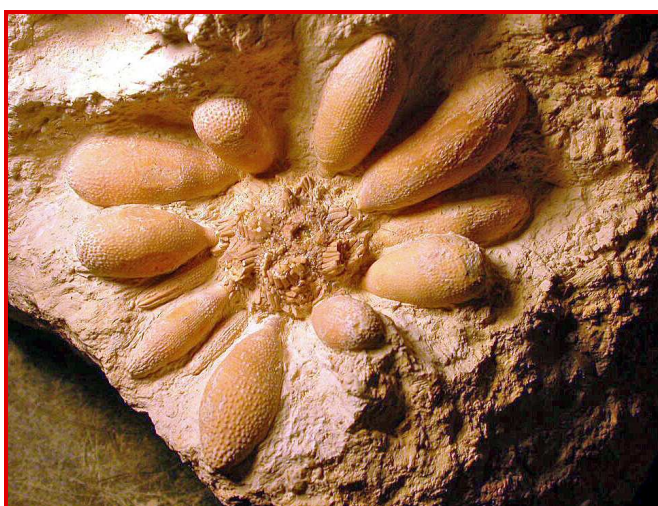


# ASSOCIATION VENDÉENNE DE GÉOLOGIE

## Bulletin annuel



2008



## **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
• L'inventaire n°4 des minéraux de la côte vendéenne.	<i>J. Chauvet</i> 4 - 5
• Photos des minéraux de l'inventaire n°4 – Collections de J. Giraudeau et A. Duret.	<i>J. Chauvet</i> <i>D. Loizeau</i> 7 - 14
• Excursion en Pays Charentais.	<i>J. Chauvet</i> 15 - 23
• Excursion : Sur les traces du cratère météoritique de Rochechouart.	<i>C. Köning</i> 24 - 37
• Le projet de création d'un port de plaisance à Brétignolles.	<i>C. Leau</i> 38 - 50
• Excursion : La série métamorphique de Sauveterre - Les Sables d'Olonne - 1 <sup>ère</sup> partie.	<i>J. Chauvet</i> 51 - 60
• 2008 : Année internationale de la Planète Terre.	<i>L. Arrivé</i> 61 - 64
• Liste des adhérents	65
• Danièle Kersélon nous a quittés	<i>L. Arrivé</i> 66
• Aquarelle : Dans une carrière, à l'est de l'astrolème de Rochechouart	<i>N. Arrivé</i> 67

*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** : Louis ARRIVE

**Président d'honneur** : Jacques DAVIGO

**Vice-président** : Jean CHAUVET

**Secrétaire** : Céline LÉAU

**Trésorière** : Claire KÖNIG

**Conseiller scientifique** : Gaston GODARD

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

**Membres** : Alain DURET  
Joseph GIRAUDEAU  
Dominique LOIZEAU  
Christian MAHU  
Jacques REY  
Michel ROUET  
Jean-Pierre TORTUYAUX.

■ PUBLICATION DU BULLETIN 2008

**Responsable de la publication** : CHAUVET Jean

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

ARRIVE Louis  
ARRIVE Nicole  
CHAUVET Jean  
CHAUVET Catherine  
DURET Alain  
GIRAUDEAU Joseph  
KÖNING Claire  
LÉAU Céline  
LOIZEAU Dominique

**Illustration et mise en page** : CHAUVET Jean

\* Publication : Mars 2009 \*

## Editorial

Depuis 2005, plus de cent minéraux et associations de minéraux prélevés en Vendée ont été présentés en photos, le plus souvent avec un agrandissement de détails des minéraux les plus représentatifs. Tous ces minéraux proviennent des collections des membres de notre association, certains ont été prélevés dans des carrières définitivement fermées. Ils sont les témoins d'évènements géologiques qui se sont déroulés depuis 600 millions d'années. La première série fait l'inventaire des minéraux de la carrière de Mervent - la Jolletière: calcite, barytine pyrite chalcopyrite...La seconde série décrit les minéraux de la côte vendéenne: quartz de Cayola, de la plage de la Mine, tourmaline, biotite, apatite, disthène... Les troisième et quatrième séries continuent l'inventaire des minéraux de la côte et du Bocage.

Merci à Jean Chauvet et Dominique Loizeau, d'avoir entrepris ce travail photographique et de présentation des clichés de manière très professionnelle. Merci aux collectionneurs de présenter les plus belles pièces vendéennes de leur collection. Cet ensemble constitue un véritable patrimoine ayant vocation à être protégé et conservé.

*Tous les bulletins ont été déposés aux archives départementales (dépôt légal d'un périodique). Ce patrimoine culturel et documentaire sera mis à la disposition du public à titre gratuit.*

Les sorties se sont étalées d'avril à septembre. Le 27 avril 2008, visite du Muséum de la Rochelle totalement rénové. Outre les collections des naturalistes, un ensemble exceptionnel de collections d'art primitif qui ne dépareraient pas le musée des Arts Premiers du Quai Branly. L'après-midi, excursion à la Pointe du Chay sous la conduite d'un spécialiste, Laurent Rigollet. Ce complexe récifal est un véritable musée paléoécologique. Notre guide nous a commenté les dernières découvertes réalisées sur ce site. Le 8 juin 2008, sortie en Charente sur le site de la météorite Rochechouart- Chassenon. En matinée, visite guidée du musée ouvert spécialement pour l'association et l'après-midi excursion avec un guide sur les différents sites et observation des impactites. Les adhérents qui avaient déjà visité cet ensemble en 1999, ont apprécié cette nouvelle excursion, sur cet impact de météorite qui s'étend sur 200 km<sup>2</sup>, il y a 200 millions d'années.

Le 15 juin 2008, sortie à Brétignolles-sur-Mer pour étudier les conséquences du projet du port de plaisance qui devrait s'étendre sur 10 ha à la Normandelière au sud du Marais Girard. Nous étions accompagnés des membres du Groupe Vendéen d'études Préhistoriques et guidés par quelques membres de l'association « la Vigie ». Nous avons pu nous rendre compte de l'importance de ce projet et des répercussions qu'il va engendrer sur une des plus célèbres séries géologiques du littoral vendéen. Le 28 septembre 2008, nous avons repris nos activités avec une sortie à Sauveterre, pour observer et comprendre cette célèbre série métamorphique qui affleure presque en continu jusqu'aux Sables d'Olonne. L'intérêt porté à cette série, les riches explications de notre guide, ne nous ont pas permis de parcourir la série complète. A l'unanimité, les participants ont souhaité terminer cette excursion en 2009.

La présence toujours aussi nombreuse au banquet annuel (Luçon en 2008) et à l'Assemblée générale montre la vitalité de notre association et la forte amitié qui s'est tissée au fil des ans, gage d'une longue vie et d'un avenir enrichissant pour tous.

*Louis Arrivé*

## Inventaire n°4 des Minéraux vendéens

Après trois inventaires consacrés aux minéraux du littoral vendéen, l'inventaire n°4 présente une sélection de minéraux récoltés dans des sites de la Vendée « intérieure » :

- Aizenay : Quartz ;
- Bazoges-en-Paillé : Quartz
- Bazoges-en-Pareds : Calcite, Marcassite ;
- Challans : Aragonite et Ambre ;
- Chantonnay - Pont-Charron : Calcite et Gœthite ;
- Le Bernard : Fluorine
- Les Brouzils : Stibine ;
- Les Clouzeaux : Quartz, Orthose ;
- Le Danger : Marcassite, calcite et pyrite ;
- Le Fenouiller : Pyrite ;
- Montaigu : Pyrite, Pyroxène, Quartz ;
- Mortagne : Pechblende ;
- Moutiers-les-Mauxfaits - le Pont-Rouge: Quartz ;
- Sainte-Hermine : Marcassite.

► **Ambre** (ou ambre jaune) : Résine fossile des conifères, translucide, jaune, brune ou rouge clair, en grains ou nodules (contenant parfois des fossiles, en particulier des insectes bien conservés).

► **Aragonite** :  $\text{CaCO}_3$ , du système orthorhombique, en petits prismes ou plus souvent en aiguilles et fibres, effervescente, métastable à température ordinaire et se transformant donc en général en calcite. Par contre, cette forme est stable à haute pression dans des roches métamorphiques. (à jadéite et glaucophane p. ex.).

► **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  $120^\circ$ ); 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.

► **Fluorine** (ou fluorite) : Fluorure de calcium,  $\text{CaF}_2$ , du syst. cubique; elle se présente en cristaux en cubes simples ou maclés, constituant des masses clivables, certaines faces montrant des stries, figurant des pyramides quadrangulaires surbaissées; l'éclat est vitreux un peu gras, et les colorations variées (jaune, vert, violet, bleu, noir) liées à des inclusions radioactives (U), ou de terres rares, ou de matières carbonées. Il y a souvent une double coloration, verte par réflexion et bleue par transparence. On la trouve également en masses concrétionnées formées de couches à contours dentelés, diversement colorées. Elle est présente dans des roches magmatiques alcalines (granites, syénites, syénites néphéliniques et pegmatites correspondantes), et dans des filons avec barytine, blende, galène, calcite, quartz. C'est le minerai du fluor.

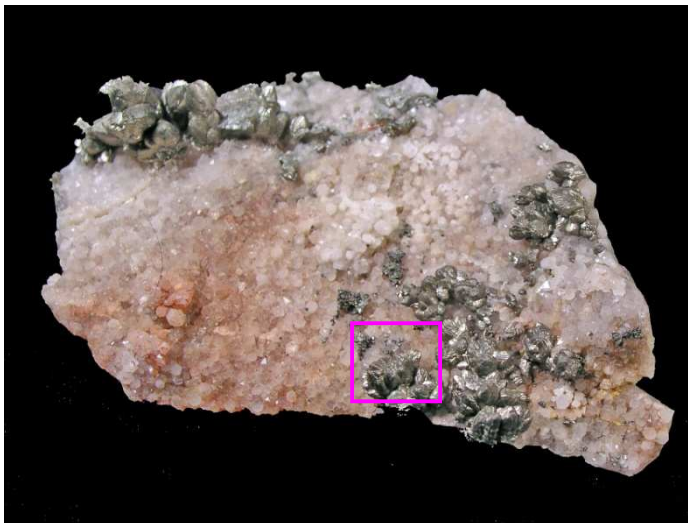
► **Marcassite** (ou marcasite) (Syn. pyrite blanche) : Sulfure  $\text{FeS}_2$ , du syst. orthorhombique, en prismes allongés à macles répétées (cristaux d'aspect dentelé : pyrite crêtée; cristaux groupés par 5), à cassure inégale, jaune avec tendance au gris ou au verdâtre. On la trouve dans des veines métallifères (souvent associée à la pyrite), ou dans des sédiments (ex. craie) et souvent en boules rayonnées à surface brune (limonite par altération)

► **Orthose** : feldspath potassique, du système monoclinique. L'orthose pur (orthoclase) est de formule  $\text{K} [\text{Si}_3\text{AlO}_8]$ . Il est fréquemment maclé Carlsbad. C'est un minéral très commun des granites, des granodiorites, des pegmatites. Il se présente souvent en grands cristaux (plusieurs centimètres dans des granites, dits alors à « dents de cheval »).

- **Pechblende** : Principal minéral d'uranium et de radium, composé surtout d'uranite  $UO_2$  et d'autres oxydes (ex.  $UO_3$ ), en masses compactes plus ou moins concrétionnées, à éclat de poix, noir velouté, de forte densité. On la trouve dans des pegmatites granitiques, et dans des filons hydrothermaux..
- **Pyrite** : Sulfure de fer,  $FeS_2$  (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 (goëthite). 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).
- **Pyroxène** : Inosilicate en chaîne simple, ferromagnésien avec, en proportions variables, Ca et Na, du système orthorhombique (orthopyroxène) ou monoclinique (Clinopyroxène). C'est une famille complexe de minéraux, en prismes plus ou moins allongés, à sections rectangulaires à angles tronqués montrant en général deux clivages presque orthogonaux, rarement fibreux, à couleur noire à éclat métallique, parfois verte, violacée, grise; ils peuvent être maclés et zonés. La classification, complexe, est liée aux systèmes cristallins, et aux variations progressives des compositions chimiques. Les pyroxènes sont des minéraux essentiels des roches magmatiques et métamorphiques.
- **Quartz** : 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.
- **Stibine** : Sulfure  $Sb_2S_3$ , du système orthorhombique, en prismes allongés et aiguilles à pointe pyramidale, à clivages faciles, à faces striées, à éclat métallique, gris acier à gris de plomb bleuâtre. Ce minéral a une faible dureté, et sa fusion est facile (il fond à la bougie avec une flamme bleu verdâtre). C'est le principal minéral d'antimoine; il constitue surtout des filons, liés à des roches magmatiques acides, à gangue quartzreuse, et est associé à d'autres minerais (blende, mispickel, cinabre).



**1. FLUORINE**  
(7 X 4 cm). – Le Bernard  
*Collection J.GIRAUDEAU - Photo J.Chauvet, D.Loizeau*



**2. MARCASSITE SUR QUARTZ**  
(19 X 5,5 cm). – Le Danger  
*Collection J.GIRAUDEAU - Photo J.Chauvet, D.Loizeau*



**3. CALCITE ET GOETHITE**  
(20 X 10 cm). – Pont-Charon - Chantonay  
*Collection J.GIRAUDEAU - Photo J.Chauvet, D.Loizeau*





**4. MARCASSITE MAMMELONNEE**  
(8X 7 cm). – Le Danger  
*Collection J.GIRAUDEAU - Photo J.Chauvet, D.Loizeau*



**5. MARCASSITE et SIDERITE sur QUARTZ**  
(5X 7 cm). – Le Danger  
*Collection J.GIRAUDEAU - Photo J.Chauvet, D.Loizeau*



**6. PYRITE**  
(Cristal de 1,8 cm X 1,9 cm). – Le Fenouiller  
*Collection J.GIRAUDEAU - Photo J.Chauvet, D.Loizeau*



**7. MARCASSITE, PYRITE et PYROXENE**  
(12X 8 cm). – Montaigu  
*Collection A.DURET - Photo J.Chauvet, D.Loizeau*



**8. PYROXENE**  
(9X 4 cm). – Montaigu  
*Collection A.DURET - Photo J.Chauvet, D.Loizeau*

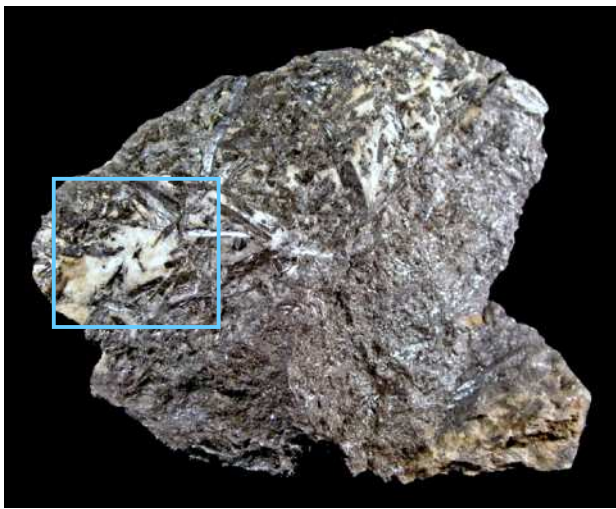


**9. MARCASSITE**  
(6,5 cm X 5 cm). – Sainte Hermine  
*Collection J.GIRAUDEAU - Photo J.Chauvet, D.Loizeau*



**10. Gerbe de STIBINE**  
(16X 12 cm). – Les Brouzils  
*Collection A.DURET - Photo J.Chauvet, D.Loizeau*





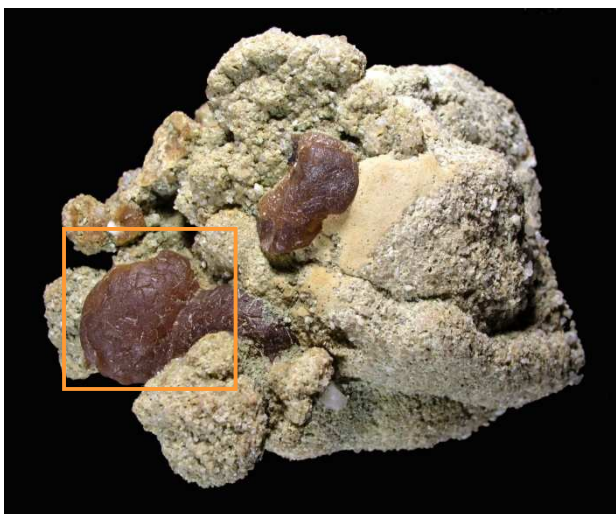
**11. STIBINE dans du QUARTZ**  
(40 cm X 18 cm). – Les Brouzils  
*Collection A.DURET - Photo J.Chauvet, D.Loizeau*



**12. BOX WORK de PECHBLENDE avec zones d'oxydation**  
(40 cm X 18 cm). – Mortagne  
*Collection A.DURET - Photo J.Chauvet, D.Loizeau*



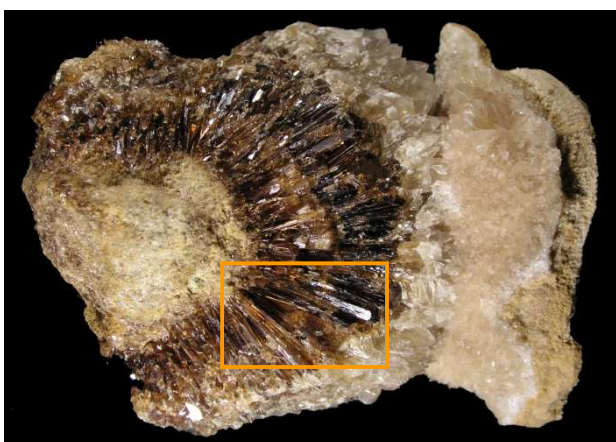
**13. AMBRE avec inclusion de bois**  
(11 cm X 7 cm). – Challans  
*Collection A.DURET - Photo J.Chauvet, D.Loizeau*



**14. ARAGONITE sur Grès**  
(10 cm X 10 cm). – Challans  
*Collection A.DURET - Photo J.Chauvet, D.Loizeau*



**15. ARAGONITE en diadème**  
(18 cm X 10 cm). – Challans  
*Collection J.GIRAUDEAU - Photo J.Chauvet, D.Loizeau*



**16. ARAGONITE BRUNE avec terminaisons de couleur miel**  
(20 cm X 16 cm). – Challans  
*Collection A.DURET - Photo J.Chauvet, D.Loizeau*



**17. Géode d'ARAGONITE de couleur miel**  
(16 cm X 10 cm). – Challans  
*Collection A.DURET - Photo J.Chauvet, D.Loizeau*



**18. QUARTZ**  
(4,5 cm) – Les Clouzeaux  
Collection J.GIRAudeau  
Photo J.Chauvet, D.Loizeau



**19. QUARTZ FUME**  
(7,5 cm X 4 cm). – les Clouzeaux  
Collection J.GIRAudeau - Photo J.Chauvet,



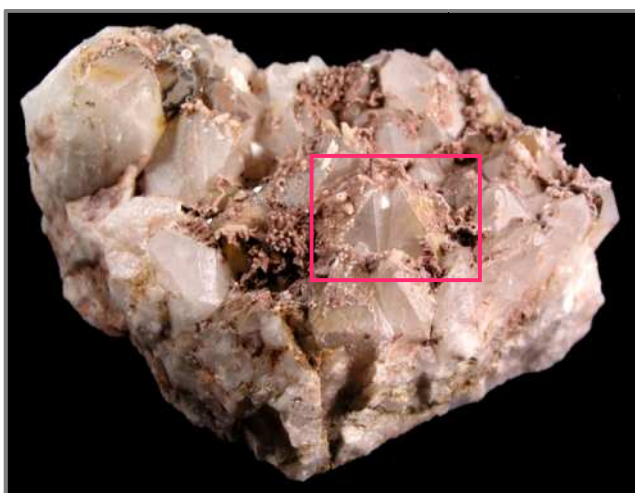
**20. ORTHOSE**  
(7 cm X 4 cm). – les Clouzeaux  
Collection J.GIRAudeau - Photo J.Chauvet,



**21. QUARTZ FANTÔME**  
(10 cm X 7 cm). – Le Pont-rouge - Moutiers-les-Mauxfaits  
Collection J.GIRAudeau - Photo J.Chauvet, D.Loizeau



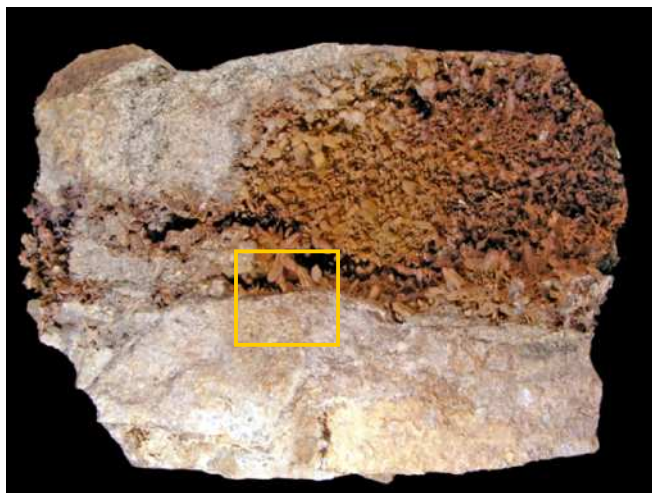
**22. QUARTZ BIDETERMINE FLOTTANT**  
(4 cm X 3 cm). – Le Pont-rouge  
Col. J.GIRAudeau - Photo J.C, D.L



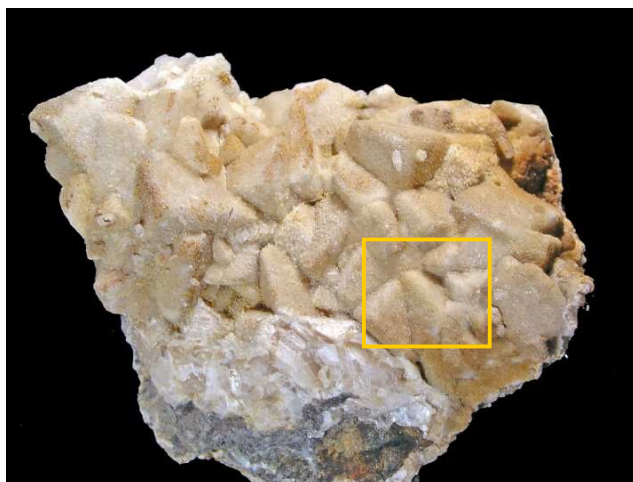
**23. QUARTZ AVEC 2<sup>ème</sup> GENERATION DE QUARTZ (Pseudomorphose de calcite)**  
(11 cm X 10 cm). – Le Pont-rouge - Moutiers-les-Mauxfaits  
Collection J.GIRAudeau - Photo J.Chauvet, D.Loizeau



**24. QUARTZ avec 2<sup>ème</sup> génération de petits quartz bruns**  
(12 cm x 7 cm) – Le Pont-rouge – Moutiers-les-Mauxfaits  
*Collection J.GIRAUDEAU - Photo J.Chauvet, D.Loizeau*



**25. QUARTZ sur granite**  
(Echantillon de 40 cm- bouquets de cristaux de 15 mm) – Aizenay  
*Collection A.DURET - Photo J.Chauvet, D.Loizeau*



**26. CALCITE**  
(Echantillon de 40 cm x 11 cm) – Pont-Charrault  
*Collection A.DURET - Photo J.Chauvet, D.Loizeau*



**27. CALCITE**  
(22 cm x 18 cm) – Bazoges-en-pareds  
*Collection A.DURET - Photo J.Chauvet, D.Loizeau*



**28. CRISTAUX DE QUARTZ**  
(7 à 12 cm) – Aizenay  
*Collection A.DURET - Photo J.Chauvet, D.Loizeau*



**29. CRISTAUX DE QUARTZ**  
(7 à 12 cm) – Aizenay  
*Collection A.DURET - Photo J.Chauvet, D.Loizeau*

**30. QUARTZ bidéterminé avec terminaison composite**  
(2,7 cm) – Les Moutiers les Mauxfaits  
*Collection A.DURET - Photo J.Chauvet, D.Loizeau*

## Excursion en Pays Charentais

### Le Museum de la Rochelle - La Pointe du Chay

Dimanche 27 avril 2008

#### ■ Le Museum de la Rochelle

Le Muséum est un établissement tricentenaire, il a fallu 10 ans de travaux pour restaurer et agrandir ce vieux bâtiment, réaménager le Jardin des Plantes et la bibliothèque scientifique, rénover le bâtiment Lafaille qui recèle un « cabinet de curiosité » au mobilier d'origine. L'espace d'exposition a doublé, offrant aujourd'hui 2000 m<sup>2</sup> de découvertes et de richesses, entre espace moderne restauré ou conservé à l'identique. Les visiteurs peuvent désormais découvrir les collections d'histoire naturelle, considérées au 19<sup>ème</sup> siècle comme un ensemble de « curiosités de la nature ».

