, remplacé lentement un minéral, par de la silice, entraînant la **silicification** des calcaires du Lias à la Pointe du Payré.

Le « Pain de St Jean d'Orbestier » constitué d'orthoigneiss a été imprégné de filons de **quartz laiteux** de teintes très variées. Dans toutes ces structures siliceuses se sont formés de magnifiques filons et **géodes de cristaux de quartz** que des amateurs ont pu sauver de l'érosion marine. La récolte de ces échantillons a toujours nécessité beaucoup de patience et de dextérité.

Louis Arrivé

## Minéraux de la côte vendéenne



### 1. QUARTZ ET CALCÉDOINE BLEUE CLOISONNÉE

(12 X 9 cm). - Cayola

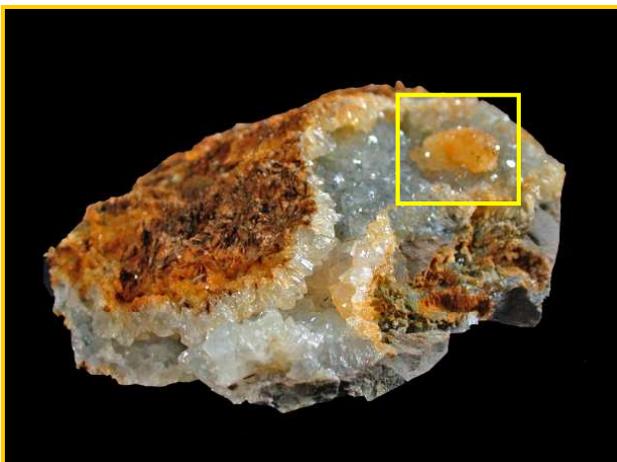
Collection J.GIRAUDEAU - Photo J.Chauvet, D.Loizeau



### 2. CÉRUSITE MACLÉE SUR QUARTZ

(Echantillon : 15 X 7 cm) - (Cristal de cérusite maclée : 11 mm) - La Mine - Jard/mer

Collection J.GIRAUDEAU - Photo J.Chauvet, D.Loizeau



### 3. PSEUDOMORPHOSE DE CALCITE EN QUARTZ

(13 X 10 cm) – Bois Saint Jean

Collection C.MAHUT - Photo J.Chauvet, D.Loizeau

**Minéraux de la côte vendéenne**



**4. APATITE TABULAIRE SUR MUSCOVITE ET TOURMALINE**  
 (Cristal de 1,2 cm) – Anse de Cayola  
 Collection J.GIRAUDEAU- Photo J.Chauvet, D.Loizeau



**5. MUSCOVITE**  
 (Cristal incomplet de 5 cm) – La Chaume  
 Collection J.GIRAUDEAU- Photo J.Chauvet, D.Loizeau



**6. CORDIÉRITE**  
 (20 X 10 cm) - Ile d'Yeu  
 Collection A.DURET - Photo J.Chauvet, D.Loizeau



**7. STAUROTIDE ET FUSCHITE**  
 (10 X 9 cm) - Ile d'Yeu  
 Collection A.DURET - Photo J.Chauvet, D.Loizeau



**8. BARYTINE SUR QUARTZ**  
 (10 X 9 cm) - Pointe du Payré  
 Collection A.DURET - Photo J.Chauvet, D.Loizeau

**Minéraux de la côte vendéenne**



**9 . TOURMALINE BRUNE ou DRAVITE DANS DU MICA**

Echantillon (16 X 14 cm) - Cayola

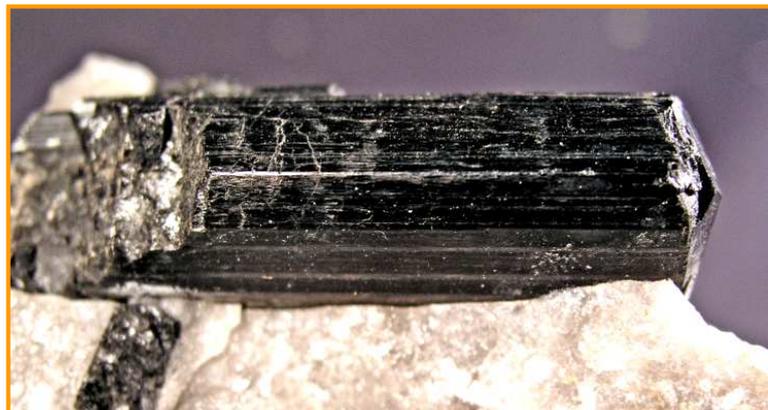
Collection A.DURET - Photo J.Chauvet, D.Loizeau



**10 . TOURMALINE BRUNE ou DRAVITE SUR DU QUARTZ**

Cristal biterminé de 3 cm - Cayola.

Collection J.GIRAudeau - Photo J.Chauvet, D.Loizeau



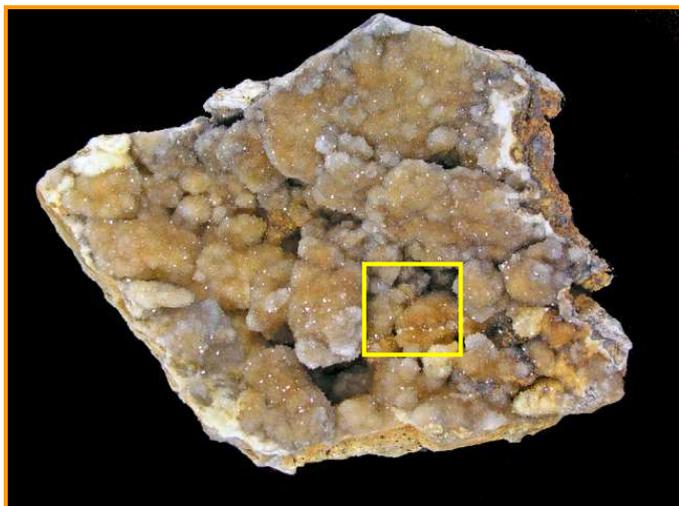
**11. TOURMALINE NOIRE ou SCHÖRL SUR DU QUARTZ**

Echantillon ( 13 X 9 cm) Cristal biterminé (5,5 cm)- Le Puy d'enfer

Collection A. MAHUT - Photo J.Chauvet, D.Loizeau



**Minéraux de la côte vendéenne**



**12. QUARTZ BRUN ET CHATOYANT**

Echantillon (12 X 9 cm) – Cayola  
 Collection J.GIRAUDEAU - Photo J.Chauvet, D.Loizeau



**13. QUARTZ (hérisson) A INCLUSIONS DE PYRITE**

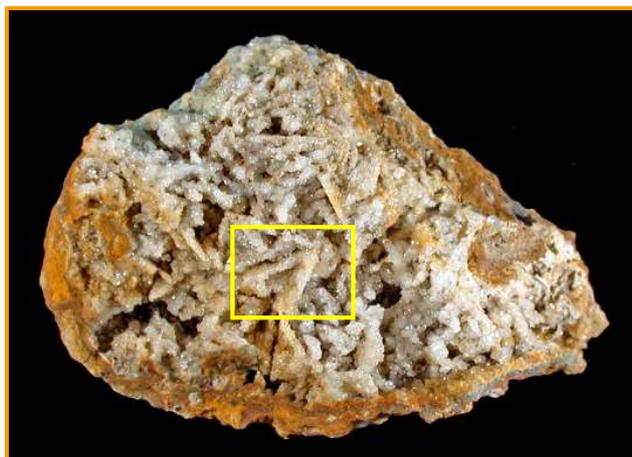
Dimension du cristal (22 x 17 cm) – La Mine - Jard/mer  
 Collection J.GIRAUDEAU - Photo J.Chauvet, D.Loizeau



**14 .GÉODE DE CRISTAL DE ROCHE avec DEUX GÉNÉRATIONS DE CRISTAUX**

Echantillon (9 X 7 cm) - Bois Saint Jean  
 Collection A.DURET - Photo J.Chauvet, D.Loizeau

**Minéraux de la côte vendéenne**



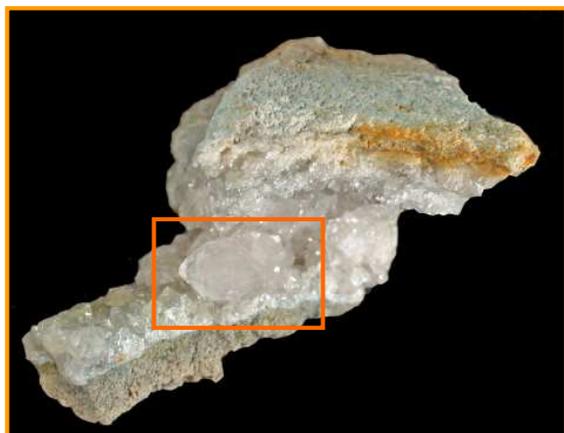
**15. QUARTZ PERLE AVEC CRISTAUX BIPYRAMIDES**

Echantillon (27 X 17 cm) – Bois Saint Jean  
 Collection A.DURET - Photo J.Chauvet, D.Loizeau



**16. QUARTZ CITRINE ET CRISTAL DE ROCHE**

Echantillon (8 X 7 cm) – Bois Saint Jean  
 Collection A.DURET - Photo J.Chauvet, D.Loizeau



**17. QUARTZ BIPYRAMIDE**

Bois Saint Jean  
 Collection A.DURET - Photo J.Chauvet, D.Loizeau

## Inventaire des Minéraux vendéens

### LEXIQUE

- **Apatite** n. f. [du gr. *apatê*, tromperie, à cause de ses multiples aspects] - **Phosphate**  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}, \text{F}, \text{Cl})$ , avec souvent F prédominant (**fluorapatite**), du syst. Hexagonal, à clivages imparfaits, à éclat vitreux à résineux, incolore, blanc, vert, bleu violacé et polychroïque. C'est un minéral accessoire, en petits cristaux souvent pyramidés, des roches riches en Ca (carbonatites, calcaires métamorphisés) et des roches magmatiques alcalines (granites, syénites, pegmatites et laves équivalentes). On le trouve sous forme compacte mamelonnée ou à structure radiée dans les phosphorites; sous forme cryptocristalline, c'est la **collophanite**, brun jaunâtre, dans les roches sédimentaires., en nodules, oolites, épigénie de débris d'os et de dents, et dans la gangue de minerais de fer oolitique.
- **Barytine** (ou barytite) : n. f. [du gr. *barus*, lourd] - **Sulfate**  $\text{BaSO}_4$ , du système orthorhombique, en cristaux aplatis à clivages nets, souvent maclés et groupés (barytine crêtée ou crête de coq); éclat vitreux; blanche, jaune blond, parfois brune, rougeâtre, bleutée; facilement reconnue grâce à sa forte densité (4,5).  
En masses lamellaires, massives ou grenues dans des filons hydrothermaux ou dans la gangue de filons métallifères (Ag, Cu, Pb, Co, Mn); en ciment ou nodules dans les roches sédimentaires. (Argiles, calcaires, grès), parfois en concrétions à structure fibreuse.
- **Calcite** :  $\text{CaCO}_3$  (dite magnésienne si 5 à 15 % de Mg). Du système rhomboédrique, en cristaux xénomorphes ou automorphes (rhomboèdre, scalénoèdre,...) à clivages parfaits faisant apparaître les faces brillantes, à macles simples ou polysynthétiques très fréquentes (structures visibles à la loupe: bandes irisées, lignes très fines s'entrecroisant à 120°); elle fait effervescence (dégagement de  $\text{CO}_2$ ) avec l'acide chlorhydrique dilué à froid. Incolore et transparente lorsqu'elle est très pure (cf. spath d'Islande montrant à l'œil nu la double réfraction), elle est plus souvent blanche et à éclat vitreux, ou diversement colorée par des impuretés.  
Minéral ubiquiste caractérisant les calcaires et toutes les roches métamorphiques en dérivant ; on le trouve aussi dans certaines roches magmatiques et dans les filons hydrothermaux.
- **Cérusite** n. f. [du lat. *cerussa*, même signif.] (Syn. céruse, plomb blanc) - **Carbonate**  $\text{PbCO}_3$ , du syst. Orthorhombique, en cristaux aplatis, à éclat résineux, blanc à jaune, présent dans des filons plombifères.
- **Chalcopryrite** : n. f. (ou cuivre pyriteux) [du gr. *khalkos*, cuivre, et de *pyrite*]. **Sulfure**  $\text{CuFeS}_2$ , du système quadratique, à macles fréquentes, à éclat métallique jaune de laiton à jaune d'or avec irisations rouges ou bleues (altération superficielle à l'air). Les faces sont souvent striées, et la cassure conchoïdale.  
C'est le principal minéral de cuivre, et les gisements de la chalcopryrite sont divers: dans les roches magmatiques basiques (gabbros surtout), dans des filons associés à des andésites et trachytes, dans certaines roches métamorphiques, elle y est souvent liée à la blende, pyrite et galène (association B.P.G.C.). On l'exploite aussi dans des gîtes sédimentaires (concentration par lessivage).
- **Cordiérite** n. f. [dédié à Cordier] - **Cyclosilicate**  $\text{Al}_3(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_2[\text{Si}_5\text{AlO}_{18}]$ , du syst. orthorhombique. Minéral en prismes trapus ou plus souvent en grains xénomorphes, de teinte brune (avec parfois polychroïsme du brun jaune au bleuté : variété **dichroïte**), pouvant être bleu foncé ou violacé (variété **iolite**); l'éclat est cireux, et la teinte verdâtre par altération facile en fines aiguilles de micas blancs (variété **pinite**), et aussi en chlorite. Minéral commun, en général xénomorphe, dans les roches du métamorphisme de contact (schistes à cordiérite et andalousite) et du métamorphisme régional (micaschistes, gneiss, granulites); plus rare, et souvent automorphe, dans des granites à biotite et muscovite, parfois dans des pegmatites, ou encore dans des roches basiques (norite).
- **Disthène** : n. m. [du gr. *dis*, deux, et *sthenos*, force, à cause de l'anisotropie marquée des duretés] (Syn. cyanite, ou kyanite) - **Nésosilicate**  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ , du syst. triclinique, appartenant au groupe des silicates d'alumine, avec l'andalousite et la sillimanite. Le disthène se présente en baguettes aplaties, à clivages nets, bleutées et nacrées; c'est un minéral présent surtout dans des roches métamorphiques ayant subi de hautes pressions (micaschistes, gneiss, certaines éclogites).

► **Fuchsite : Phyllosilicate** - Système cristallin Monoclinique - Formule :  $(K,Na)(Al,Cr,Fe)_2(Si,Al)_3O_{10}(OH,F)_2$ . Variété chromifère de muscovite, caractérisée par sa belle couleur verte. Forme des cristaux tabulaires à faciès hexagonal, avec un excellent clivage permettant un débit en lamelles minces, masses lamellaires, agrégats écailleux. Minéral assez commun rencontré (lorsque du chrome est disponible) dans les roches sédimentaires et métamorphiques, ainsi que dans les filons.

► **Pyrite** : n. f. [du gr. puros, feu] - **Sulfure  $FeS_2$**  (traces Ni, Co, Cu, Ag, Au), du système cubique, en cubes parfois à faces striées (pyrite triglyphe), en dodécaèdres pentagonaux (ou pyritoèdres), à macles fréquentes (macle de la croix de fer); éclat métallique, jaune vif, brun par altération (gœthite).

Elle est largement répandue en masses, veines, imprégnations et cristaux isolés dans des filons hydrothermaux, et diverses roches magmatiques métamorphiques et sédimentaires (riches en matière organique pour ces dernières). Elle est souvent associée à la blende, à la galène, et à la chalcopyrite dans des gisements dits "B.P.G.C".

► **Quartz** : n.m Variété la plus commune de la silice  **$SiO_2$** , tectosilicate du système hexagonal, se présente en cristaux xénomorphes limpides ou troublés par des inclusions, à cassure conchoïdale un peu grasse (aspect de gros sel), ou en cristaux automorphes prismatiques et souvent bipyramidés, à éclat vitreux, sans clivage visible mais à faces parfois finement striées transversalement.

C'est un minéral très fréquent des roches magmatiques plutoniques et volcaniques et des roches métamorphiques, saturées en silice; pour que le quartz puisse apparaître dans une roche magmatique, il faut que la masse de  $SiO_2$  atteigne 55 à 60 % de celle de la roche; si  $SiO_2 > 70\%$ , le quartz pourra former 30 % en volume de la roche.

Sa dureté (il raye l'acier et le verre) et son insolubilité en font un élément résistant, très fréquent dans les roches sédimentaires détritiques (sables, grès, ...).

Variétés diverses: - cristal de roche ou quartz hyalin, incolore et translucide, dans les filons ou géodes - améthyste violette à traces de Mn,  $Fe^{3+}$  - œil de chat (ou de tigre) à reflets chatoyants (inclusions de fibres de type amiante) - quartz bleu à inclusions d'aiguilles de rutile - quartz rose, ou rouge, à traces de Mn, B, Li, hématite (hyacinthe de Compostelle) - quartz citrine à traces d'hydroxydes ferriques - quartz enfumé à éléments radioactifs.

► **Staurotide** n. f. (ou staurolite) du gr. *stauros*, croix] - **Nésosilicate  $Fe_2^{2+}, Al_9O_6 [SiO_4], (O, OH)_2$** , du système Orthorhombique. C'est un minéral en prismes trapus, brunâtre, à éclat résineux, souvent maclé en croix, à  $90^\circ$  ou à  $60^\circ$  (Pierre de croix, ou croisette de Bretagne; macle de St André); il est commun dans certains micaschistes et gneiss.

► **Tourmaline** : n. f. [de *Turmalî*, Ceylan en cingalais] - Cyclosilicate  $Al_6Y_3 Na [(Si_6 O_{18}) (BO_3)_3 (OH, F)_4]$  avec Y= Mg, ou (Fe, Mn), ou (Li, Al), du syst. Rhomboédrique, en prismes allongés, baguettes ou aiguilles, striés ou cannelés, à section triangulaire à faces courbes, sans clivage, à cassure conchoïdale ou inégale, à éclat vitreux.

Les couleurs sont variées, le plus souvent noire (schorl ou **schorlite**, Y = (Fe, Mn) avec Fe > Mn), brune à verte (**dravite**; Y = Mg), bleu clair (elbaïte) à rose (rubellite; Y = (Li, Al)); un cristal peut montrer une partie rosée et une autre verdâtre.

C'est un minéral accessoire commun dans les roches magmatiques et métamorphiques, en cristaux isolés, en masses bacillaires ou rayonnées. On trouve la schorlite dans des granites, pegmatites, filons de quartz, micaschistes et gneiss, la dravite dans des calcaires, dolomies et schistes métamorphiques, l'elbaïte dans des pegmatites.

Jean CHAUVET (D'après le **Dictionnaire de géologie** - Foucault et Raoult - Editions Masson)



## L'antimoine de Rochetrejoux- Le Boupère

09 septembre 2007



Le 09 Septembre 2007, les membres de l'Association Vendéenne de Géologie (AVG) prennent le car à la Roche sur Yon pour une excursion géologique dans le secteur Rochetrejoux -Le Boupère. L'objectif étant de retracer l'histoire de l'exploitation minière de cette région à partir des indices encore visibles sur place et de quelques documents récupérés aux archives de la mairie de Rochetrejoux et au BRGM ( Bureau de Recherches Géologiques et Minières ) de Nantes . C'est en effet dans la commune de Rochetrejoux que fut exploité au début des années 1900 l'un des plus gros gisement de **stibine** (Minerai d'antimoine) de France et même d'Europe.

L'excursion débute par la visite de quelques sites sur la commune du Boupère , riche aussi de quelques filons . Mr Georges Blanchard, natif de Rochetrejoux, ancien prospecteur minier se joint au groupe pour nous renseigner sur le passé minier de cette région.

### ■ L'antimoine, un matériau très recherché pour ses propriétés.

L'**antimoine**, dont le symbole chimique est **Sb (Stibium)**, fait partie du groupe Vb de la classification périodique des éléments (numéro atomique 51, masse atomique 121,75), en compagnie de l'arsenic et du bismuth .

Il se présente sous forme d'un métal blanc brillant, légèrement bleuté , de densité 6,7 à l'état pur , très cassant (fragile) , dont les températures ( à 1 atm ) du point de fusion et d'ébullition sont respectivement de 670°C et environ 1300°C , valeurs relativement basses pour des corps métalliques . La structure cristallographique est celle du diamant. Le prix de l'antimoine, pur à 99.9 % , en morceaux, est de 154 € pour 450 g .

Les teneurs moyennes dans l'écorce terrestre sont faibles, de l'ordre de 0,2 g/tonne (environ 10 fois moins que l'arsenic, mais 4 fois plus que l'or). Son expression dans des gisements , soit à l'état natif , soit (surtout) sous forme de minerais divers (surtout **stibine**), nécessite donc un facteur de concentration important, induit pour l'essentiel par la cristallisation magmatique. L'antimoine est très facilement transporté par les fluides "hydrothermaux", issus de la cristallisation des magmas, si bien que les minéraux riches en antimoine se rencontrent surtout dans des **filons**, parfois fort éloignés de la source magmatique. L'antimoine est souvent associé au mercure, plus rarement à l'or (comme à la mine de La Lucette en Mayenne).

