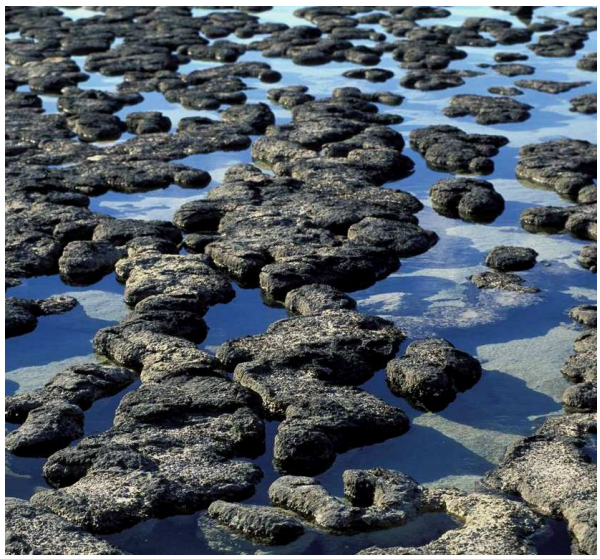
ASSOCIATION VENDEENNE DE GEOLOGIE

Bulletin annuel



2003

ASSOCIATION VENDEENNE DE GEOLOGIE

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

Tél. 02.51.37.37.09

En Avant la Vendée !

■ COMPOSITION DU BUREAU

Président : Arrivé Louis

Président d'honneur : Davigo Jacques

Vice-président : Bessonnat Gilbert

Vice-président : Chauvet Jean

Secrétaire : Berthet Gérard

Trésorier : David Roger

Conseiller scientifique : Godard Gaston

Duclous Stéphanie

Duret Alain

Giraudeau Joseph

Mahu Christian

Rey Jacques.

■ PUBLICATION DU BULLETIN 2003

Responsable de la publication : Jean Chauvet

Ont collaboré à la réalisation de ce bulletin :

Anfray Rémi

Arrivé Louis

Arrivé Nicole

Barbotaud Jean François

Chauvet Jean

König Claire

König Christian

Loizeau Dominique

Illustration et mise en page : Chauvet Jean

✳ Publication : Février 2004 ✳

Sommaire

		pages
• Composition du bureau et membres de la rédaction		1
• Sommaire		2
• Editorial du Président	*Louis Arrivé*	3
• Géologie de la Namibie	*Claire König*	4 - 7
• Voyage en Australie	*Claire König*	8 - 10
• Paysages d'Australie	*Christian König*	11 - 12
• Les stromatolites et l'apparition du dioxygène	*Dominique Loizeau*	13 - 15
• Excursion : Les " Orgues de Vairé "	*Jean-François Barbotaud*	17 - 18
• Excursion : La "série de Brétignolles "	*Jean-François Barbotaud*	19 - 21
• Photos de l'Île d'Aix et de l'Île Madame	*Jean Chauvet*	22
• Excursion : L'Île Madame	*Jean Chauvet*	23 - 25
• Excursion : Port-des-Barques	*Jean Chauvet*	26 - 27
• La transgression cénomanienne	*Jean Chauvet*	28
• Quelques fossiles du cénomanien	*Jean Chauvet*	29 - 30
• Excursion : Brouage	*Jean Chauvet*	31 - 32
• Excursion : L' Île d'Aix	*Jean Chauvet*	33 - 36
• Excursion : le bassin de Challans – Commequiers	*Rémi Anfray*	37 - 39
• Excursion : le réaménagement du site minier de l'Écarpière	*Louis Arrivé*	40 - 42
• Visite du siège de l'Amicale des Anciens des Mines de Vendée	*Louis Arrivé*	43
• Excursion : Le granite de Mortagne – Clisson	*Louis Arrivé*	44 - 47
• Excursion : Le massif granitique yonnais, la vallée de l'Yon	*Louis Arrivé*	47 - 51
• Excursion sur le littoral charentais	*Louis Arrivé*	52 - 54
• Excursion : Le site archéologique de Barzan , le "Fâ "	*Louis Arrivé*	54 - 55
• Visite d' expositions du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris	*Louis Arrivé*	56 - 57
• Diverses expositions avec l'AVG	*Louis Arrivé*	58 - 60
• Aquarelle de la Vallée de l'Yon	*Nicole Arrivé*	61

Editorial

En 2003, nous avons publié un numéro spécial pour les 30 ans de notre association, un retour sur l'histoire de nos activités.