Plus de 100 000 précieux témoins du patrimoine culturel sont rassemblés autour de quatre thématiques : zoologie, botanique, géologie, ethnographie - archéologie. Le Muséum a réouvert ses portes le 27 octobre 2007.

- **Le Sous-sol : Naissance du Littoral :**

Il présente une collection importante de fossiles des mers du Paléozoïque (Primaire) et une collection des fossiles, témoins des rivages disparus.

Il existe aussi une collection de cristaux et minéraux, les travaux n'étaient pas terminés, l'éclairage était nettement insuffisant pour lire et apprécier ces collections. La visite du sous-sol a été décevante !

- **Le Rez-de-chaussée: le Territoire littoral**

Il présente la formation des marais littoraux du Marais Poitevin. Ce dernier est formé par une vaste plaine qui occupe l'ancien golfe marin appelé parfois *le golfe des Pictons et l'anse de l'Aiguillon* opposant les marais mouillés inondables et les marais desséchés complètement endigués constituant les polders. Ces marais littoraux ont été façonnés par l'Homme : Nalliers, Chaillé-les-marais, Brouage.

De nombreuses photos présentent la flore de cet ensemble en fonction de la salinité : *Salicornes, Spartine, Puccinelle, Aster, Soude maritime, Obione, Tamaris...*

Des oiseaux naturalisés, « seigneurs des marais » montrent la richesse de la faune de ces milieux.

Oiseaux des marais: *Bernache, Spatule, Bécasseau variable, Pluvier argenté, Courlis cendré, Avocette*

Oiseaux limicoles : *Barge, Bécasseau sanderling, Gravelot, Echasse blanche, Chevalier gambette.*

Le marais est aussi un *territoire menacé*: pendant de nombreuses années, les endiguements très géométriques sont utilisés pour justifier une expansion territoriale permettant la conquête de terres consacrées à une agriculture moderne. Cependant à l'heure actuelle, une prise de conscience de la valeur biologique, culturelle des vasières littorales se manifeste dans certains pays, démontrant le rôle de ces espaces amphibies dans le maintien de la productivité des eaux côtières.

- **Le cabinet Lafaille**

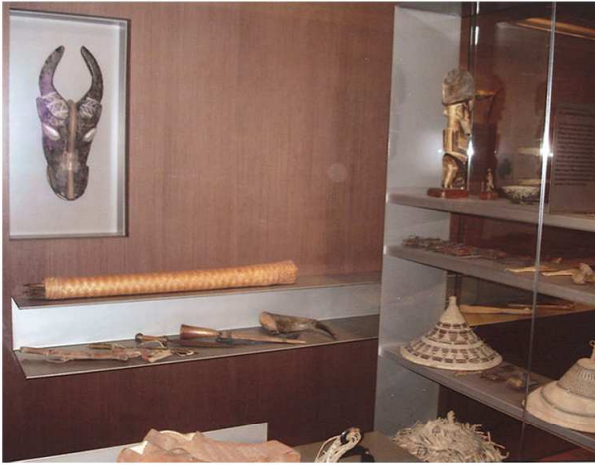
En 1770, Clément Lafaille lègue son « cabinet de curiosité » à l'Académie Royale de la Rochelle. Cet ensemble de vitrines à panneaux sculptés, de mobiliers rares et de collections présentées à l'ancienne, est le seul cabinet naturaliste du XVIII<sup>ème</sup> siècle conservé actuellement en France. Depuis son origine, il s'est développé grâce à de nombreux dons dans tous les domaines : zoologie, botanique, paléontologie.



### Le muséum de la Rochelle - Galerie de zoologie



### Le muséum de la Rochelle - Salles d'ethnographies



- **Le 1<sup>er</sup> Etage : Sciences et collections**

La Galerie de Zoologie: c'est un ensemble de vitrines représentant toutes les collections d'animaux du Muséum de la Rochelle, la première salle présente : poissons, crustacés, mollusques, tortues, phoques. Une seconde salle présente : oiseaux, mammifères, lion, panthère, ours, guépard, tigre...

Dans l'escalier accédant au premier étage, on observe la *Girafe de Buffon* donnée par le pacha d'Egypte à Charles X. Elle a vécu 17 ans à la ménagerie du Muséum.

La troisième salle est réservée *au cabinet des dessins naturalistes* : dès le XVIII<sup>e</sup> siècle, les études du patrimoine régional sont accompagnées de dessins exécutés le plus souvent sur le terrain

*Les voyageurs naturalistes charentais* : Dès le XIV<sup>e</sup> siècle, les naturalistes partent à la découverte du nouveau monde : Cartier, Colomb, Magellan.

Au XVIII<sup>e</sup> - XIX<sup>e</sup> siècle : Louis-Marie de Bougainville voyage autour du monde sur le « La Pérouse ». Nicolas Baudin (Ile de Ré) met le cap sur l'Australie, René Promevère Lesson, médecin de la marine, voyage autour du monde ; il fonde la Société des Sciences Naturelles de la Charente maritime.

- **Le 2<sup>ème</sup> étage :**

**Salle Etienne Loppé:** conservateur du Muséum de la Rochelle de 1919 - 1954, grand voyageur, il traite l'Homme d'un point de vue biologique et culturel. Dès 1921 il réalise 14 salles naturalistes, préhistoriques et ethnographiques. Il rassemble des collections des explorateurs, missionnaires, militaires, diplomates, de l'Océanie, Colombie, Amazonie, Côte d'Ivoire (Gustave Moreau) Papouasie (père Bachelier)

**Salles d'ethnographie :**

Les étapes du regard occidental : les premiers ethnologues veulent ériger l'observation de l'« autre » en science.

Histoire de la préhistoire et protohistoire africaine, les étapes du regard occidental.

Une salle est consacrée aux figurines humaines le plus souvent en argile et dont la signification est souvent non élucidée.

La métallurgie africaine, au Niger XV<sup>e</sup> siècle avant J.C., en Tunisie V<sup>e</sup> siècle avant J.C.

Les tatouages, les protections symboliques, parures conférant un statut social, les objets de l'autorité, en particulier les bâtons de commandement...

Les totems, tissages et vannerie, les boucliers...

**Transcendance de la condition humaine : instruments de musique et costumes de danse.**

Les ethnomusicologues classent les instruments en quatre catégories visibles en vitrines :

- les cordophones : instruments à cordes vibrantes ;
- les membranophones instruments à membranes ;
- les idiophones instruments à percussion sans membrane ;
- les aérophones, instruments à vent

- **Le 3<sup>ème</sup> étage :**

Au delà du sacré, l'universel : les grands totems, masques et appliques.

Certaines sociétés croient à des échanges permanents entre les mondes naturel et surnaturel. Tous ces objets sont considérés comme l'expression d'un sacré parfois difficiles à cerner.

*Louis Arrivé*

## ■ La presqu'île du Chay - Guide : Laurent Rigollet

Les falaises de la presqu'île du Chay (Angoulins- Charente Maritime) exposent un complexe récifal fossile qui constitue un véritable musée paléocéologique.

### • Le contexte géologique

Deux grandes transgressions se sont développées dans la région durant l'ère secondaire, au Jurassique puis au Crétacé supérieur.

### Les grandes phases de la sédimentation Jurassique :

**Au début du Jurassique (Lias) :** retour progressif de la mer sur la surface post hercynienne nivelée, durant le *Lias inférieur* se déposent des sédiments terrigènes (grès grossiers) et des calcaires en dalles jaunes « calcaires nankins ». Au *Lias moyen et supérieur* il s'installe un régime sédimentaire transgressif (calcaire gréseux) , un dépôt d'argiles et de marnes bleu-gris riches en Ammonites (Toarciens) et un banc de calcaire argileux à *Gryphaea beaumonti*.

**Au Jurassique moyen :** *Bajocien, Bathonien*: installation d'un régime marin franc; 95 m de calcaires fins à silex, avec des Ammonites très diversifiées et 25 m de calcaires oolithiques.

**Au Jurassique supérieur :** *Kimméridgien inférieur* : Installation d'un milieu moins profond propice à un environnement périrécifal puis franchement récifal :

### • La Presqu'île du Chay :

Il y a 145 millions d'années, des environnements océaniques peu profonds se développent sur toute la bordure nord Aquitaine. De hauts fonds coralliens localisés respectivement dans l'Angoumois et la région rochelaise étaient alors reliés par un arc d'îlots récifaux. Au sud de La Rochelle, les falaises de la presqu'île du Chay présentent une coupe remarquable de ces récifs coralliens fossiles.

#### - Premier épisode récifal :

Sur quelques mètres de calcaires fins argileux apparaissent les premiers récifs coralliens, les *biohermes* Ces structures sont construites par des organismes marins (*coraux, spongiaires, lamellibranches*) qui prennent des formes lenticulaires: *biohermes* ou des bancs stratifiés: les *biostromes* Ces constructions isolées : les « **patch reefs** » sont opposées aux récifs barrières, constructions linéaires.

Les coraux exigent des conditions écologiques très particulières : une eau peu profonde , - 40 m maximum., oxygénée, claire et chaude ( 18 à 34°C ). Ils contiennent des *algues symbiotiques et photosynthétiques* qui jouent un rôle important dans la production du carbonate de calcium.

Il n' y a jamais eu de barrière récifale proprement dite sur une grande épaisseur, biohermes et biostromes sont dispersés sur les hauts-fonds. L'image que l'on peut se faire de ces formations doit ressembler à celle que montre **le Grand Banc des Bahamas**: un plateau sous-marin carbonaté, recouvert de quelques mètres d'eau dans lesquels vont croître de petits massifs de coraux avec un taux d'oxygénation élevé.

A la pointe du Chay, les premiers biohermes sont de taille modeste. Puis, le phénomène récifal s'intensifie et engendre des *biohermes volumineux* formés par des polypiers rameux du genre *Calamophylliopsis*. Des encroûtements calcaires d'origine microbactérienne (Trombolites) forment des masses disposées à la semelle des récifs. Ils assurent une cimentation des colonies de polypiers. Une couche riche en *Térébratules* et un hard-ground avec des huîtres plates achève ce premier épisode.

#### - Deuxième épisode récifal :

Cet épisode débute par une assise métrique de calcaires argileux et de marnes, présentant un développement restreint et localisé de récifs coralliens. Ensuite on observe une couche calcaire riche en Térébratules, Mollusques et Echinodermes.

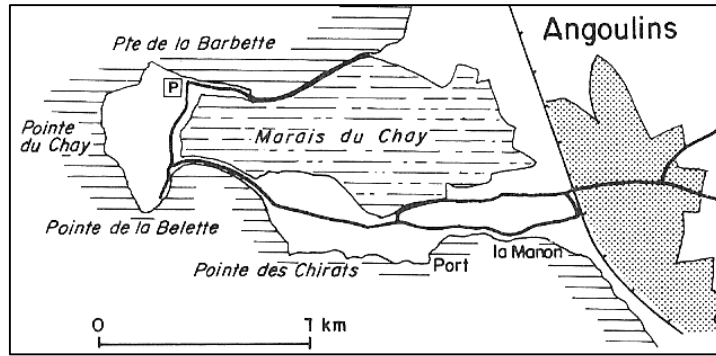
Un hard-ground couvert localement d'huîtres met fin au faciès à Térébratules et s'accompagne de la disparition temporaire de la faune corallienne.

Une assise argileuse succède au hard-ground puis une puissante formation de Marnes et calcaires à Trichites riches en Ostréidés. Le niveau supérieur, constitué par des alternances marno-calcaires, montre à sa base des ripple-marks et au sommet un triple banc repère sur lequel s'appuient les biohermes du second épisode.

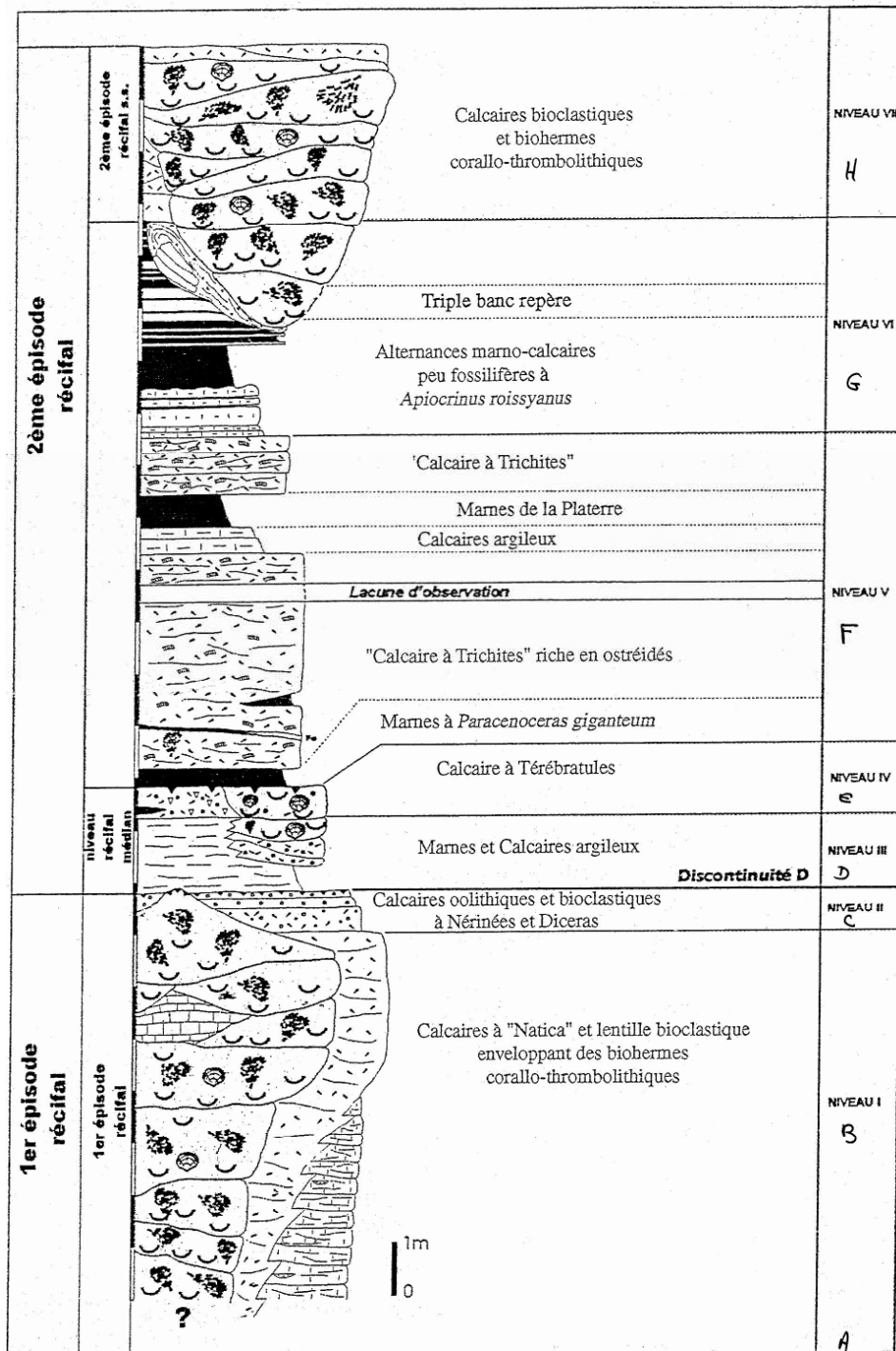
Les biohermes très développés sont enveloppés dans un calcaire bioclastique à stratifications irrégulières. Ce faciès est caractérisé par des Echinidés et des Crinoïdes (*Cidaris*, *Acrocidaris*, *Pseudocidaris*, *Millericrinus*, *Apiocrinus*) ainsi que d'abondantes *Nanogyra nana*.

Le second épisode récifal doit son extinction à un envasement et une augmentation de la profondeur. La sédimentation se poursuit ensuite avec une quarantaine de mètres de calcaires fins à Nérinées.

*Louis Arrivé*



▲ Situation de la Pointe du Chay



▲ Colonne stratigraphique des 2 épisodes récifaux



▲ Explications de Laurent Rigollet sur le 1<sup>er</sup> niveau de la série



▲ Trombolites : encroûtements calcaires d'origine microbactérienne



▲ Falaise et estran de la Pointe du Chay



▲ A la recherche de fossiles dans les calcaires et les marnes



▲ Térébratules dans un niveau récifal médian



▲ Polypiers à l'échelle millimétrique



▲ Laurent Rigollet présente quelques oursins fossiles de sa collection



▲ *Pseudocidaris mammosa*



▲ *Pseudocidaris mammosa*

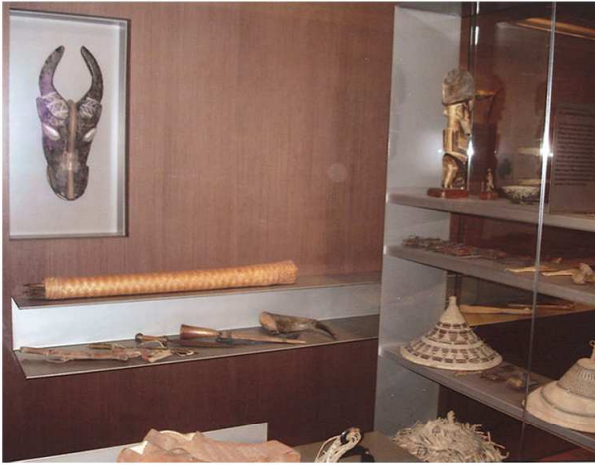
▲ *Pseudocidaris* partiellement dégagé de sa gangue calcaire



### Le muséum de la Rochelle - Galerie de zoologie



### Le muséum de la Rochelle - Salles d'ethnographies





▲ Explications de Laurent Rigollet sur le 1<sup>er</sup> niveau de la série



▲ Trombolites : encroûtements calcaires d'origine microbactérienne



▲ Falaise et estran de la Pointe du Chay



▲ A la recherche de fossiles dans les calcaires et les marnes



▲ Térébratules dans un niveau récifal médian



▲ Polypiers à l'échelle millimétrique



▲ Laurent Rigollet présente quelques oursins fossiles de sa collection



▲ *Pseudocidaris mammosa*



▲ *Pseudocidaris mammosa*



▲ *Pseudocidaris* partiellement dégagé de sa gangue calcaire

## Sur les traces du cratère météoritique de Rochechouart

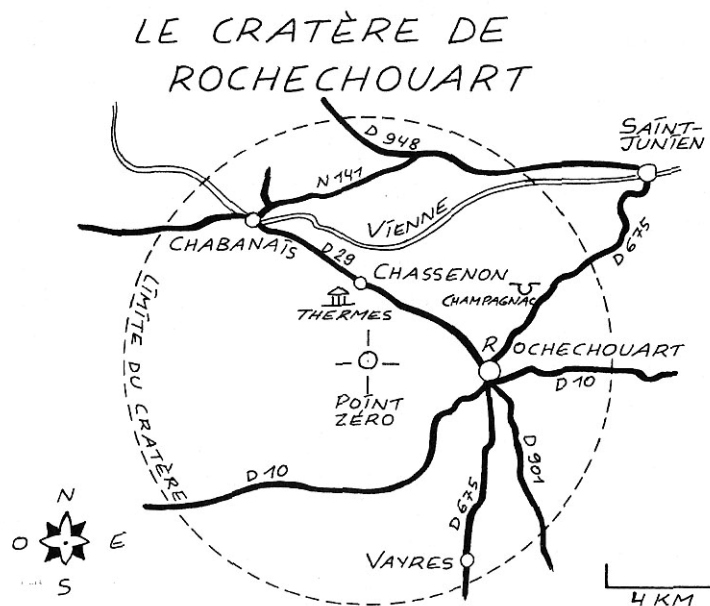
Dimanche 8 juin 2008

Un astéroïde d'un kilomètre et demi de diamètre percute la Terre à une vitesse de 20 kilomètres par seconde, au lieu-dit de La Judie, dans la commune de Pressignac en Charente. Il laisse un cratère de 21 kilomètres de diamètre, et effectue des ravages à 100 kilomètres à la ronde. Des éjectas retombent à 450 kilomètres de là. L'impact modifie les roches sur 5 kilomètres de profondeur.

Mais l'érosion a tout effacé. Seul le sous-sol conserve des roches fracturées, fondues, remuées, que l'on appelle des brèches, roches utilisées pour la construction des monuments, comme les thermes de Chassenon.

**Le 8 mai 1967, Jean Orcel lit à l'Académie des sciences de Paris une note de François Kraut** qui fait pour la première fois état d'une probable origine impactite et c'est en 1969, que Kraut géologue au MNHN fait état de l'existence du cratère d'impact dans la revue de la société Geologica Bavarica en Allemagne, ce qui met fin au mystère...

L'astroblobème de Rochechouart est la première structure d'impact terrestre à avoir été découverte uniquement par l'observation des effets du choc sur les roches.



### ■ 01. Les brèches de Rochechouart

#### Les brèches

Sous le terme brèches se trouvent groupées les roches du socle terrestre qui ont été modifiées par la puissance de l'impact. Il ne s'agit pas de fragments de météorite. Elles peuvent être autochtones ou allochtones.

Ces roches sont constituées d'un mélange hétérogène de fragments des roches du socle, liés par un ciment vitreux ou constitué de poussières compactées. La nature et la morphologie de ces brèches varient en fonction de la distance au centre de l'impact, de l'empilement des couches et de la nature du sous-sol. En règle générale, plus on se rapproche du centre, plus les brèches présentent un fort taux de fusion.

**1.1. Les brèches de type Babaudus** sont aussi appelées impactites polygéniques. Les fragments qu'elles contiennent sont constitués des roches du socle (gneiss et granite). Leur matrice, vitreuse, contient des vacuoles et les clastes présentent des dimensions variées. [■ 011 a - ■ 011 b]

**1.2. Les brèches jaunes de Babaudus**, en revanche, sont constituées de beaucoup de verre. Riches en potasse, elles contiennent plus de nickel que les roches du socle dont elles sont issues. Ce nickel provient de la météorite et l'enrichissement en potasse a probablement été causé par les phénomènes hydrothermaux qui ont suivi l'impact. On rencontre ces brèches au lieu de l'impact. Situées au cœur de l'astrolème ce sont elles qui ont subi **le plus grand degré de fusion** et le plus grand métamorphisme de choc dont les conditions seraient une  $P > 80$  GPa et une  $T$  de 3 - 4500°C. Il est ici impossible de déterminer la roche d'origine, on en trouve un exemple à la grange de la Chabauderie. [■ 011 c]

**1.3. Les brèches de type Chassenon** (suéville verte) contiennent des matières vitreuses de coloration verte caractéristique. Les plus gros fragments qui sont inclus dans ces brèches mesurent quelques centimètres. Le verre y forme des « gouttes » enrobant les clastes. On les retrouve au dessus des brèches de type Rochechouart ce qui permet de conclure qu'il s'agit des dernières retombées du panache de l'impact. Une carrière exploitait cette roche. Elles sont riches en oxyde de nickel qui leur donne la coloration verte. On en trouve de nombreux exemples dans les thermes de Chassenon (Cassinomagus). [■ 012 a ■ 012 b]

**1.4. Les brèches de type Montoume** (suéville rouge) sont localisées dans les collines de Montoume où quelques carrières exploitaient cette roche dure et colorée pour la construction des bâtiments du hameau. Elles recouvrent le socle ou les brèches de Rochechouart sont riches en verre (>25%). Les traînées fluidales peuvent mesurer plusieurs décimètres. La couleur rouge intense est due à une très forte teneur en fer, oxyde et hydroxyde, probablement issu de la météorite. Ces brèches contiennent parfois des masses noirâtres d'oxyde de manganèse, élément lui aussi en provenance de la météorite à moins que ce ne soit un effet de l'hydrothermalisme qui a suivi l'impact (?). Les clastes y sont entourés d'auroles de fusion. Les conditions de formation seraient 2000 - 2500°C pour la température rémanente après le passage de l'onde de choc. Montoume étant très excentré dans le cratère, la genèse de cette couche de brèches reste pour l'instant non élucidée. [■ 013]

**1.5. Les brèches de type Rochechouart** sont localisées dans un rayon de 5 à 8 km autour du centre du cratère. Elles sont constituées de fragments de roche du socle (gneiss, granite, quartz, leptynite). Les clastes ont des dimensions allant de quelques millimètres à un mètre de diamètre et sont liés entre eux par un ciment clastique, lui aussi, constitué de poussières fines issues du socle et compactées par la pression, la température et le temps. Elles ne contiennent pas de matière vitreuse. Le piton rocheux près du château de Rochechouart est constitué de ces brèches. Leur apparence ressemble au béton. Elles constituent la majeure partie des brèches de l'impact et de très nombreux bâtiments de la région sont construits avec ces pierres. Elles constituent aussi une preuve que le phénomène étudié n'est pas d'origine volcanique comme on le croyait... [■ 014] Ce fragment montre des fragments de gneiss, de granite, de quartz, et de leptynite liés entre eux par une matrice clastique, composée de poussières qui se sont solidifiées dans le temps.