Les applications industrielles de l'antimoine sont nombreuses. Bien entendu, chacun sait que l'imprimerie n'a été possible que lorsque l'on a découvert les propriétés exceptionnelles de l'alliage plomb-antimoine, à bas point de fusion mais suffisamment dur pour former des lettres supportant l'usage de la presse. Au 15<sup>ème</sup> siècle (Gutenberg, 1394-1468), cette découverte a marqué un progrès essentiel pour l'humanité, mais fut bientôt suivie d'applications moins glorieuses (balles de fusils, plombs de chasse, obus, bombes, etc. ). A partir du 17<sup>ème</sup> siècle, il faut signaler une longue série, largement infructueuse , d'essais thérapeutiques - sans doute en raison de l'analogie avec l'arsenic ou le mercure, les panacées (et poisons) universels de l'époque.

C'est de là que viendrait le nom "antimoine", en fonction de l'essai malheureux d'un moine allemand qui , après avoir constaté l'effet bénéfique de potions antimoniées sur les pourceaux du couvent , voulut en faire profiter ses confrères et les fit tous passer à trépas . Au début de ce siècle, on trouvait encore des pilules "éternelles" d'antimoine pur, souveraines contre la constipation et , consciencieusement nettoyées , récupérables après usage ! Actuellement, on utilise surtout l'antimoine pour ses propriétés antioxydantes ( batteries électriques ) , dans l'industrie des céramiques , comme pigment , dans des alliages "antifriction" , pour imiter l'argent ("métal anglais") , pour la vulcanisation du caoutchouc , pour le conditionnement des matières plastiques , et même pour la révélation des empreintes digitales dans les enquêtes criminelles .

Il s'agit donc d'un métal important, qui n'a certes pas la valeur stratégique du tungstène, du nickel ou des métaux précieux, mais qui reste indispensable à la civilisation moderne.

### ■ Origine et affleurements de stibine.

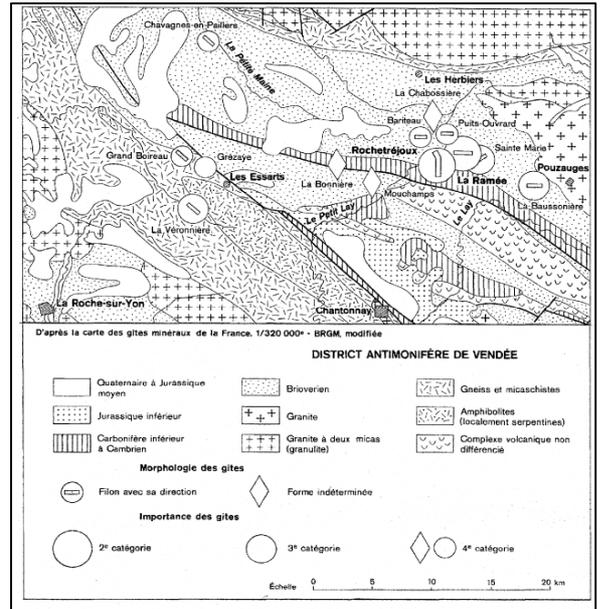
L'essentiel des ressources minières de la feuille de Chantonay est représenté par le minerai d'antimoine, appelé stibine. Les gîtes antimonifères de la carte se répartissent en deux districts : celui de Rochetrejoux–Le Boupère et celui du Reclus (au nord-ouest de Saint-Maurice Le Girard ) . Ces deux districts représentaient, jusqu'en 1980, les principales réserves en antimoine de la région vendéenne. L'essentiel de la sortie du 09 Septembre 2007 se situe dans le district « Rochetrejoux - Le Boupère » .

Sur la carte géologique simplifiée qui suit, on peut remarquer que les filons sont entièrement situés dans la partie sud-est de l'anticlinal de Cornouaille.

Les champs filoniens de Rochetrejoux et du Boupère se situent en totalité dans les formations cambriennes de – 510/500 Ma du flanc nord du synclinal de saint-Pierre du chemin.

. Ce district (30 X 15 km) se décompose en trois grandes unités :

- **Le champs filonien de la Ramée-Le Boupère**, le plus à l'est est composé de filons orientés est-ouest à pendage nord. Ce sont du nord au sud , les filons de la Ramée , Bariteau , la Davière-Ste Marie , la Baussonnière , la Potière . Leur mise en place est liée à des mouvements senestres difficiles à dater mais antérieurs aux mouvements dextres qui les recoupent.
- **Le filon de Rochetrejoux**, de direction sensiblement nord-sud et à pendage est . Sa mise en place est liée à des mouvements dextres probablement à la fin des temps hercyniens vers –305 Ma (Marcoux et Fouquet 1980).
- Le champs filonien des Essarts , le plus à l'ouest de direction générale nord-ouest/sud-est est situé sur les flancs nord et sud de l'anticlinal de St Nazaire - les Essarts .



### ■ Les affleurements du Boupère.

- **Le gîte de la Baussonnière** a été découvert en 1958 au cours de la campagne de prospection marteau effectuée dans le district antimonifère de Rochetrejoux - le Boupère. Situé à 4 km à l'Ouest de Pouzauges, le gisement de la Baussonnière est à la limite supposée du Précambrien du Haut Bocage et de la base du Cambrien (formation de Montournais). Le filon principal affleurant sur une dizaine de mètres est minéralisé sur 9 m avec 30 cm de puissance . Les deux autres filons longs d'une quinzaine de mètres ont 9 cm de puissance en stibine.



▲ Georges BLANCHARD répondant aux questions des membres de l'AVG.  
Photo J.CHAUVET

En 1960 des travaux miniers implantés sur le filon principal ont recoupé la structure par :

- 1 puits entre -5 et -8 m ,
- 1 travers-banc tracé sur 15 m vers le Nord au niveau -20 m.

Au niveau -20 m, 30 m de galeries ont reconnu le filon avec une minéralisation continue sur 22 m pour une puissance moyenne en stibine de 13 cm. Les réserves estimées pour un défilage sur une largeur de 1m, sont de 1000 t à 10% Sb, soit 100 t métal.

En 1972-1974, puis 1985-86, une extension au gisement de la Baussonnière a été recherchée par tranchées et sondages percutants. Sur la structure principale à l'extrémité ouest des travaux miniers, un sondage a rencontré le filon avec traces de minéralisation au niveau -30 m . Par contre, sur les deux filons secondaires, les sondages implantés pour recouper la minéralisation vers -10 m n'ont pas donné les résultats escomptés.  
(Photos N° 1, 2,3)

- **Le gîte de La Davière-Ste Marie du Boupère** fut exploité aux deux extrémités dites Sainte-Marie et la Davière à plusieurs périodes de 1850 à 1904 pour la Davière et en 1900 et 1926 pour Sainte-Marie. Les différentes campagnes de prospection Sb en 1958-1972-74 et 1985-86 ont mis en évidence deux structures N-S à pendage Est. Les bâtiments d'exploitation et quelques indices sont encore visibles sur le site , et notamment quelques échantillons de stibine . (Photo N° 11)



▲ Les membres de l'AVG devant les vestiges de la mine d'exploitation de Sainte-Marie à la recherche de stibine.  
Photo J.CHAUVET

- **Le gîte de la Ramée du Boupère** est le plus ancien site exploité du secteur. En 1772, le marquis Grignon de Pouzauges, fit creuser des puits sur le filon de la Ramée, au Boupère. Les travaux cessèrent avec la Révolution et les guerres de Vendée, une époque peu propice à ce genre d'entreprise, puis reprirent par intermittence à partir de 1804. On se contentait souvent d'exploiter en surface, par des tranchées situées dans le plan du filon, se privant ainsi de la possibilité de pousser l'extraction en profondeur. En 1881, la nouvelle Société des mines de la Ramée entreprit une campagne de recherches. Conduisant les travaux de manière plus rigoureuse et systématique, elle exploita jusqu'en 1906 le filon de la Ramée et celui, voisin, de Sainte-Marie et la Davière. (Photos N°5, 7, 8,10).

## ■ Le « monstre vendéen » à Rochetretjoux.

### ➤ Le filon en place dans sa partie Nord-Est.

Après la visite des sites du Boupère, les membres de l'association se dirigent vers la commune de Rochetretjoux, haut lieu de l'exploitation de l'antimoine au début du 20<sup>ème</sup> siècle. C'est en nettoyant une mare en bordure du village de Rochetretjoux qu'un filon de stibine est mis au jour en 1906 et rapidement exploité dès 1908.

La veille de la sortie, l'entreprise de travaux publics et terrassements ROIRAND de Rochetretjoux dépêche au nord-est du carreau de la mine une pelle à pneus afin de découvrir le filon. Trois tranchées sont creusées sur les conseils de Georges BLANCHARD et Dominique LOIZEAU pour recouper le filon. Le chauffeur commence par "décaper la terre végétale" jusqu'à trouver la zone plus caillouteuse contenant les quartz de la gangue. Ensuite, la tranchée est creusée jusqu'à hauteur d'homme pour suivre le filon en profondeur. Les deux autres tranchées sont creusées pour recouper le même filon et indiquer sa direction en espérant trouver une meilleure qualité de minerai.



▲ L'entreprise ROIRAND pendant le creusement de la 1<sup>ère</sup> tranchée.  
*Photo D.LOIZEAU*

### ▼ Les membres de l'AVG au bord "du gouffre" sont attentifs et intéressés. *Photo J.CHAUVET*



Hélas, le filon sera bien recoupé, mais très altéré et sans stibine détectable à l'œil nu. On en profita pour donner quelques rudiments sur les différentes parties observables d'un filon. La masse minérale est théoriquement comprise entre deux surfaces parallèles ou sensiblement telles, appelées **épointes**. L'épointe inférieure, c'est-à-dire la roche sur laquelle repose la couche, est le **mur**, celle qui la surmonte est le **toit**. La distance entre le mur et le toit constitue la **puissance** de la couche, autrement dit l'épaisseur dans un filon.

Dans un filon, l'épointe géométriquement **supérieure** constitue le **toit**, celle **inférieure** est le **mur**. Contrairement à ce qui a lieu dans une couche, le toit et le mur d'un filon sont contemporains. Les épointes du filon ne sont pas toujours bien nettes, car les liquides ou les gaz qui ont produit le filon ont souvent altéré ces épointes. Elles sont parfois occupées par des matières argileuses provenant de leur frottement, les épointes du filon sont alors désignées sous le nom de **salbandes**.

Les tranchées ont montré une direction très nette du filon vers le Nord-est, et un pendage très visible vers l'Est.

### ➤ Le carreau de la mine.

Après un pique-nique bien mérité, les membres de l'association vont découvrir ce qu'il reste du carreau de la mine de Rochetretjoux. Le site étant à l'abandon depuis quelques dizaines d'années, une petite rétrospective s'impose avant la visite.

Le 1 Août 1906, Mr Morisset, ingénieur des mines de la Ramée au Boupère entreprend des travaux de recherches. Après la découverte du gisement, ces travaux de recherche débutèrent rapidement et furent promptement menés sous la responsabilité de la société des mines de la Ramée qui exploitait déjà la stibine à 4 km d'ici. Quelques tranchées de surface permirent de reconnaître l'extension du filon et un puits de recherche fut implanté dans le plan du filon. Le 20 Août 1906, le creusement du premier puits débute et le filon est visible à 5 mètres et fait 2 mètres de largeur. Ce premier puits, sous le nom de **puits Marze**, servit dès 1908 à l'extraction du minerai jusqu'au niveau -30 mètres.

Le 17 Septembre 1906, Mr Morisset demande l'autorisation de disposer du minerai, et le 02 octobre 1906, l'analyse d'un échantillon donne les pourcentages suivants :

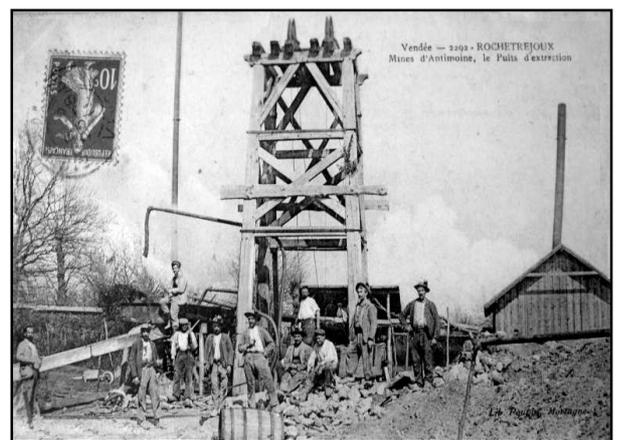
Silice 14.94%

**Antimoine 58.82%**

Soufre 25.17%

Fer 1.04%

Le 03 novembre 1906, Mr Morisset sollicite alors une concession pour antimoine et minéraux connexes sur la commune de Rochetretjoux.



▲ Le puits Marze et quelques mineurs de l'époque.  
*(Photo G.BLANCHARD)*



▲ Le puits Neuf de l'époque.  
(Photo G.BLANCHARD)

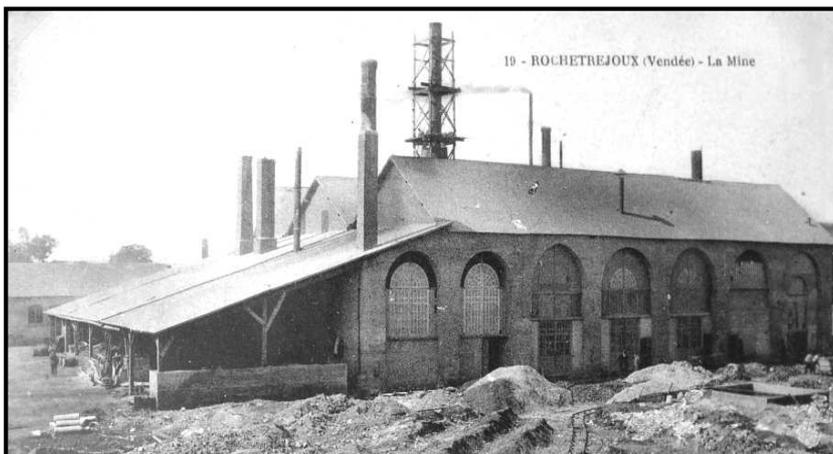
pour l'aération , deux cheminées d'aérage sont établies entre les niveaux -10 et -30 mètres . On extrait plus de 4000 tonnes de minerai par défilage. Le **défilage** permet de faire tomber le minerai entre deux galeries pour le ressortir ensuite par le puits central.

En 1929, une tentative d'approfondissement jusqu'au niveau - 130, échoue par suite de la dureté de la roche. Le niveau -130 est alors reconnu par un bure partant du niveau - 100. Ce n'était qu'un niveau de recherche destiné à aller reconnaître une possible intersection des deux branches nord du filon.

Jusque vers les années 1990, une grande partie du carreau de la mine est occupée par les déblais de stérile appelés " crasses " au travers desquels on trouvait facilement quelques échantillons de stibine. Ces déblais ont été vendus par le propriétaire du terrain comme matériau de remblai et aujourd'hui il ne reste que quelques monticules. Quelques échantillons intéressants de stibine et autres restes issus de la fonderie de l'époque sont découverts par les membres de l'association. (Photos N°12, 13, 14, 17, 20, 21,23)

Actuellement il ne reste pas grand-chose de visible en surface, mis à part quelques effondrements très localisés de galeries. Les deux puits ont été obstrués à la fin des travaux. Cependant , la dalle du puits neuf mise en place après les travaux de recherche des années 70 , tomba partiellement dans le puits , ce dernier est alors comblé de divers matériaux pour des raisons de sécurité évidentes .

➤ **Les vestiges de la fonderie.**



◀ **L'usine de Rochetrejoux**  
(Collection G.BLANCHARD)

En 1908, on décide l'installation sur le carreau de la mine d'une fonderie pour traiter le minerai. Le minerai après triage (scheidage) est passé aux fours à grillage ( 2 fours à oxyde , 4 fours à régule , 1 four de grillage des fines , 1 four à crudum ) . On trouve encore actuellement des résidus de fusion sur le carreau de la mine. (Photos N°17, 20, 21,23)

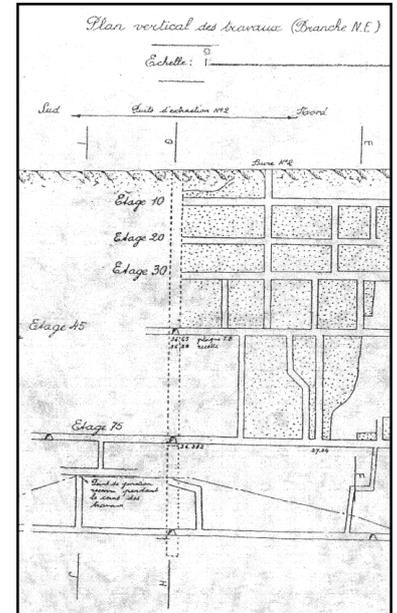
L'usine traite dans un water-jacket de l'antimoniate de fer provenant de la région de Bône et préalablement aggloméré en briquettes. En effet on peut traiter de différentes façon le minerai d'antimoine afin d'obtenir divers produits commercialisés.

**Le sulfure fondu** est d'usage le moins répandu car d'un commerce moins important. Il est en effet utilisé surtout par les artificiers dans l'industrie pyrotechnique, pour la fabrication de certaines allumettes et dans l'élaboration de certaines peintures destinées à l'émaillerie.

Le sulfure fondu s'obtient en fondant la stibine dans un four à réverbère servant à la réduction de l'oxyde. On ne récupère que la coulée de la partie inférieure, la partie supérieure étant constamment oxydée. (Photos N°24).

Devant l'importance et la richesse du gîte, Le 28 janvier 1907 le fonçage d'un second puits dit **Puits n°2, ou puits Neuf** , au nord du premier fut implanté au mur , 75 ouvriers travaillent en trois postes de 8 heures au fond et au jour . Il desservait les niveaux - 30,- 45, - 75,- 100. En juin 1907, 320 mètres de galeries sont tracées à - 10 mètres et le puits principal ou puits neuf est approfondi jusqu'à -30 mètres, l'épaisseur du filon est de 3 mètres vers le nord et 2 mètres vers le sud. Le 04 décembre 1907, c'est l'admission définitive du périmètre de la concession et la surface totale est de 517 ha environ.

Le 27 décembre 1907 : Le rapport d'exploitation mentionne 600 mètres de galeries creusées , un puits dit **puits Girardet** est creusé



▲ **Plan vertical des travaux à proximité du puits Neuf.**

**Le régule du commerce** est l'antimoine métal qui est utilisé pour la confection de divers alliages avec le plomb auquel il apporte sa dureté. Alliage blanc, la proportion d'antimoine est de l'ordre de 8 à 10% pour les alliages pauvres, de 15 à 25% pour les alliages antifriction utilisés dans l'industrie mécanique et l'artillerie. Ce régule est encore utilisé aujourd'hui dans l'imprimerie, dans la fabrication des plaques d'accumulateurs, dans certaines soudures ainsi que dans la fabrication de poteries. (Photos N°18,19)

Le régule peut être obtenu de deux façons :

- par un traitement direct avec précipitation par le fer (méthode anglaise), c'est un procédé réservé aux minerais riches.
- par un traitement au grillage volatilissant, utilisé dans le cas des minerais moins riches (c'était le cas de notre région). Le régule était alors livré en pain de 20 kg .

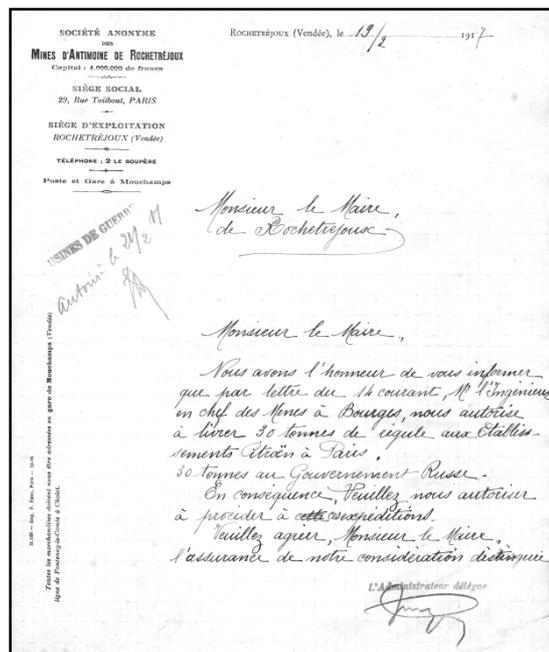
**Les oxydes d'antimoine** en poudre sont principalement utilisés en verrerie pour purifier les verres, dans l'industrie des matières plastiques pour ignifuger les produits, dans l'industrie du caoutchouc pour le rendre plus élastique (vulcanisation). On l'utilise également dans la fabrication des encres, dans certains produits pharmaceutiques, dans la réalisation de certaines peintures blanches , dans la coloration d'émaux et de céramiques

et enfin, pour la charge des soies dans l'industrie textile.

L'oxyde d'antimoine est obtenu par grillage . L'oxyde volatil est récupéré dans des tubes froids et précipité en une poussière blanche. Les minerais oxydés non volatils étaient traités au water-jacket par fusion réductrice avec un fondant ferreux. Le métal à 90% obtenu était refondu au four à réverbère. La commercialisation se faisait en tonneaux de bois estampillés avec un logo indiquant la provenance et le type d'oxyde (Document ci-dessus) .