Dans ce bulletin 2004, vous allez découvrir les activités des années 2002 et 2003: excursions, voyages, conférences, expositions: Ce sont douze sorties en Vendée et dans les départements voisins qui sont décrites, commentées, illustrées. Merci à ceux qui ont bien voulu nous faire revivre ces journées et y apporter savoir et compétence. Un merci tout spécial à Jean Chauvet qui a su harmoniser ce bulletin et y joindre de nombreuses et judicieuses illustrations.

Les excursions nous ont fait (re)découvrir les granites vendéens avec les géologues de la Cogema Vendée , les orgues rhyolitiques de Vairé, la série métamorphique de Brétignolles , le Bassin de Challans, les gypses de Cherves , les quartz de Plomeur , le littoral charentais, l'Île d'Aix, l'Île Madame. ..

Deux voyages, l'un au Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris en Janvier 2003 et le second à Lemptegy et Vulcania en Octobre. Nous décrirons ce voyage en Auvergne dans le prochain bulletin.

Notre association s'est associée à l'animation d'été du Manoir des Sciences de Réaumur avec l'exposition sur les fossiles et l'exposition. « le monde des Minéraux, minéraux du Monde ». Merci à ceux qui ont prêté de magnifiques échantillons et documents et animé la semaine de la Science.

Après St Fulgent, l'exposition itinérante « Yprésis » est allée à Montaigu en Janvier et Février 2004, puis ira à St Philbert-de-Grand-Lieu , Thouars et peut-être à Cholet.

La présence de 55 adhérents au banquet du 30 Novembre dernier, montre la vitalité de notre association et la forte amitié qui s'est tissée au fil des années, gage d'une longue vie et d'un avenir enrichissant pour tous.

■ **Louis Arrivé**

Géologie de la Namibie

Conférence de Claire König, le 6 Avril 2002

La Namibie, au nord-ouest de l'Afrique du Sud, est un pays très touristique, entre autres pour sa géologie. Un gradient de précipitations croissant du sud-ouest au nord-est permet une grande variété de milieux et donc de faune, mais, dans l'ensemble, le pays est aride et la couverture végétale ne cache pas la géologie.

■ La Namibie fusion de deux cratons :

En regardant la carte des altitudes, on observe au nord du pays, le craton du Congo et au sud celui du Kalahari. Le centre du pays est occupé par les restes de la chaîne des *Damara Mountains*, résultat de la troisième orogenèse subie par la région. Les orogenèses du *Valian et Mokolian supérieur* (2 Ga), du *Mokolian inférieur* (1,5 Ga) et du *Damara* (750-400 Ma) ont soudé les 2 cratons et formé le sud du continent africain. Ces formations, très anciennes, ont permis l'apparition de nombreux minerais le plus souvent d'origine hydrothermale sauf l'uranium de *Rossing Mine* près de *Swakopmund* et les diamants du *Namib*, au sud-ouest du pays.

■ Deux éléments marquants de la géologie de la Namibie :

1. Le faciès d'Otavi et ses stromatolites.

.D'énormes récifs calcaires se sont formés au bord de l'océan du Damara depuis 750 Ma et pendant 100 Ma sur 500 kms de long et environ 5000 m d'épaisseur dans des conditions très stables et des eaux peu profondes et très calmes. Ces formations comprennent des stromatolites séparés par des dolomies. L'ensemble fut soulevé par l'orogenèse du Damara, il y a 600 Ma. Les stromatolites sont des cyanobactéries ayant formé une couche de calcaire à l'extérieur de la cellule pour se protéger de l'oxygène libre qu'elles ont contribué à libérer dans l'atmosphère.

La région de Tsumeb, par ailleurs très riche en minerais, permet d'observer de nombreux stromatolites mais aussi quelques lacs karstiques : *Otjikoto et Guinas*, témoins des réserves d'eau souterraine de la Namibie. Cette eau ressort en partie à *Etosha*, dans le parc national, et permet la survie de la faune dans ces régions en saison sèche. D'autre part dans la même région on peut voir la célèbre météorite de *Hoba*.

2. Le volcanisme du Karoo et les complexes intrusifs.

Au col du Grootberg, à l'ouest de Kamanjab on passe directement et sans transition des roches très anciennes : le complexe granitique de *Huab* (2 Ga) au plateau de l'*Etendeka* à l'ouest, vaste plateau de lave de 78 000 km^2, contemporain de la rupture du Gondwana (130 Ma) et dont il reste aujourd'hui 900 m d'épaisseur dans la région de l'oasis de Palmwag.
Le Damaralang rock complex s'étend sur 350 km en direction du nord-est à partir de Cape Cross. Il y a quelques sites remarquables dans ces formations volcaniques : *Cape cross, Messum crater, Brandberg, Spizkoppe, Erongo* entre autres, *Brandberg* étant le plus haut sommet du pays : 2574 m .