## 1.6. Brèches hydrothermales

Très peu nombreuses ici, les brèches hydrothermales ne sont pas la conséquence directe de l'impact. Comme les brèches précédentes mettent plusieurs milliers d'années à se refroidir, l'eau infiltrée dans le sous-sol circule dans les roches, elle s'y enrichit en éléments minéraux qui se déposent ensuite dans les fissures par lesquelles l'eau passe.

## ■ 02. Le cratère météoritique

### 2.1. Données chiffrées

Date de découverte 8 mai 1967 par **François Kraut**

Âge estimé 214 Ma  $\pm$  8 Ma

Diamètre théorique 21-23 km

Profondeur théorique 700 m

Cratère transitoire à +2 secondes, estimation : 10 km de diamètre et 6 km profondeur soit 4 fois le diamètre du projectile

Energie libérée :  $87 \times 10^9$  t de TNT

Volume de roches transformées : 80 km<sup>3</sup>

Épaisseur estimée d'impactites : 100 m environ

Effets sur un diamètre de 400 à 1000 km

Aucun fragment de la météorite n'a subsisté : elle s'est complètement vaporisée sous la violence de l'impact.

Certaines roches terrestres ont été vaporisées, d'autres désagrégées ou projetées à plus de 400 kilomètres de là, d'autres enfin, en sous-sol, comprimées, fracturées ou choquées.

L'ensemble s'est recombiné, refroidi, et a formé ce que les géologues appellent les « brèches de Rochechouart » depuis le début du XIXe siècle.

Ces brèches sont les seules reliques de l'évènement encore visibles en surface. Leur nature varie selon leur proximité du centre de l'impact. Certaines sont constituées de roches vitrifiées dans lesquelles on trouve des inclusions gazeuses (Babaudus), leur apparence fait croire à une origine volcanique. D'autres contiennent des fragments de la roche du socle cristallin de la région, liés entre eux par une sorte de ciment dit « clastique ». Entre ces deux extrêmes, on trouve toute une variété de roches dont la composition est riche en fer et en nickel.

## 2.2. À quoi pouvait ressembler le cratère ?

### [☐ 021] Simulation d'un impact équivalent à celui de Rochechouart (Gareth Collins, 1999)

- **Son diamètre**

L'érosion a quasiment effacé toutes les traces de l'évènement. Il ne reste qu'une couche profonde d'une centaine de mètres de brèches : on peut se faire une idée du cratère par comparaison avec d'autres cratères mieux préservés. Officiellement, la « *Earth Impact Database* » attribue 23 kilomètres.

- **Sa forme**

Il est possible de se faire une idée de sa forme par analogie :

- **Le cratère de Ries (Allemagne, Ø 24 km, âge 15 Ma)**, très récent puisqu'il n'a que 15 millions d'années, permet de se faire une idée de la façon dont les éjectas et les tectites se sont dispersés à plus de 450 kilomètres de Ries.

- **Le cratère de Boltysh (Ukraine, Ø 24 km, âge 65 Ma)**, plus ancien formé sur un sous-sol proche de celui du Limousin : gneiss et granite, maintenant enfoui sous des dépôts sédimentaires qui l'ont préservé. Les études sismiques ont permis de comprendre son relief. (E.P. Gurov, H.P. Gurova, H. P. Boltysh *Astroblème: Impact Crater Pattern with a Central Uplift*, 1985, *Lunar and Planetary Science*, vol XVI, p 310-311)

- **Les étapes de la formation du cratère et définitions [☐ 022 a ☐ 22 b]**

**Etape 1 :** L'impact à  $t=0$ ,

**Etape 2 :** A  $t = +0.2$  sec pénétration dans le socle et libération de l'énergie cinétique. Sublimation de la météorite et onde de choc. Création du cratère transitoire.

**Etape 3 :** A  $t = +2$  sec se forme le nuage dû à l'explosion, un mélange de fragments de roches de toute taille et de vapeurs de météorite. La pression diminue fortement au centre après le choc et le centre se détend donc et forme un piton central. Le rempart se fractionne. C'est la fin de l'éjection de matériel.

**Etape 4 :** A  $t = +10$  min Retombées de toute nature. Effondrement du piton central et formation de la structure annulaire. Elargissement du cratère par glissement gravitaire du bord vers le centre ce qui entraîne un brassage des matériaux dans un contexte encore très chaud voire liquide. Puis, plus tard, stabilisation du cratère et prise d'assise.

Lorsque la météorite arrive au sol, elle y pénètre rapidement en se vaporisant sous l'énorme énergie de l'impact. Le sol se comporte comme une matière élastique – à sa mesure – et s'enfonce en se vaporisant et se fracturant. Au bout de quelques secondes, le trou parvient à sa dimension maximale, **c'est le cratère transitoire**.

Ensuite, le sol reprend sa place, c'est le **rebond**. Il ne reste à la fin qu'un **cratère final** ; dont la forme dépend du volume de sous-sol vaporisé et éjecté, de la compression résiduelle dans les roches, de la puissance du rebond, et des glissements de terrains et éboulements des parois et des retombées. Le cratère final mettra quelques mois à se stabiliser avant que l'érosion ne l'entame.

Aujourd'hui, la plupart des grands cratères ne sont visibles que sous leur forme érodée et l'on ne peut mesurer qu'un **cratère apparent** dont la forme est plus ou moins visible.

Lors du rebond, et quand la taille du cratère est suffisante, le centre se soulève plus que les alentours. Ce **soulèvement central** (central uplift) plus ou moins important peut remonter plus haut que le fond du cratère. Il se forme alors un **pic central** (central peak) plus ou moins prononcé.

Les cratères présentant un pic central sont appelés des **cratères complexes** (complex crater) en opposition aux **cratères simples** (simple crater) qui n'en possèdent pas. En pratique et sur Terre, les cratères dont le diamètre fait de moins de 3,2 km (ce qui correspond à un diamètre transitoire d'environ 2,6 kilomètres) sont simples, au delà, ils sont complexes.

La transition entre cratère simple et cratère complexe ne se fait pas brutalement. Entre le cratère simple en forme de bol et le cratère complexe avec pic central, on trouve le **cratère de transition** (transition crater) dont la forme ressemble à un bol à fond plat.

Dans les très gros impacts, le pic central peut s'élever au-delà de sa hauteur de stabilité et retomber à nouveau, créant de fait un **cratère à anneaux multiples** (multi-ring crater) qui est une forme de cratère complexe. Le pic central est remplacé par une structure annulaire centrale plus ou moins prononcée, l'**anneau central** (peak ring).

Lorsque la météorite est suffisamment grosse pour percer la croûte et provoquer des épanchements magmatiques, on parle de **bassin** (basin) et non plus de cratère.

#### • Après sa formation

Le cratère de Rochechouart a subi de profondes modifications :

- L'érosion commence tout de suite.

- Puis il a été recouvert par la mer jurassique de 160 à 70 Ma sous un climat tropical humide. Des sédiments se sont déposés sur 4 à 500 m d'épaisseur et ont formé une couverture qui l'a protégé.

- Au retrait de la mer, il y a 70 Ma, les sédiments ont été érodés par le réseau hydrographique sous un climat sec voire aride.

- L'océan Atlantique Nord est maintenant bien ouvert.

- Il y a 30 Ma env., la formation des Pyrénées et des Alpes a entraîné un soulèvement et un basculement du Massif central ainsi que des mouvements de compression. L'érosion a repris avec force, éliminant la couverture sédimentaire, puis a entaillé les impactites et le socle.

- Aujourd'hui, la morphologie du cratère a disparu, on parlera donc d'**astroblème**. Les brèches qui se trouvaient au fond du cratère ne subsistent que sur les plateaux sous forme de lambeaux, sur une ellipse de 12 km de grand axe sur 9,5 km de petit axe. C'est un exemple d'**inversion du relief**.

- Les seuls témoins actuels sont les roches modifiées par l'impact.

#### • Autres conséquences sur le sous-sol

- **Les failles afférentes au terrain** lui-même antérieures ou postérieures au cratère et à son évolution n'ont rien à voir avec le cratère lui-même.

- **Les failles listriques** dont nous avons vu des exemples à la carrière de Chassenac. Elles ont une orientation, grosso modo, parallèle à la «cuvette» du cratère et se forment après celui-ci pour stabiliser la structure partiellement ou totalement refroidie. Elles se trouvent sur les bords du cratère. [ ■ 022 a ]

- **Les failles et fissures du fond** du cratère se forment dans une direction perpendiculaire à la «cuvette» du cratère et en même temps ou presque puisqu'elles sont dues au choc lui-même, conséquence de la rigidité du sous-sol qui se fracture sous l'impact, c'est d'ailleurs dans cette zone qu'on trouvera les cônes de pression et les quartz choqués.

- **Les cataclases** : Elles traduisent l'effet du choc à une certaine distance de l'impact. Le sol a tremblé et en surface la roche affleurante s'est fissurée. Les fissures se sont développées d'une façon bien particulière en réseau décimétrique. La même structure se remarque dans les couches profondes, secouées par l'impact mais pas au point de former des cônes de percussion ou des quartz choqués. On rencontre aussi ce type de fissures dans les zones sismiques et volcaniques. Les cataclases peuvent être classées dans la catégorie des brèches monogéniques de dislocation.

- **Pseudotachylites** : Elles sont provoquées par la fusion des roches sous l'effet de la friction dans les failles générées par l'impact. La roche prend l'aspect d'une masse vitreuse le long de la faille. Les séismes et explosions volcaniques peuvent induire les mêmes désordres. Les pseudotachylites peuvent être classées dans la catégorie des brèches monogéniques de dislocation.



## ■ 04. L'astéroïde

Sources documentaires : Wikipédia - Nature, 12 mars 1998 – Le Monde, 4 avril 1998 – Science et Vie, juin 1998 – Science illustrée, septembre 1998

- Impacteur de nature ferreuse non magmatique (IIE)
- Diamètre 1500 m
- Vitesse 17 à 21 km/s
- Angle d'impact de 45 degrés
- Densité : 3,35
- Caractéristiques de la cible (au moment de l'impact): sous-sol cristallin (granite, gneiss, leptynite) de densité 2,75 .

### 4.1. Nature et composition

En 1976-1977, Janssens analyse la teneur en platine des brèches et conclut que la météorite était une sidérite donc une météorite de type ferreuse (IIA).

En 1980, Horn et El Goresy optent pour une météorite chondritique en analysant des micro-sphérules piégées dans des fissures au point de l'impact, nature confirmée en 2000 par Shukolyukov et Lugmair sur la base de la teneur en chrome.

En 2003, Tagle et Stöffler affinent les hypothèses et concluent en une météorite de type « ferreuse non magmatique » (IIE). Les travaux de Horn et El Goresy leur ont permis de conclure que la teneur (en masse) en métaux devait être de 73% de fer, 17% de chrome, 8% de nickel et 2% de cobalt.

Sachant que les chondrites sont en général constituées de 25% de fer, et en supposant que la masse volumique de la roche sans ses métaux est de 2 800 kg/m<sup>3</sup> (ce qui est la densité moyenne des roches anciennes de la croûte terrestre), on peut en déduire que la **densité de la météorite de Rochechouart était de l'ordre de 3,35**. Cette valeur est en accord avec les densités des fragments de chondrites que l'on trouve sur Terre ( $d = 3\,400 \pm 170 \text{ kg/m}^3$ ) et compatible avec la conclusion de Tagle et Stöffler.

### 4.2. Provenance

La nature de cette météorite donne une idée de sa provenance : la ceinture d'astéroïdes, située entre Mars et Jupiter qui contient de nombreux astéroïdes dont la masse totale ne dépasse pas 10% de la masse de Mars, mais dont les plus gros font quand même plus de 500 kilomètres de diamètre. Après avoir été décrochés de leur « salle d'attente » sous l'effet des mouvements de Jupiter, ils orbitent autour du Soleil et leur trajectoire peut croiser celle de la Terre. Leur vitesse d'impact est alors comprise entre 11 et 23 km/s.

### 4.3. Taille

La détermination de la taille de l'astéroïde est très aléatoire.

Pour les calculs, les données suivantes ont été retenues :

Nature de la météorite : monobloc ;

Densité : 3,35 ;

Vitesse : de 11 à 23 km/s ;

Angle d'impact : 45 ° ; terrain à l'impact : roche cristalline (granite, gneiss paradérivé et leptynites orthodérivées), densité moyenne de 2,75 ; diamètre du cratère final : 21 km.

À une vitesse d'impact moyenne de 17 km/s, le diamètre est compris entre 750 m et 2600 m, les deux théories les plus récentes retournent environ 1600 m. On peut donc raisonnablement conclure que **la météorite faisait environ 1,5 kilomètre de diamètre**.

### 4.4. Les conséquences de l'impact

Le module de calcul « Earth Impact Effects Program » permet d'évaluer les effets dévastateurs de l'impact. Toute vie a été annihilée en moins de 5 minutes dans un rayon de 100 kilomètres. Mais les effets sont restés globalement locaux

### 4.5. Datation de l'impact

En 1997, Spray et Kelley avec avec la méthode de radiochronologie K/Ar datent l'âge à 214 ± 8 Ma. Cette dernière méthode de datation, réputée la plus fiable, semble faire consensus. Elle situe l'impact à la fin du Trias.

À cette époque, le climat était chaud. La température moyenne était alors de 22°C alors qu'elle n'est que de 13°C aujourd'hui. La France se trouvait en partie immergée dans l'océan Téthys. Les Alpes et les Pyrénées n'existaient pas encore et ces dernières notamment, étaient le siège d'une intense activité volcanique. L'océan Atlantique commençait tout juste à s'ouvrir.

Le Limousin se trouvait hors d'eau et l'impact a eu lieu dans une région située en bordure de la côte. Selon la date précise à laquelle la météorite est tombée, la région de Rochechouart se trouvait dans l'eau ou sur terre... mais il semble que l'impact a eu lieu sur Terre car aucun débris marin ou sédimentaire n'a pu – à ce jour – être trouvé dans les brèches.

#### 4.6. Hypothèses non résolues

##### • Une météorite fragmentée ?

Selon P. Lambert en 1982, l'astroblème a une forme atypique:

- le cratère est très plat, les variations d'altitude étant de l'ordre de  $\pm 50$  mètres ;
- il n'y a pas de pic central notable ;
- les couches de brèches diverses ne se recouvrent pas selon l'empilement prévu par les théories ;
- on retrouve plusieurs zones ayant subi des efforts extrêmes, elles sont parfois éloignées les unes des autres et entourées de zones d'efforts moindres.

##### • On peut ajouter que :

À Babaudus, Chassenon, et Montoume, les brèches contiennent des teneurs en métaux radicalement différentes.

Ces indices militent en faveur de l'impact de plusieurs blocs de natures et tailles diverses tombant les uns à côté des autres, les cratères des uns recouvrant ceux des autres. Les études de Gault et Schutz en 1983-1985 montrent qu'un impact simultané d'objets dispersés provoque un cratère bien plus aplani que l'impact de la même masse en un seul bloc.

De plus, l'observation et l'analyse récente des astéroïdes qui se trouvent dans la ceinture d'astéroïdes entre Mars et Jupiter montre qu'effectivement la plupart des astéroïdes de plus de 400 à 500 mètres de diamètre sont constitués d'une agglomération de blocs de tailles et de natures variées, fruits des chocs entre eux depuis plus de 4,55 milliards d'années, âge du système solaire. Selon les travaux de Bottke et Durda en 2005, un astéroïde de la taille de celui de Rochechouart Chassenon aurait subi une collision avec un astéroïde de 500 mètres ou plus tous les 200 millions d'années, soit au minimum une vingtaine de collisions depuis la formation du système solaire, **ce qui renforce encore plus l'hypothèse d'une météorite hétérogène.**

##### • La catena Rochechouart-Manicouagan-Saint-Martin [☐ 041]

Après avoir daté l'impact de Rochechouart Chassenon à 214 millions d'années, Spray, Kelley et Rowley ont remarqué que d'autres impacts avaient eu lieu à la même époque (aux intervalles d'erreur près) :

- Manicouagan, Canada ( $214 \pm 1$  Ma,  $\varnothing$  100 km)
- Rochechouart-Chassenon ( $214 \pm 8$  Ma,  $\varnothing$  22 km)
- Saint-Martin, Canada ( $219 \pm 32$  Ma,  $\varnothing$  40 km)

En reportant ces impacts sur une carte représentant le globe terrestre à cette époque, ils ont constaté qu'ils se trouvaient alignés sur la même paléolatitudes de 22°8' dans l'hémisphère nord. Ils pourraient avoir été formés en même temps par la chute d'un ensemble d'astéroïdes, dont les blocs seraient tombés les uns derrière les autres en formant une chaîne, ou une catena, un peu comme les fragments de la comète Shoemaker-Levy 9 sur Jupiter en juillet 1994.

En 2006, Carporzen et Gilder effectuent une comparaison de la localisation du pôle Nord géomagnétique au moment des impacts de Manicouagan et de Rochechouart. Aux intervalles d'erreur près, les deux pôles sont superposés, ce qui renforce l'hypothèse de la simultanéité de ces deux impacts.

##### D'autres cratères seraient peut être liés à cette catena :

- Red-Wing, É.-U. ( $200 \pm 25$  Ma,  $\varnothing$  9 km)
- Obolon, Ukraine ( $215 \pm 25$  Ma,  $\varnothing$  15 km)
- Puchezh-Katunki, Tadjikistan ( $220 \pm 10$  Ma,  $\varnothing$  80 km)
- Kursk, Russie ( $250 \pm 80$  Ma,  $\varnothing$  6 km)
- Wells-Creek, É.-U. ( $200 \pm 100$  Ma,  $\varnothing$  14 km)

Toutefois, l'incertitude sur la datation des trois derniers listés permet de douter de leur participation dans la catena. En 1998, à la suite de cette datation, John Spray, Simon Kelley et David Rowley, reconstituant la paléogéographie de la Terre il y a 214 millions d'années, suggérèrent qu'un énorme astéroïde ait pu se briser en plus de cinq blocs rocheux tombant sur l'Europe et l'Amérique, à plusieurs milliers de kilomètres les uns des autres.

Et ça tombe encore ! Météorite du Lac Tagish en 2000 (Science 13 October 2000 - vol. 290)

## ■ 05. Les traces visibles sur le terrain

### 5.1. Pour se repérer

- **Géographie** : La région de Rochechouart-Chassenon est à cheval sur deux départements, la Haute-Vienne et la Charente. Située sur la bordure nord-ouest du Massif central, elle s'étend sur 200 km<sup>2</sup> environ. Elle est limitée approximativement par les vallées des rivières suivantes : au Nord par la Vienne, à l'Est par la Gorre, au Sud par la Tardoire, à l'Ouest par la Charente et traversée par la Graine du Sud-Est au Nord-Ouest. C'est une région mollement vallonnée s'inclinant doucement du Sud-Est vers le Nord-Ouest, où l'eau et la forêt sont omniprésentes.

- **Géologie** : La région de Rochechouart-Chassenon se situe sur le socle cristallin du Massif central, constitué d'une part de roches métamorphiques et d'autre part de diverses roches magmatiques, plutoniques et subvolcaniques. Ces roches se sont formées entre 450 à 280 millions d'années, acquérant leur aspect actuel lors de l'orogénèse hercynienne.

Les roches métamorphiques sont largement prédominantes. Elles sont représentées surtout par des gneiss variés avec des intercalations de lentilles d'amphibolites, de serpentinites et par quelques îlots de micaschistes. Certains gneiss ont subi localement une anatexie d'intensité variable.

Les roches plutoniques sont présentes en corps de taille diverse au sein des roches métamorphiques. Il s'agit principalement de granites, de granodiorites et de tonalites.

Ces diverses roches cristallines sont recoupées par des filons ou des petits corps de roches subvolcaniques (microgranites, lamprophyres) de leucogranites comprenant des pegmatites, et enfin de quartz.

Sur ce socle, des brèches d'un type particulier posèrent aux géologues une énigme pendant un siècle et demi. Ce sont des impactites, seules traces d'un astrobolène c'est-à-dire un cratère d'impact de météorite dont, ici, le relief a été complètement érodé.

Le niveau actuel du sol fluctue de quelques mètres ou dizaines de mètres de part et d'autre de la limite du fond du cratère. Cette situation permet d'en voir le fond, les impactites qui le tapissent et, entre les lambeaux d'impactites, le socle profondément disloqué par l'impact, avec dans les filons de roches à grains fins la présence de cônes de percussion.

Ainsi, tous les effets du métamorphisme de choc sont visibles et accessibles. C'est ce qui confère son caractère exceptionnel et unique au monde à l'astrobolène de Rochechouart-Chassenon.

- **Carte géologique simplifiée**, dessinée par Robert Née et Michel Sarrazin, d'après BRGM au 1/50 000 établie par Philippe Chèvremont et Jean-Pierre Floch. Les filons de microgranite n'ont pas été représentés sur cette carte. [■ 050]

### 5.2. Les roches du château [■ 051] :

1. Brèches polygéniques. 2. Brèches monogéniques de dislocation. 3. Base du cratère d'impact.

### 5.3. Les roches de l'église Saint Sauveur [■ 052 ■ 053.1 ■ 053.2] :

Les brèches réputées pour leurs couleurs et leurs textures possèdent des qualités de résistance au gel. Légères, riches en verre et en porosités, elles constituent un matériau calorifuge et se taillent avec facilité.

#### Quelques détails :

- **Colonne de l'église** : constituée par de la brèche de Chassenon. La pierre adjacente est de la brèche de Rochechouart.

- **A gauche du porche**, des pierres contenant des **auréoles de fusion**, apparaissent comme de la laque brunâtre tapissant le trou laissé par le claste. Ces auréoles indiquent que le claste a commencé à fondre en tombant dans le verre encore liquide et que cette fusion n'en concerne que la surface, le refroidissement ayant été trop rapide pour fondre tout le morceau.

#### - Pourquoi le verre de ces roches n'est-il pas brillant ?

Le temps, 210 Ma, a fait que le verre s'est «argilisé» et devient donc mat et opaque ressemblant en fait plus à du sable qu'à du verre, il faut une coupe microscopique pour voir que la cristallisation n'a pas eu lieu !

### 5.4 Cônes de percussion ou cônes de pression vus en ville [☐ 054 a ☐ 054 b ☐ 054 c ☐ 054 d]

Ils se forment dans les roches compactes et homogènes du sous-sol. C'est l'onde de choc qui provoque ces défauts dans la roche. Seuls les impacts météoritiques et les explosions nucléaires fournissent les conditions nécessaires à leur formation. La pointe du cône (où s'est appliquée la force) est dirigée vers le centre du cratère, et les grains de la roche et non ses atomes se réarrangent pour suivre les lignes de force, après la vibration due à l'onde de choc qui les a fait vibrer : il s'agit d'un **métamorphisme d'impact à l'état solide froid**, donc ces phénomènes ont lieu en profondeur. Les dimensions de ces cônes varient entre quelques centimètres et quelques mètres, ici 20 cm environ.