▲ Estampille métallique pour le marquage des tonneaux d'oxyde d'antimoine .  
( Collection G.BLANCHARD )



◀ Demande d'autorisation d'expédition de régule d'antimoine vers les établissements Citroën à Paris et vers le Russie , datée du 19 février 1917 .  
( Archives - Mairie de ROCHETREJOUX )

La production de minerai tout venant est importante dans les années qui suivirent le fonctionnement de l'usine jusqu'en 1913. En 1914 la mobilisation pour la " grande guerre " fait chuter l'extraction à 1000 tonnes au lieu des 12000 tonnes dans l'année 1912. Pour chaque expédition de régule d'antimoine, la Société Anonyme des Mines d'Antimoine de Rochetrejoux avertissait la mairie de l'époque. Les archives municipales témoignent ainsi d'une expédition vers différentes villes industrielles françaises qui utilisaient ces produits mais aussi d'une exportation importante vers de nombreux pays acheteurs. Ainsi , on trouve des autorisations d'expédition vers l'artillerie , la marine , la société des munitions , les établissements Citroën à Paris , les établissements Panhard à Maison Alfort , la Société des Alliages et des Fournitures du Havre , les établissements Frohlich , la Compagnie des Chemins de Fer de l'Est , la Compagnie des Chemins de Fer du Midi , les Forges de Basse Indre , les gouvernements Russe , Italien , Anglais , et la Compagnie Française du Dahomey . Bref , Rochetrejoux est à l'époque , le " centre du monde " !

En 1915, l'activité minière s'intensifie pour l'effort de guerre, les expéditions sont surtout destinées aux usines de guerre pour la fabrication des munitions .

En 1917 l'usine utilise des prisonniers de guerre qui sont logés sous conditions très strictes au village de la Maison Neuve.

En 1918 et 1919, les travaux d'extraction sont stoppés et reprennent en 1920, puis s'arrêtent à nouveau le 15 septembre 1921. A cette date, l'usine ne fonctionne que pour la fabrication de peinture.

En 1924 L'exploitation très réduite ne se fait plus qu'entre les niveaux -100 et -75 mètres. L'exploitation du minerai semble épuisée, l'administration de la mine recherche dans d'autres parties de la concession des terrains plus riches.

En décembre 1924, la visite du subdivisionnaire, accompagné du chef mineur, indique très peu de minerai exploitable. Il a été cependant retiré 780 tonnes de minerai. Durant cette même année, la production de l'usine est de 200,3 tonnes d'oxyde blanc et de 39,5 tonnes de peinture. La quantité d'eau pompée pendant l'année est de 108000 m<sup>3</sup>.

En avril 1926, les travaux d'exploitation poursuivis dans la concession de Rochetrejoux sont terminés, le gisement exploité est épuisé tant en direction qu'en profondeur.



▲ Bâtiments actuels de l'ancienne fonderie.  
Photo D.LOIZEAU

En octobre 1938, la conclusion du rapport MOUCHET demande que des procédés électriques soient utilisés pour permettre une prospection plus fine afin de trouver de nouveaux niveaux encore inconnus.

En 1940, le personnel de la manufacture des munitions françaises se replie à Rochetrejoux et l'usine est mise au pillage . Les tôles ondulées des toitures sont troquées aux paysans contre du beurre et le minerai est vendu comme matériaux d'empierrement pour les chemins ruraux ( de 5 à 20 francs la charretée à l'époque ! ) .

Le 24 septembre 1945, la Société Mercure (Chamalières - Puy de Dôme) achète tout le matériel, minerai et sous-produits à la société de Rochetrejoux. Immédiatement le démontage commence et le matériel est expédié à l'usine de Brioude. L'acheteur pensait trouver 8000 tonnes de minerai, mais 41 tonnes seulement sont expédiées ! L'usine désaffectée, est complètement vidée de son matériel et n'est plus qu'une suite de bâtiments en mauvais états.

Actuellement il reste de nombreux vestiges de l'usine encore utilisés en partie par une entreprise privée. Sont encore bien visibles, les bâtiments de l'usine, le réservoir d'eau, les laboratoires, l'atelier de peinture, les anciens magasins. Les bureaux de la direction, la conciergerie, les logements pour les porions (contremaîtres), la maison du directeur sont actuellement occupés comme maisons d'habitation.

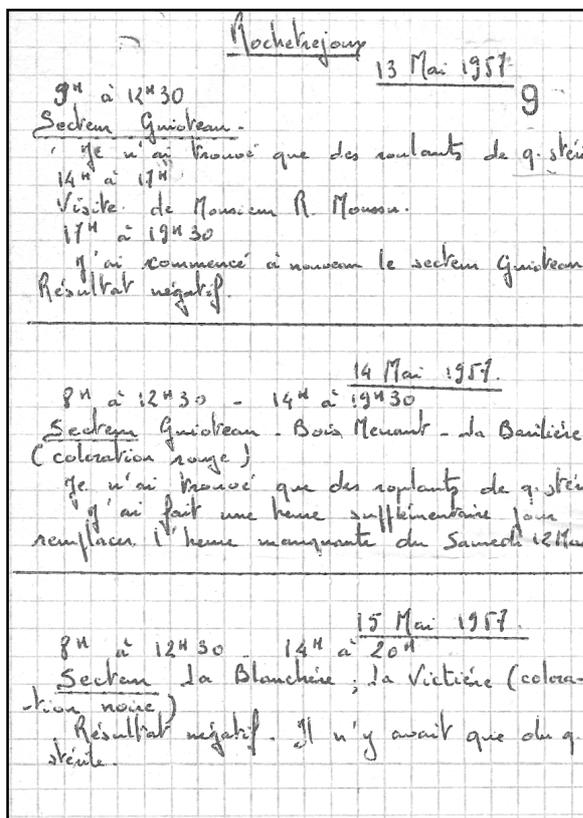
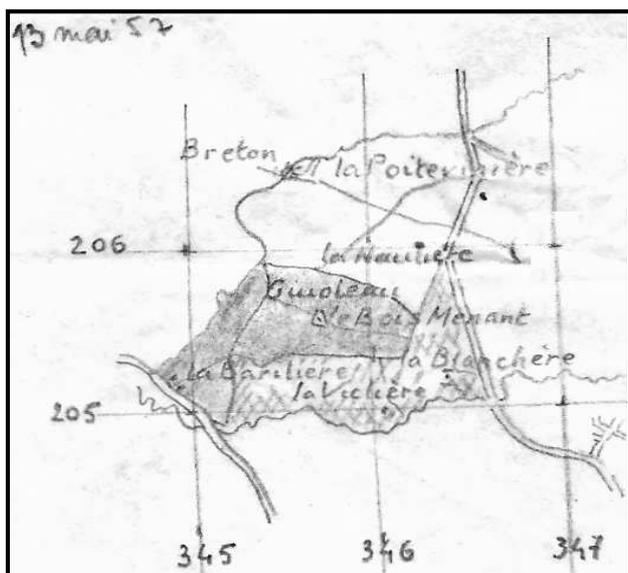
Il reste aussi de nombreux indices qui témoignent des constructions anciennes datant de cette activité, murs, bâtiments, maisons actuellement habitées etc....

▲ Château d'eau pour l'ancienne fonderie.  
Photo D.LOIZEAU

➤ Les prospections des années 1957 à 1970.

Dans les années 1957 – 1959 au Bureau des recherches , Géologiques, Géophysiques et Minières ( BRGM à l'époque ) , le chef de la Division Vendée-Bretagne , Mr Robert MOUSSU , ingénieur géologue , reprend la prospection sur les secteurs de Rochetrejoux , le Boupère , Saint-Paul et les Essarts dans le but de reconnaître l'extension des gisements déjà connus et de rechercher de nouveaux indices de stibine . Trois prospecteurs sont affectés aux trois secteurs suivants :

- Mr BIRON René pour le NW de Rochetrejoux et les Essarts (Découverte du Grand Boireau).
- Mr PIBAULT Gérard pour le NE de Rochetrejoux et St Paul.
- Mr BLANCHARD Georges pour le Boupère (découverte du filon de la Baussonière et de la Potière en 1958).



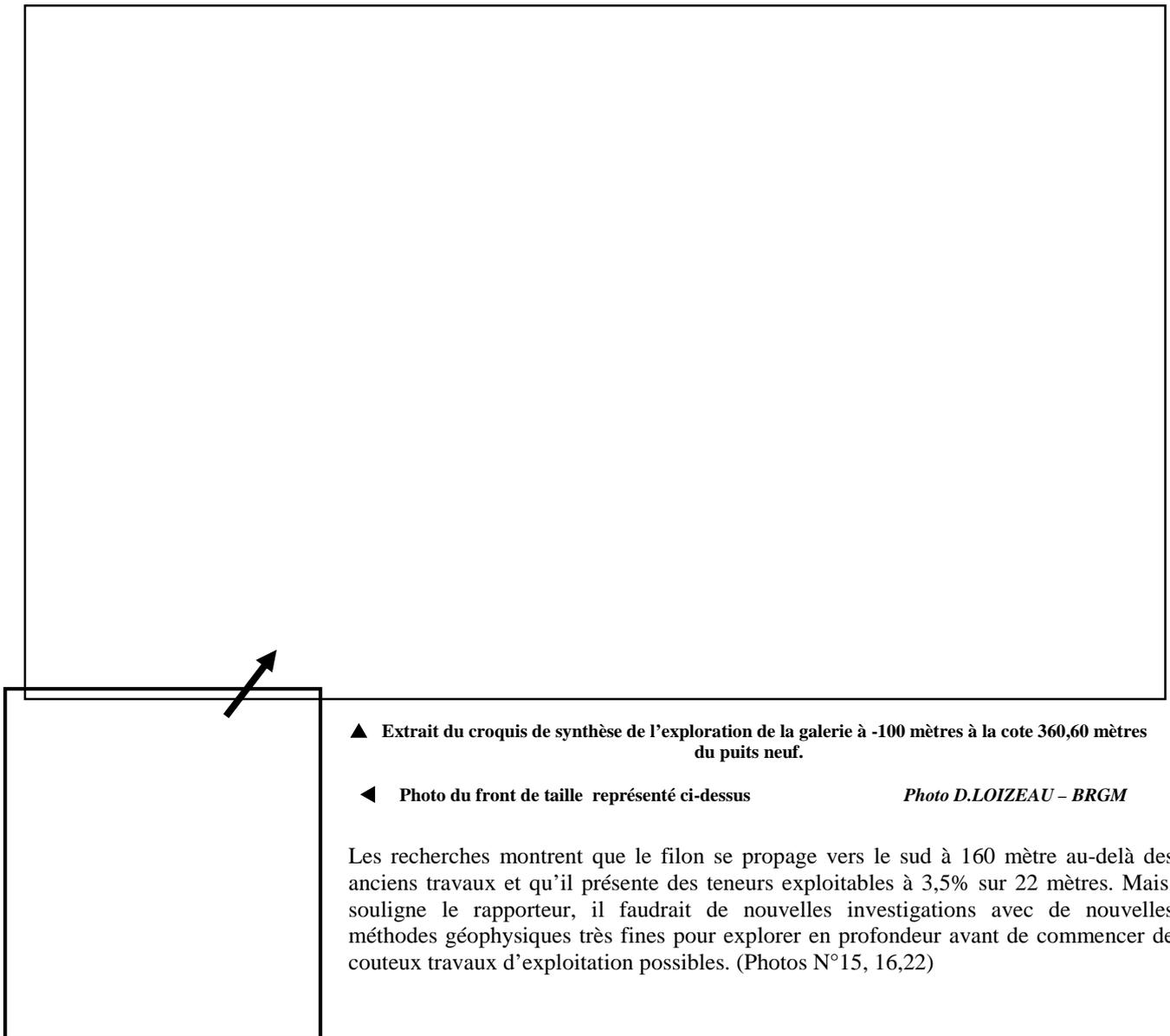
▲...▲ Compte-rendu d'une prospection marteau menée par Mr BIRON dans le secteur Guioleau - Bois Menant – Barillière - Blanchère – Victière , les 13/14/15 mai 1957.  
Photo D.LOIZEAU – BRGM

Consécutives à l'augmentation brutale du cours de l'antimoine et en vue d'une extension possible vers le sud de la concession, des recherches en surface sont menées en 1967. Le creusement de tranchées à la Croix-Marteau donne des indices intéressants. En octobre 1967, le rapport STANUDIN mentionne une campagne de prospection électrique. Deux méthodes sont utilisées, la traîne combinée et la méthode du dipôle. Ces techniques permettent de mettre en évidence les principales fractures dans le sous-sol et donc indirectement la présence des filons. Il s'agit de méthodes de géophysique-résistivité.

La mesure de la résistivité, très utile pour définir les failles, filons et zones broyées de résistivité plus faible, a débuté par la méthode électrique, dite du "traîné". Elle consiste à envoyer un courant électrique continu, d'intensité connue, dans le sol, entre deux électrodes émettrices, A et B, et à mesurer la différence de potentiel entre deux électrodes réceptrices, M et N, placées au milieu des émettrices A et B. L'ensemble se déplace suivant un certain pas, en fonction de la maille de travail désirée. Une variante très utilisée dès le début a été la méthode dite des "rectangles" dans laquelle les émettrices A et B distantes de 360 mètres, restent fixes pendant que l'opérateur déplace les réceptrices M et N, distantes elles de 5 à 6 mètres, à l'intérieur d'un rectangle de 180 mètres sur 120 mètres, axé sur A et B. Cette technique a confirmé les restes de filons encore en place.

Le cours de l'antimoine augmentant énormément sur le marché mondial en 1968 et les travaux de surface des deux années précédentes ne permettant pas de conclure définitivement, on décide donc de réorienter l'exploration entre les niveaux -45 et -75 mètres avec dénoyage de la mine.

Le rapport de synthèse d'A.BAMBIER de 1968 mentionne qu'à -45 mètres, il ne reste aucun espoir de découvrir dans les vieux travaux des zones intéressantes à exploiter. Le cours de l'antimoine étant toujours aussi soutenu, on décide donc d'explorer les niveaux -75 et -100 mètres qui offraient plus d'intérêts avec en plus des travaux neufs au niveau -100 mètres.



Une campagne d'exploration est alors programmée en partenariat avec le CEA ( Commissariat à l'Energie Atomique ) et le BRGM

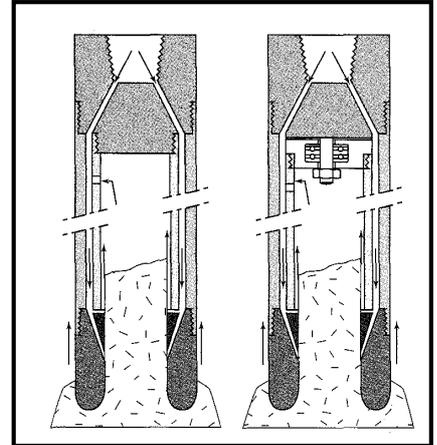
(Bureau de Recherches Géologiques et Minières ) sur le secteur de Rochetrejoux et du Boupère pour mettre un terme aux recherches menées depuis quelques années . On utilise, en plus de la prospection marteau, la **géochimie** (analyse d'échantillons) , **la prospection électrique détaillée** ( comme celle utilisée pour rechercher l'uranium dans la région de Mortagne sur Sèvre ) , les **sondages percutants et rotatifs** .

La **prospection géochimique** consiste en une mesure systématique du contenu d'un ou plusieurs éléments en traces, des roches, des sols, des sédiments de ruisseau, de la végétation, de l'eau ou des gaz.

Le but de ces mesures est la mise en évidence d'anomalies géochimiques, c'est-à-dire de concentrations anormales de certains éléments contrastant nettement avec leur environnement qui représente le fond géochimique ou background. La formation des anomalies résultent de la mobilité et de la dispersion des éléments concentrés dans la minéralisation .

Une anomalie peut être alors définie comme toute teneur plus élevée (anomalie positive) ou plus basse (anomalie négative) que le fond géochimique . Son origine n'est pas exclusivement métallogénique mais peut provenir de pollutions tout à fait étrangères comme les pollutions en cuivre par le sulfatage des vignobles ou la contamination par les déblais d'une exploitation minière ancienne ou récente.

Le **sondage** est un moyen de prélever des échantillons à des profondeurs plus ou moins importantes. A de faibles profondeurs, les engins légers utilisés sont souvent mis en oeuvre par le prospecteur lui-même. A des profondeurs plus importantes, le travail est effectué par des sondeurs spécialisés, le rôle du prospecteur consistant essentiellement à contrôler la récupération des échantillons, à les ranger, à les examiner, à faire analyser ceux qu'il juge intéressants et à établir la coupe de sondage.



▲ Deux types de carottiers

Pour les **sondages rotatifs**, la foreuse entraîne en le poussant un outil en rotation, le "carottier", muni à son extrémité d'une couronne "diamantée" qui découpe, en essayant de le conserver intact, un cylindre de roche appelé "carotte". La liaison foreuse-carottier est assurée par une série de tiges creuses qui se vissent les unes aux autres. L'entraînement se fait par l'intermédiaire d'un moteur thermique, à essence ou diesel, à air comprimé ou électrique pour le souterrain. A l'intérieur des tiges, de l'eau injectée par une pompe va circuler pour le refroidissement de la couronne et va servir également à remonter les "sédiments" résultants de la découpe de la roche par la couronne. Ces sédiments passent dans l'espace libre laissé entre le train de tiges et la paroi du trou.

Pour assurer la remontée du train de tiges afin d'extraire le carottier lorsqu'il est plein, la foreuse est équipé d'un "treuil" qui implique un point d'ancrage, c'est le rôle du "chevalement" tripode, dit la "chèvre" dans le langage des foreurs. Ceci pour les forages effectués en surface, pour les forages effectués dans la mine, l'ancrage est fait directement dans le rocher. Il existe deux types de carottiers :

- les carottiers simples qui se composent d'un tube servant à la fois de prolongement du corps de la couronne et de réceptacle de carotte ;
- les carottiers doubles dont le tube intérieur, monté sur roulements, sert de réceptacle immobile de la carotte, tandis que le tube intérieur tourne en entraînant la couronne.



▲ Coupe indiquant l'inclinaison des sondages destructifs ou percutants ainsi que les teneurs en stibine obtenues .

Photo D.LOIZEAU – BRGM

Antimoine - Vendée - Syndical - BRGM/CTA		CHANTIER: ROCHETREJOUX				SONDAGES PERCUTANTS		
		Cf plan N° 3				Inclinaison: 60°		
Sondage	Teneurs sur trépannets				Résultats en ppm			
	0 à 5 m	5 à 10 m	10 à 15 m	15 à 20 m	20 à 25 m	25 à 30 m	30 à 35 m	
A15	0	0	20	0	0	0	0	
A16	50	20	0	0	0	0	0	
A17	20	0	0	0	0	0	0	
A18	50	20	0	0	0	20	20	
A19	20	20	0	0	0	20	0	
A20	20	0	0	0	0	20	0	
A21	0	0	0	20	0	0	0	
A22	20	0	20	0	0	0	0	
A23	20	0	0	20	0	0	0	
A24	20	20	20	0	0	20	0	
A25	0	0	0	0	0	0	0	
A26	0	20	20	0	0	20	0	
A27	50	20	20	0	0	0	0	
A28	50	20	0	0	0	0	0	
A29	70	20	20	20	20	0	50	
A30	20	20	20	20	0	0	20	
A31	300	300	400	100	100	200	300	
A32	150	100	20	0	0	20	20	
A33	0	0	0	0	0	0	0	
A34	0	0	0	0	0	0	0	
A35	0	0	0	0	0	0	0	
A36	50	20	0	0	0	20	0	
A37	20	20	0	0	20	0	20	
A38	50	0	0	0	0	0	0	
A39	50	150	0	0	0	0	0	
A40	1000	5000	5000	2000	2000	3000	1500	
A41	400	150	600	200	300	400	250	
A42	200	400	400	400	450	350	200	
A43	200	400	50	150	100	50	150	
A44	350	200	150	350	300	200	150	
A45	150	0	70	50	50	150	100	
A46	50	0	20	0	0	0	20	
A47	0	0	200	100	0	0	0	
A48	0	0	50	0	50	150	300	
A49	50	0	50	0	70	50	20	
A50	0	0	20	50	0	100	0	

▲ Tableau indiquant les teneurs en stibine obtenues à partir de sondages percutants sur Rochetretjeux .