Dans cette région, un affleurement très particulier retient l'attention, il s'agit de la *Burnt Mountain*, couche d'argile complètement brûlée par le volcanisme, juste à côté des orgues basaltiques et d'un site de peintures rupestres (*Twyfelfontein*, site visité par le préhistorien français : de Broglie) peintures effectuées sur un grès très ancien qui est à lui seul une splendeur géologique.

■ Restes de la rupture du continent du Gondwana :

Nous avons poursuivi notre voyage vers le sud par une route qui longe le désert du Namib au pied du grand escarpement qui sépare la côte du pays et qui est le résultat d'un gigantesque soulèvement isostasique lors de la rupture du continent du Gondwana: séparation de l'Afrique et de l'Amérique du Sud.

Puis à Lüderitz l'affleurement du *Namaqualand Metamorphic Complex* (l Ga) est un fond océanique métamorphisé avec de grandes veines d'anatexite : autre curiosité géologique de la région, la montagne noire est une petite chaîne de montagne d'amphibolite noire avec de gros grenats.
Cette énumération continue avec le désert du Namib et Sossuvlei (dunes) , le *Fish River canyon* (1 Ga), les *Brukkaros Mountains* (cratère dû à une grosse bulle d'eau sous pression).

Conclusion

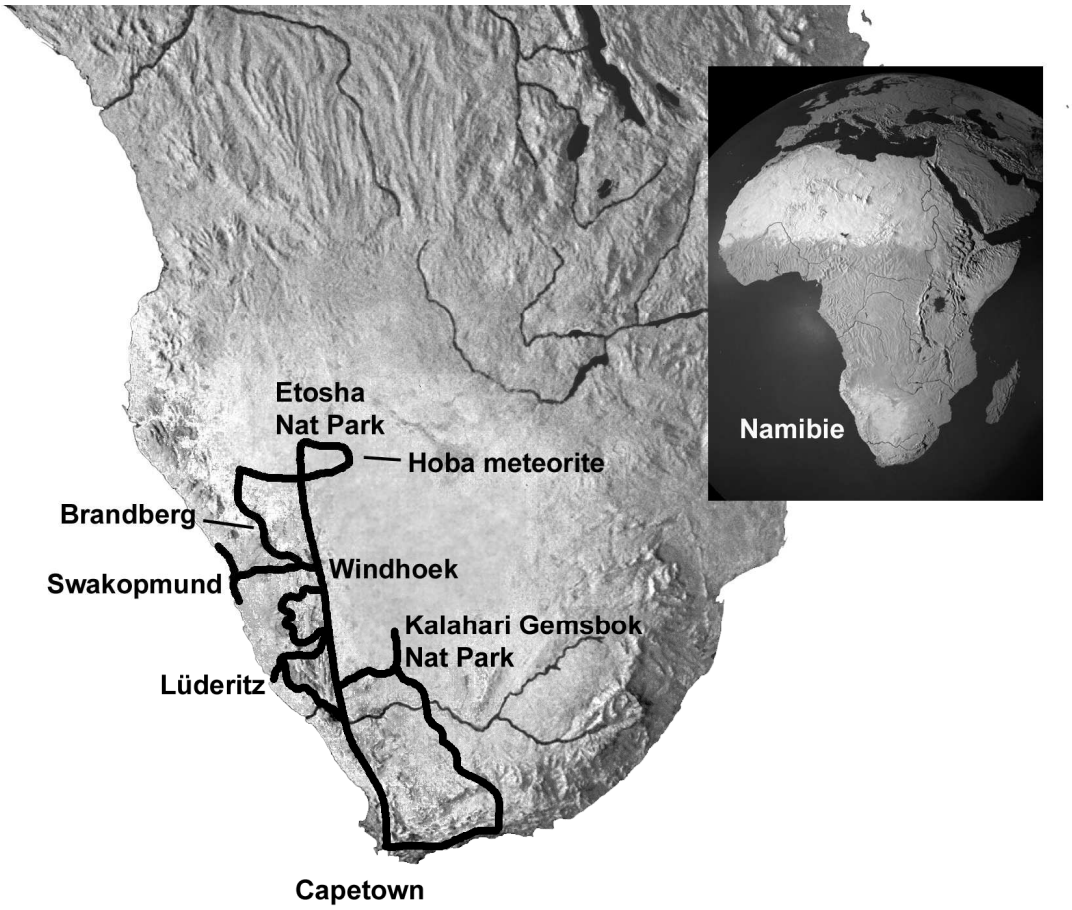
La Namibie reste une destination assez chère puisqu'il faut un véhicule sur place et que les prix sont adaptés aux touristes européens, mais, pour l'amateur de géologie, les déserts sont incontournables, tous ces sites géologiques ont été bien étudiés par les universités allemandes, anglaises et les nombreux prospecteurs de minerais.