### 5.5. Quartz choqués [☐ 055 a ☐ 055 b]

Sous un certain éclairage et à fort grossissement (x 1000) les cristaux de quartz choqués présentent des stries micrométriques que l'on ne retrouve pas dans la nature. Elles sont la conséquence de l'onde de choc associée à une variation extrême de pression et de température : **le cristal impluse**. Les brèches polygéniques peuvent contenir ces quartz choqués, c'est le cas de l'échantillon de ce mur en brèche de Chassenon

Seuls les impacts météoritiques et les explosions nucléaires fournissent assez d'énergie et dans un temps assez bref pour induire de tels défauts dans la structure du quartz. Il faut, bien sûr, que la roche contienne du quartz, mais c'est un critère insuffisant, s'il est seul, pour affirmer qu'il s'agit d'un impact météoritique

### 5.6. La carrière de Champagnac [☐ 056 a ☐ 056 b ☐ 056 c ☐ 056 d]

Champagnac est un hameau de la commune de Rochechouart, situé au NE à 5 km environ à vol d'oiseau du point d'impact. Au niveau de la carrière, on peut observer **la forme du cratère d'impact**, la différence de nature des roches et des failles listriques.

Noter que dans cette carrière on voit d'autres failles qui ne sont pas liées au cratère mais qui procèdent des événements géologiques propres au Limousin et au Massif central.

#### Les failles listriques :

Une faille normale listrique est une faille d'extension concave en profondeur. Cela implique un affaissement de la partie centrale du cratère et sa contraction. La forme de ces failles est caractéristique : verticales ou presque à leur sommet elles s'incurvent à mesure que l'on s'enfonce dans le sol pour finir par être presque horizontales. Ces failles sont présentes sur une vingtaine de kilomètres autour du cratère de Rochechouart.

### 5.7. Carrière de Montoume

On est dans un hameau de Chéronnac. **Montoume constitue un pétrotype**. C'est une suévite rouge dont on ne voit pas le verre et qui est très contaminée par le fer qui n'est pas resté sous forme de vapeur très longtemps lors de l'impact.

Pour former cette roche : les morceaux de roches locales pulvérisés par l'impact sont retombés dans un verre chaud et liquide contaminé par le fer sidérolithique où ils ont commencé à fondre (auréoles de fusion visibles par endroits) mais le refroidissement brutal à l'échelle de la roche a tout figé.

Le front de taille mesure environ 8 m de haut ; ici on peut y voir des «orgues» de section carrée - fentes de retrait - à cause du refroidissement très rapide.

Cette carrière est aussi l'objet de prélèvement pour savoir si les champs magnétiques «fixés» dans la roche ont été modifiés par l'impact et/ou la chaleur de celui-ci...travaux en cours.

## ■ 06. Compléments

### La carte géologique

La carte géologique (n° 687) au 1/50 000 de Rochechouart et sa notice explicative de 172 pages, éditée en 1996 par le BRGM, montrent l'étendue actuelle des diverses brèches et roches fracturées par l'impact. Elle a été levée par Philippe Chèvremont et Jean Pierre Floch à partir d'un balayage systématique sur le terrain et de nombreuses études microscopiques en lames minces. **Le bureau d'Orléans du BRGM possède la plus importante collection d'échantillons macroscopiques et de lames minces sur l'impact.**

### L'espace Météorite Paul Pellas

**L'association Pierre de Lune** est en charge de la surveillance du patrimoine géologique de l'astroblème et de l'animation de l'Espace Météorite Paul Pellas à Rochechouart.

### Association Pierre de Lune

Espace Météorite Paul Pellas - 16, rue Jean Parvy - 87600 ROCHECHOUART

Téléphone : 05 55 03 02 70 ☐ e-mail : pierre-lune@wanadoo.fr ☐ web site : <http://www.espacemeteorite.com>

### La réserve nationale géologique

Le site est en cours de classement en réserve nationale géologique et a été classé European Geopark sous l'appellation Astroblème-Châtaigneraie limousine. Ces classements se traduisent en pratique par l'interdiction de tout prélèvement minéralogique sans autorisation préalable à obtenir auprès de la Délégation régionale à la recherche et à la technologie (DRRT) et de la Direction régionale de l'environnement (DIREN) du Limousin.

### Notes et références :

- Les météorites : Carnets d'histoire naturelle MNHN Bordas, 1996.
- Alain Carion : Les météorites et leurs impacts, Masson, 1997, Dunod, 2001.
- M.L. Texier-Olivier, Statistique générale de la France : département de la Haute-Vienne, imprim. Testu, Paris, 1808, p28-29. disponible sur Gallica .
- P. Lambert, Thèse de doctorat de 3e cycle en pétrographie : La structure d'impact de météorite géante de Rochechouart, soutenue le 28 juin 1974 à l'université Paris-Sud. (Uni Nantes).
- C.A. Trepmann, Quartz Microstructures in Rocks From the Rochechouart Impact Structure, France - High Stress -- Deformation and Subsequent Annealing, 2006, American Geophysical Union (Uni Nantes).
- K.A. Holsapple, R.M. Schmidt, On the scaling of crater dimensions II—Impact processes., 1982, Journal of Geophysical Research, vol 87 p 1849–1870. (Uni Nantes) .
- G.A. Wagner, D. Storzer, The age of the Rochechouart impact structure, 1975, Meteoritics, Vol. 10, p 503 (Uni. Nantes).

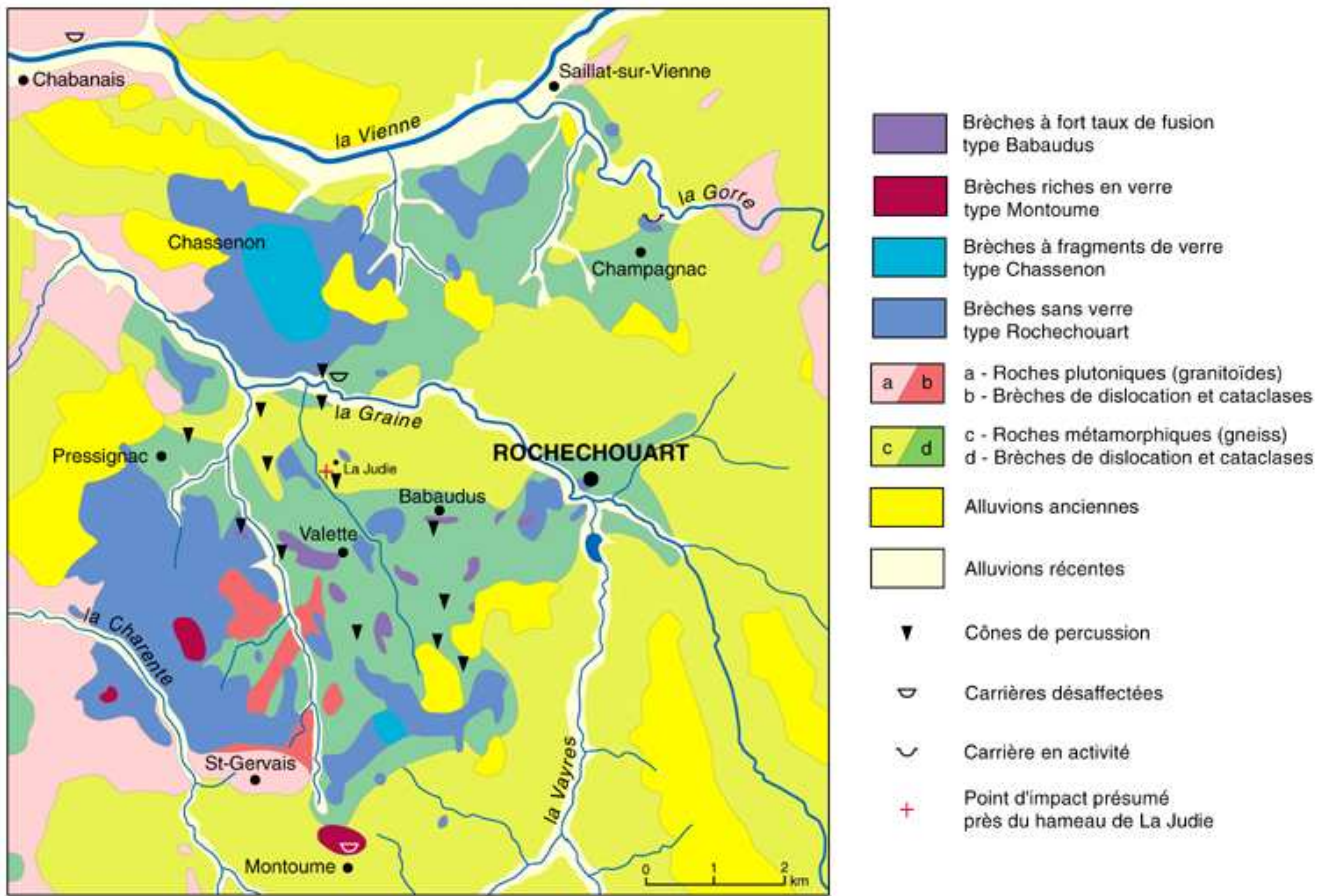
**Articles complémentaires sur wikipédia : Géologie du Limousin - Cratère d'impact - F. Kraut l'inventeur de l'astroblème**

### Sites relatifs à Rochechouart :

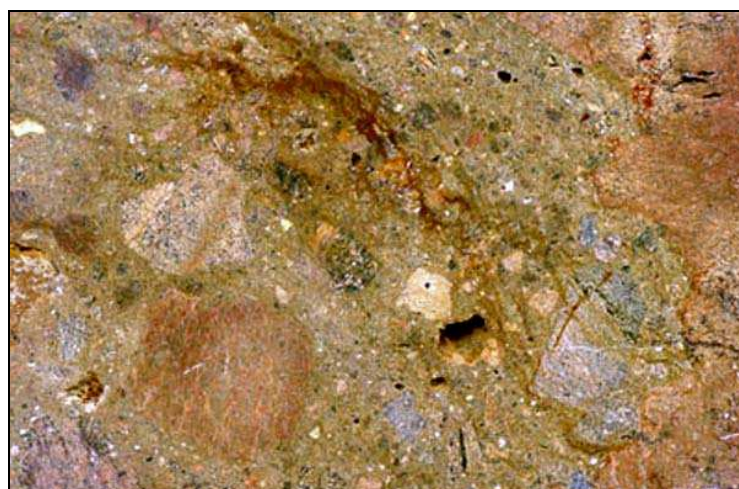
- Rochechouart, un site géologique exceptionnel, par Robert Née : très bien documenté
- Association Pierre de lune : elle gère le site géologique de l'astroblème
- Université de Poitiers : apports à l'étude d'un impact météoritique - l'astroblème de Rochechouart
- BRGM : Rochechouart : une catastrophe écologique au temps des dinosaures
- Ville de Rochechouart.

### Sites généralistes :

- Earth Impact Database ;
- Ciel et espace ;
- Société d'Astronomie de Nantes ;
- Geopolis ;
- MNHN.



▲ 050. Carte géologique de la région de Rochechouart



▲ 014. Brèche de type Rochechouart

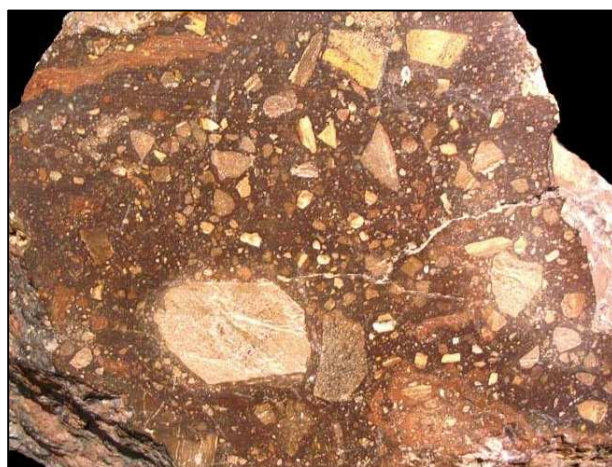
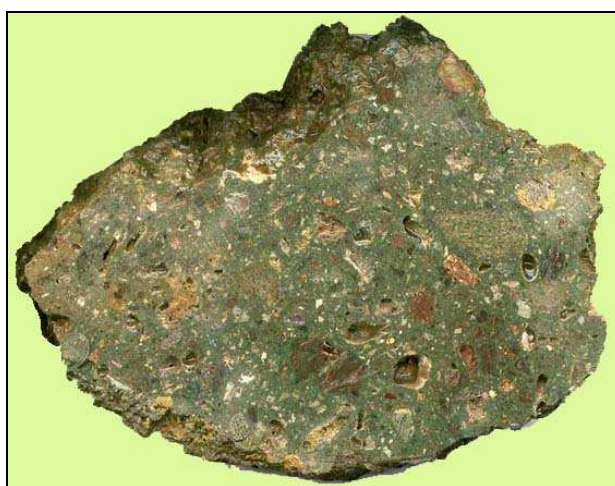
### Les brèches de Rochechouart



▲ 011 a. Brèche de type Babaudus



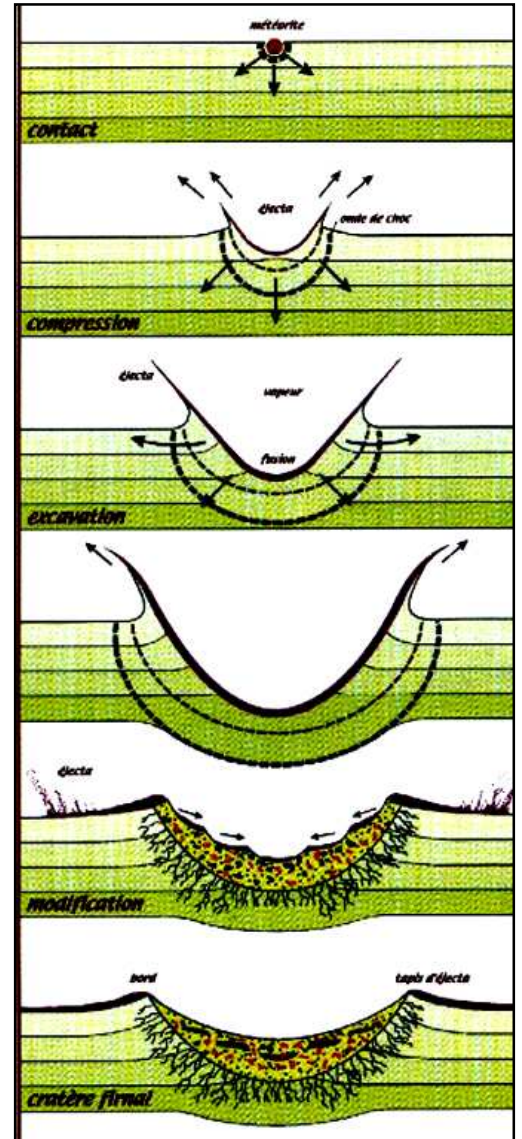
▲ 0 11b. Brèche de type Babaudus



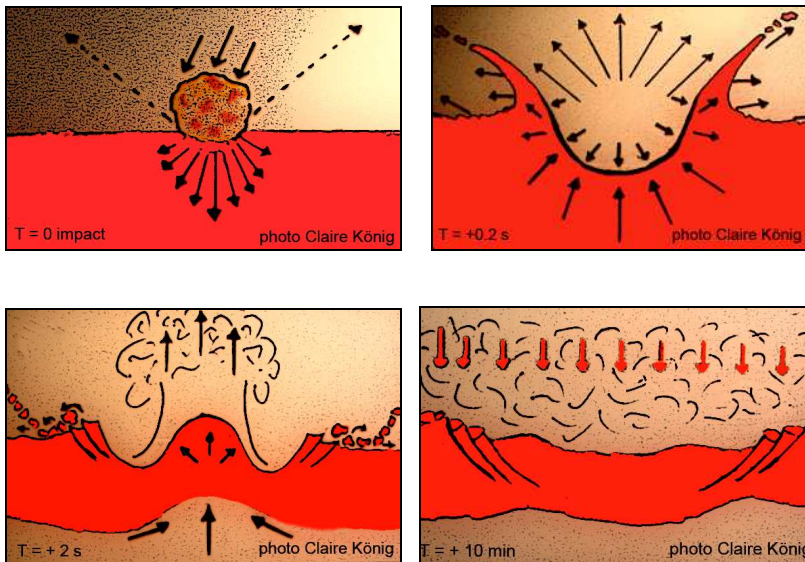
La formation du cratère



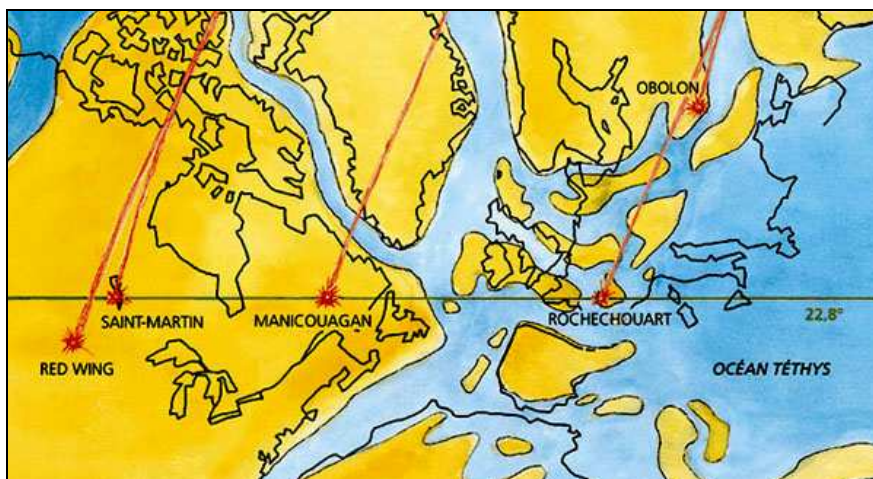
▲ 021. Simulation d'un impact équivalent à celui de Rochechouart



▲ 022 b .Etapes de la formation du cratère



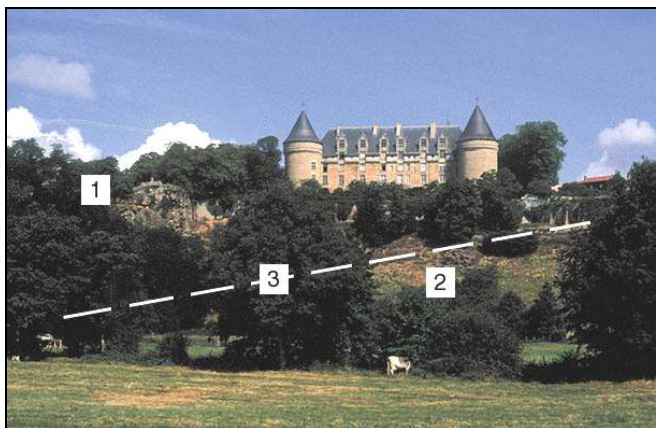
▲ 022 a .4 étapes de la formation du cratère (de l'impact à T = 10 min.)



▲ 041. La catena Rochechouart - Manicouagan - Saint-Martin

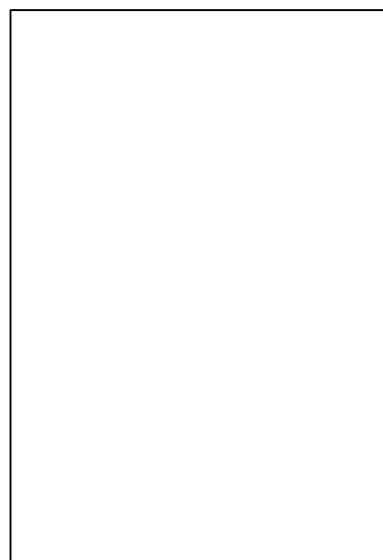
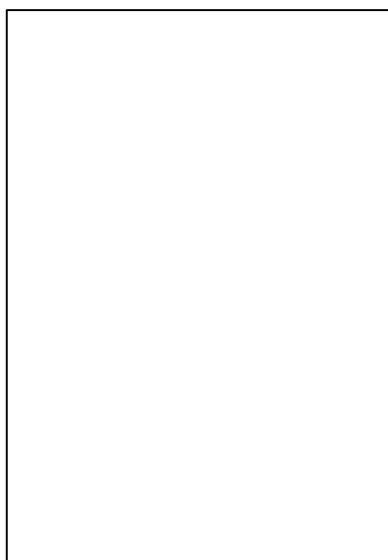
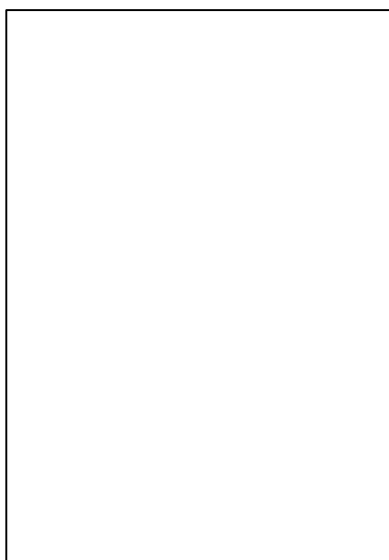


### Les roches du Château et de l'église de Rochechouart



▲ 051. Les roches du Château : Brèches polygéniques (1)  
Brèches monogéniques (2), base du cratère d'impact (3)

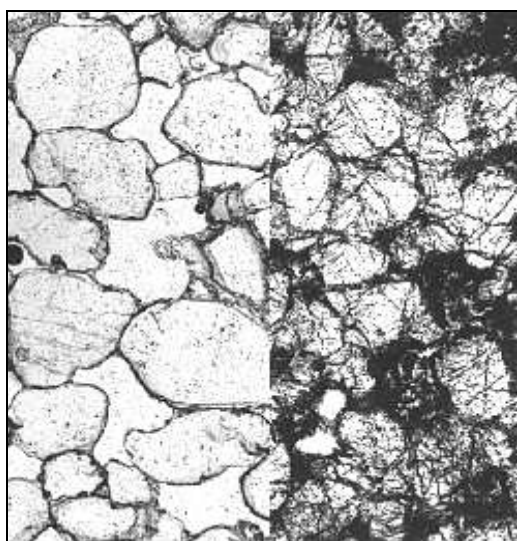
▲ 052. L'église Saint - Sauveur



▲ 053. Les roches à l'entrée de l'église

▲ 1. brèche de Chassenon

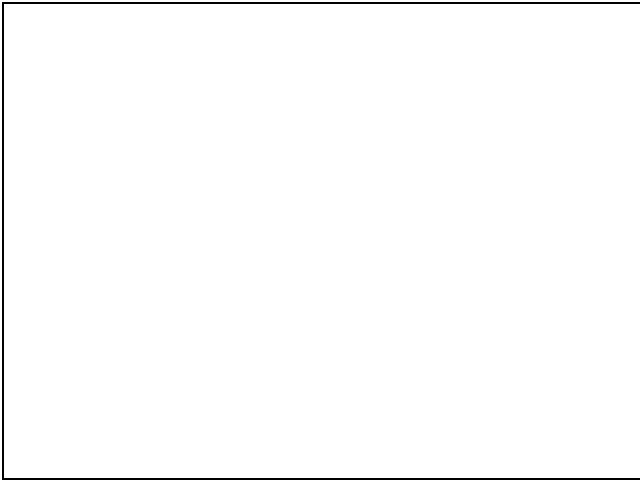
▲ 2. Brèche de Rochechouart



▲ 055 a. Quartz non choqués et choqués au microscope

▲ 055 b. Brèche polygénique de Chassenon contenant des Quartz choqués

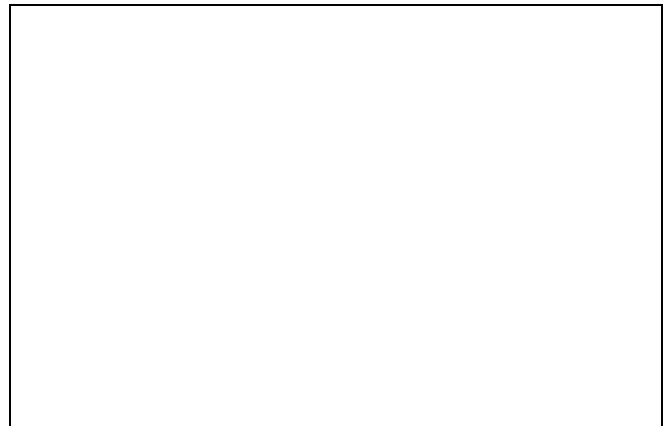
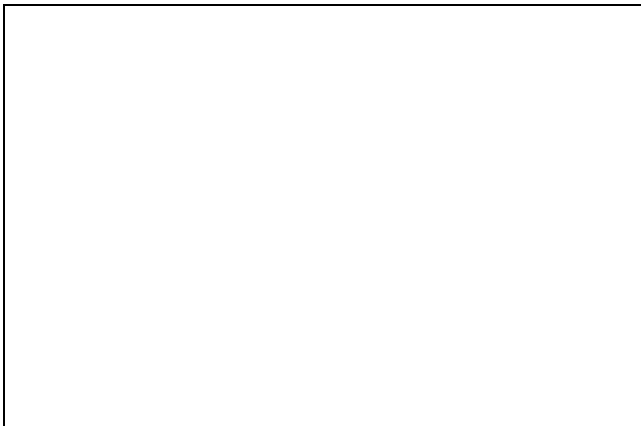
### Cônes de percussion et métamorphisme de choc



▲ 054 a. Cône de percussion enchâssé dans un mur

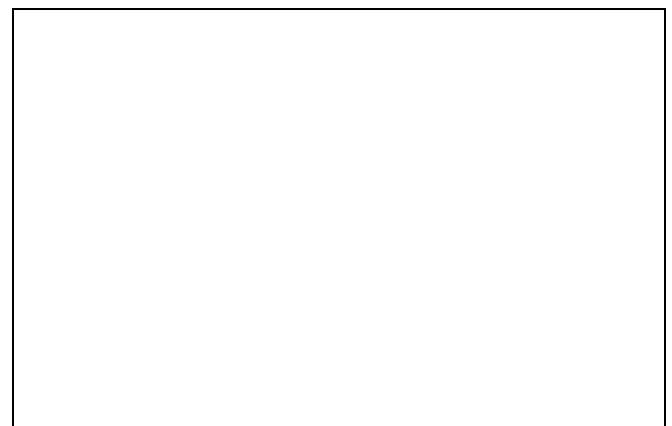
▲ 054 b. Diagramme P-T pour le métamorphisme de choc

### Carrière de Champagnac



▲ 056 a. Schéma en coupe de la carrière de Champagnac

▲ 056 b. Front de taille de la carrière de Champagnac



▲ 055 c. Carrière de Champagnac - Failles listriques

▲ 055 d. Carrière de Champagnac : schéma d'interprétation

# La Normandelière à Brétignolles-sur-Mer

## Projet de création d'un port de plaisance

Visite conjointe  
Association Vendéenne de Géologie, Les Naturalistes Vendéens  
et le Groupe Vendéen d'Etudes Préhistoriques  
Avec la participation de la Vigie

15 juin 2008

### INTRODUCTION

La sortie avait pour but d'étudier l'impact du projet du port de plaisance qui devrait s'étendre sur 10ha à la Normandelière au sud du Marais Girard. Cette visite était accompagnée par la Vigie, l'association de veille citoyenne et écologique de Brétignolles-sur-Mer, principale opposante au projet.