Photo D.LOIZEAU – BRGM

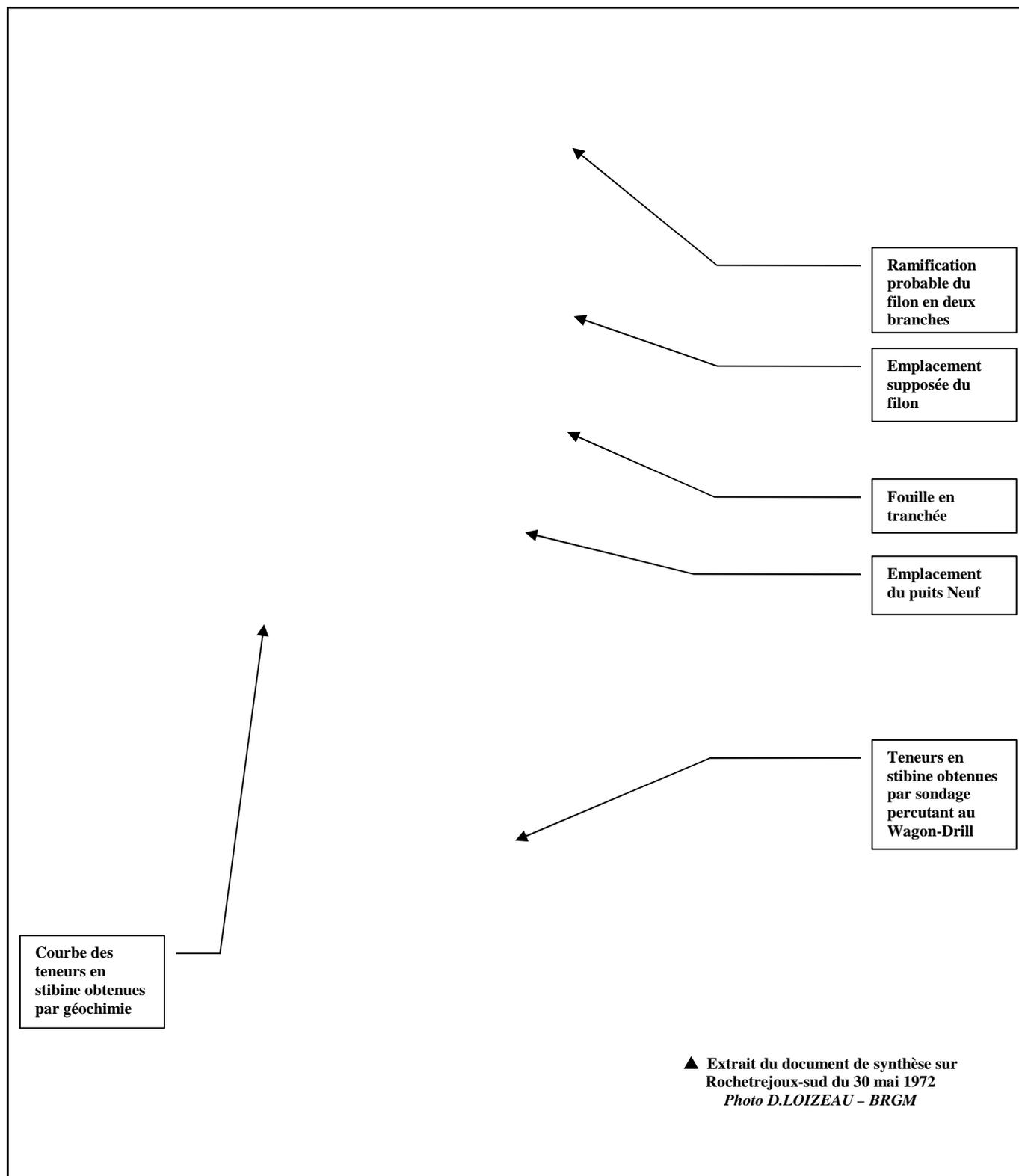
Pour les **sondages percutants**, les machines désagrègent la roche qu'elles réduisent en débris (cuttings) et qui sont remontés, par une injection d'air ou d'eau à la surface où ils sont récupérés.

L'examen des " cuttings " récupérés permet d'évaluer la nature du minerai et très grossièrement sa teneur. Il est donc important que la récupération soit bonne et que l'origine des cuttings recueillis soit connue le plus précisément possible.

Les Wagons-Drill utilisés à Rochetrejoux sont des marteaux perforateurs de mine, de type classique, montés sur une glissière assurant leur translation verticale; cette glissière est elle-même montée la plupart du temps sur un chariot à roues . Ces marteaux frappent sur un train de tiges vissées les unes aux autres qui porte à son extrémité basse un taillant à plaquettes ou boutons de carbure de tungstène.

Ces engins, mobiles, à avancement rapide et de faible prix de revient , ont l'inconvénient de ne fournir que relativement peu de cuttings (5 kg par mètre environ) . Les profondeurs «utiles» atteintes varient de 30 m à 70-80 m (maximum 100 m) pour les gros wagons-drills.

Les documents de synthèse qui datent de mai 1972 évoquent des recherches sur Rochetrejoux sud et Rochetrejoux nord avec quelques indices intéressants comme le montre l'extrait de la carte ci-dessous



Le rapport d'A.POUGHON de 1972 indique des résultats positifs sur Rochetretjoux-sud, les structures filoniennes détectées préalablement par le BRGM sont bien mises en évidence par la résistivité, mais des zones méritent un complément de recherche. En septembre, le rapport indique qu'une lentille de minerai semble exister à -15 mètres sur une longueur de 80 à 110 mètres.

En 1973-1974, la géophysique donne des indications intéressantes mais les sondages percutants sont négatifs sauf dans la partie sud où il existe une lentille d'extension réduite. Dans ces conditions, la prospection sur Rochetretjoux sera par la suite, abandonnée.

En mars 1974 le rapport de DUMAS donne une conclusion à toutes les recherches précédentes en indiquant que les résultats des différentes explorations sur Rochetretjoux sont globalement décevantes, mais qu'il faudrait envisager des travaux complémentaires pour explorer davantage quelques indices positifs.

Ces quelques informations décrites ci-dessus indiquent que la réouverture de l'exploitation de l'antimoine à Rochetretjoux n'est pas pour demain. Cependant, les dernières prospections sur le terrain montrent qu'il existe encore quelques tonnes de minerai qui n'attendent que l'arrivée des mineurs ! Les nouvelles méthodes de prospection des minerais permettront peut-être un jour une exploration plus précise, sur une surface plus grande, et qui sait, une réouverture de la mine !

En attendant cette hypothétique exploitation, c'est un patrimoine géologique important qu'il faudrait protéger afin d'éviter sa dégradation trop rapide, déjà enclenchée depuis de nombreuses années. C'est aux pouvoirs publics d'y réfléchir, en sachant que l'association vendéenne de géologie est prête à y apporter sa modeste contribution.

## ■ D'autres affleurements de roches à Rochetretjoux.

### ➤ La carrière de Boissière de Rochetretjoux.



Cette petite carrière abandonnée, en bordure de route, montre des schistes gris à noirs datés de l'Ordovicien moyen au Silurien et dévonien (450 - 400 MA).

Ces schistes font partie du groupe de Réaumur découvert par G.Mathieu près de Réaumur en 1938. Le faciès le plus caractéristique est constitué de schistes noirs montrant des cristaux de pyrite automorphes de taille remarquable pouvant atteindre 1 cm de côté.



▲ Affleurement et cristal de pyrite dans un schiste noir de la carrière de Boissière à Rochetretjoux. ▲

*Photo D.LOIZEAU*

### ➤ Les « caves » de Boissière de Rochetretjoux.

Autrefois exploitée, cette petite carrière montre un bel affleurement de "grès armoricain" de l'Arénigien (Ordovicien), très dur, utilisé pour l'empierrement des routes et chemins.

Ce magnifique site montre encore quelques indices liés à l'exploitation de la roche au début du 19<sup>ème</sup> siècle.

Le 22 Février 1938, une explosion fait 4 morts après une erreur probable de dynamitage. C'est une grande émotion dans la commune de Rochetretjoux.

Le jeudi 22 février 2007 un article de presse locale relate l'évènement.

## Le 22 février 1938 : catastrophe à la carrière de Rochetrejoux

Située près de la route reliant Rochetrejoux à Mouchamps, la carrière était en activité depuis plusieurs années, à quelques mètres seulement du village de la Boissière. Comme chaque jour, les carriers étaient employés à extraire le grès de la roche. Et, comme à chaque fin de journée, on terminait par le dynamitage d'un pan de la carrière. Il était 16 h. Serit et Rouet avaient commencé leur travail en haut de la falaise. Les trous de mines forés quelques minutes auparavant, les deux hommes avaient glissé à plus de

trois mètres de profondeur, cinq kilos de martinite, dérivé de la nitroglycérine.

**Auguste, Eugène et Alphonse**  
Plus bas, quatre carriers, Auguste Condrin, Eugène Jobard, Auguste Sire et Alphonse Paquereau s'échinaient à remplir les wagons de roches.

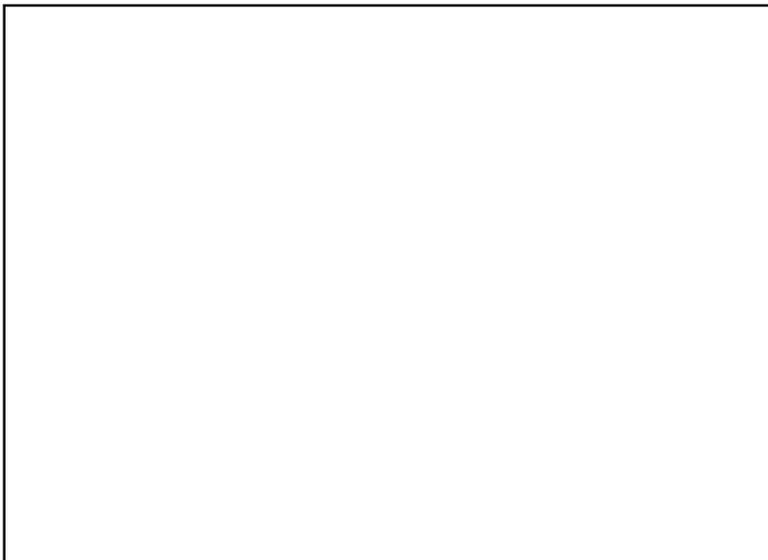
Serit et Rouet quittèrent alors leur poste afin de récupérer les détonateurs, utiles à l'allumage de la martinite. Mais, on ne sait pas pourquoi, à peine avaient-ils redescendu la carrière par l'arrière, qu'une énorme défla-

gration fit envoler un nuage de roche au-dessus d'eux. Tout autour du lieu, nombreux sont les voisins à avoir été surpris par ce bruit sourd.

Ce « boum » n'était autre que les explosifs qui avaient sauté précocement. Serit et Rouet ne furent que légèrement blessés lors de l'expulsion des roches. Ce qui était moins le cas des quatre ouvriers travaillant en contrebas. D'abord heurté par les jets de pierres, c'est tout un morceau de carrière qui les écrasa.

### La foule de pèlerins

Aussitôt, les secours accoururent sur le lieu de l'accident. On s'empressa de dégager les rochers. Mais, personne n'avait survécu. On ne retrouva que des corps déchiquetés par l'éboulement. Le vendredi 25, les rues de Rochetrejoux furent alors emplies de pèlerins venus assister aux funérailles des quatre hommes, en présence d'élus de la région et de Mgr Garnier, évêque de Luçon. Depuis, le temps a passé, les causes ne furent pas connues et l'histoire fut oubliée. Aucune distinction particulière ne fut mise en place pour rappeler l'évènement. Si ce n'est celle d'un particulier qui fit ériger une croix au pied de la carrière.



### ➤ La tombe du Tigre vendéen à Mouchamps.

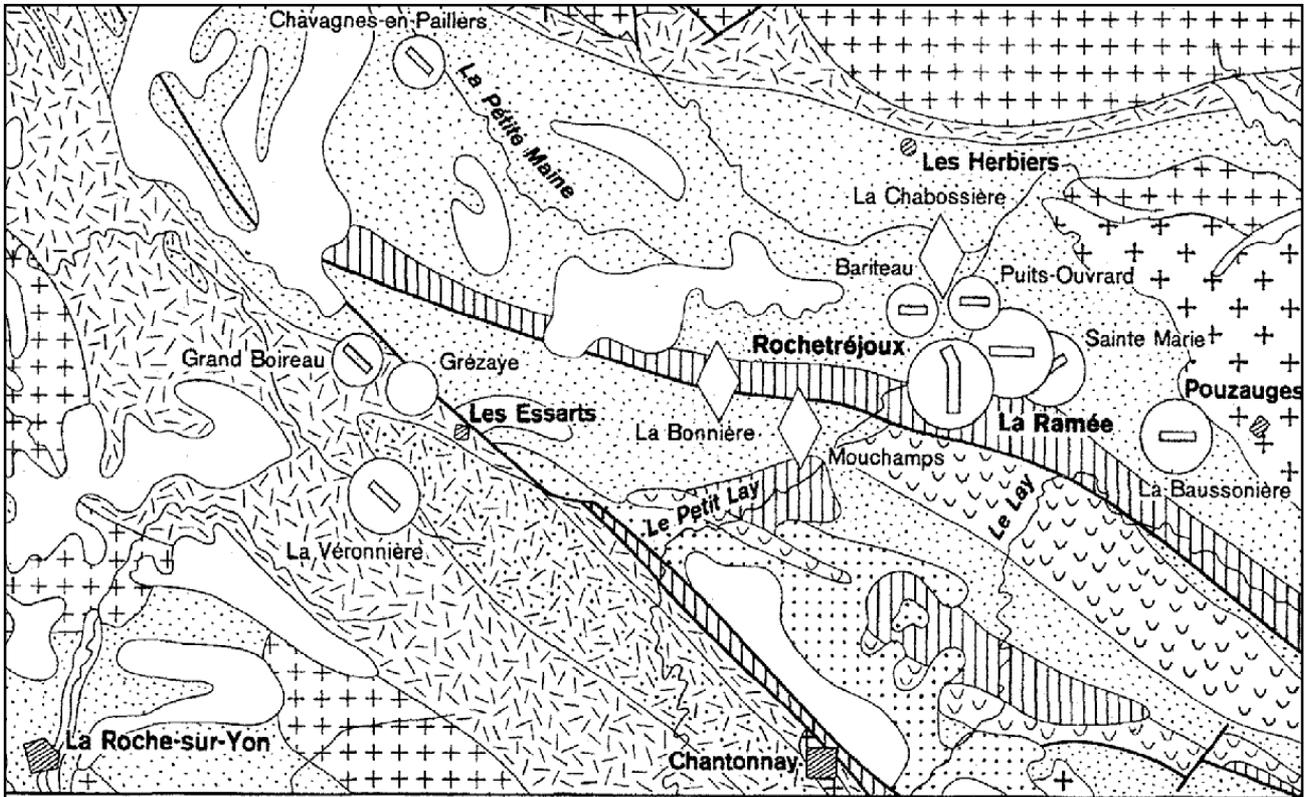
La journée se termine par la visite de la tombe de Georges Clémenceau, président du conseil de 1906 à 1909 qui vécut au Colombier sur la commune de Mouchamps. Après sa mort, il est enterré près de son père sur les bords du Lay, les yeux rivés sur Rochetrejoux !

### Remerciements :

- à Mr **Georges Blanchard** pour ses renseignements détaillés, ses prêts de documents, sa participation intéressante le jour de la sortie et la mise à disposition de sa collection d'échantillons et des ses maquettes pour les photographies ;
- à la **Mairie de Rochetrejoux** pour son accueil au moment de la consultation des archives ;
- à **quelques habitants de Rochetrejoux et du Boupère** pour des renseignements collectés ;
- aux responsables de l'antenne du **BRGM de Nantes** pour leur accueil au cours de la consultation des documents plus récents ;
- aux différents **propriétaires** ayant autorisé la visite de ces lieux privés.

■ **Dominique LOIZEAU**

### Carte géologique du district antimonifère de Vendée



D'après la carte des gîtes minéraux de la France. 1/320 000° - BRGM, modifiée

#### DISTRICT ANTIMONIFÈRE DE VENDÉE

- |                                  |                                  |                                       |
|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| Quaternaire à Jurassique moyen   | Brioverien                       | Gneiss et micaschistes                |
| Jurassique inférieur             | Granite                          | Amphibolites (localement serpentines) |
| Carbonifère inférieur à Cambrien | Granite à deux micas (granulite) | Complexe volcanique non différencié   |

#### Morphologie des gîtes

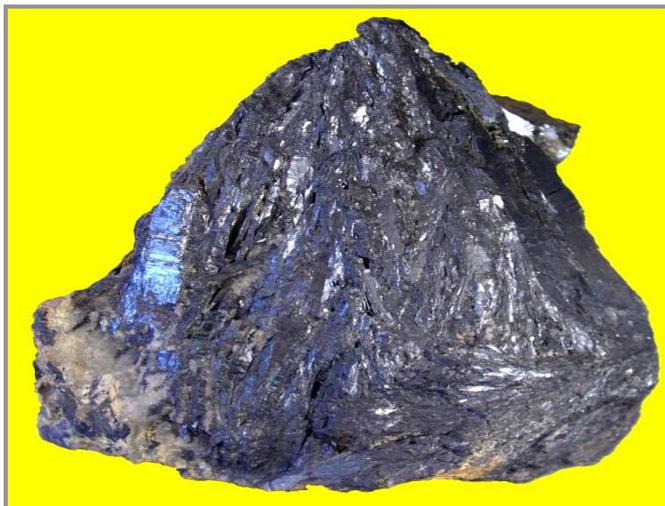
- |                         |                    |
|-------------------------|--------------------|
| Filon avec sa direction | Forme indéterminée |
|-------------------------|--------------------|

#### Importance des gîtes

- |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 2 <sup>e</sup> catégorie | 3 <sup>e</sup> catégorie | 4 <sup>e</sup> catégorie |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

Échelle 0 5 10 15 20 km

Minerais d'antimoine de Vendée

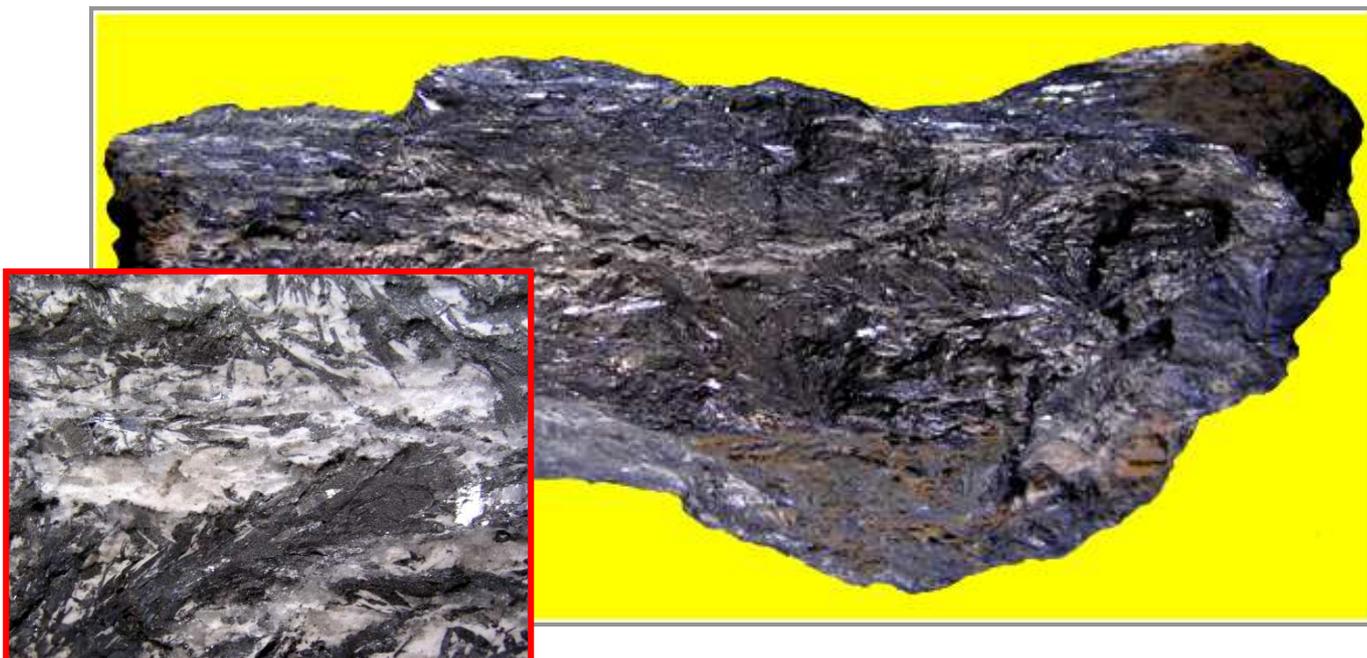


▲ 1. STIBINE CRISTALLISEE EN « CÔNE »  
(15 x 10 cm) – La Baussonnière du Boupère  
Collection G.BLANCHARD – Photo D.Loizeau, J.Chauvet



▲ 2. STIBINE DANS UN GRÈS ROUGEÂTRE AVEC CALCITE  
(17 x 6.5 cm) – La Baussonnière du Boupère  
Collection G.BLANCHARD – Photo D.Loizeau, J.Chauvet

▼ 3. STIBINE : ÉCHANTILLON DE GRANDE TAILLE  
(30 x 14.5 cm) – La Baussonnière du Boupère  
Collection G.BLANCHARD – Photo D.Loizeau, J.Chauvet



**Minerais d'antimoine de Vendée**



**▲ 4. FILON DE STIBINE DANS UN GRES ROUGE**  
 (13 x 5.5 cm) – La Daudière du Boupère  
 Collection G.BLANCHARD – Photo D.Loizeau, J.Chauvet



**▲ 5. QUARTZ CALCEDONIEUX (GANGUE)**  
 (9 x 11 cm) – La Ramée du Boupère  
 Collection G.BLANCHARD – Photo D.Loizeau, J.Chauvet