Je ne peux passer sous silence ni le petit guide qui nous a permis de lire le pays: *Namibia fascination of geology*, a *travel handbook* by Nicole Grünert chez Klauss Hess Publishers, ni l'amabilité des chercheurs du Musée de géologie de *Windhoek* qui nous ont consacré de leur temps pour trouver des documents complémentaires.

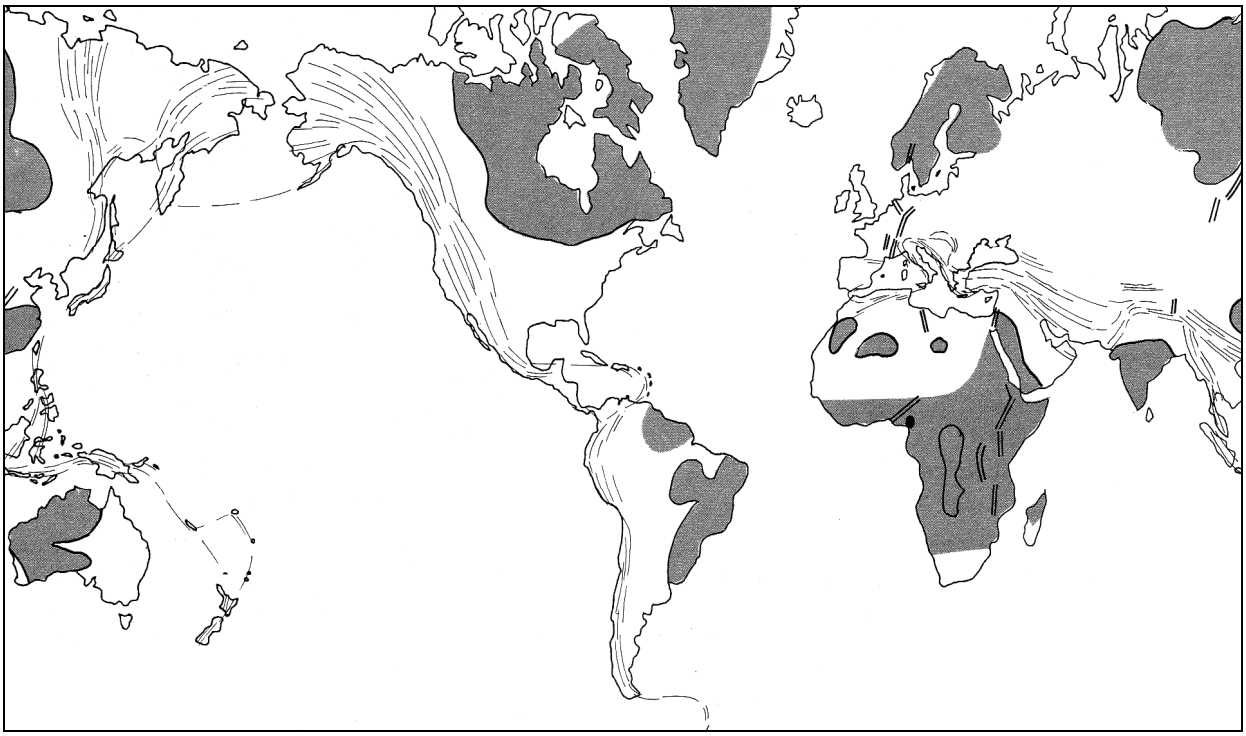
■ Claire König

l Ma : 1 million d'années ; l Ga : 1 Giga années ou 1 milliard d'années.

Les cratons ou aires continentales sont des zones où la croûte est épaisse avec une forte proportion de croûte granitique continentale. Ce sont des régions stables, émergées ou envahies par des mers peu profondes lors des transgressions. Le métamorphisme et les montées plutoniques ont armé les cratons à la manière des tiges de fer du béton armé. Ils constituent la partie continentale stable des plaques lithosphériques. Histoire de la Terre (Dunod).