Nous avons débuté la visite par un panorama de la plage depuis l'estran rocheux dégagé par la marée (■ 1). Nous avons ensuite observé les affleurements pléistocènes en base de dune (■ 2 et 3). Une marche sur les chemins et voies communales nous a permis de visualiser l'emprise concernée, de localiser le marais et le ruisseau (doc. 4). Les éléments scientifiques sont rapidement évoqués au chapitre I.

Le port de plaisance est porté par l'équipe municipale s'appuyant sur un referendum local favorable d'une courte tête en 2003 et sur leur réélection en mars 2008, comme un blanc-seing de ses administrés. Les élus ont avancé dans le projet en suivant les étapes administratives en vigueur. Le dossier présenté au Préfet en fin d'année 2008 est sous la forme d'une enquête préalable à la Déclaration d'Utilité Publique (DUP).

La Vigie a sollicité l'AVG pour en instruire la partie Géologie et Archéologie. Une copie complète du dossier a donc été confiée pour lecture (environ 3 kg !). Des notes de lecture sont reprises au chapitre II.

L'objectif est de rédiger une réponse organisée et précise, en utilisant un comité de lecture pluridisciplinaire. Cette réponse sera remise à la commission d'enquête publique désignée par le Préfet de Vendée pour statuer sur l'opportunité ou non de déclarer le port de plaisance comme d'utilité publique.

Les points de procédures sont rappelés au chapitre III.

### ■ I. ARCHEOLOGIE ET GEOLOGIE

La géologie et l'archéologie du site sont traitées succinctement dans le dossier de DUP, alors que la série de Brétignolles relève du patrimoine géologique et préhistorique du littoral vendéen. Son intérêt historique, scientifique et pédagogique n'est pourtant plus à démontrer.

#### A – ARCHEOLOGIE

##### a - Plage de la Parée (au nord du site, hors emprise du projet)

Ce site recèle de traces d'éléphants et des traces d'exploitations agricoles (araires).

Des fouilles archéologiques réalisées en octobre 1990, et supervisées par des ingénieurs de la DRAC, ont découvert un squelette d'éléphant (*elephas antiquus*).

Les tourbes de la plage de la Parée sont d'âge Pléistocène, recouverte de tourbes plus récentes (Néolithique). Les rapports indiquent le caractère unique du gisement, désignant alors la plage de la Parée comme un pôle d'intérêt remarquable pour la géologie, la paléontologie et l'archéologie (réf. 1).

Dans leur article de 1991, P. CHEVET et N. ROUZEAU insistent sur l'envergure scientifique internationale du site (réf. 2). Plus tard, D. POUIT et J.-M. VIAUD consacrent un « article d'ensemble à ce gisement paléontologique exceptionnel » et reprennent l'analyse scientifique du site (réf. 3). Le bilan est qu'il faut valoriser le site. Les prospectives annoncées sont la protection du site, la valorisation et des recherches complémentaires, détaillées ci-dessous.

**La protection** est encadrée par plusieurs lois.

- L'appartenance au Domaine Public Maritime National interdit les prélèvements,
- La loi du 21/09/1941 (modifiée) interdit les prélèvements sur les sites archéologiques,
- La loi du 01/12/1989 désigne les dépôts comme « des biens culturels maritimes ».

**La valorisation** du site signifie un support muséographique au regard de son intérêt pédagogique. Le Département de la Vendée pourrait enrichir sa collection avec ces éléments uniques. L'évocation faite à l'Historial de la Vendée semble insatisfaisante.

**Les recherches complémentaires** devront permettre de confirmer la présence d'hommes lors de la mort des éléphants. Les indices troublants de cette présence sont les alignements non naturels des cailloux autour des ossements.

### **b - Plage du Marais Girard (dans l'emprise du projet)**

Les 2 plages sont en continuité. Les datations sont identiques. La plage du Marais Girard contient en plus des tourbes médiévales. Cependant cette dernière n'a pas encore été fouillée dans le détail.

Toute intervention sur le site doit s'accompagner d'une campagne d'archéologie préventive sur l'argument de la forte probabilité de découvertes archéologiques.

Les découvertes peuvent amener à l'annulation du projet.

### **c – Synthèse archéologique**

Les éléments sont regroupés sur une planche illustrée et synthétique réalisée par J.-M. LARGE ( □ 5).

## **B - GEOLOGIE : LA FAMEUSE COUPE DE BRETIGNOLLES**

### **a - Quelques éléments scientifiques ( □ 6)**

Les conditions d'affleurements sont la falaise et l'estran en profitant des marées.

Le contexte géologique régional est la zone Ouest Vendéenne du Massif armoricain, sur sa partie méridionale terrestre, poinçonné au Sud par la rhyolite de St Martin de Brem.

La description de la coupe Paléozoïque est faite dans les différents documents bibliographiques référencés.

Le cycle Hercynien est à l'œuvre, et les périodes interglaciaires récentes (Riss Würm) ont déposé des matériaux marins, et des tourbières.

### **b - L'histoire de la recherche géologique**

Les études sur la géologie du site ont été menées par différents scientifiques, à différentes époques. Chacun analysant les roches avec les connaissances d'alors. Le point commun est l'intérêt que la série de Brétignolles inspire.

On retrouve une visite d'étudiants brésiliens pour travailler sur la coupe de l'estran en 1958 (réf. 4), sous la houlette de Mireille TERS, la grande référence du site. Le journaliste reprend les mots de vulgarisation de M. TERS pour signaler que les roches sont « les plus vieilles de France avec celles de Lamballe et de St Lô ».

Plus tard, le travail fourni par M. TERS révisera l'âge des roches (à 100 millions d'année plus jeune que les 500 MA annoncés) mais elles restent toujours les roches les plus anciennes de Vendée. La coupe et son auteure font toujours référence aujourd'hui, grâce à la qualité de l'observation (réf. 5).

### c - L'intérêt pédagogique pour les géologues

Le niveau de complexité géologique est très élevé. Les roches sont par nature peu propices à livrer leurs secrets :

- Elles sont soit très dures soit très altérées, rendant leur échantillonnage difficile.
- Elles peuvent jouer d'artifices pour modifier leur faciès selon leur niveau d'altération.
- La coupe comprend de nombreux types de roches, dont les limites géométriques sont des plus aléatoires.
- La connaissance en tectonique et en métamorphisme doit être pointue pour comprendre les forces en présence.

L'intérêt pédagogique de ce site remarquable en fait « la Mecque de la Géologie vendéenne » (Louis ARRIVE Président de l'Association Vendéenne de Géologie - Com. Orale- 2008)

Il est à noter que plusieurs disciplines de la géologie s'appliquent sur quelques dizaine de mètres, renforçant l'intérêt pédagogique (sédimentologie récente et actuelle, métamorphisme, géologie régionale et générale, tectonique, etc...).

### d - L'intérêt pédagogique pour le grand public

Brétignolles a découvert sa géologie lors d'une exposition en juin 2003 (réf. 6).

Lors de sa visite, le Maire a pu apprendre que sa commune se situe aux confins sud du Massif Armoricaïn. Il y a 250 MA le massif constituait le cœur d'une montagne haute comme les Alpes, soumis à pressions et températures extrêmes, variées et discontinues. Cette genèse s'est inscrite progressivement dans les roches. Les géologues peuvent reconnaître les indices et donner les clefs de l'histoire ancienne de la côte.

L'objectif était de faire passer ce message et « en 15 minutes, je viens d'apprendre énormément sur ma commune » disait le premier magistrat en sortant de l'exposition.

Le Conseil Général de Vendée publie en 2004, avec l'aide de l'AVG, 12 fiches à destination du grand public, suivies depuis de nombreuses autres. Leur objectif est « de permettre aux Vendéens et aux touristes de découvrir les richesses de la terre qu'ils foulent. (...) Un véritable outil pédagogique qui a également pour objectif de protéger des sites fragiles. » (réf.7).

La fiche de l'estran indique un intérêt patrimonial fort (niveau le plus élevé sur une échelle de 3) et prévient des menaces sur le site (réf. 8) :

- un aménagement mal contrôlé
- la fréquentation touristique

La fiche permet de valoriser le volet pédagogique en insistant sur les points d'apprentissages présents sur un espace ouvert peu étendu et accessible (sauf PMR).

## ■ II. NOTES DE LECTURE DU DOSSIER

Un premier dossier avait déjà été produit mais il avait été rejeté pour cause d'insuffisance.

Le dossier fin 2008 comprend plusieurs sous-dossiers, comme le dossier d'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique pour le port de plaisance et le dossier de demande d'autorisation d'exploitation de carrière, chacun comportant des demandes administratives, des représentations graphiques et des études d'impact.

Une première remarque peut être faite sur l'impression générale : une expression bonne, peu de fautes d'orthographe, de belles phrases pleines de bonnes intentions, mais pas beaucoup de concret. Il s'agit d'un ouvrage de communication, à l'image de sa conclusion non étayée sur des arguments à charge et à décharge, elle est un message publicitaire. On n'hésite pas à avancer l'« utilité environnementale » du port de plaisance, indiquant qu'un port à sec ne répond pas à « la quête d'identité nautique de la ville ».

Au long de la lecture, les sites sensibles sont évoqués de manière tout à tour discrète ou emphatique, et toujours partisane. Le choix a été fait d'ordonner les points diffus dans le dossier selon les sites sensibles touchés par le projet.

### A- LE PORT

Le principe du port est un aber artificiel (□ 7). Un chenal est creusé dans la dune et le port est creusé dans les terres.

## a- Les travaux

### ❖ Les propositions du dossier

Durant les travaux, la zone humide sera préservée par un « voile » sans que des informations techniques ne soient données sur la méthode de protection.

Des pieux seront battus pour maintenir les pontons. On ne trouve aucune explication sur le nombre de pieux nécessaires, la méthode (et ses nuisances) et surtout son coût élevé.

Les dispositions structurelles prises pour l'insertion du projet du port dans son environnement sont étayées par des données étudiées au niveau d'esquisse.

### ❖ L'analyse

Le dossier est globalement peu précis sur les méthodes et les techniques. Il existe plusieurs missions d'études de conception d'un projet (ESQ : esquisse, AVP : avant-projet, PRO : projet), et il ne s'agit ici que de la première étape. C'est très insuffisant pour donner des réponses techniques pour des notions aussi contraignantes et en fournir une bonne estimation chiffrée.

Le fond d'un dossier de ce type est de choisir ou d'adapter des techniques existantes et connues à un projet, et non d'en faire une liste. Le travail d'un maître d'ouvrage se juge principalement sur sa capacité à choisir les méthodes pour aboutir à la réalisation de son concept.

L'esquisse du port montre plus la vision politique que le parti pris technique et méthodologique.

## b – Les terrassements

### ❖ Les propositions du dossier

Les cubatures sont différentes entre les sous-dossiers port et carrière. On remarque de fortes quantités de matériaux commercialisés (2/3 du total exploité de la carrière). Les matériaux issus du dragage du chenal seront déposés au Sud.

### ❖ L'analyse

Les chiffres des terrassements sont incompréhensibles, jamais cohérents au fil de la lecture des pièces. Le maître d'ouvrage annonce pourtant l'équilibre déblais / remblais comme « l'élément clef » de ce « grand projet de terrassement ».

La solution optimale recherchée de déblais/remblais équilibrés est bonne mais fondée sur des hypothèses.

Outre l'équilibre des quantités, la qualité des matériaux pour la construction des ouvrages en mer est estimée par des formules théoriques.

En cas de mauvaise surprise, l'alternative du pire doit être quantifiée en m<sup>3</sup> et en coût pour l'opération. C'est aussi sur ce point que le maître d'ouvrage doit être explicite : quel est le risque, comment l'a-t-il mesuré, et quelles seront les moyens choisis pour s'en prémunir, et le cas échéant de prendre en considération l'alternative du pire pour la réalisation du projet.

## c – Géotechnique

Les études ont été succinctes et sont évoquées rapidement. Le dossier indique la nécessité de réaliser une mission supplémentaire pour déterminer la faisabilité des ouvrages.

Déjà les premières conclusions supposent des conséquences sur les travaux, comme le positionnement du port, fait en fonction de la profondeur du toit rocheux.

La présence du microgranite a des conséquences non évoquées. Cette roche est réputée intrusive, dure et sa découverte aléatoire. Les méthodes géotechniques futures devront permettre un meilleur niveau de précision.

Sur ce point encore, on note la légèreté du traitement de la donnée technique et de ses conséquences pour la faisabilité du projet.

## B – LA CARRIERE

Le maître d'ouvrage sollicite la réouverture de la carrière du Brethomé. L'objectif est d'en extraire les matières premières de construction des digues et de remblayer avec des matériaux extraits du creusement du port. Le sous-dossier sollicitant la réouverture de la carrière est une demande d'autorisation d'exploitation d'installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE).

Ce sous-dossier est complet et bien renseigné. Les éléments sur la protection des personnes et des biens sont clairs. Les éléments sur les nuisances environnementales suscitent des interrogations.

## a- Les risques du chantier

Les hydrocarbures des engins de chantier sont évoqués comme un polluant mais pas les fines argileuses. Les fines peuvent cependant être polluantes (poussières, boues, rejets accidentels en cas d'avarie du bassin de décantation), car pouvant augmenter la turbidité de l'eau à l'exutoire du bassin et provoquer le colmatage de zones perméables à proximité.

## b - Impact sur la ressource en eau

### ❖ En phase préparatoire :

L'eau présente dans la fosse devra être pompée et rejetée. On n'évoque pas le temps nécessaire pour vidanger les 310.000 m<sup>3</sup> d'eau du trou, ni leur destination, ni l'éventuelle autorisation/déclaration particulière au titre la loi sur l'eau.

### ❖ En phase d'extraction :

Les nuisances sont listées, mais elles manquent parfois de détails.

En fonction de la météo, un chantier génère soit de la boue soit de la poussière.

La boue est compensée par des travaux en temps sec et le nettoyage des voies publiques externes souillées. Cependant les conséquences sur la réduction des périodes de travaux et la maîtrise du planning ne semblent pas être perçues.

L'arrosage des pistes du chantier de la carrière n'est pas évoqué : qu'il soit retenu au titre de l'efficacité ou non retenu au titre de la consommation de ressource en eau (quoique qu'il y ait de l'eau d'exhaure).

La solution d'un débourbeur pour les pneumatiques est également simple à mettre en œuvre, mais non évoquée.

Le rejet chiffré en volume par jour depuis le bassin de décantation n'est pas donné, ni la réglementation dont il est l'objet.

### ❖ Après comblement :

Le dôme sera bombé entre +19mCM (CM = cote moyenne du 0 de la mer en mètre) et +24mCM. Le rabattement de nappe par pompage d'exhaure puis le retour à la position après comblement implique une remontée de nappe de +4mCM pour l'eau libre actuelle du lac de carrière à +7,10mCM en futur niveau de nappe. Les travaux impliqueront un rabattement à un niveau de fond de fouille de -10.50mCM.

Les puits alentours desservent des puits de jardins, des mares ou des étangs dans un rayon de + ou - 300 m, indiqués sur les cartes. Ne s'agissant pas de captage d'eau potable, les conséquences des mouvements de la nappe n'ont pas été étudiées.

La méthode de comblement est dessinée sur la coupe de la carrière dans le dossier DUP du port, et non dans le sous-dossier ICPE. On y voit des tapis drainants et une colonne de pompage pour d'éventuels besoins futurs.

## c - Paysage remodelé après travaux

Le terrain sera modelé en dôme jusqu'à +23mCM. On indique que les éventuels excédents pourront être utilisés en gonflant plus ce dôme mais sans indication chiffrée maximale d'objectif. Les arbres sont dessinés sur la coupe de la carrière dans le dossier DUP port mais pas dans le sous-dossier ICPE. Comme pour le port, le paysage après travaux n'est pas présenté clairement.

## C – HYDROLOGIE

Le dossier parle du ruisseau de la Normandelière comme d'un ruisseau de mauvaise qualité. En effet, il subit l'influence de l'urbanisation (exemple des installations d'assainissement autonome mal entretenues et des busages de fossés).

Le ruisseau de la Normandelière est le fournisseur en eau de la zone humide du Marais Girard. Les apports ne sont que temporaires, et de plus pollués. Là est toute la fragilité du système des zones humides, dont l'intérêt écologique est reconnu par les mesures de protections établies par les lois (loi sur l'eau) à destination de tous.

Sans le dire de manière explicite, l'histoire du ruisseau et du marais les rend dépourvus d'intérêt patrimonial, et de fait leur destruction est possible.

Or le Maire est compétent pour maîtriser l'urbanisation de son territoire et contrôler les Assainissements Non Collectifs.

Les conséquences de l'urbanisation sur le ruisseau sont connues depuis les années 90, et les relevés sur la qualité des eaux et des huîtres sont faits depuis 2006.

La responsabilité de la collectivité sur la pollution du fragile système hydraulique est engagée. La protection des eaux aurait pu être un objectif municipal.

## **D - LE MARAIS GIRARD**

### **a- La protection passive :**

Le premier projet a été modifié. La principale mesure nouvelle est le détournement de la pointe nord du bassin pour laisser 100 m de plus à la zone humide. Cependant, on ne trouve pas de données chiffrées sur sa surface actuelle et sa surface résiduelle à l'issue des travaux.

La protection de la zone est également argumentée par un effort dans les bâtiments projetés. Le nouveau projet diminue leur surface en jouant sur la « continuité avec le bâti existant ».

On peut supposer qu'il s'agit de gagner de la surface au sol.

### **b - La protection active :**

A l'issue des travaux, la zone humide sera protégée par un « rideau d'étanchéité » mais sans en donner les caractéristiques techniques. Cette remarque avait déjà été faite pour la phase travaux.

On peut supposer soit un rideau de palplanches battues, onéreuses mais efficaces sur un substrat continu, soit un géotextile à la mise en œuvre délicate et peu sûr dans le temps, pour les méthodes les plus connues.

L'une des coupes montre ce rideau posé sur le toit rocheux. Le rideau étanche devra coller à un substrat réputé perméable et en toute probabilité non rectiligne (2m de variation d'altitude annoncés dans les pièces graphiques). L'étanchéité semble peu fiable dans cette configuration.

On évoque pour l'espace humide résiduel une destination d' « espace à vocation de réserve biologique », sans donner d'objectif précis.

### **c - Les conséquences induites**

Le marais est déjà perturbé par les méthodes humaines de captage (busage existant) et/ou de pollution (ANC). Dans le dossier DUP, on reconnaît les effets humains sur le marais depuis les années 90 par artificialisation du ruisseau.

Les mesures compensatoires suggèrent un état identique à l'initial au-delà du rideau étanche. Toutefois les mesures compensatoires sont peu fiables et la nappe phréatique au droit du bassin creusé sera rabattue et les eaux deviendront saumâtres. Il n'y a pas d'explication sur les dommages écologiques que cela impliquera sur la zone humide. On peut de plus considérer qu'il n'y aura plus de zone d'expansion des crues du ruisseau en marée haute.

## **E - LA DUNE ET LA PLAGE**

L'effet du tourisme est le risque majeur de dégradation de la dune par piétinements.

La dune existante est partiellement artificielle. Cependant elle joue son rôle de biotope, et elle est aujourd'hui stable.

Le dossier montre la volonté du maître d'ouvrage de ne pas se préoccuper des effets dévastateurs du tourisme sur les dunes, en indiquant une « dynamique dépassant largement le cadre du projet » et « du ressort des documents d'objectifs relatifs à la gestion de ces milieux ». La justesse de cette remarque doit amener le maître d'ouvrage à interroger les institutions compétentes sur les écosystèmes protégés et classés Natura 2000.

### **a – Les conséquences sur la géologie**

La construction du port ne provoque pas de destruction directe de la coupe de Brétignolles. Cependant les inquiétudes se portent sur la pérennité des affleurements. Les modifications d'ampleur projetées auront des conséquences courantologiques et à terme des incidences sur l'érosion du site.

En se référant la fiche du CG85, le port répond aux deux critères (aménagement mal contrôlé et fréquentation touristique) de vigilance sur les menaces pour la falaise et l'estran. La mauvaise maîtrise des risques induits par le projet sur la courantologie ne permet pas de dire si les courants accentueront les atteintes faites au site (érosion, recul des falaises, ensablement).

### **b – Les éléments du dossier sur l'archéologie**

Le dossier indique des tourbes de 3600 à 3200 ans entre la Parée et le Marais Girard.

Les 2 sites du marais Girard et la Plage de la Parée sont référencés par la DRAC. La DRAC interrogée lors du premier projet signale un site paléontologique au niveau de la dune.



### c – Les questions non évoquées

Le chenal d'accès traverse cette dune sans que ne soit estimée la surface perdue. Les travaux assurent cependant la stabilisation de la dune au droit du chenal. La méthode de stabilisation n'est pas expliquée ni argumentée, et encore moins chiffrée.

Le dossier ne donne pas le lien entre creusement du chenal et destruction du gisement archéologique, dernier site visible à ce jour. Il semble pourtant concorder parfaitement avec une simple superposition, et, à la différence de la dune, le gisement archéologique ne dispose pas d'une « bonne capacité de recolonisation ».

Le maître d'ouvrage doit de nouveau solliciter la DRAC sur la base des nouveaux contours du projet afin qu'elle émette un avis au titre du second projet.

Les sites pourront faire l'objet de fouilles préventives (code du patrimoine L522-5) à la charge du Maître d'Ouvrage. Ce coût ne semble pas avoir été estimé dans le chiffrage.

Le Ministère de la Culture, titulaire de la mission de protection du site, n'a pas été consulté par le maître d'ouvrage (Département des Recherches Archéologiques Subaquatiques et Sous-marines D.R.A.S.S.M., Fort St Jean, 13235 Marseille Cedex 02).