**◀ 6. FILON DE STIBINE**  
 (15 x 5,5 cm)  
 La Chardière des Herbiers  
 Collection G.BLANCHARD –  
 Photo D.Loizeau, J.Chauvet

**▶ 7. STIBINE**  
 (9 x 8.5 cm) – La Ramée du Boupère  
 Collection G.BLANCHARD  
 Photo D.Loizeau, J.Chauvet



**▼ 8. STIBINE ALTEREE AVEC UNE ENVELOPPE DE SENARMONTITE ( Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> )**  
 ( 19 x 4.5 cm ) – La Ramée du Boupère - Collection G.BLANCHARD  
 Photo D.Loizeau, J.Chauvet



### Minerais d'antimoine de Vendée



**STIBINE ET QUARTZ ▲**  
Brouzils - Collection G.BLANCHARD  
D.Loizeau J.Chauvet



**◀ ▼ 10. BOXWORKS ET TRACES DE SENARMONTITE**  
= restes de l'encaissant après lessivage de la stibine  
(19 x 17.5 cm) – La Ramée du Boupère  
Collection G.BLANCHARD  
Photo D.Loizeau,

**Minerais d'antimoine de Vendée**



**▲ 11. STIBINE ET SÉNARMONTITE ►**  
( 45 x 36 x 30 cm ) – La Davière du Boupère - *Collection D.LOIZEAU*  
*Photo D.Loizeau*

### Minerais d'antimoine de Vendée

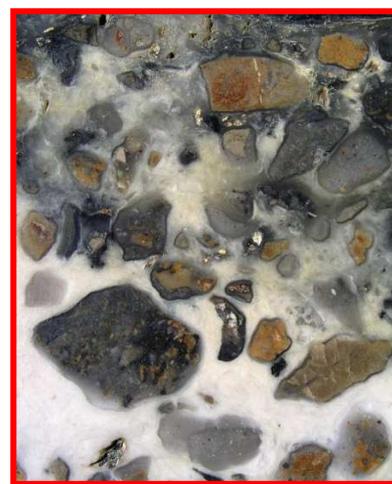
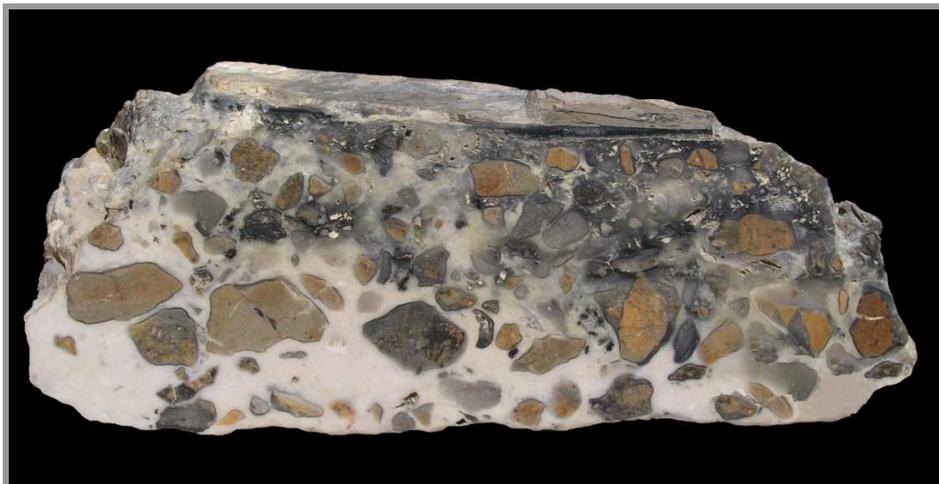


▲ 12. STIBINE EN BAGUETTES ET QUARTZ  
( 10 x 7 cm ) – Rochetrejoux - Collection G.BLANCHARD  
Photo D.Loizeau, J.Chauvet



▲ 13. STIBINE ET CALCEDOINE (QUARTZ FILONIEN)  
( 22.5 x 11cm ) – Rochetrejoux - Collection G.BLANCHARD  
Photo D.Loizeau , J.Chauvet

### Minerais d'antimoine de Vendée



▲ **15. BRECHE DANS LE FILON**  
(16 x 8 cm) – Rochetrejoux - Collection G.BLANCHARD  
Photo D.Loizeau, J.Chauvet

▲ **Détail**



▲ **16. PETIT FILON DE QUARTZ IMPREGNE DE STIBINE**  
(7 x 4 cm) – Rochetrejoux - Collection D.LOIZEAU  
Photo D.Loizeau.

▲



◀ ▲ **17. STIBINE RECRISTALLISEE APRES PASSAGE AU FOUR**  
(9 x 7 cm) – Rochetrejoux - Collection D.LOIZEAU  
Photo D.Loizeau.

**Minerais d'antimoine de Vendée**



◀ ▲ **18. RÉGULE D'ANTIMOINE**  
 = Antimoine métal utilisé pour la confection de divers alliages  
 ( 9.5 x 8.5 x 4 cm ) – Rochetrejoux  
 Collection M.PANIER  
 Photo D.Loizeau.



▲ **19. REGULE D'ANTIMOINE**  
 (9 x 5.5 cm) – Rochetrejoux - Collection G.BLANCHARD  
 Photo D.Loizeau, J.Chauvet



▲ **20. SCORIES**  
 (= Résidus obtenus après fusion de la stibine contenant 7 à 8 % de stibine)  
 (9.5 x 5.5 cm) – Rochetrejoux - Collection G.BLANCHARD  
 Photo D.Loizeau, J.Chauvet



▲ **21. SCORIES** ▶  
 (10 x 5 cm) – Rochetrejoux - Collection G.BLANCHARD  
 Photo D.Loizeau, J.Chauvet



### Minerais d'antimoine de Vendée



▲ 22. BRECHE DANS LE FILON AU NIVEAU - 75 m ▲  
(10.5 x 7 cm) – Rochetretjoux - Collection G.BLANCHARD  
Photo D.Loizeau, J.Chauvet



▲ 23. RESIDUS DE FUSION DE STIBINE ▲  
(7 x 5.5) – Rochetretjoux - Collection D.LOIZEAU  
Photos D.Loizeau.



▲ 24. STIBINE FONDUE ET RESOLIDIFIEE AU FOND  
D'UN BAC A LA SORTIE DU FOUR  
(20 x 4.5 cm) – Rochetretjoux - Collection G.BLANCHARD  
Photo D.Loizeau.

## Sortie à Cherves-de-Cognac

13 mai 2007

### ■ La carrière de gypse

L'exploitation a creusé une immense excavation d'environ 15 m de profondeur sur une surface de près de 1km<sup>2</sup>. Cette carrière alimente des fours où la calcination du gypse donne du plâtre. Actuellement, ce plâtre est utilisé pour fabriquer des plaques de cloison sèche de la société "Placoplâtre".

Le site correspond à un dépôt lagunaire daté de 135 Ma. Le niveau géologique est qualifié de "Berriasien" à la transition entre Jurassique et Crétacé.

Sur différents fronts de taille entre les étages d'exploitation on voit clairement des couches beiges de gypse fibreux de 10 cm d'épaisseur surmontant un banc de gypse blanc de type saccharoïde. Au dessus de l'ensemble une couche d'argile grise est riche en éléments fossiles : dents et fragments de peau de crocodile, parcelles de carapace de tortue et surtout des écailles de poissons. Nous avons pu donner du marteau et du burin sans se soucier de saccager le site !

Le niveau argileux est régulièrement fouillé l'été par des équipes internationales. Aujourd'hui, des chercheurs lyonnais ont effectué des prélèvements au niveau 47 sur les 81 niveaux identifiés, avec un léger pendage vers l'Ouest. Ce qui les intéresse particulièrement, c'est la micro-faune : *Caryophyllia* (Polypiers) et ostracodes (arthropodes crustacés).

Les trois variétés de gypse ont été trouvées : le saccharoïde, le fibreux et la rose des sables.

Nous avons bénéficié d'un temps ensoleillé avec un vent violent. Heureusement que les nuages noirs ont gardé leur eau car l'argile mouillée aurait été très collante et aurait gâché le plaisir de la fouille.

### ■ Le Cognac

Jacques Rey, toujours informé des bonnes adresses, a eu la bonne idée de réserver une visite chez un producteur de Cognac et de Pineau.

Dans une belle propriété, aménagée en "écomusée du cognac" nous sommes accueillis par le maître de maison. Celui-ci nous donne des informations essentielles sur le cognac : le sol, la vigne, le vin, l'eau de vie, le cognac et bien sûr la dégustation.

La région de production du Cognac s'étend sur trois provinces (Angoumois, Aunis, Saintonge) sur les deux départements charentais et sur 5 types de sols : calcaire, argilo-calcaires ...

Les "pays" du Cognac correspondent à ces sols : grande et petite champagne, borderies, bons bois et grands bois. La vigne est de l'Ugni blanc. Les ceps sont chargés de nombreux raisins, donc le sucre en faible quantité produit un "petit vin" à 7 % d'alcool.

Contrairement au vin à boire, on ne vise pas la teneur en alcool ni en tanins mais on recherche les composants végétaux et olfactifs. Le cognac est davantage un parfum qu'une boisson !

En décembre, ce vin est distillé dans un alambic. L'alcool est ensuite distillé une seconde fois et finalement on ne garde que le "cœur de chauffe" qui titre 70%. La distillation permet de concentrer 10 fois la concentration de l'alcool et des parfums.

Cette "eau-de-vie" est mise en barrique de chêne du Limousin. Ce bois assez poreux donne son tannin et permet une évaporation de 4% en volume et de 1% de l'alcool (part des anges !). Il faut remplir (ouiller) la barrique avec de l'eau de vie identique pour chasser l'air oxydant.

En dix ans, l'eau de vie a ainsi vu son titre alcoolique baisser à 60% !

La production de 1 ha donne 1000 l d'eau de vie jeune. Avec le vieillissement de 25 ans il ne reste plus que 1 barrique sur deux ! Nous avons dégusté avec modération !

Ce fut une excellente journée !

*Notes et photos de Pierre GIBAUD*



▲ Carrière de Cherves - lentille marécageuse



▲ Carrière de Cherves - le front de taille



▲ Carrière de Cherves - détail des couches de gypse



▲ Carrière de Cherves - Gypse fibreux



▲ Carrière de Cherves - cristallisation en "pétales de rose"



▲ Carrière de Cherves - dent de crocodile fossile



▲ Carrière de Cherves - écaille de poisson fossile



▲ Carrière de Cherves - peau de crocodile fossile



▲ Carrière de Cherves - carapace de Tortue fossile



### Ecomusée de Cognac



▲ Ecomusée de Cognac



▲ Les sols produisant le Cognac

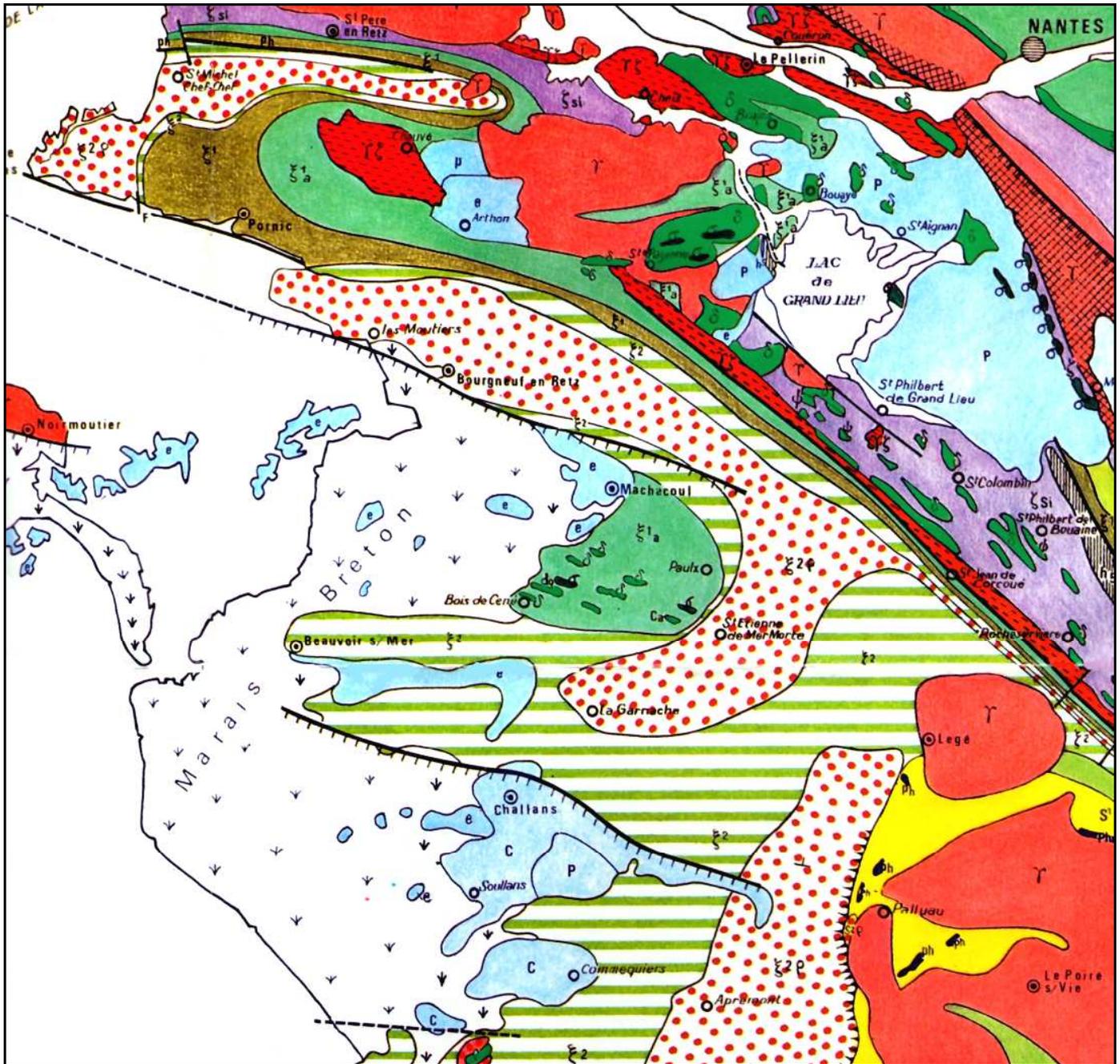


▲ Le cognac - alambic ancien



▲ Le cognac - caveau de dégustation-vente

▲ Extrait d'une carte géologique de Mireille TERS (1980 – Synclinorium paléozoïques de la façade occidentale du massif vendéen)



j.c.e.p

Terrains sédimentaires du Jurassique, Crétacé, Eocène, Pliocène

ξ1 a δ

Formation des micaschistes de Bois-de-Céné – σ : serpentinites – ag : amphibolites à glaucophane – δ : prasinites

ξ2 p

Porphyroïdes – Porphyroïdes de St Etienne-de-Mer-Morte

ξ2 p ph

Micaschistes « de St Gilles » – ρ : Rhyolite – ph : Phtanite – δ : Amphibolite



▲ La propriété de Qinquénavent



▲ Une partie du groupe de l'AVG devant le prieuré



▲ La chapelle du Prieuré construite principalement avec du calcaire éocène



▲ Nummulite dans le calcaire éocène



▲ Affleurements en « dos de baleine » ou « chiron » constitué par des micaschistes à grenats ▲





▲ Des explications de notre guide, Gaston Godard, au moment du pique-nique à St Etienne-de-Mer-Morte.



▲ Affleurement de porphyroïdes à St Etienne-de-Mer-Morte.



▲ Les Porphyroïdes présentent un aspect micaschisteux avec des yeux de feldspath potassique.



▲ Ancienne carrière de La Brosse - Recherche d'échantillons de serpentinite



▲ Echantillon de serpentinite avec trémolite fibreuse



▲ Echantillon d'anthophyllite



▲ Echantillon de serpentine avec un filonnet de chrysotile

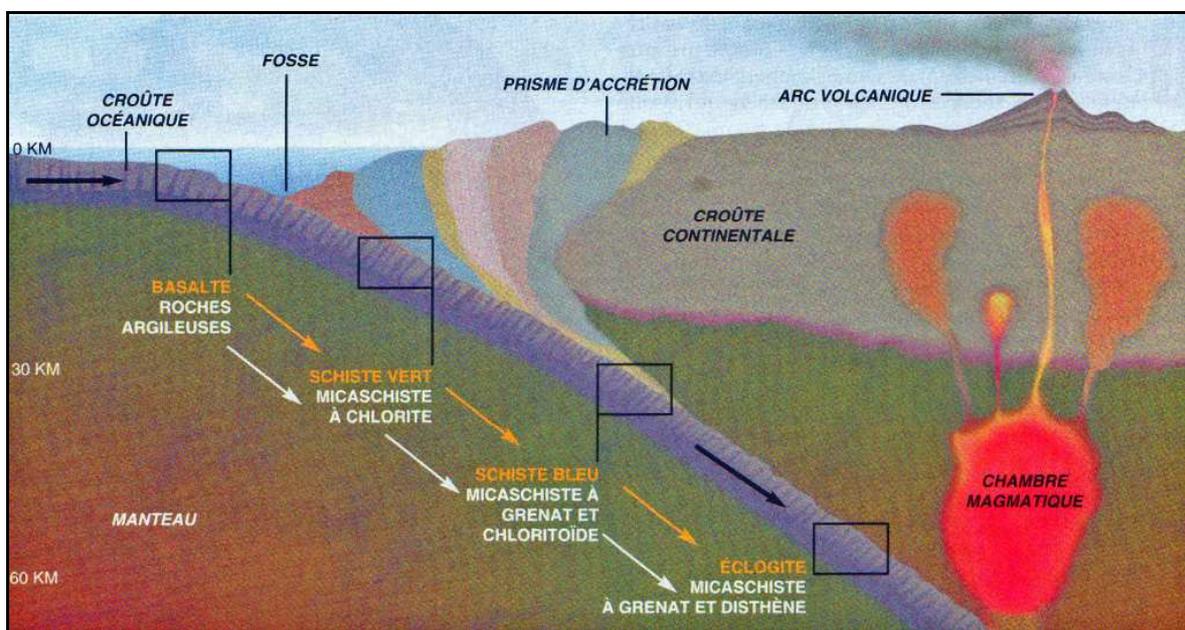


▲ Echantillons de chloritite contenant des cristaux de magnétite



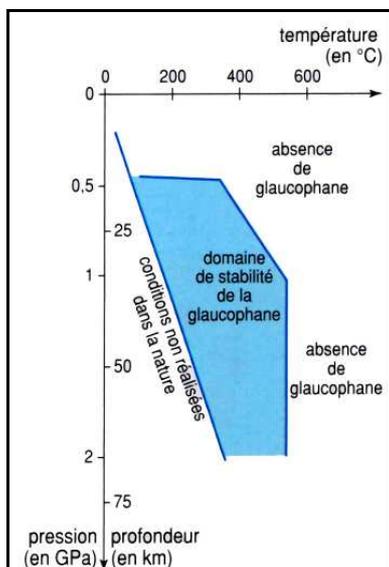


▲ A la recherche d'échantillon de glaucophanite dans une vigne.

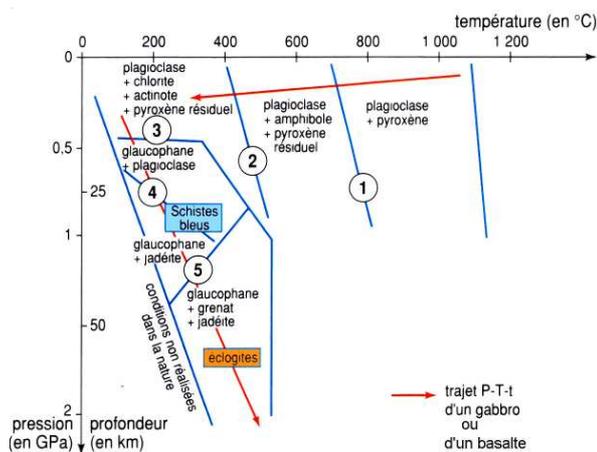


Doc. Pour La science

▲ Schéma théorique illustrant le métamorphisme de roches argileuses (pélitiques) et basaltiques dans une zone de subduction.



▲ Domaine de stabilité de la glaucophane



- Quelques réactions du métamorphisme**
1. Plagioclase + Pyroxène + eau → Amphibole Hornblende verte
  2. Plagioclase + Hornblende + eau → Chlorite + Actinote
  3. Albite + Chlorite + Actinote → Amphibole Glaucophane + eau
  4. Albite → Pyroxène Jadéite + Quartz
  5. Albite + Glaucophane → Grenat Pyrope + Pyroxène Jadéite + eau

▲ Transformations minéralogiques des basaltes et des gabbros lors de l'éloignement de la dorsale et dans une zone de subduction.