## F - LA ZONE MARINE

Les propositions faites dans le premier projet sont mises à mal en indiquant que les anciennes digues auraient constitué le pire scénario pour l'hydro-sédimentologie marine. L'autocritique a permis de proposer des nouvelles digues. On n'indique ensuite plus rien sur les conséquences des nouvelles digues.

### a - Les propositions du dossier

#### ❖ *Les digues*

Les nouvelles digues ne sont plus jointives au chenal, mais quasi-parallèles au trait de côte et discontinues. Elles seront constituées de roches locales, pour leur caractère naturel, mais elles seront recouvertes de blocs de carapace artificiels pour préserver les pentes (donc l'empatement de la digue).

L'utilisation de roches locales sur l'argument de leur intégration esthétique ne tient plus si on les recouvre de béton.

#### ❖ *L'estran*

Les pièces du dossier DUP évoquent un estran sableux dominant : on peut noter un défaut d'observation car l'estran est majoritairement rocheux et bien visible sur les cartes (les roches du Repos par exemple).

Face à cet estran rocheux, la méthode de creusement du chenal doit être mieux calibrée, mieux estimée en temps, matériel, et coût, afin d'entrer avec une certitude toute relative dans l'équilibre financier.

### b – Les conséquences non évoquées

Le dossier indique des pertes sédimentaires à la Parée sur une base très théorique, les bancs rocheux rendant les formules inexploitable.

Le choix des nouveaux ouvrages de protection n'est pas argumenté avec une carte de courants induits supposés.

Des organismes publics reconnus sont les interlocuteurs privilégiés pour obtenir ces données. Ils étudient, sur toutes les côtes, les conséquences des courants sur les transferts sédimentaires et l'érosion. Ils disposent d'outils pour modéliser les conséquences de nouveaux aménagements.

Le Ministère de l'Ecologie, de l'énergie, du Développement durable et de l'aménagement du territoire, par les services de la DDE85 (Service maritime des Sables d'Olonne) ont engagé une « étude ambitieuse relative à la protection de son littoral avec pour objectif la mise en œuvre d'une stratégie de gestion intégrée des risques littoraux d'érosion et de submersion » (ref. 13). Ce service a été consulté mais le maître d'ouvrage ne cite pas l'étude en question. L'étude indique que les transferts sédimentaires se font du nord au sud latéralement à la côte, sur des quantités estimées de 50 à 100.000 m<sup>3</sup>/an (dans les plus faibles du littoral vendéen, pour comparaison 600.000 m<sup>3</sup>/an au sud des Sables).

A aucun moment le BRGM n'est évoqué dans le dossier, alors qu'il dispose d'un service reconnu en Europe pour cette thématique.

### ■ III. DEROULEMENT DE LA PROCEDURE

Le maître d'ouvrage du port dispose de deux modes d'intervention : le premier politique et médiatique et le second administratif et réglementaire.

#### A – LES ATOUTS POLITIQUES ET MEDIATIQUES

Le Maire de Brétignolles souhaite fermement ce projet depuis plusieurs années.

La presse locale et départementale (magazine du CG85) se font dithyrambiques sur le projet.

Le ministre de l'écologie, Jean-Louis BORLOO, sur le conseil de Catherine CHABOT, a pu admirer la maquette du port de la Normandelière lors du dernier salon nautique de Paris (fin 2008). Il s'est dit que le projet était « bien ficelé et de bonne qualité d'intégration environnementale » (réf. 11).

Les financements lui sont promis.

#### B – LES REGLES ADMINISTRATIVES

De nombreuses lois régissent l'implantation d'équipements. Le cadre principal auquel se référer est l'enquête publique selon la loi BOUCHARDEAU, nécessaire dès qu'une opération est susceptible de porter atteinte à l'environnement. La DUP est nécessaire si le projet donne lieu à des expropriations.

Le dossier d'enquête préalable du port de la Normandelière sollicite les 2 cadres législatifs.

#### C – QUELLES ACTIONS POUR LA SUITE ?

La balle est dans le camp du Préfet. Sa réponse n'est pas encore connue à ce jour (février 2009). S'il décide de donner suite, l'enquête sera ouverte.

L'enquête se déroule durant une période adéquate dans des lieux publics (mairie, préfecture), où des registres sont mis à disposition de tous pour y noter les remarques. Le commissaire enquêteur fait des permanences pour recevoir les personnes souhaitant poser des questions. Il pourra se faire expliquer le dossier par le maître d'ouvrage et solliciter des pièces complémentaires pour faciliter la compréhension du dossier.

Il devra rigoureusement tenir les registres à jour et indiquer très précisément les avis publics.

La Vigie prépare sa réponse à destination du commissaire enquêteur, structurée comme suit :

- 1- Historique du site
- 2- Historique du projet de port
- 3- Communication tronquée
- 4- Interrogations de la vigie sur le projet de port
  - a. Erosion Submersibilité
  - b. Navigabilité
  - c. Archéologie Géologie (extraits au chapitre I)
  - d. Environnement (Natura 2000, Zone Humide, Milieu Marin, Agriculture, Pollution)
  - e. Coût du projet
  - f. Sociologie
  - g. Economie (financement, fiscalité, emploi, gestion du port)
  - h. Urbanisme et Loi Littorale

A l'issue de la période d'enquête, le commissaire enquêteur donnera son avis favorable ou défavorable au projet, sur la base d'un rapport qu'il remettra au Préfet. Il faut noter que l'avis n'est que consultatif. Le Préfet n'a aucune obligation de suivre cet avis.

## CONCLUSION

Pour clore cet article, il vous est proposé de balayer les points de vue des différents protagonistes.

Du point de vue du maître d'ouvrage, le projet suit son cours avec force communication, et au jeu de la gestion des priorités, il semble que la vente de bateaux rapporte plus de points que la préservation du site.

Pour les Brétignollais, une analyse contradictoire des votes devrait sensiblement diminuer le crédit accordé au vote populaire, et surtout une information complète à charge et à décharge doit leur être proposée.

Le CG85 soutient par la presse et par le financement promis un projet qui, dans son dessin actuel, contredit l'image de protection de l'environnement à la base de la communication de la Vendée.

Sur le plan de l'équilibre financier, et sous l'optique de la crise, la question se pose de la pertinence d'un projet de loisirs à 40.000.000 d'euros d'investissement et 1.8450.000 euros en exploitation, pour une commune de moins de 3500 habitants en 2004.

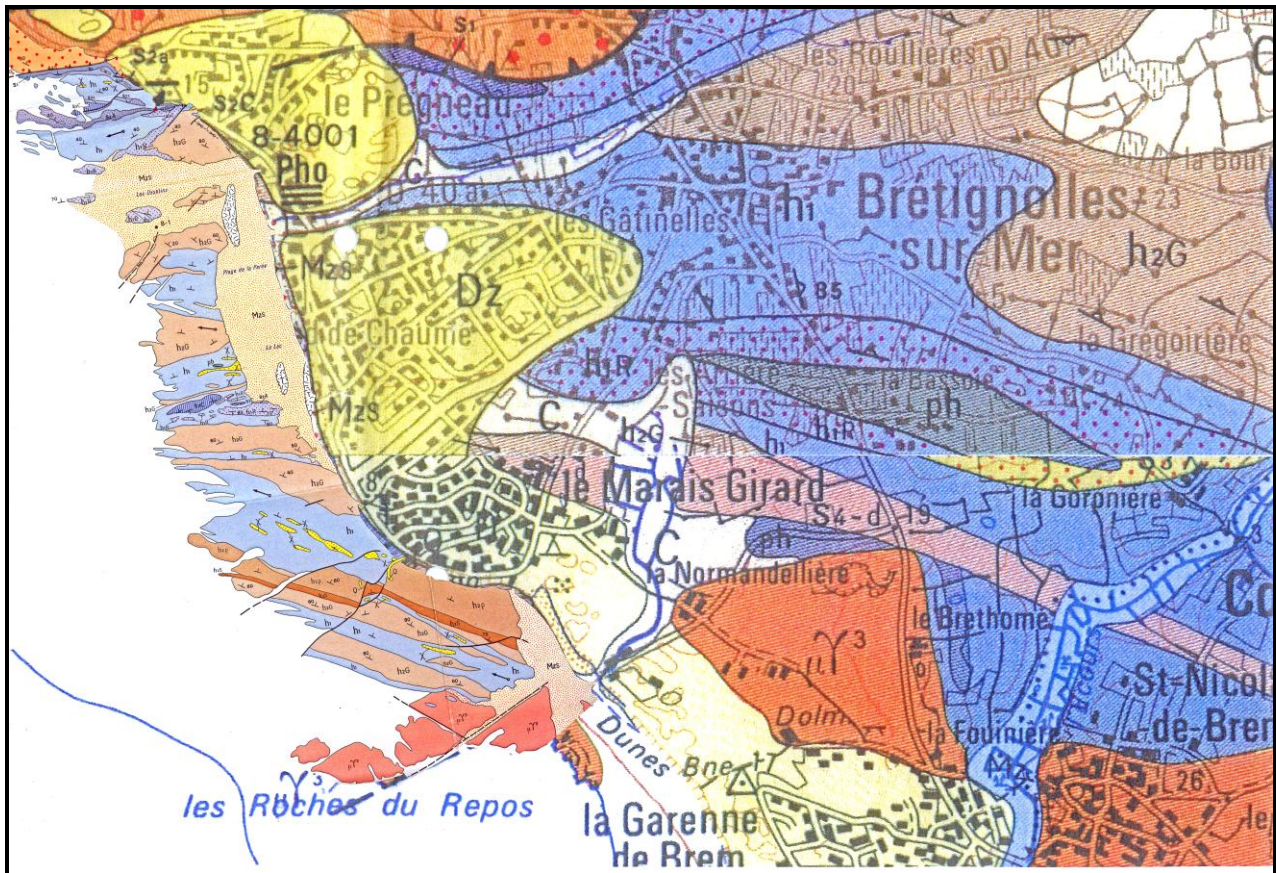
Du point de vue d'ingénieur territorial et de conducteur de projet, l'absence d'anticipation du coût et des techniques à mettre en œuvre va impérativement déséquilibrer le montage financier et le planning indiqué par le Maître d'Ouvrage.

Enfin, du point de vue éthique, la Nature doit-elle se plier aux exigences de l'homme, parce que, en enfant gâté, il ne se suffit pas de ce qu'Elle lui a déjà offert ?

*Céline LEAU*

## Références bibliographiques :

- 1- Rapport de fouilles -1990- auteur et ouvrage inconnus
- 2- Intervention archéologique, Bilans et perspectives -janvier 1991- P. CHEVET, N. ROUZEAU, ouvrages inconnus
- 3- Des éléphants antiques (*Palaeoloxodon antiquus*) à Brétignolles-sur-mer (Vendée, France) –2002- D. POUIT, J.-M. VIAUD, Le Naturaliste Vendéen N°2, 2002 p35 à 59
- 4- Après les journées d'études de la mission Franco-brésilienne en Vendée – Les roches de Brétignolles, les plus vieilles de France, ont ...500 millions d'années -1958- J. B. article de presse
- 5- Mireille Ters et Brétignolles-sur-Mer (Vendée), un demi-siècle de prospection géologique (1936-1986) –2004- J.-M. VIAUD, L. ARRIVE, Le Naturaliste Vendéen N°4, 2004 p31 à 43
- 6- Une étude présentée à l'office de tourisme – L'histoire de la corniche brétignollaise -05 juin 2003- article de presse locale, auteur inconnu
- 7- Patrimoine géologique – Douze fiches pour découvrir un trésor enfoui –octobre 2004-article de la revue du Conseil Général de Vendée, directeur de la publication Philippe De Villiers
- 8- Patrimoine géologique vendéen – L'Estran – Brétignolles-sur-Mer -Fiche N°10 –décembre 2003- <http://www.vendee.fr/>
- 9- La falaise vive et l'estran de Brétignolles-sur-Mer entre le Prégneau et le Marais Girard, haut lieu de la géologie vendéenne –2004- D. PONCET, Le Naturaliste Vendéen N°4, 2004 p19 à 29
- 10-Étude de connaissance pour la prévention des risques liés à l'érosion sur le littoral vendéen -2008- DDE85 Service Maritime et des risques, Document de présentation de l'étude
- 11-Le port adopté par le ministère de l'Environnement -11 décembre 2008- Stéphane LE TYRANT, article de presse Les Sables dans Vendée Journal, p42
- 12- Carte géologique au 1/50 000, feuille n°584-607, Les Sables-d'Olonne – Longeville -1986- M. TERS et J. GABILLY, éditions BRGM
- 13- Carte géologique au 1/50 000, feuille n°560, Saint-Gilles-Croix-de-Vie -1985- M. TERS, J.-M. VIAUD, F. VERGER et J.-R. VANNEY, éditions BRGM
- 14- Notice explicative de la carte géologique au 1/50 000, feuille n°560, Saint-Gilles-Croix-de-Vie -1987- M. TERS et J.-M. VIAUD, éditions BRGM, 135p
- 15- Le site Internet de la Vigie <http://www.non-au-port-a-bretignolles.com> ou <http://www.la-vigie.org>
- 16- Le site Internet de la Commune de Brétignolles <http://www.bretignollessurmer.fr/>



▲ Doc. 6 - Montage d'extraits de cartes géologiques



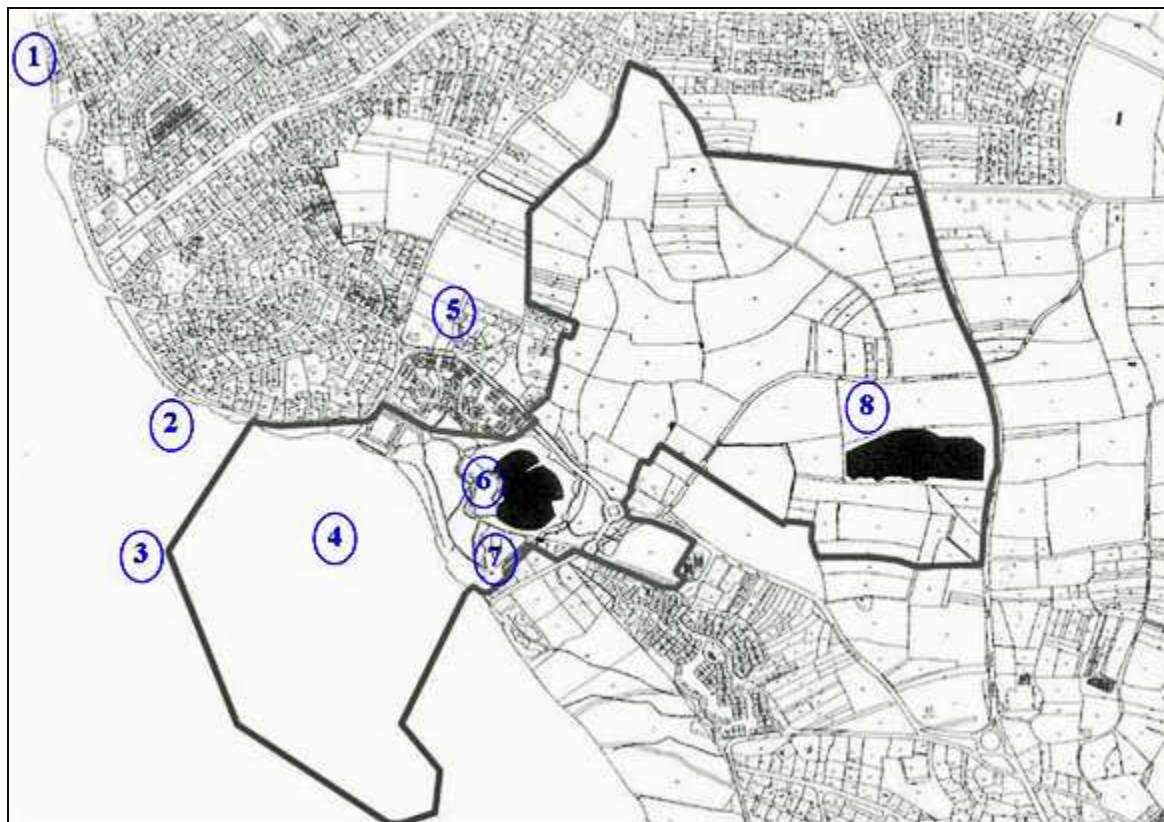
▲ Doc.1 – Panorama depuis l'estran rocheux (Photo Céline LEAU)



▲ Doc.2 – Dépôts du Pléistocène en base de la dune (Photo Céline LEAU)



▲ Doc.3 – Dépôts du Pléistocène en base de la dune (Photo Céline LEAU)

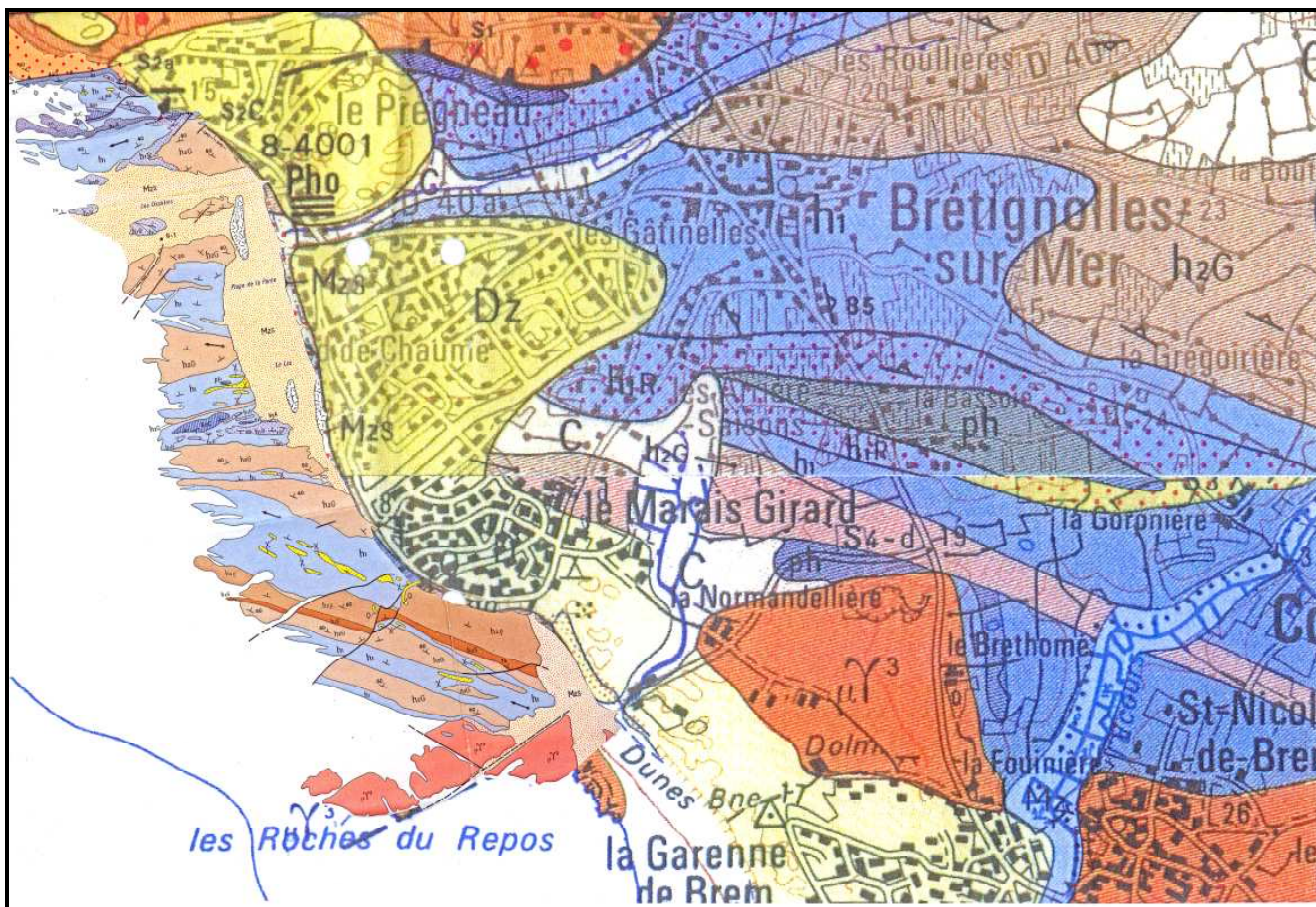


▲ Doc.4 – Cartographie de l’emprise soumise à l’enquête préalable à la Déclaration d’Utilité Publique et éléments toponymiques ajoutés

- 1. Plage de la Parée – 2.Plage du Marais Girard – 3.Périmètre de la DUP – 4.Les roches du Repos – 5.Le Marais Girard
- 6. Parc de Loisirs et plan d’eau – 7.Club Nautique – 8.Ancienne carrière et plan d’eau



▲ Doc.7 – Plan du projet du port de plaisance extrait du Magazine d’information de la commune (n°13 – 2008)

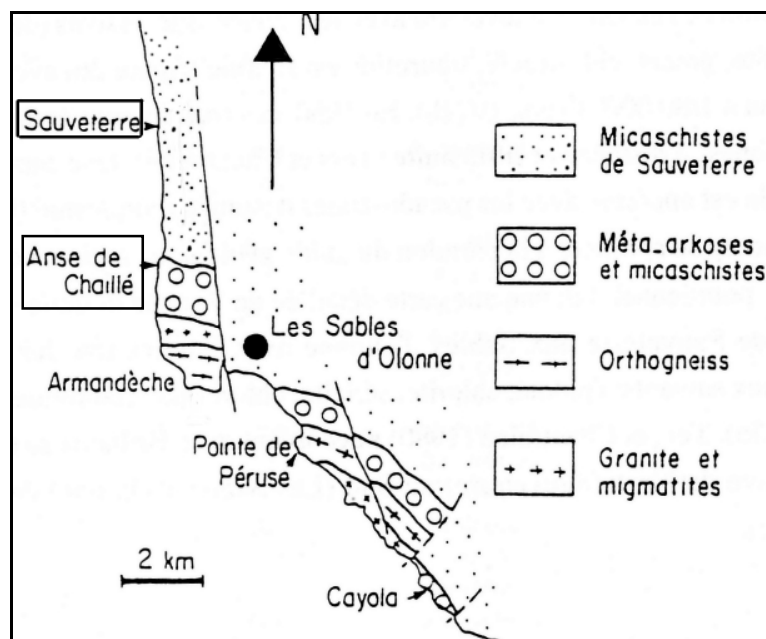


▲ Doc. 6 - Montage d'extraits de cartes géologiques du site

## La série métamorphique de Sauveterre – Les Sables d'Olonne

Dimanche 28 septembre 2008

Par une belle matinée de septembre, nous avons parcouru l'estran, **de Sauveterre à l'Anse de Chaillé**, en vue d'étudier la première partie de la série métamorphique de Sauveterre - Les Sables d'Olonne. La deuxième partie, de l'Aubraie aux Sables d'Olonne fera l'objet d'une excursion en 2009.



▲ Doc.1 : Carte géologique simplifiée du littoral de Sauveterre à Cayola

Cette série appartient au secteur méridional du Massif Armoricaïn. Elle témoigne d'un métamorphisme régional produit par les mouvements tectoniques de l'orogénèse hercynienne. La première phase du métamorphisme se serait produite dès le silurien - dévonien entre - 420 et - 370 Ma.

La série métamorphique de Sauveterre - Les Sables d'Olonne présente plusieurs caractéristiques qui lui confèrent un grand intérêt géologique:

- La qualité et la continuité des affleurements de l'estran permettent de dresser une **coupe géologique complète**.
- Les roches ayant subi le métamorphisme (les protolithes) sont **d'origines variées** : sédimentaire (pélites, calcaires, grès), plutonique (Granites), volcanique (Rhyolite).
- Du nord au sud, il est possible d'identifier certains **minéraux index** de l'intensité du métamorphisme et de suivre l'évolution des **paragénèses** (associations de minéraux dans les roches) ;
- La série métamorphique est relativement complète ; elle va **de l'épizone à la catazone**, du nord au sud.
- Au sud, un métamorphisme d'intensité maximale aboutit à la fusion des roches métamorphiques (anatexie) qui engendre un magma à l'origine du granite du Puits d'Enfer (Le Château d'Olonne).
- **L'intensification du métamorphisme du nord au sud** s'accompagne d'une évolution des déformations, notamment du style des plis, de la schistosité et de la foliation.
- La série est complexe car elle résulte de **deux phases de métamorphisme** : un métamorphisme initial de type plurifacial (type Barrow dominant : moyenne pression, moyenne température) suivi d'un métamorphisme d'intensité inférieure (faciès épizonal : schistes verts) donnant une rétro-morphose générale de la série.