Carte géologique de la région « Bois-de-Céné – St Etienne-de-Mer-Morte » (Mireille Ters – Carte géologique de Challans )



**Écaille de Bois-de-Céné.**  
**Schéma tectonique**  
**Ses enveloppes et ses relations**  
**avec le horst**  
**de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu**  
*M Ters, 1982*

- LÉGENDE**
- Mz Marais
  - E<sup>1,2</sup> Micaschistes de Bois-de-Céné  
 $\delta^{\circ}$  amphibolite ou prasinite,  
 gl glaucophanite, S serpentinite,  
 Q quartzite, Ca calcaire dolomitique
  - E<sup>3</sup> Porphyroïdes
  - E<sup>4</sup> Micaschistes de Saint-Gilles
  - E<sup>5</sup> Micaschistes à deux micas
  - E<sup>6</sup> Micaschistes albitiques
  - E Gneiss E Eclogites
  - G Granite gneissique de Rocheservière

- Direction de la foliation  
et valeur du pendage en degrés
- Pendage vertical
- Ligne de renversement des pendages
- Trace du plan de chevauchement  
ou de décrochement
- Faille mésozoïque ou cénozoïque,  
avec rejet
- Ligne de crête
- Trace des coupes de la fig 2

*NB* Les dépôts éocènes et pliocènes masquent  
la moitié nord de la formation de Bois-de-Céné

# La formation des schistes bleus de Bois-de-Céné et les porphyroïdes de St Etienne-de-Mer-Morte

Excursion conduite par Gaston GODARD

21 mars 2007

Sous la conduite de Gaston Godard, de l'ancien îlot de Quinquenavent (Commune de Machecoul) à St Etienne-de-Mer-Morte, en passant par Bois-de-Céné, nous avons parcouru un ensemble géologique qui témoigne d'une subduction de la plaque Ibéro-Armoricaine sous la plaque Nord-Armoricaine.

Cet ensemble géologique est constitué essentiellement par la formation des schistes bleus de Bois-de-Céné, équivalente à celle de l'île de Groix méridionale et la formation des porphyroïdes de St Etienne-de-Mer-Morte, similaire de celle de Belle-île.

## ■ L'îlot de Quinquenavent

### • Sa géologie :

Le sous-sol de cette ancienne petite île du Marais Breton est constitué par des micaschistes de la formation de Bois-de-Céné et du calcaire Lutétien (Eocène), riche en nummulites, recouvrant partiellement les micaschistes. L'îlot est entouré du bri du marais qui s'est déposé à l'holocène, après la dernière glaciation (Würm).

A quelques centaines de mètres de la ferme de Quinquenavent, on peut observer des « chirons », c'est-à-dire des affleurements de micaschistes en dos de baleine. Ces micaschistes, plus riches en quartz, ont mieux résisté à l'érosion. Dans la formation de Bois-de-Céné, les chirons forment des alignements sur lesquels sont construits de nombreux villages.

Remarques : La plupart des îlots du marais Breton sont formés de calcaire éocène. Entre le calcaire éocène et les micaschistes, on peut découvrir, sur des épaisseurs très variables, des sables avec galets de silex et de quartz de l'Yprésien.

### • Son prieuré :

Le prieuré de Quinquenavent, construit à la fin du XII<sup>ème</sup> siècle, dépendait des moines Augustins de Nieul/L'Autize. Il était dédié à Ste Marie Madeleine et répondait à 3 exigences : 1) participer à l'assèchement du Marais ; 2) jalonner la route de Compostelle pour les pèlerins arrivant par la mer dans la baie de Machecoul ; 3) occuper le terrain face aux grandes abbayes déjà présentes dans le golfe.

La chapelle du prieuré est de type « Poitevin-Saintongeais ». Elle est bâtie en calcaire lutétien extrait sur place.

## ■ La formation des Schistes bleus de Bois-de-Céné

La formation de Bois-de-Céné forme une grande ellipse entre Bois-de-Céné, St Etienne-de-Mer-Morte, Paulx et Machecoul. Son étendue visible est de 9 km N-S et 12 km W-E.

Elle est constituée principalement par des **micaschistes à glaucophane, chloritoïdes et grenats**. Ces micaschistes contenant une amphibole bleue, la glaucophane, sont classés dans le faciès métamorphique des schistes bleus. Ce faciès indique un métamorphisme de Haute Pression (HP) et de température relativement faible (gradient géothermique anormal) caractéristique d'une zone de subduction.

Ces micaschistes à glaucophane de Bois-de-Céné sont des pélites métamorphisées, c'est-à-dire des **métapélites**.

La formation des micaschistes de Bois-de-Céné contient des **lentilles de 3 grands types de roches caractéristiques** :

- **Lentilles d'amphibolites** : Les amphibolites sont constituées par une matrice « amphibolitique » peu schisteuse, riche en amphibole et constellée de grenats. Pour certaines amphibolites, l'amphibole est de la glaucophane d'où le nom de **glaucophanites** (roches à glaucophane, grenat, épidote, quartz, rutile, etc.) Les glaucophanites de la formation de Bois-de-Céné sont équivalentes à celles de l'île des Chats, à Groix. Ces amphibolites sont des **métabasites**, c'est-à-dire des roches basiques, probablement des basaltes de la croûte océanique, métamorphisées.
- **Lentilles de serpentinites** : Ces roches, de teinte vert clair à vert foncé, possèdent la composition des péridotites du manteau lithosphérique, à part l'olivine qui est remplacée par un minéral hydraté : la serpentine. Les lentilles de serpentinites représentent des lambeaux du manteau de la lithosphère océanique ayant subi un métamorphisme hydrothermal. Les serpentinites sont des **roches métamorphiques ultra-basiques**. On connaît quelques lentilles situées à : la Polaisière ; le Chiron-Reculeau ; la carrière de la Brosse.

#### Carrière de la Brosse :

La serpentinite forme une intrusion ultra-basique dans les micaschistes, d'une puissance d'environ 12 m. La masse serpentiniteuse est affectée par un pli décamétrique, dissymétrique, déversé vers le sud. La trame de la serpentinite est constituée par de l'antigorite verte, en fibres entrecroisées ou radiées. Dans certains échantillons, on observe des pseudomorphoses, en trémolite, d'un minéral porphyroblastique (pyroxène ? olivine ?). La trémolite fibreuse est fréquente sur les plans de cisaillement des serpentinites. La serpentinite renferme, en outre, des cristaux de magnétite qui peuvent atteindre 1 cm, de la pyrite, de l'ilménite, de la chlorite, etc. Nous avons pu récolter dans la carrière, des échantillons de trémolitites, de chloritites à magnétite, de talc.

- **Lentilles de micaschistes à chloritoïdes et grenats** ( La Grande-Blanchetière ) : Ces micaschistes sont des métapélites riches en chloritoïdes, contenant beaucoup de mica blanc (Fingite), des grenats, parfois un peu de glaucophane, de chlorite, de quartz. Ces micaschistes sont similaires à ceux de Groix. Ils témoignent eux aussi d'un métamorphisme de HP d'une zone de subduction. Les niveaux à chloritoïdes affleurent souvent au voisinage des « boudins » à amphibolites (Bois-de-Céné, La Platrelle, La Poinière, La Grollerie, La Martinière, La Grande-Blanchetière).
- **Quelques autres lentilles de roches** : Boudins de quartzite à manganèse, calcaire dolomitique de l'Epronnière.

## ■ Les porphyroïdes de St Etienne-de-Mer-Morte.

La formation de Bois-de-Céné se situe au cœur d'un arc dessiné par les porphyroïdes de St Etienne-de-Mer-Morte.

Les porphyroïdes sont des roches d'aspect micaschisteux contenant des yeux de feldspath potassique. Leurs cristaux de quartz automorphes, avec des golfes de corrosion, et leurs feldspaths potassiques microclinisés, avec des macles de Carlsbad, indiquent une origine volcanique. Les porphyroïdes de St Etienne-de-Mer-Morte sont des roches métamorphiques dérivant de roches magmatiques volcaniques : ce sont **des métavolcanites ou métarhyolites**.

Ces porphyroïdes témoignent du volcanisme régnant dans une zone de subduction, en bordure de la plaque lithosphérique chevauchante.

## ■ Relations entre les deux formations.

- Entre la lentille des micaschistes de Bois-de-Céné et l'arc des porphyroïdes de St Etienne-de-Mer-Morte, se situe **une zone de transition** à la fois **géographique et tectonique**. Cette zone, difficile à caractériser sur le terrain, rangée avec les schistes verts de St Gilles par Mme Mireille Ters, est considérée actuellement comme une zone de déformation importante constituée de **mylonites**.
- Les foliations de la formation de Bois-de-Céné et de la formation des porphyroïdes de St Etienne-de-Mer-Morte sont parallèles. L'ensemble des 2 formations constitue **une synforme à axe plongeant de 20 à 30° vers l'ouest**. Cette synforme est répliquée à petite échelle par des plissements de même orientation.

- Cette association de micaschistes à glaucophane, chloritoïdes et grenats avec les porphyroïdes est connue en trois autres endroits du Massifs armoricain :
  - île de Groix : la formation de Bois-de-Céné est un équivalent de l'Île de Groix
  - Belle-île : Les porphyroïdes de Belle-île sont similaires à ceux de St Etienne-de-Mer-Morte ;
  - Île Dumet (au large de Piriac-sur-mer).

Ces différents endroits où sont associés les schistes bleus et les porphyroïdes appartiennent à une **ceinture de métamorphisme de haute pression sur la partie interne de l'arc Ibéro-Armoricain**. La première partie de cet arc se situe dans le Sud du Massif Armoricain, la deuxième partie est en Galice et au Portugal. Au cœur de cet arc, on trouve des roches métamorphiques de grande profondeur comme les glaucophanites et les éclogites.

## ■ Vue synthétique sur la genèse de la formation de Bois-de-Céné

La formation de Bois-de-Céné comprend essentiellement des métapélites à glaucophane, chloritoïdes et grenats renfermant des lentilles de metabasites (amphibolites à glaucophane) et de serpentinites.

La composition minéralogique de ces roches indique un **métamorphisme de haute pression** avec un gradient géothermique anormal (Pression / Température). Ces conditions thermo-barométriques se rencontrent dans les zones de **subduction**.

Les **protolithes** de ces roches métamorphiques appartiennent à trois catégories de roches :

- des **roches** sédimentaires **pélitiques** à l'origine des métapélites ;
- des roches volcaniques (probablement des **basaltes** de croûte océanique) à l'origine des métavolcanites ;
- des **péridotites** du manteau lithosphérique à l'origine des serpentinites.

### Le contexte géodynamique :

Au niveau de la fosse d'une zone de subduction, l'accumulation, le plissement et l'écaillage des sédiments déposés sur le plancher océanique, engendrent un prisme d'accrétion sédimentaire.

Ces sédiments peuvent être des pélites à l'origine des métapélites de la formation de Bois-de-Céné. Lors de la subduction, les pélites du prisme d'accrétion sont entraînées, avec les basaltes de la croûte océanique, à de grandes profondeurs et subissent un métamorphisme HP/MT. Les pélites et les basaltes engendrent respectivement les métapélites et les metabasites (amphibolites, glaucophanites).

Les serpentinites issues des lambeaux du manteau de la lithosphère océanique sont ensuite brassés avec les métapélites et les métavolcanites.

Cette zone de subduction est en bordure de la plaque lithosphérique Ibéro-Armoricaine qui a affronté la plaque Nord-Armoricaine pour former la chaîne Hercynienne lors de la collision.

NB : L'étude de la formation de Bois-de-Céné par Gaston Godard est en cours .Ce compte-rendu sommaire sera complété dans notre prochain bulletin.

*J. CHAUVET*

# Utilisation des isotopes en géologie

## Les isotopes : témoins, thermomètres, et chronomètres

Pierre GIBAUD

### ■ 1. Rappel sur l'isotopie et la radioactivité

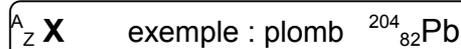
#### 1.1 les noyaux d'atomes

Toute la matière est formée d'atomes. Au centre de chacun d'eux se trouve un noyau composé lui-même de protons positifs et de neutrons neutres. Ces particules ont à peu près la même masse.

Deux atomes sont isotopes quand ils ont la même identité chimique mais n'ont pas la même masse en raison d'un nombre différent de neutrons. Le phénomène de l'isotopie est très général.

L'écriture normalisée d'un noyau d'atome comporte trois informations :

- le symbole chimique, et flanqués sur sa gauche,
- le n° atomique  $Z$  (nombre de protons) placé en indice ;
- le nombre de masse  $A$  (protons + neutrons) situé en exposant.



Quand il n'y a pas d'ambiguïté, pour alléger on supprime le n° atomique et on écrit : Pb 204.

#### 1.2 La radioactivité

Découverte par hasard par *Becquerel* en 1896 puis étudiée ensuite par *Pierre et Marie Curie, et Frédéric Joliot*, elle traduit l'instabilité de certains noyaux.

Il existe **4 types de rayonnements** :

a) le rayonnement alpha  $\alpha$  est l'émission d'un noyau d'hélium  ${}^4_2\text{He}$ . Cette radioactivité est propre aux noyaux très lourds ex  ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + \alpha$  où  $\alpha$  est un rayonnement.

b) le rayonnement bêta -  $\beta^-$  est l'émission d'un électron. Cette radioactivité traduit la transformation d'un neutron en proton avec émission d'un gamma et d'un antineutrino.

c) le rayonnement bêta +  $\beta^+$  est l'émission d'un électron positif appelé positron. Cette radioactivité traduit la transformation d'un proton en neutron émission d'un  $\gamma$  et d'un neutrino.

d) le rayonnement gamma  $\gamma$  est un photon associé à une onde électromagnétique de grande fréquence. Il transporte l'essentiel de l'énergie libérée par la réaction.

Au cours de ces réactions il y a toujours conservation de la masse et de la charge électrique.

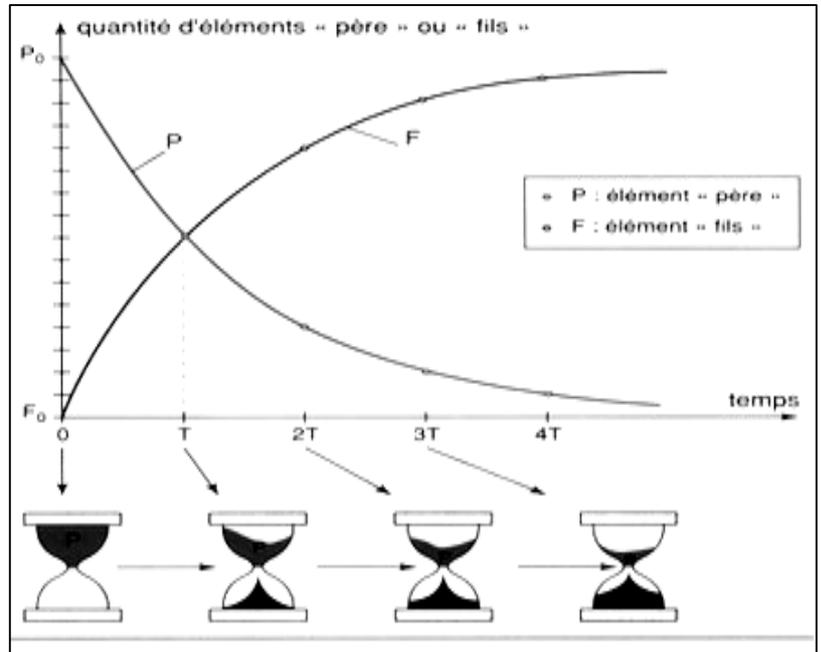
Par ailleurs, au bout d'un temps T, appelé "période radioactive" ou demi-vie, il ne reste plus que la moitié des noyaux d'atomes initiaux. La décroissance des populations est de type exponentiel :

□ **La loi de décroissance radioactive :**

Lorsqu'un isotope radioactif se désintègre, la variation du nombre d'atomes de cet isotope en fonction du temps suit à la loi de décroissance exponentielle :

$$N_t = N_0 \exp^{-\lambda t}$$

Où  $N_0$  est la population initiale,  $N_t$  la population au temps t,  $\exp = e = 2,718.....$  lambda  $\lambda$  est la constante radioactive (ou constante de désintégration) de cette réaction indépendante du temps t



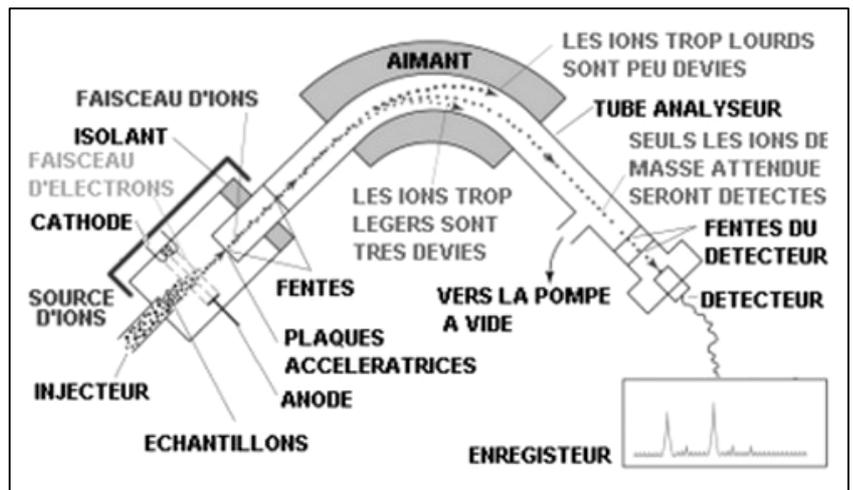
► Figure 1 : La décroissance radioactive

**1.3 Détection de la radioactivité**

Avec des capteurs de radioactivité, on sait détecter et décompter le nombre des réactions de radioactivité. L'unité est le Becquerel (Bq) correspondant à un événement par seconde. L'appareil le plus célèbre est le compteur de Geiger. La radioactivité du corps humain correspond à environ 30000 Bq soit 30000 atomes de C14 ou de potassium40 qui se désintègrent chaque seconde !

**1.4 Identification par la masse**

Avec un spectrographe de masse on identifie la présence des isotopes. Actuellement la précision est inouïe et permet de compter atome par atome ! Pour cela l'échantillon est volatilisé et ionisé. Puis ces ions sont accélérés par un champ électrique. Ils entrent ensuite dans un champ magnétique perpendiculaire à leur vitesse. Ils décrivent alors un arc de cercle dont le rayon est strictement proportionnel à leur masse. Leur présence est enfin détectée par des capteurs électriques. L'appareil trie selon la masse. C'est avec cette méthode que Aston a découvert les isotopes en 1922 et que de 1943 à 1945 on a préparé l'U235 de la bombe d'Hiroshima.



▲ Figure 2 : spectrographe de masse

## 1.5 Identification par chromatographie

Un échantillon est vaporisé puis transporté par un gaz qui circule dans un long tube imprégné d'une matière poreuse. Les différents composants cheminent à des vitesses différentes mais caractéristiques. L'identification se fait en sortie selon la durée de transit et la détection est couplée à un spectromètre de masse.

## ■ 2. Les isotopes témoins

*La présence de certains isotopes, permet de préciser un processus incompris auparavant !*

### 2.1. Détection des fraudes

En Beaujolais et en Bourgogne, la chaptalisation, cette addition du sucre dans le jus de raisin pour renforcer le titre alcoolique est sévèrement contrôlée.

Lors d'un procès célèbre en 1990, l'expert, Mr Martin professeur à l'Université de Nantes, déclara qu'il y avait "M" kg de sucre ajouté par hectolitre dans ce beaujolais.

Aussitôt l'avocat, avec un grand effet de manche, met en doute l'affirmation de l'expert.

L'accusé se lève à son tour et dit à son avocat : *"Laissez tomber, je plaide coupable, l'expert ne s'est trompé que de 500 g sur les 18 kg de sucre que j'avais ajouté dans chaque barrique !"*

Comment a fait l'expert ? Il a effectué un dosage des isotopes H2/H1 (appelé aussi D/H) dans différents vins du Beaujolais de la même année et il a fait de même avec le sucre provenant des betteraves de Picardie de l'année précédente. L'examen attentif de ces diverses proportions a permis de déterminer la quantité exacte de sucre ajouté et donc de mettre en évidence la fraude !

La technique employée utilise la RMN (résonance magnétique nucléaire) avec laquelle le proton de H1 se détecte comme "le nez au milieu du visage" (pour les spécialistes !) parmi les H2.

Pour simplifier : la RMN repère le comportement particulier des noyaux ayant un nombre impair de nucléons quand on les place dans un champ magnétique très puissant !

### 2.2. Violence du paléo-volcanisme

Les poussières volcaniques sont des roches magmatiques mais les poussières cosmiques peuvent avoir parfois la même composition. Le critère de différenciation est lié au pH de la glace !

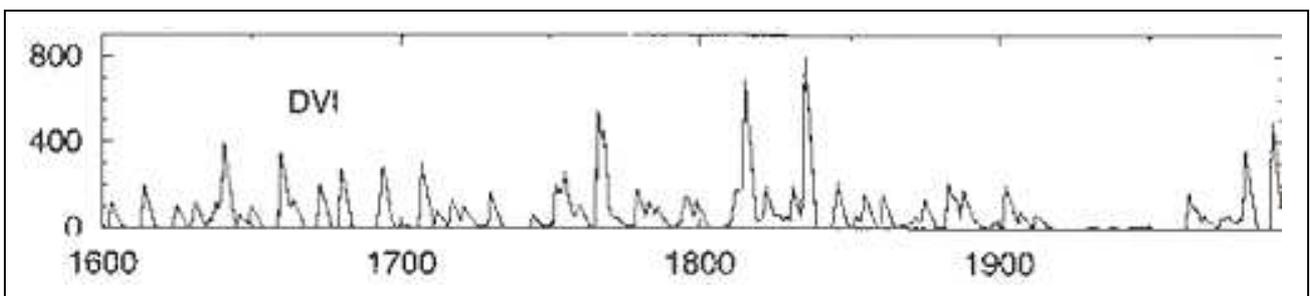
Lors d'une éruption volcanique, il y a toujours un fort dégagement de gaz sulfureux SO<sub>2</sub>.

Celui-ci s'oxyde en acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dont chaque parcelle sert de point de condensation à la vapeur pour former la pluie ou la neige. L'acide sulfurique étant très stable, on retrouve sa trace dans les couches des années suivant l'éruption. L'analyse chimique permet donc d'identifier l'origine volcanique des dépôts solides dans les glaces et d'écarter les autres poussières.

On fait ainsi la différence avec les poussières terrestres emportées par les vents qui sont soit des sables soit des argiles (loess) et parfois des embruns des sels de mer.

Le record "récent" d'éruption volcanique fut l'explosion du Tambora en avril 1815.

Les 160 km<sup>3</sup> de cendres mirent trois ans avant de retomber complètement. Dans l'hémisphère nord, les étés 1815 et 1816 furent qualifiés d'étés sans soleil, et ils ont entraîné des famines.



▲ Figure 3 : poussières volcaniques

On pourrait croire que la quantité de cendres piégées dans les glaces est proportionnelle à la puissance de l'explosion. Il n'en est rien car l'épaisseur des dépôts dépend des caprices des vents et de la latitude tant du volcan que de la zone de réception. En fait le soufre qui sort du volcan possède 4 isotopes naturels de masses 32, 33, 34, et 36 en proportion constante. Si l'éruption est très violente, ce soufre va dépasser la stratosphère et y subir le bombardement des neutrons qui vont donner par capture de neutrons des isotopes plus lourds. L'analyse du pourcentage des isotopes du soufre de l'acide sulfurique permet donc de savoir si les gaz volcaniques ont dépassé l'altitude de 20 km ou non ce qui donne un ordre de grandeur à la puissance de l'éruption !

**2.4. Les poussières cosmiques**

La Terre reçoit chaque année au moins 40000 tonnes de poussières et météorites. Quand ces poussières se déposent, elles ne sont pas liées à du SO<sub>2</sub> volcanique mais elles pourraient être confondues avec des poussières strictement terrestres. Comment les identifier avec certitude ?

Le critère de différentiation est l'isotope Hélium 3 . Celui-ci provient uniquement de l'origine de l'univers ! Tandis que l'isotope He4 résulte aussi de la radioactivité alpha des éléments lourds. Donc ce rapport isotopique permet de signer l'origine extra-terrestre de certaines poussières !

Par ailleurs ce même rapport He4/He3 renseigne aussi sur le mouvement des eaux souterraines profondes et leur circulation dans des zones radioactives riches en He4.

**2.5 L'iridium dans la discontinuité KT**

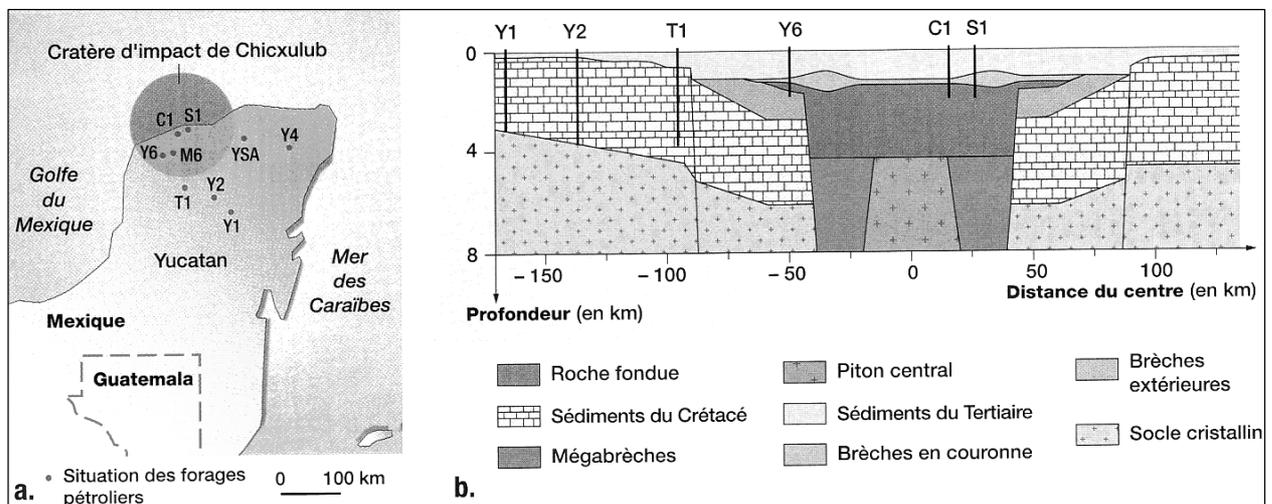
Depuis longtemps les géologues avaient perçu la discontinuité généralisée à toute la planète entre le Crétacé et le Tertiaire. Entre les deux ères, on trouve partout une mince couche de matière argileuse sombre (sans carbonate car il n'y avait plus de plancton) d'environ 1 cm d'épaisseur.

En analysant au spectrographe de masse cette fine couche, *Luiz et Walter Alvarez* ont observé dans des échantillons provenant du monde entier, qu'elle contient un élément rare : l'iridium, métal inaltérable très proche du platine. Outre qu'il soit l'élément le plus dense  $d = 22,65$ , les théories cosmologiques prédisent qu'il a pu se concentrer dans les comètes et autres astéroïdes. Il est effectivement bien détecté dans les débris cométaires. De plus, dans cette couche géologique on observe des grains de quartz "choqués" et des spinelles déformées par de fortes pressions.

En 1989 on a trouvé le coupable : l'impact du Chicxulub dans la presqu'île du Yucatan au Mexique. Tout coïncide : diamètre de l'astéroïde de 180 km de diamètre produit par une météorite d'une dizaine de km, de mille milliards de tonnes, et d'une énergie correspondante à 5000 millions de bombes d'Hiroshima, et...la présence d'iridium sur le site..

Un tel impact a vaporisé des millions de milliards de tonnes de matériaux (eau et roche) qui ont dû mettre plusieurs années ou décennies avant de retomber. Il en a résulté une nuit totale et un refroidissement important qui a bloqué la photosynthèse et bouleversé les chaînes alimentaires. Les animaux gros consommateurs ont dû être éliminés. La suite montre qu'il y a eu des espèces opportunistes qui heureusement ont réussi à survivre.

Merci à nos ancêtres opportunistes !



▲ Figure 4 : Cratère d'impact de Chicxulub - Province du Yucatan au Mexique

### ■ 3. Les isotopes thermomètres

*Quand la présence d'isotopes stables est une fonction de la température !*

#### 3.1. L'oxygène

L'oxygène possède trois isotopes stables :  $^{16}_8\text{O}$  99,76% -  $^{17}_8\text{O}$  0,04% -  $^{18}_8\text{O}$  0,2%.  
 Sur 10000 atomes d'oxygène, il y a donc : 9976 (O16), 4 (O17) et 20 (O18).  
 Le rapport des quantités O18 / O16 est globalement constant, et vaut 0,00193 en mer à 15°C.

#### 3.2. Le rapport O18/O16 fonction de la température

Pour évaporer un liquide, il faut communiquer de l'énergie à ses molécules. Puisque cette énergie cinétique dépend de la masse, les molécules, les plus légères s'échappent en priorité. C'est le principe de la distillation

Dans l'eau de mer, les molécules d'eau (H<sub>2</sub>O) contenant l'isotope O18, sont les plus rares. Leur masse plus importante les rend encore plus rares dans la vapeur et dans les précipitations. En période chaude, à la surface dans la mer il y a moins de O18 que lors d'une période froide. Le rapport O18/O16 est plus faible dans l'air humide tropical que dans l'eau de l'océan. Et dans la vapeur, plus il a fait chaud et plus la part de l'isotope O18 augmente.

La thermodynamique donne la relation entre la proportion des deux isotopes et la température. Donc si on mesure cette proportion isotopique, on connaît la température de la mer au moment de l'évaporation. La précision est remarquable et peut atteindre 0,2 °C! Cette proportion O18/O16 joue donc le rôle d'un thermomètre qu'il suffit de bien étalonner.

De façon analogue, on peut aussi étudier la proportion des isotopes de l'hydrogène H1 et H2 qui peut dépendre aussi de la température.

#### 3.3. Le thermomètre "delta de O18"

Pour unifier les mesures, on a défini un coefficient caractéristique appelé : « delta de O18 » soit δ O18  
 Pour cela on prélève un échantillon (e) que l'on compare à l'eau de l'océan actuel (o).

$$\text{Delta O18} = \left\{ \left( \frac{\text{O18}}{\text{O16}} \right)_e - \left( \frac{\text{O18}}{\text{O16}} \right)_o \right\} \cdot \frac{1}{\left( \frac{\text{O18}}{\text{O16}} \right)_o} \cdot 1000.$$

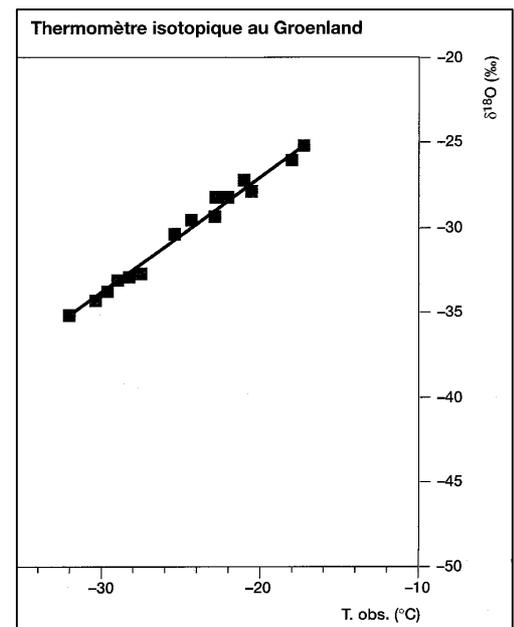
Ou plus simplement "Delta de O18" = 1000 \* [-1 + Re/ Ro]  
 où R est le rapport isotopique.

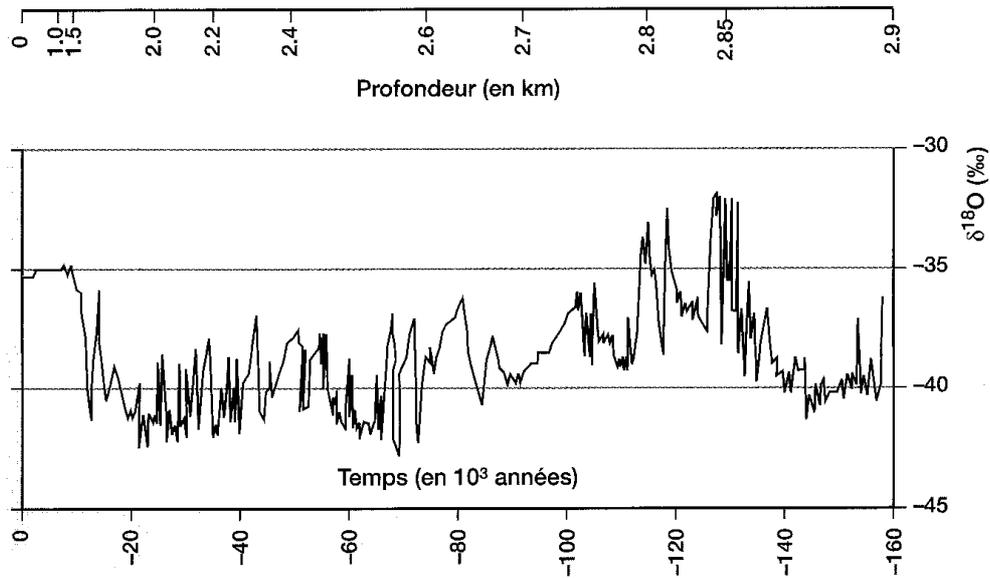
La multiplication par mille donne des nombres compris entre -50 et +10. Actuellement, le rapport moyen des deux isotopes en eau de mer à 15°C vaut 0,00193.

Exemple : Calculons le delta O18 d'une paléo-glace contenant une proportion O18/O16 = 0,00186

$$\text{"Delta O18"} = [-1 + (0,00186 / 0,00193)] \cdot 1000 = [(186 : 193) - 1] \cdot 1000 = -36,3.$$

► Figure 5 : Thermomètre isotopique du Groenland



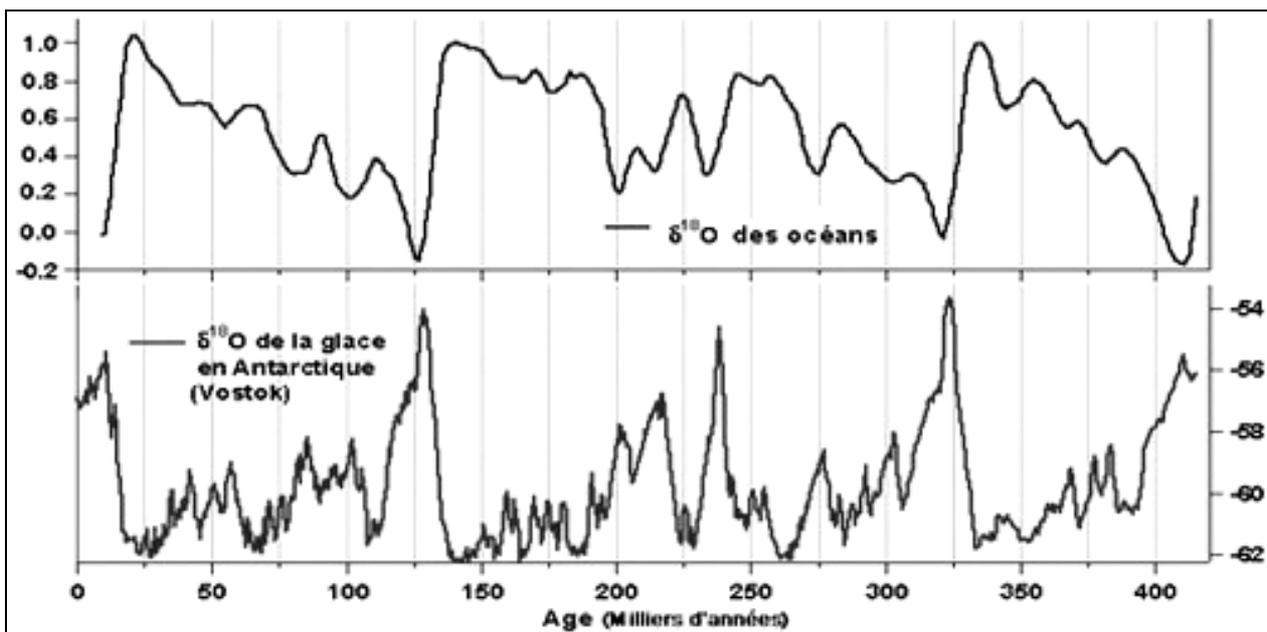


▲ Figure 6 : Les valeurs du  $\delta^{18}\text{O}$  dans les carottes de glace du Groenland.

Dans un nuage, plus il fait froid, plus la molécule qui contient O18 se condense en priorité. Quand le nuage arrive dans les zones polaires le "deltaO18" devient de plus en plus négatif.

Le delta de O18 dans les précipitations diminue quand la température diminue et augmente quand la température augmente. C'est donc un indicateur thermométrique !

La composition isotopique est symétrique entre l'océan et les calottes glaciaires mais avec un changement d'échelle.

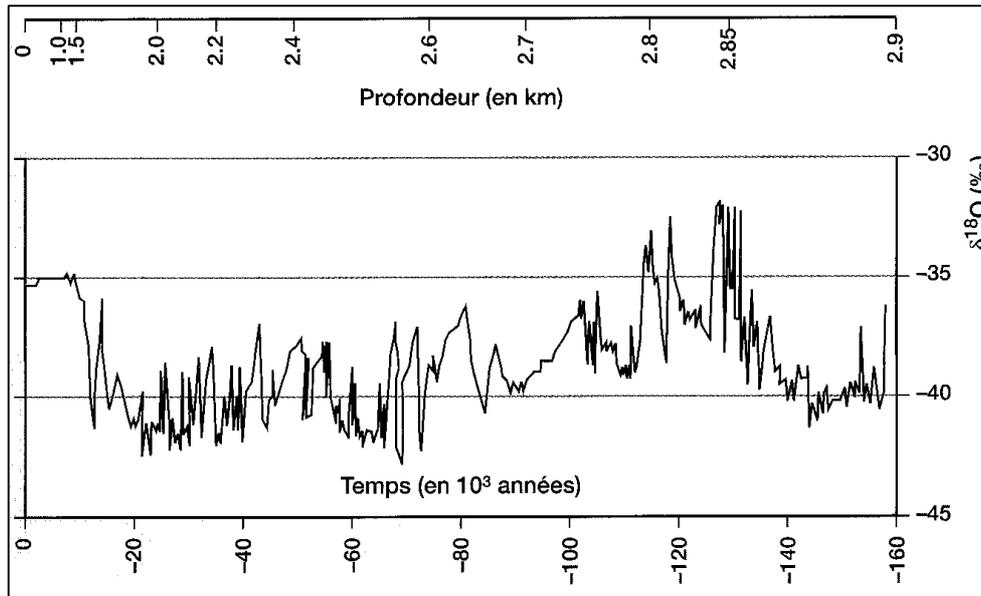


▲ Figure 6 : Couplage océan-glace avec inversion des delta O18 entre océan et glace antarctique

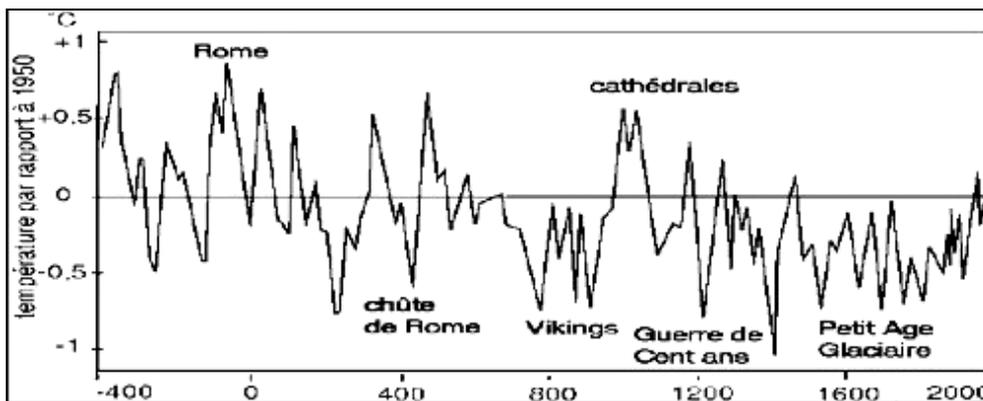
### 3.4. Mesures des paléo-températures

Les glaciologues analysent les carottes glaciaires et surtout ils observent les poussières qui donnent les couches annuelles dont l'épaisseur dépend de l'abondance des précipitations. Les poussières volcaniques présentes entraînent souvent des précipitations plus abondantes. Mais surtout la proportion O18/O16 indique la température moyenne de la planète.

Ce thermomètre est très précis et permet de connaître la date et l'amplitude des glaciations sur le dernier million d'années. De plus on voit très bien la périodicité des variations climatiques dues à des causes astronomiques, solaires et volcaniques par ordre d'importance.



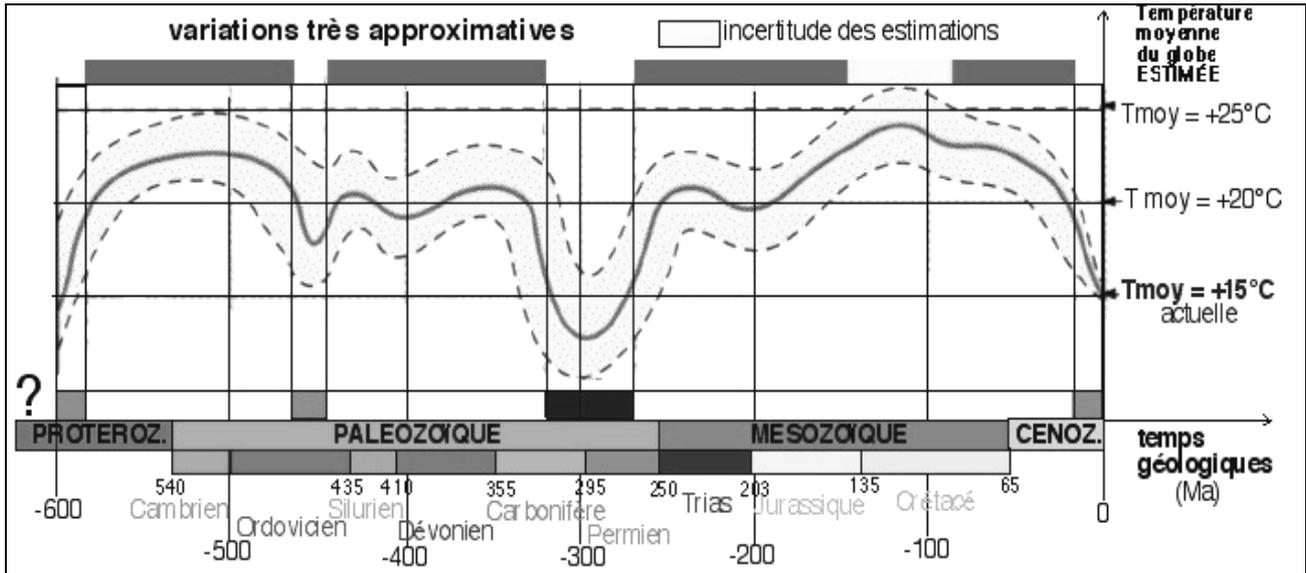
▲ Figure 6 : Les valeurs du δ<sup>18</sup>O dans les carottes de glace du Groenland.