## ■ Notre parcours pétrographique et minéralogique

Nous avons observé les roches et les minéraux sur un parcours compris entre les Pierres noires de Sauveterre et les rochers de l'Ane près de l'Anse de Chaillé.

### 1. Les Pierres noires de Sauveterre (▲ Doc.1, 2)

#### 1.1. Les différentes roches :

Les Pierres noires de Sauveterre sont essentiellement constituées de micaschistes bien découverts à marée basse. Ces micaschistes sont des métapélites c'est-à-dire des pélites métamorphisées. Les pélites sont des roches sédimentaires finement détritiques, argileuses et faisant pâte avec l'eau.

L'observation appliquée des différentes zones de l'estran des Pierres noires nous permet de découvrir, du nord au sud, les formations suivantes (légendées sur la carte ci-contre).

**A - Schistes chloriteux et sériciteux, satinés, gris-vert**, en lits millimétriques alternativement plus quartzeux ou plus micacés. Ce sont les schistes de St Gilles. Certains niveaux sont criblés de petits grenats spessartine (2 à 7 mm), disséminés ou groupés en nids et étirés.

**En falaise**, de A jusqu'à la route (à l'Est de P), affleure une formation différente de celle de l'estran, mais de faciès identique aux schistes de Saint-Gilles, avec des veines de pegmatite d'exsudation. **Une faille orientée N 160° E** sépare la falaise de l'estran ; le décrochement est au moins de 400 mètres.

**B - Grès schistoux, rouges ou jaunes, ferrugineux et micaschistes à muscovite** ; on y observe de petits porphyroblastes de biotite de 1 mm (limite supérieure de la biotite). Ils comprennent une intercalation de 8 m de long et de 4 m de puissance, qui contient de nombreux lits de **métacinérite** bleutée ou violacée et boudinée en chapelets.

**C - Micaschistes à muscovite**, gris perle, à porphyroblastes de **biotite** de 2 à 5 mm, inégalement répartis ; ils comprennent des niveaux gréseux et une **lentille de métacinérite** longue de 20 mètres.

**D - Grès micacés à biotite fine**, incluant quatre lentilles de cinérite, en petits boudins de 10 à 30 cm de longueur.

**E - Micaschistes** très brillants, à **muscovite** et nombreux porphyroblastes de **biotite**.

**F - Schistes graphiteux**, épais de 8 m.

**G H I - Micaschistes** gris clair, à porphyroblastes (gros cristaux) de **biotite** et de **grenat almandin** (staurotide pas observée)

**J - Schistes noirs**.

**L - Lentille de dolomie brune** (8 x 2 m).

**M - Schistes gris**.

**N - Schistes** en fines lamelles quartzo-micacées.

**O - Micaschistes** gris, à petits porphyroblastes de **biotite**.

**P - Schistes** en fines lamelles quartzo-micacées, avec nodules de **tourmaline** et de nombreux **grenats de type almandin**.

**Q - Schistes micacés à grenats**.

**R - Schistes** gris foncé.

**T - Micaschistes à muscovite**, à porphyroblastes de **biotite** et de **chloritoïde** (1 à 2 cm).

**U - Micaschistes à porphyroblastes de biotite**.

**V - Bancs de dolomie** (20 m).

**X Y Z - Micaschistes à deux micas**, à porphyroblastes de **biotite** et de **grenat almandin**.

**Ci. Dolomie de Sauveterre**. Des bancs de marbre dolomitique, épais de 20 m, affleurent sur l'estran, à 100 m au Sud de la route de Sauveterre (en V) et se prolongent sur l'estran au-delà de la limite des basses mers. Ils sont orientés à N 100° E et leur pendage moyen est de 45° NE.

De couleur blanche ou bleutée lorsqu'elle est pure, la dolomie est teintée de jaune par des impuretés ferrugineuses disposées en lits très minces.

**Gs. Schistes graphiteux**. Des couches de schistes graphiteux sont intercalées dans la série.

## 2. De Sauveterre à l'Anse de Chaillé (▲ doc. 3)

### 2.1. Les roches de la Chardrie

L'estran rocheux de la Chardrie est constitué essentiellement par deux types de roches : des métarhyolites et des micaschistes.

- **Les métarhyolites** : Ces roches rougeâtres, plus ou moins violacées résultent d'un métamorphisme de roches volcaniques acides, des rhyolites, et de roches volcano-sédimentaires, des tufs rhyolitiques.

- **Les micaschistes** sont à deux micas et présentent des porphyroblastes de biotite. L'analyse minéralogique révèle également la présence de staurotide et de grenat almandin.

### 2.2. Les roches de Le Noir et de l'Ane

Une bonne partie de l'estran rocheux est recouvert, à marée montante, en fin de matinée. Néanmoins nous pouvons découvrir les roches suivantes :

- **Les micaschistes** sont à deux micas et des porphyroblastes de biotite observés précédemment. Dans certains niveaux, les micaschistes présentent des chloritoïdes. Les analyses minéralogiques effectuées par Mireille Ters indiquent également l'apparition du disthène. (isograde du disthène +). Ce minéral indique un métamorphisme de pression élevée.

- Des **calcaires dolomitiques métamorphisés**.

- Des **cornéennes** à diopside, épidote et amphibole.

- Des **gneiss** et des **micaschistes albitiques** à 2 micas, grenat, disthène et staurotide. Ces roches témoignent d'une intensification du métamorphisme par rapport à la série de Sauveterre.

### 2.3. Bilan sur notre parcours.

Notre parcours s'est arrêté, en fin de matinée au niveau des rochers de l'Ane. **De Sauveterre à l'Ane, nous avons parcouru une série métamorphique nous présentant une succession de roches et de paragenèses indicatrices d'un métamorphisme d'intensité croissante allant de l'épizone à la zone à disthène de la mésozone.**

## ■ 2. De l'observation des roches à la théorie.

Les roches métamorphiques rencontrées possèdent des minéraux index et des associations minérales qui peuvent nous renseigner sur les conditions de température et de pression qui ont présidé à leur formation lors du métamorphisme. Sur l'estran de Sauveterre, nous pouvons même tracer une limite cartographique d'une zone de métamorphisme avec l'apparition de la biotite.

### • Le métamorphisme :

C'est la transformation d'une roche à l'état solide du fait des changements des conditions thermodynamiques (température, pression) qui ont présidé à sa formation. Au cours du métamorphisme, il se forme de nouveaux minéraux dits minéraux néoformés et la roche métamorphisée présente généralement une structure et une texture nouvelles.

### • Notion d'isograde de métamorphisme

Le terme isograde a été utilisé dès 1924 par Tilley pour désigner un certain degré de métamorphisme défini par la première apparition (isograde +) ou par la disparition (isograde -) d'un minéral repère (biotite, grenat, staurotide, etc.) qui donne son nom à l'isograde. Sur le terrain, l'apparition ou la disparition des minéraux repères peut être matérialisée par une limite cartographique qui définit le tracé de l'isograde. En tout état de cause, la limite isograde indique qu'un changement minéralogique résultant d'une réaction de métamorphisme a eu lieu dans la roche. Mais la limite isograde ainsi tracée ne signifie pas nécessairement que des conditions P/T strictement équivalentes existent tout au long du tracé ainsi défini, car :

- un minéral repère peut apparaître par le biais de différentes réactions possibles, dont les conditions P/T ne sont pas les mêmes ;

- pour une réaction de métamorphisme donnée, la composition chimique variable de la roche totale influence la composition des phases minérales qu'elle contient, ce qui déplace les conditions P /T d'équilibre de la réaction.

• **L'isograde de la biotite**

Au niveau des Pierres noires, l'isograde de la biotite (+) se situe entre les formations géologiques A et B (Schistes chloriteux et sériciteux de St Gilles / micaschistes à muscovite et porphyroblastes de biotite. L'isograde de la biotite est une limite entre 2 zones de métamorphisme appelées épizone et mésozone.

• **Paragénèses et zones de métamorphisme.**

En pétrologie métamorphique, la paragenèse, association de minéraux stables ensemble dans la même roche, a une signification encore plus importante que celle d'un minéral considéré isolément, car elle rend compte du chimisme global de la roche.

• **Les zones de métamorphisme**

En fonction de l'intensité des paramètres P/T, c'est-à-dire en fonction de la profondeur, on distingue classiquement en se référant aux roches de composition pélitique, la succession des **quatre** grandes zones suivantes :

- **L'anchizone** : c'est la zone du métamorphisme de très faible degré qui fait suite à la diagenèse des roches sédimentaires. Elle est difficile à délimiter avec précision sur le terrain et se caractérise par la recristallisation de l'illite, ce qui peut être mis en évidence par des diagrammes de diffraction aux rayons x.
- **L'épizone** : c'est la zone du métamorphisme de faible degré. Les roches demeurent riches en minéraux hydroxylés tels que séricite, chlorite, mica blanc. *Les schistes sériciteux et chloriteux (A)* appartiennent à cette zone.
- **La mésozone** : c'est la zone du métamorphisme de degré moyen, avec des roches à biotite, staurotide, disthène, grenat, amphibole. L'isograde d'apparition de la biotite marque l'entrée de la mésozone et sa limite inférieure correspond à l'isograde de disparition de la muscovite suivant la réaction :



- **La catazone** : c'est la zone du métamorphisme de degré élevé caractérisé par le feldspath potassique, la Sillimanite, les pyroxènes et les plagioclases calciques. Elle correspond aux roches profondes de l'écorce totalement déshydratées, sans minéraux hydroxylés. .

La succession de zones de métamorphisme peut être subdivisée par le tracé de divers isogrades en plusieurs zones plus restreintes, dont la distribution cartographique permet une meilleure visualisation de la répartition géographique des divers domaines P /T.

Par exemple, la succession des isogrades dans la série métamorphique d'origine pélitique permet de distinguer les zones présentées dans le tableau ci-contre. ►

Les schistes et les micaschistes des Pierres Noires appartiennent à l'épizone et à la mésozone.

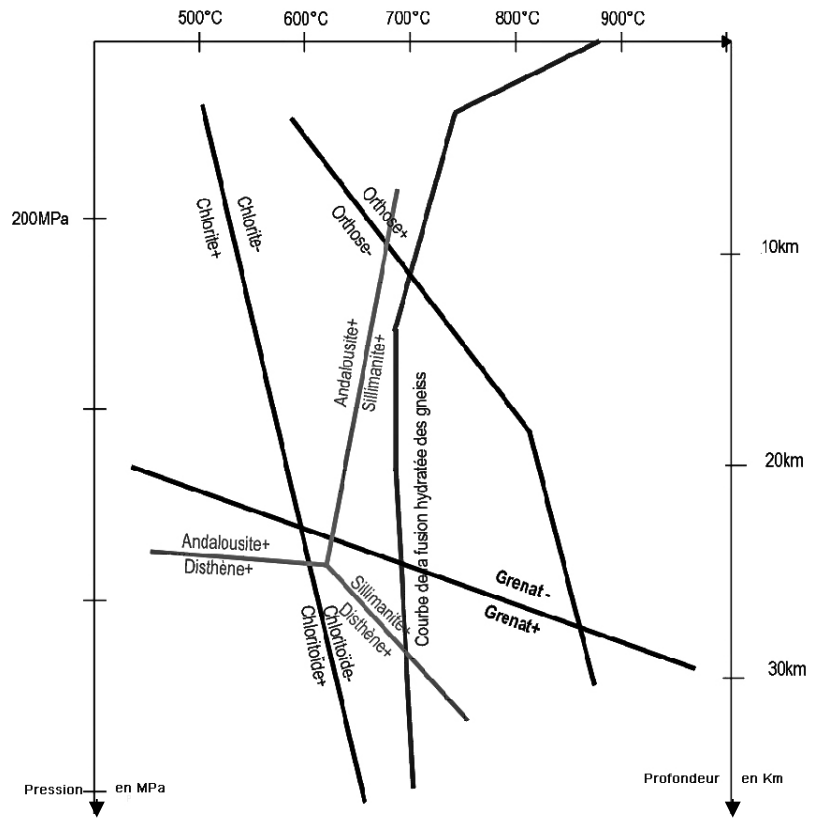
Les roches de la série situées dans la catazone sont localisées plus au Sud, vers les Sables d'Olonne.

Zones de métamorphisme	
EPIZONE	Zone à chlorite
MESOZON E	<b>isograde biotite (+)</b>
	Zone à biotite
	<b>isograde staurotide (+)</b>
	Zone à staurotide
	<b>isograde disthène (+)</b>
	Zone à disthène
	<b>isograde sillimanite (+)</b>
CATAZONE	Zone à sillimanite + muscovite
	<b>isograde muscovite (-)</b>
	Zone à sillimanite + Feldspath K
	<b>limite de l'anatexis</b>
	Zone de migmatites

• Les domaines P.T de stabilité de quelques minéraux du métamorphisme.

Les minéraux des roches métamorphiques sont stables dans certains domaines de température (T) et de pression (P). Lorsque les conditions de **pression et température changent, les minéraux se transforment** en d'autres minéraux suivant des réactions chimiques équilibrées et réversibles.

- 1 - Andalousite ⇌ disthène
- 2 - Andalousite ⇌ sillimanite
- 3 - Disthène ⇌ sillimanite
- 4 - Chlorite + muscovite + ilménite ⇌ TiO<sub>2</sub> + biotite
- 5 - Chloritoïde+ muscovite ⇌ biotite + grenat + staurotide
- 6 - Chlorite + muscovite ⇌ staurotide + biotite + quartz
- 7 - Muscovite + quartz ⇌ silicate d'alumine + F K + eau
- 8 - Solidus du granite = anatexie.



■ 3. Les structures tectoniques

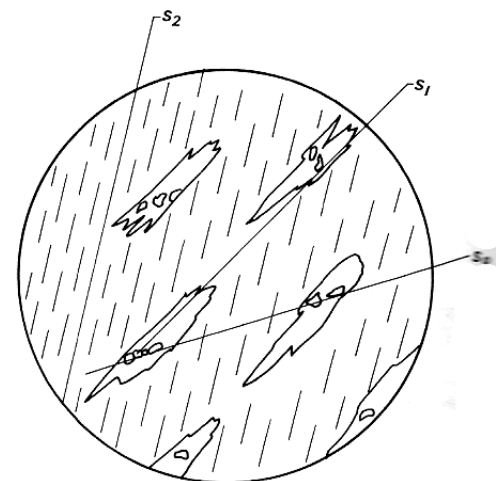
Les transformations pétrographiques et minéralogiques du métamorphisme sont liées à des structures tectoniques.

3.1. L'exemple des séricitoschistes de Sauveterre (d'après Le Guide Masson - Poitou - Vendée - Charentes)

A Sauveterre, sur les affleurements où la séquence gréseuse domine, on observe la superposition des deux foliations: l'une d'elle contient des cristaux de biotite (plan S<sub>1</sub>), tandis que l'autre correspond aux plans de disposition des cristaux de séricite et de chlorite (plan S<sub>2</sub>). **Au microscope** ces deux foliations sont bien visibles; on constate de plus que la biotite au moment de sa cristallisation a (fossilisé) des petits lits quartzeux d'orientation différente, liés à la sédimentation. On peut donc reconstituer ainsi la chronologie des événements:

- 1. La sédimentation des pélites, bien marquée à l'intérieur de la biotite (visible aussi dans les chloritoïdes et des grenats) constitue le plan de stratification originelle S<sub>0</sub>;
- 2. Un premier épisode métamorphique, qui développe des cristaux de biotite, donne une foliation (plan de foliation S<sub>1</sub>);
- 3. Un second épisode métamorphique, de degré inférieur (rétromorphose), engendre des cristaux de séricite et de chlorite développés dans un plan S<sub>2</sub> discordant sur le plan S<sub>1</sub>.

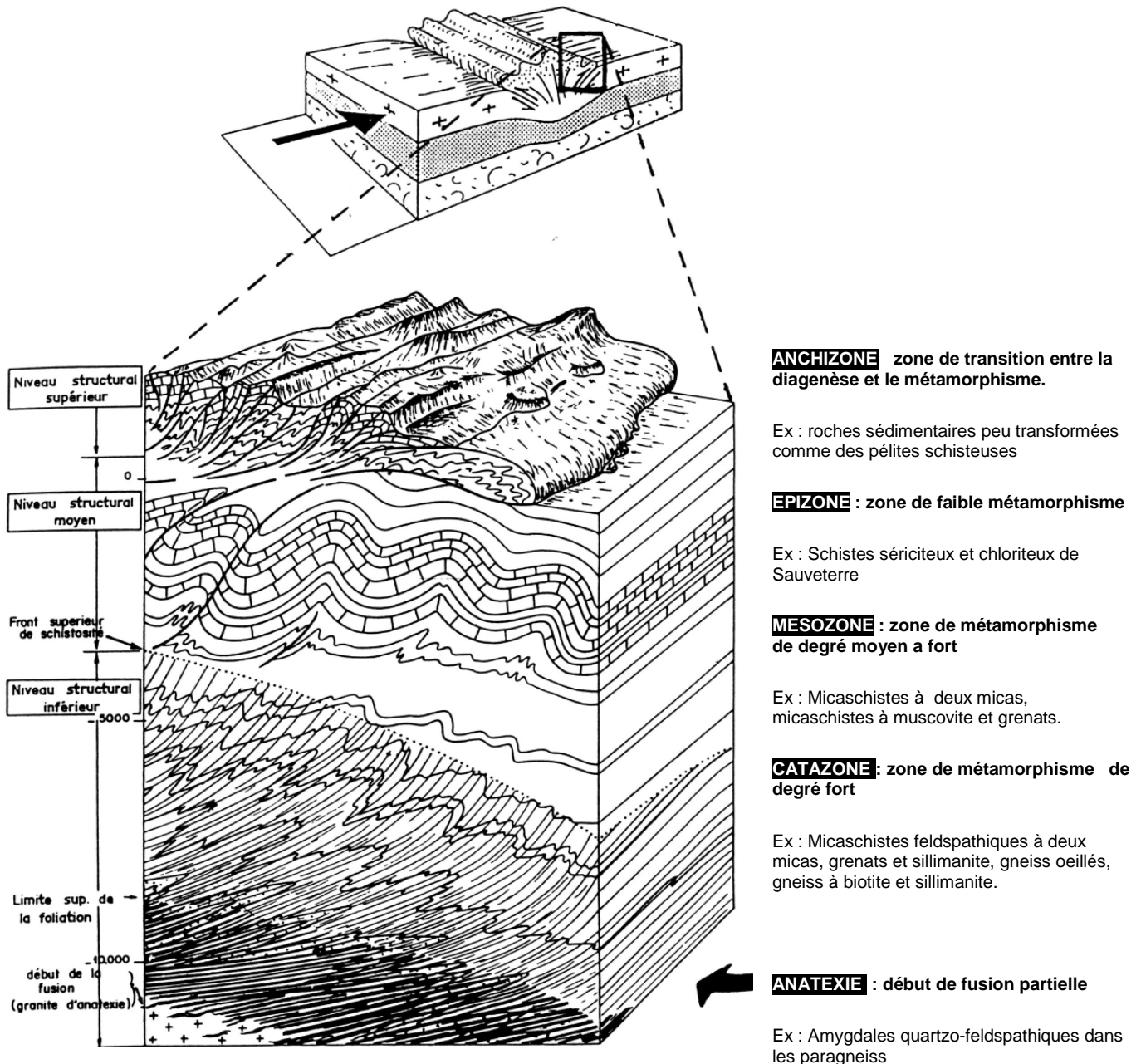
Cette observation peut être faite sur quelques affleurements à Sauveterre aux environs des charnières de plis.



### 3.2. Une répartition des niveaux structuraux et des zones de métamorphisme à l'échelle de la croûte terrestre.

Les schémas suivants situent les structures tectoniques et les zones de métamorphisme à l'échelle de la croûte terrestre continentale.

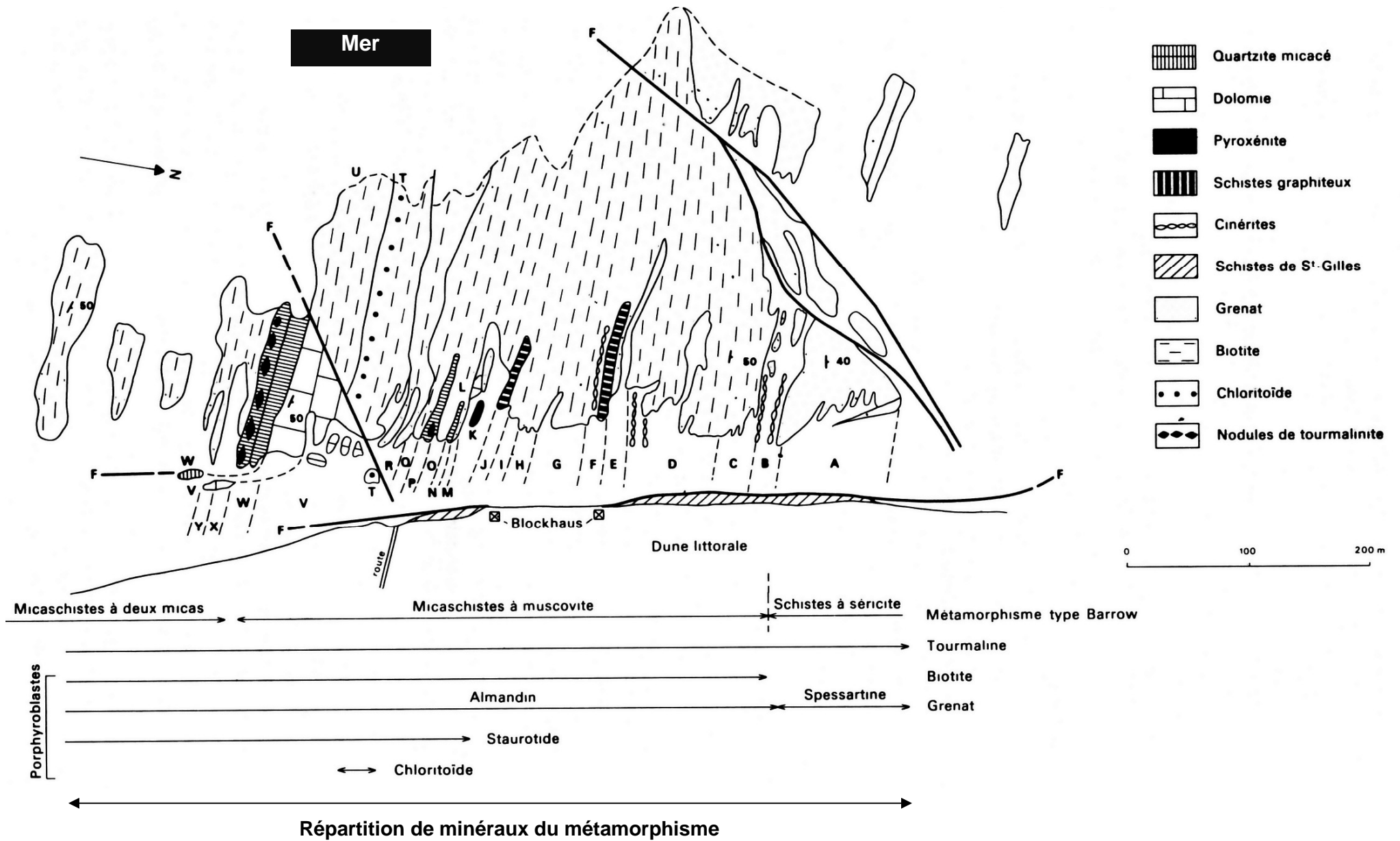
Nous rappelons que cette croûte continentale d'une épaisseur moyenne de 30 km (peut atteindre 60 km au niveau des Chaînes de montagnes) est constituée d'une couverture de roches sédimentaires et d'un socle de roches magmatiques, essentiellement granitiques, et de roches métamorphiques.



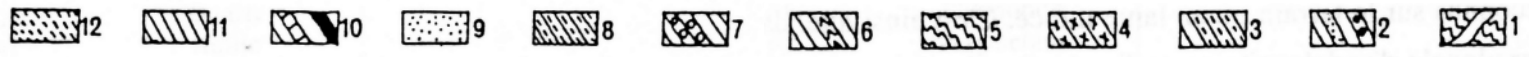
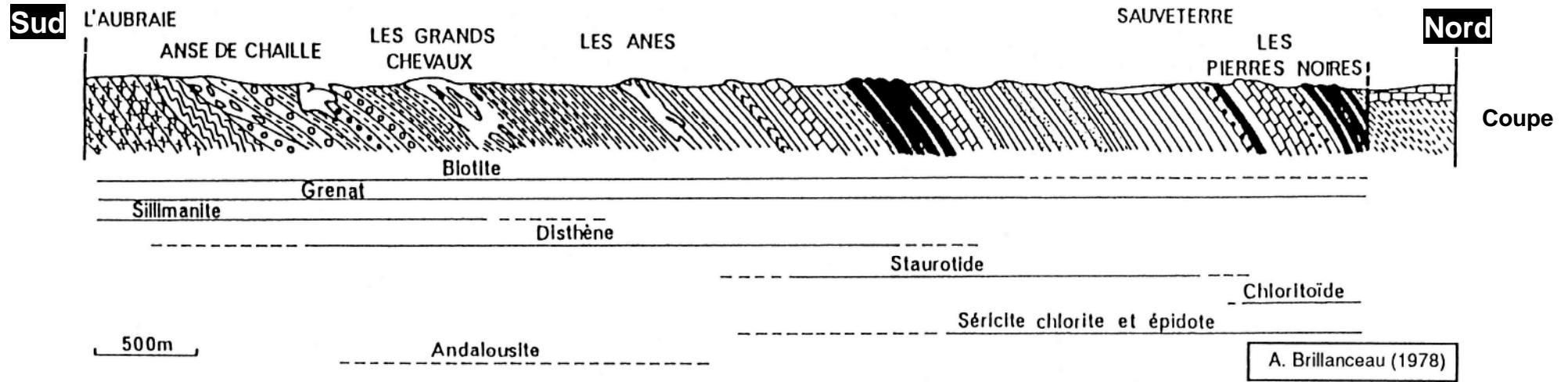
Affaire à suivre avec la deuxième sortie sur la série métamorphique des Sables d'Olonne en 2009 !

Jean Chauvet

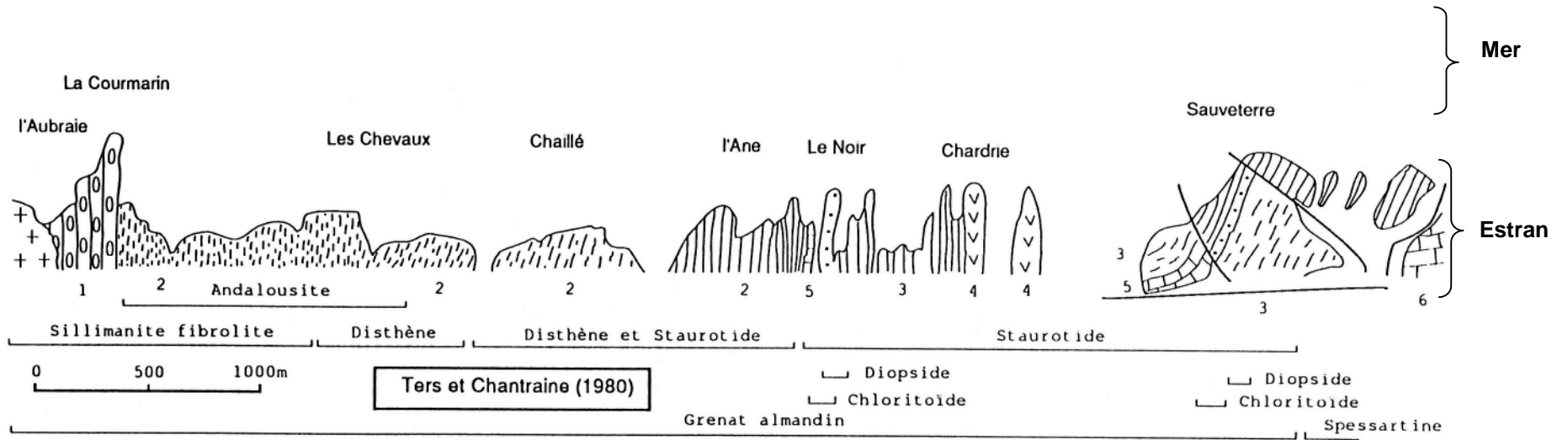
▲ Document 2 - Carte géologique de l'estran des Pierres noires de Sauveterre



▲ Document 3. Coupe et carte géologiques du littoral de Sauveterre à l'Anse de Chaillé



12. Séricite-chlorite-schistes – 11. Micaschistes à minéraux – 10. Intercalations calcaires et passées graphitiques – 9. Volcanisme acide et grès associés – 8. Gneiss sombres – 7. Gneiss ocellés – 6. Amphibolite – 5. Gneiss clairs – 4. Granite folié (Orthogneiss) – 3. Passées feldspathiques – 2. Niveaux gréseux et conglomératiques – 1. Pegmatites et aplites.



1. Gneiss ocellé injecté de granite à muscovite – 2. Gneiss à silicate d'alumine – 3. micaschistes – 4. Métarhyolites de Chardrie – 5. Calcaire dolomitique – 6. Hettangien



▲ 1. Les Pierres noires de Sauveterre



▲ 2. Observation des micaschistes de l'estran



▲ 3. Observation de micaschistes à grenat spessartine à deux échelles



▲ 3. Observation des micaschistes au niveau de l'isograde biotite (+)



▲ 4. Cristaux de biotite dans la matrice schisteuse





▲ 5. Lentille de métacinérite



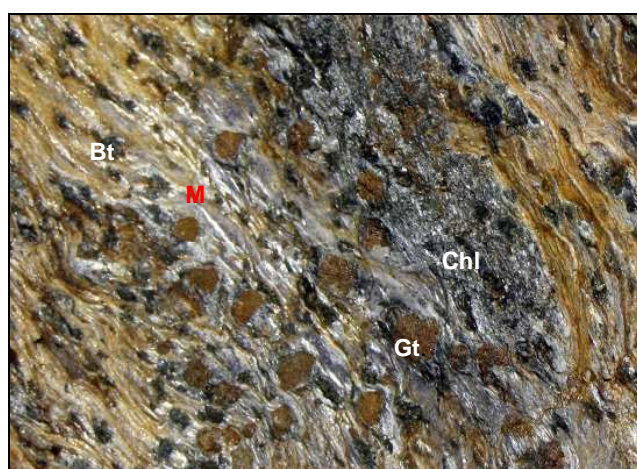
▲ 6. Grès en début de formation, en haut de plage



▲ 7. Calcaire dolomitique métamorphisé



▲ 8. Micaschiste à muscovite avec de gros cristaux de grenat almandin



▲ 9. Micaschiste à muscovite (M) avec des cristaux de chloritoïde (Chl) , de grenat (Gt) et de biotite (Bt), à 2 échelles d'observation

## 2008 : Année internationale de la Planète Terre

### ■ L'Homme a besoin de sa planète

Il en dépend complètement puisqu'il en est issu, qu'il y a évolué, et qu'il y demeurera à condition de préserver les grands équilibres du système Terre.

Pour conserver une Terre durable, l'Homme doit utiliser les meilleures informations à sa disposition sur le fonctionnement du système Terre. Cette connaissance de la planète Terre est fournie par les géosciences. *C'est un patrimoine qu'il faut transmettre à nos enfants.*

### ■ Le Développement Durable : une notion récente.

Depuis les années 1970, l'environnement apparaît comme *un patrimoine mondial essentiel à transmettre aux générations futures*. Ce concept commence à être largement médiatisé devant le grand public. Au sommet de la Terre, à Rio de Janeiro en 1992 et du sommet de Johannesburg en 2002, des milliers de représentants gouvernementaux et d'ONG ont ratifié des traités prenant position sur les besoins environnementaux et sociétaux face à l'exploitation des ressources.

La prise de conscience liée aux problèmes environnementaux, à l'évolution des climats, à la crise énergétique, suscite un regain d'intérêt de l'opinion publique pour les grands équilibres de la planète et les enjeux qui en découlent.

### ■ L' Année Internationale de la Planète Terre

L'année internationale de la Planète Terre est une initiative de l'Union Internationale des Sciences Géologiques et de l'Unesco, proclamée par les Nations Unies le 22 décembre 2005 sur une durée de 3 ans: 2007, 2008, 2009 avec un apogée en 2008.

Cette année internationale s'appuie sur 10 grands thèmes, d'ampleur globale, privilégiant les aspects sociétaux :

- Les eaux souterraines :	<i>pour un usage durable</i>
- Les risques naturels :	<i>minimiser le risque, maximiser la prévention</i>
- La Terre et la santé :	<i>construire un environnement sain</i>
- Les climats :	<i>climats anciens ; climats futurs</i>
- Les ressources :	<i>vers un usage durable</i>
- Les grandes villes :	<i>aller plus loin, construire autrement</i>
- La Terre profonde	<i>de la croûte au noyau</i>
- Les océans	<i>la planète bleue</i>
- Les sols	<i>l'épiderme de la Terre</i>
- La Terre et la Vie :	<i>origine de la biodiversité</i>

Dès le 7 janvier 2007, 4567 ballons (autant que de millions d'années d'âge de la Terre) ont été lâchés à Piccadilly dans le ciel de Londres et le même jour en Inde. De nombreux forums ont eu lieu dès 2007 en France et dans les grandes capitales mondiales.

### Plusieurs messages forts ont été retenus :

*Prise de conscience nécessaire d'un facteur primordial: l'évolution de la population mondiale qui passera de 6 à 9 milliards d'êtres humains à l'horizon 2050 avec des conséquences sur l'eau, les ressources, les paysages, la santé, les modes de vie, qui obligeront les scientifiques et les ingénieurs à interagir.*

**En 2008 et 2009 des expositions et évènements grand public** se sont déroulés et vont avoir lieu dans plusieurs villes françaises sur des thèmes variés :

- *Les fossiles racontent la Terre* (Lille),
- *Himalaya - Tibet, le choc des continents* (Bordeaux),
- *Voyage dans le cristal* (Grenoble),
- *Océan et climat, des échanges pour la vie* (France),
- *Cartes géologiques* (Paris)

**De nombreuses excursions géologiques et découvertes du territoire**, des animations scolaires et grand public se sont déroulées dans de nombreuses régions : Aquitaine, Médoc, Béarn, Paris, Montpellier.

**Le Muséum National d'Histoire Naturelle a accueilli 5 installations événementielles :**

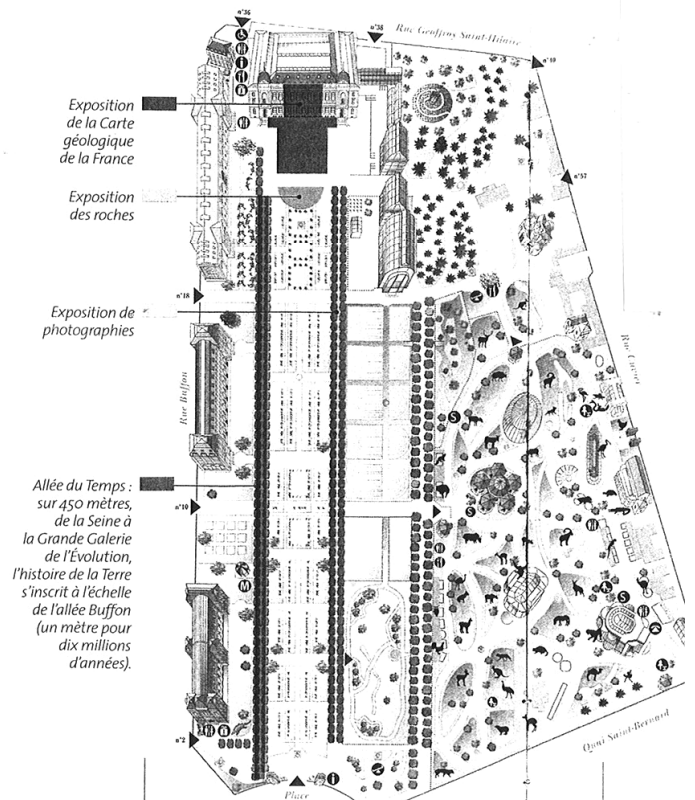
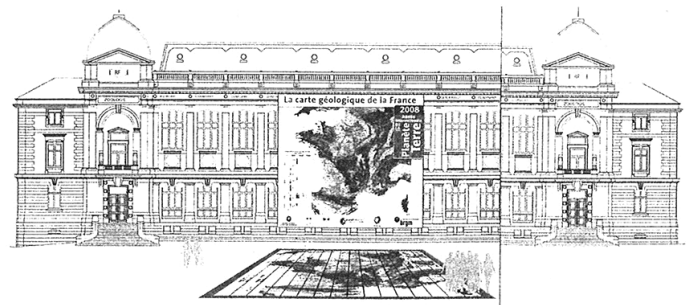
- *L'Allée du Temps* retraçant quelques grandes étapes de l'histoire de la Terre et de la Vie.

- *La carte géologique de la France à 1/111 000 000ème* sur une bâche de 420 m<sup>2</sup> fixée en façade de la grande Galerie de l'Evolution. Cette carte réalisée en 2003, décrit les grandes unités du Territoire et laisse entrevoir la complexité d'une très longue histoire géologique.

*L'assemblage des 1060 cartes géologiques au 1/50 000* sur l'esplanade de la Grande Galerie de l'Evolution, pour la première fois en France. Elles décrivent de façon très détaillée les roches qui composent le sous-sol de chaque région.

*Une exposition de roches* illustrant la diversité minérale qui transparaît dans la carte géologique.

*La Terre au cœur de la France* : exposition de photographies sur les grilles du jardin de l'école de botanique, prises par des chercheurs en mission. Elles montrent les enjeux scientifiques menés par des organismes de recherches en mission.



## Bienvenue sur l'Allée du Temps

### Terre et Vie indissociablement liées dans l'histoire de notre Planète

L'allée Buffon, au coeur du Jardin des Plantes, a accueilli l' **Allée du Temps** : un chemin à parcourir pour découvrir les grandes étapes liant l'histoire de la Terre à celle de la Vie. Un mètre pour 10 millions d'années, pour présenter les 4500 millions d'années que compte l'histoire de la Terre depuis sa formation.



#### LE SEXE REND MORTEL

La reproduction se faisait par division, chaque individu est identique au parent (même au point de vue génétique). Avec la reproduction sexuée, le brassage génétique permet de nouvelles associations de gènes. Il y a une explosion de formes différentes de vie, une adaptation très facile au milieu. *La sexualité implique un nouveau phénomène : la mort.* La sexualité amène la disparition d'une information génétique donnée mais assure le changement des êtres vivants.



#### UNE RÉVOLUTION

L'oxygène ? Un poison violent pour tous les êtres vivants qui ont fait l'expérience de son apparition sur Terre. Pourtant, cette nouveauté arrive si lentement que les organismes ont le temps de s'adapter, certains finissent même par ne plus pouvoir s'en passer ! Autre conséquence de la photosynthèse : l'utilisation du CO<sub>2</sub>, sa teneur diminue, provoquant un refroidissement tel que la Terre est parfois complètement glacée. Les dépôts de fer oxydé permettent de savoir quand l'oxygène est apparu.



#### VIVA

Il n'y a pas d'oxygène sur Terre, mais la vie est déjà là sous forme de bactéries. L'émergence de la vie modifie l'atmosphère et permet désormais la formation de calcaires.

La vie est probablement issue de réactions chimiques avec les minéraux. Elle a laissé dès ses débuts des indices chimiques dans les roches.



#### DE L'EAU !

La Terre se refroidit grâce notamment au volcanisme qui évacue des gaz, dont le CO<sub>2</sub> et l'eau. D'abord présente sous forme de vapeur, l'eau se condense lorsque la température descend en dessous de -97 °C ; elle ruisselle sur les roches, les altère et en emporte des éléments dans les zones les plus basses : les océans. L'atmosphère, moins riche en vapeur d'eau, devient plus transparente : le rayonnement solaire atteint la Terre plus intensément.



#### L'AVENTURE COMMENCE

Alors que le soleil existe depuis déjà 10 millions d'années, des gaz, des poussières et des météorites se condensent et forment la Terre, en même temps que les autres planètes.. Cette accréation génère une très haute température: la Terre primitive était en fusion. Puis les éléments les plus denses ont migré vers le centre, constituant progressivement le noyau et le manteau ; dans la croûte subsistent les éléments les plus légers.



### ET APRÈS ?

Une espèce se différencie par sa bipédie. Elle s'installe sur une aire de plus en plus vaste. Elle va remarquablement réussir... Partie de 25 millions d'individus au Néolithique, elle atteint le premier milliard vers la Révolution Française, le deuxième juste avant la seconde guerre mondiale, près de 7 milliards aujourd'hui. Par son nombre et l'impact de ses activités sur l'environnement, *l'Homme a forcément une influence sur la biodiversité contemporaine.*



### LA CRISE

Animaux et végétaux s'étaient considérablement développés, dans tous les milieux, mais des modifications environnementales, trop brusques, trop nombreuses, trop intenses auront raison d'un très grand nombre d'entre eux, terrestres et marins. Dont les dinosaures, mais aussi les ammonites et des organismes microscopiques. *Une chance pour les mammifères qui ont survécu et qui vont y pouvoir prendre leur essor !*



### TERRE! TERRE !

Les algues ont proliféré dans l'océan. Importées sur la terre ferme à la faveur des marées ou des embruns, elles débute une lignée des *végétaux continentaux*, petits laboureurs qui vont transformer les roches en sol : c'est un bouleversement complet de la surface de la surface de la planète. Plus tard certains animaux restés par hasard dans les flaques après une tempête survivent grâce à leurs poumons primitifs. Ils occupent progressivement tous les milieux continentaux.



### DES FOSSILES

Depuis leurs débuts, les êtres vivants ne possédaient aucun élément solide. Soudain, il semble que beaucoup d'espèces apparaissent, dotées d'une *carapace*, d'une *coquille* ou d'un *squelette*. Un changement qui permet aux animaux de se protéger et aussi à leurs restes d'être plus facilement *conservés sous forme de fossiles*. C'est pourquoi nous pouvons mieux connaître le monde vivant de cette époque.



### LES SPECIALISTES

Depuis 3000 millions d'années, les organismes n'étaient constitués que d'une seule cellule. Et voilà que les cellules vont se regrouper, s'associer, former des organismes multicellulaires. Des éponges actuelles sont des exemples de ces pionniers. Certaines cellules se spécialisent ensuite pour ne remplir qu'une seule fonction. C'est l'apparition des premiers organes.

*Louis Arrivé*

## Liste des adhérents en 2008

Anfray Rémi et Mme	37 rue des Epinards	85 270 St Hilaire-de-Riez
Arrivé Louis et Mme	12 rue Edouard Peltier	85 000 La Roche-sur-Yon
Ayrault Marlène	La Praudière	85 540 St Avaugourd –des- Landes
Barbotaud J.Fr ;	6, quai des Greniers	85 800 St Gilles-Croix de Vie
Belliard Claude	27 rue Louise Pinchon	17 000 La Rochelle
Berkani Mme	1 rue Desaix	85 000 La Roche-sur-Yon
Bertet Gérard et Mme	9, les Eards	44 190 St Hilaire –de- Clisson
Bessonnat Gilbert	7 rue du Collège	85 200 Fontenay-le- Comte
Bodin Guy	4 rue muguet	85 510 Le Boupère
Billaud Gilberte	le Coupinson	85 130 St Aubin-les -Ormeaux
Boisselier Christophe	La Girouardièrre	85 430 Aubigny
Boussard Louis et Mme _( apt C 303)	, 14 rue Abbé Billaud	85 000 La Roche-sur-Yo,n
Boutin André et Mme	9 rue du Petit Moineau	85 310 Chaillé-sous- les Ormeaux
Bresson Gilles et Mme	Les Hautes Papinières	85 110 St Prouant
Chauvet Jean et Mme	2 rue Marchay	85 170 Le Poiré-sur-Vie
Croisé Luc Marie	180 rue du Calvaire	85 250 Chavagnes-en Pailliers
Davigo Jacques et Mme	45 bis rue des Ormeaux	Le Monteno 56 640 Arzon
Deau Marthe	20 rue Bonne Fontaine	85 300 Challans
Duclos Stéphanie	Guérinière	85 150 La Chapelle-Achard
Duret Alain et Mme	21 rue Lafontaine	85 110 Chantonnay
Fitterer Marcel et Mme	1522 ave de l'Atlantique	85 440 Talmont -St-Hilaire
Gaudin Mme	L'Angle	85 110 Chantonnay
Gibaud Pierre et Mme	14 rue du Guet	85 200 Fontenay-le-Comte
Giraud René et Mme	35 rue Barbara	85 000 La Roche-sur-Yon
Giraudeau Joseph et Mme	13 Che. Guionnières	85 210 Sainte Hermine
Godard Gaston	2 allée Mirabeau	92 240 Malakoff
Grondin Patrick	67 rue Poctière	85 300 Challans
Gouin- Grousset Françoise	7 rue Jeanne d' Arc	85 000 La Roche-sur-Yon
Guilloteau André et Mme	56 rue Espérance	85 250 La Rabatelière
Hamaide Gérard	22 Chemin de Ceinture	85 340 Ile d'Olonne
Jacob Guy	22 rue de l'Artois	17 440 Aytré
Jaton Charles	6 ter ruc Valentine	82 190 Meudon
Kerselion Jacques	25 rue Petit Brandais	85 520 Jard-sur-Mer
Léau Céline et Mr	57 rue du Puisatier	44 700 Orvault
Leblanc Pierre	47 route de Nantes	85 290 Mortagne-sur-Sèvre
Lermite et Mme	43 rue de Beaupuy	85 000 Mouilleron-le-Captif
Loizeau Dominique	68 rue Maxime Dervieux	85 000 La Roche-sur-Yon
Louineau Maurice	11 rue de la Minée	85 430 Les Clouzeaux
Mahu Christian et Mme	42 Bd Batard	85 120 La Tardière
Marsaud Michèle	189 rue du Général Guérin	85 000 La Roche-sur-Yon
Marsault Benoît et Mme	6 rue Edouard Branly	85 300 Challans
Mérand Gérard et Mme	9 rue du Surchaud	44 190 St Hilaire de Clisson
Millais Jacques	Le Guy Bureau	85 310 Chaillé-sous-les Ormeaux
Morinière Gérard et Mme	7 rue Maurice Morand	85 100 Chantonnay
Oliviero Lucien	8 rue Bel-Air	85 480 Fougeré
Pontoire	47 rue ddes Carrières	85 320 Château Guibert
Rafstedt Philippe	rue Emile Baumann	85 000 La Roche-sur-Yon
Ratier Michel et Mme	7 rue des Astiers	85 280 La Ferrière
Ravard et Mme	9 impasse Jean Callot	85 000 La Roche-sur-Yon
Rey jacques	2 rue Basse St Eloi	17 000 La Rochelle
Ricoulleau Pierre Ian	7 rue de l' Abbé Ténèbre	85 670 St Etienne du Bois
Rigollet Laurent et Mme	6 rue d'Esnandes	17 138 Saint Xandre
Rosset Mr.	5 rue de l'Eglise	85 470 Brétignolles-sur-Mer
Rouet Michel	111 rue Laplace	85 000 La Roche-sur-Yon
Roy Claude	15, Place de l'Eglise	85 400 Fougeré
Sabatier Annie	6 rue de la Petite Croix	85 430 La Boissière des Landes
Servière Pierre et Mme	1 rue de l' Ancienne Comédie	85 400Luçon
Strannoloubsky Claude	La Davière	85 520 Jard-sur-Mer
Thorer Heidi	Ch ; du Bois Durand	85 300 Soullans
Tortuyaux Jean Pierre	35 rue Drummonville	85 000 La Roche-sur-Yon
Viaud Jean Marc	19 impasse Jean Goujon	85 000 La Roche-sur-Yon
Villette Jean-Pierre	3 rue des anciens Combattants	85 300 Soullans
Wattel J.P. et Mme	2 chemin de la Butte	85 300 Soullans
Yvinne Marie José	3782 rue Port La Guittière	85 440 Talmond Saint Hilaire

- Quelques adhérents ne sont pas encore à jour de la cotisation 2008



***Danièle Kersé lion nous a quittés à la mi-janvier.***

*Avec Jacques, son époux, elle participait régulièrement à nos sorties. Son sourire, son humour et son courage resteront dans nos mémoires. Tous les membres de l' A.V.G. assurent Jacques de leur sympathie et de leur fidèle amitié.*