▲ Figure 7 : Variations de la température moyenne depuis 2400 ans

### 3.5. Température des mers à l'ère secondaire

Cette proportion isotopique permet de déterminer la température des mers à l'époque secondaire où vivaient les ammonites et les coraux. La précision est de l'ordre du 0,2°C ! L'examen des foraminifères est très à la mode actuellement. Ces êtres simples sont très anciens. Leurs carapaces calcifiées forment des gisements importants. L'analyse du delta de O18 du carbonate qu'ils ont formé indique la température dans les ères géologiques très anciennes.

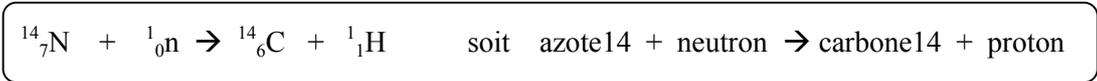


▲ Figure 8 : Variations de la température moyenne du globe depuis le Cambrien

#### ■ 4. Les isotopes chronomètres

*On utilise la disparition inéluctable des isotopes radioactifs au cours du temps !*

##### 4.1. La datation au carbone 14



Dans la haute atmosphère (plus de 20 km), le bombardement par les neutrons solaires réalise une transmutation : ce carbone 14 radioactif, redevient azote  $^{14}_7\text{N}$  par radioactivité  $\beta^-$ . Sa demi-vie est de 5730 ans. En 11460 ans il n'en reste plus que le ¼. En 23000 il n'en reste plus que le 1/16.

Il est produit de façon à peu près constante et son oxydation naturelle donne du  $\text{CO}_2$ . Finalement il est présent dans toutes les espèces vivantes découlant de la photosynthèse où on trouve un C14 pour mille milliards de C12 ! Quand l'être vivant meurt, le C14 n'est plus renouvelé par l'alimentation ou par la photosynthèse. Le stock de cet élément radioactif décroît alors inexorablement de façon exponentielle.

On prélève donc un échantillon carboné le moins pollué possible et on fait une mesure de sa radioactivité résiduelle que l'on compare à un échantillon standard vivant de même masse. Mais la mesure est imprécise vu la faiblesse de la radioactivité et la rareté du C14. Maintenant on utilise la spectrographie de masse qui a besoin d'échantillons de 1 mg seulement !

Cette analyse est très utilisée en paléontologie et permet de dater jusqu'à -35000 ans environ. Ainsi le tissu du suaire de Turin date de 1250 et n'a donc jamais touché le corps du Christ !

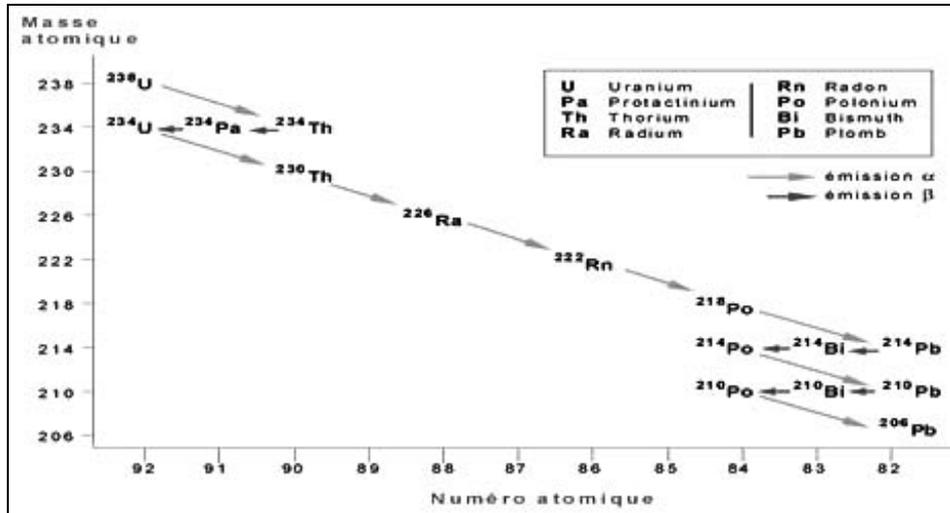
##### 4.2. Datation par l'Uranium/Thorium

On utilise la radioactivité alpha pour dater les coraux fossiles. L'uranium  $^{234}_{92}\text{U}$  évolue vers le thorium  $^{230}_{90}\text{Th}$  avec une période de 250 000 ans. Le premier est très rare (1% des isotopes de l'uranium) mais il est soluble dans l'eau de mer. Le second est beaucoup plus rare encore dans la nature mais il est strictement insoluble. Le thorium  $^{230}_{90}\text{Th}$  dans des fossiles provient donc exclusivement de cette réaction. Le dosage de ces deux isotopes permet de dater ces dépôts et cela jusqu'à 10 millions d'années.

### 4.3. Age de la Terre

L'âge de la Terre peut être calculé grâce aux isotopes du Plomb. Les 4 isotopes stables du plomb sont : Pb 204 1,4% ; Pb 206 24,1 % ; Pb 207 22,1% ; Pb 208 52,4%.

Le premier isotope est d'origine et constant tandis que les trois derniers proviennent respectivement de la dégradation radioactive de l'uranium U 238, de l'actinium Ac 227 et du thorium Th 232.



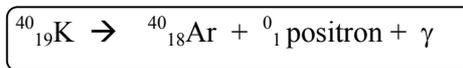
▲ Figure 9 : radioactivité de U 238 jusqu'au Pb 206

On cherche dans les cristaux de zircon (ZrSiO<sub>4</sub>) contenant des traces d'uranium, les ratios entre chacun des trois derniers isotopes du Pb et le Pb 204. On arrive ainsi à déterminer l'âge de l'échantillon de roche que l'on veut dater. Pour les roches les plus représentatives de la Terre (ou de la Lune) les trois calculs aboutissent toujours à la même date : 4550 +/-50 Ma. Avec d'autres méthodes (entropie, isotopes légers...), les astrophysiciens ajoutent seulement 100 millions d'années de plus à notre soleil !

### 4.4. Datation par Potassium /Argon

Le potassium, présente plusieurs isotopes : deux stables <sup>39</sup><sub>19</sub>K et <sup>41</sup><sub>19</sub>K et un instable : <sup>40</sup><sub>19</sub>K dont la demi-vie est 1,28 milliards d'années (1,28. 10<sup>9</sup>). Vu son abondance dans la planète, la désintégration de ce dernier contribue grandement à la chaleur de l'intérieur de la Terre !

La décomposition radioactive suit la réaction bêta + :



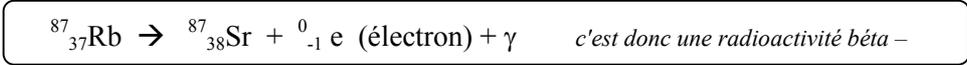
La détection des isotopes ne peut plus se faire à l'aide du spectrographe de masse puisque avant et après la réaction, la masse est la même. Il faut donc faire une séparation chimique dans l'échantillon. Heureusement l'argon est un gaz totalement inerte et donc sans réactivité chimique.

Tout le problème est de disposer d'échantillon non délavé ( K<sup>+</sup> est soluble) et totalement étanche pour garder le gaz Argon à l'état de gaz occlus dans le système cristallin. Dans un magma pâteux, l'argon produit peut s'échapper tandis que dans un cristal stable il reste prisonnier !

On va donc appliquer cette méthode à des roches spécifiques : biotite, muscovite et feldspaths. Cette datation convient bien aux roches métamorphiques et aux roches volcaniques. Elle permet une datation précise des évènements géologiques depuis la formation de la Terre.

### 4.5. Datation par Rubidium /Strontium

Le rubidium possède un isotope stable :  $^{85}_{37}\text{Rb}$  72,2 % et un isotope radioactif  $^{87}_{37}\text{Rb}$  27,8 % dont la demi-vie est de 50 milliards d'années ! Il reste donc encore les 9/10 du stock initial ! Ce dernier isotope se décompose en strontium selon la réaction :



Là encore, la spectrographie de masse est inutilisable puisque "père et fils" ont même masse. On a donc recours à une séparation chimique délicate puis à une chromatographie ionique.

Pour que la méthode soit valable, il faut que les échantillons analysés aient cristallisé avec la présence initiale des deux isotopes Sr 86 et de Sr 87 et que la roche soit restée "close" sans perte ni apport.

Dans un magma liquide le rapport Sr87/Sr86 est constant car il est homogénéisé par les courants du magma. Après cristallisation, le strontium 87 actuel est la somme du Sr87 initial augmenté du Sr87 provenant de la désintégration du rubidium. Les calculs effectués sur les quantités de ces isotopes, permettent de trouver la date de la "fixation" géologique de l'échantillon et donc l'âge de la roche ! Cette analyse est délicate et elle est l'une des plus récemment mises au point.

#### Méthode de datation au rubidium / strontium utilisant plusieurs échantillons, indiquée par Mme Danielle Briot de l'Université de Clermont-Ferrand:

Les échantillons permettent de mesurer les populations N de Rb, et Sr actuels.

On établit deux rapports :  $X := ^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$  et  $Y = ^{87}\text{Rb} / ^{86}\text{Sr}$

En reportant les différents résultats sur un graphique on observe qu'ils se répartissent sur une droite selon la fonction  $Y = a X + b$ .

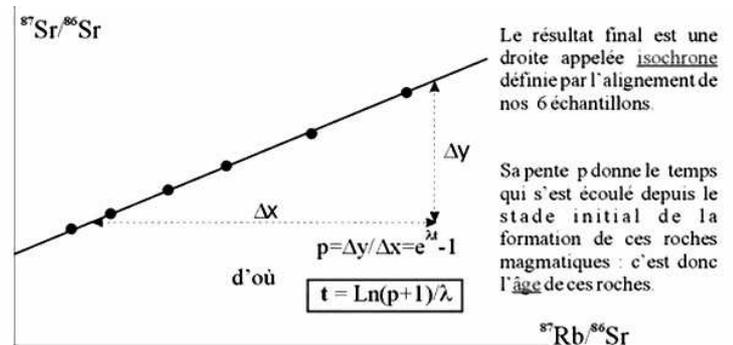
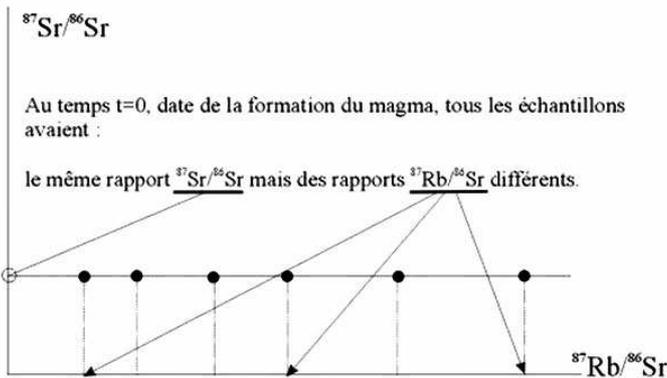
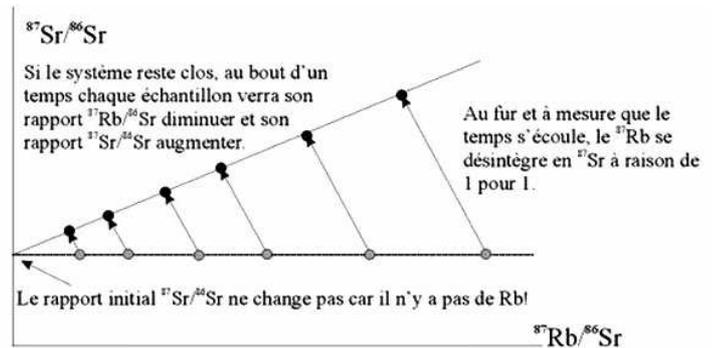
Le coefficient directeur de la droite est donné par  $a = e^{\lambda t} - 1$

Où  $\lambda$  est la constante radioactive telle que :

$$\lambda t = \text{Log}_N (a + 1)$$

Pour le couple ( $^{87}\text{Rb} / ^{87}\text{Sr}$ ), la demi-vie T vaut environ 49 milliards d'années d'où  $\lambda = 1,42 \cdot 10^{-11} / \text{an}$

La valeur de "a" est lue sur le graphique,  $\lambda$  étant connu, on en déduit donc l'âge t de l'échantillon.



Pour conclure, les techniques de détection et d'analyse de certains isotopes toujours plus précises permettent de répondre à des questions dont on n'imaginait même pas la réponse autrefois !

## Léon Pervinquière

### Evocation de sa vie et de son œuvre par Gaston GODARD et Jean-Marc VIAUD

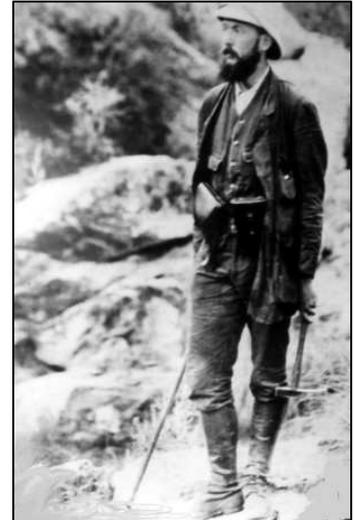
Notes de Rémi ANFRAY

Gaston Godard et Jean-Marc Viaud nous recevaient à la maison des Sciences de Réaumur pour évoquer la vie et l'œuvre d'un autre géologue vendéen, Léon Pervinquière à travers leur ouvrage très documenté et abondamment illustré.

Nous avons aussi suivi l'histoire de sa famille qui fut étroitement mêlée aux remous de la révolution et des guerres de Vendée.

Mathieu-Joseph-Séverin Pervinquière, son bisaïeul, fut député des Etats Généraux en 1789 et signataire du Serment du Jeu de Paume. Pendant ces années tragiques son courage, sa modération et ses différends avec Hoche lui valurent d'être à la fois mis en péril par les Vendéens et les Révolutionnaires. Le sang froid de sa femme lui sauva la vie. La mère de Séverin est une demoiselle Cochon de Lapparent dont la famille a fondé une dynastie de prestigieux géologues qui perdure aujourd'hui encore.

Léon Pervinquière naquit le 14 août 1873 à La Roche sur Yon ,troisième enfant d'une famille de six, le 11 mai 1913 il y décédait pendant les fêtes du centenaire de la fondation de la ville, il n'avait pas quarante ans.



Il fera ses études secondaires à La Rochelle, après l'obtention de ses deux baccalauréats es lettres et es sciences, il s'inscrit en 1891 à la Sorbonne en sciences naturelles, il est brillamment reçu à sa licence de sciences naturelles en 1893. Albert de Lapparent, fameux professeur de géologie à l'Institut catholique, son cousin, le parraine à la Société géologique de France et sera son mentor. Il a l'occasion, profitant du temps libre de son service militaire, de se pencher sur l'origine des buttes coquillières de Saint Michel en L'Herm ; il tient pour l'origine naturelle. (L'origine artificielle ne fait plus aucun doute aujourd'hui).

C'est à la Tunisie centrale qu'il consacrera sa thèse et l'essentiel de ses travaux. Emile Haug, un de nos grands géologues, encadre ses travaux, il est connu pour ses travaux sur les Ammonites et les Alpes. Il généralise la notion de géosynclinal qui sera développée par Jean Aubouin et finalement réinterprétée dans la théorie de la dérive des continents. En Tunisie il explore 18 000 km<sup>2</sup>. Ses travaux précisent la limite Crétacé-Tertiaire qui marque la disparition des ammonites et des dinosaures. Il fait la connaissance de Philippe Thomas le découvreur de gisements de phosphates tunisiens. Léon Pervinquière utilise la photo pour illustrer ses travaux.

Le manoir des sciences présentait une collection d'objets personnels, dont entre autres, son marteau de géologue, l'appareil photo, une boussole « Topochaix ». (j'ai utilisé le même modèle).

A la Sorbonne il poursuit ses activités de recherche et prend part aux activités de la Société géologique de France. Il entame aussi une fructueuse carrière de vulgarisation scientifique. Il fut un des rares européens à visiter Ghadamès à l'occasion d'une mission aux marches de l'empire pour y délimiter les frontières avec le voisin ottoman. C'est au cours de cette mission qu'il contractera la maladie qui l'emportera deux ans plus tard.

Après le traditionnel pique-nique, nous nous rendons au manoir familial de la Baudonnière à Sainte Radegonde-la-Vineuse où notre hôte, monsieur Poirier-Coutansais, nous ouvre chaleureusement les portes de la demeure familiale tout habitée encore des souvenirs de Séverin Pervinquière. La propriété bâtie sur les grès et calcaires du Jurassique inférieur, domine le massif ancien. Léon aimait à y chasser.

A Fontenay le Comte nous retrouvons des souvenirs familiaux, l'hôtel Charlot-Pervinquière et la statue du général Belliard, beau frère de Séverin, compagnon de Bonaparte au pont d'Arcole et pendant la campagne d'Egypte.

A La Roche, nous irons sur la tombe de Léon Pervinquière. Ainsi s'achève cette journée où nous avons mis nos pas dans ceux de Léon Pervinquière.

Le dernier numéro de la revue *Géochroniques* rendait hommage au travail de nos deux auteurs qui organisèrent et animèrent cette belle journée du 14 octobre.

*A lire absolument : « De la Vendée au Sahara » L'aventure tunisienne du géologue Léon Pervinrière (1873-1913) par Gaston Godard et Jean-Marc Viaud.*

*Rémi ANFRAY*



▲ Domaine familial de la Baudonnière – Ste Radégonde -la -Vineuse



▲ Mr Gaston Godard et Mr Patrice Coutansais Pervinrière à la Baudonnière



▲ Exposition d'objets ayant appartenu à Léon Pervinrière exposés à Réaumur



▲ Dédicace du livre « Léon Pervinrière » par Mr Gaston Godard

## Exposition

### « Il y a 50 millions d'années, le fleuve Yprésis traversait la Vendée »

Cette exposition a été présentée durant 6 ans par l'Association Vendéenne de Géologie, grâce à un petit groupe de bénévoles.

*Huit expositions* ont eu lieu en Vendée, Deux-Sèvres et Loire-Atlantique : *300 journées d'exposition et 18 journées d'animation* auprès des scolaires.

Quatre sorties sur le terrain se sont déroulées à St Fulgent, Montaigu, Faye-l'Abbesse, St Philbert-de Grandlieu. Le nombre des participants a atteint 100 personnes à Faye-l'Abbesse. Des conférences présentées par Gaston Godard ont eu lieu à St Fulgent, Montaigu, Faye-l'Abbesse, St Jean de Monts.

Le nombre des visiteurs a été très important (entre 1500-2000) à St Fulgent, Montaigu. Il faut mentionner le grand intérêt des scolaires (écoles primaires, collèges et lycées). La participation des scolaires à Montaigu a atteint un record inégalé, jusqu'à présent

#### Expositions de 2003 à 2007

- **St Fulgent** : Salle de la Communauté de Communes du Canton, du 1<sup>er</sup> février au 31 mars 2003.
- **Montaigu** : Maison des Associations Parc des Rochettes du 8 janvier au 10 février 2004
- **St Philbert de Grand Lieu** : Salle du Chauffoir de l'Abbatiale du 1<sup>er</sup> au 28 mars 2004
- **Thouars** : Centre d'Interprétation Géologique du Thouarsais du 1<sup>er</sup> avril au 30 juin 2004
- **Faye-l'Abbesse** : Salle municipale du 10 au 20 octobre 2005 (Fête de la Science)
- **St Jean-de-Monts** du 26 mars au 3 avril 2006 (Exposcience)
- **Réaumur** : manoir des Sciences de Réaumur, du 25 juin au 30 septembre 2006
- **St Hilaire-de-Loulay** Espace culturel « L'Yprésis » du 10 octobre au 5 novembre 2007

La commune de St Hilaire de Loulay a appelé son nouvel espace culturel « L'YPRESIS ». Un texte sur la façade explique l'origine du nom donné à cette salle.



La commune de St Hilaire de Loulay avait émis de souhait de récupérer la grande « photo satellite » présentant le tracé du fleuve et un grand panneau représentant le tracé des dépôts laissés par le fleuve.

En fait, la Conservation des Musées et le Département ont donné l'intégralité de l'exposition et les structures métalliques de l'exposition.

*L'Association Vendéenne de Géologie regrette de n'avoir eu l'occasion d'aucune concertation préalable à cette décision.*

*Louis Arrivé*



*Les affleurements de Bois de Céné*

*la relève ...*