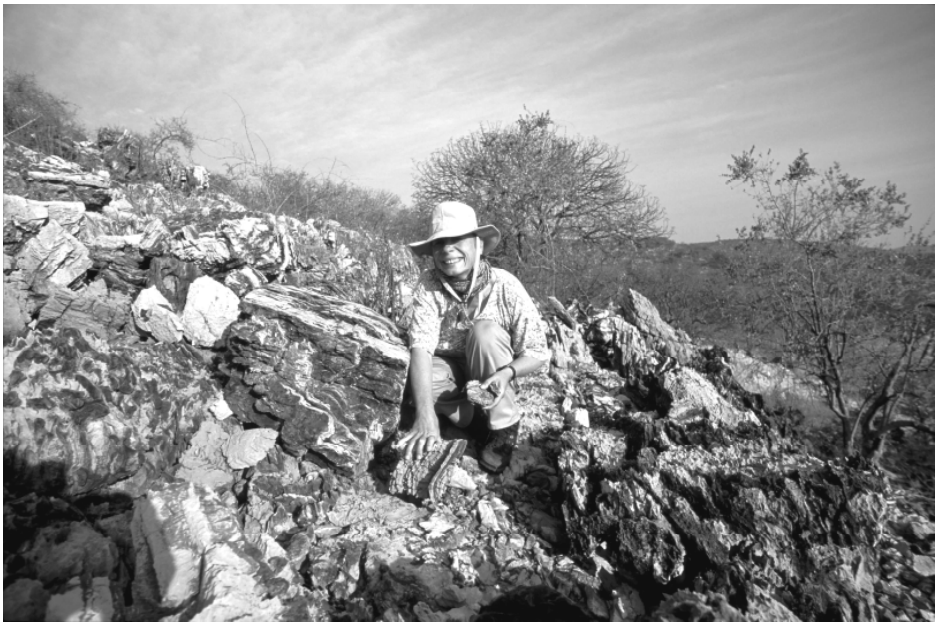


▲ **Itinéraire de Claire et Christian König, en Namibie** (Christian König)

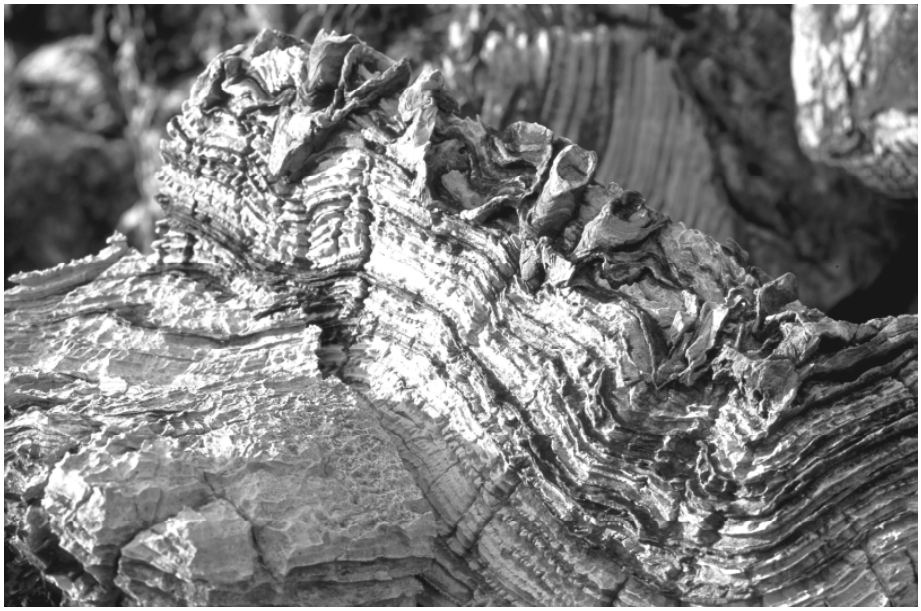


▲ **Répartition des boucliers (en grisé) qui arment les aires continentales stables ou cratons**.

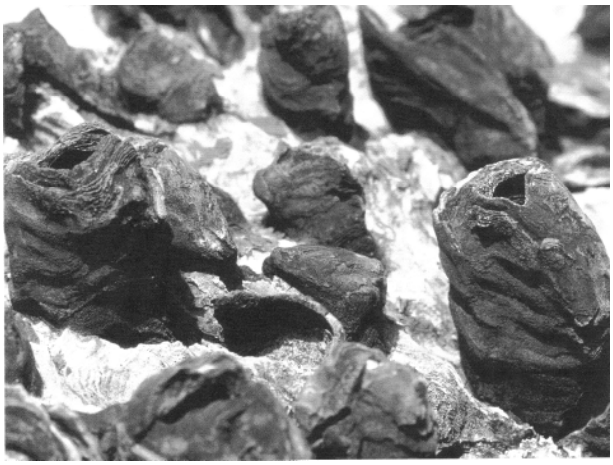
(la Planète Terre - Ed.Ophrys)



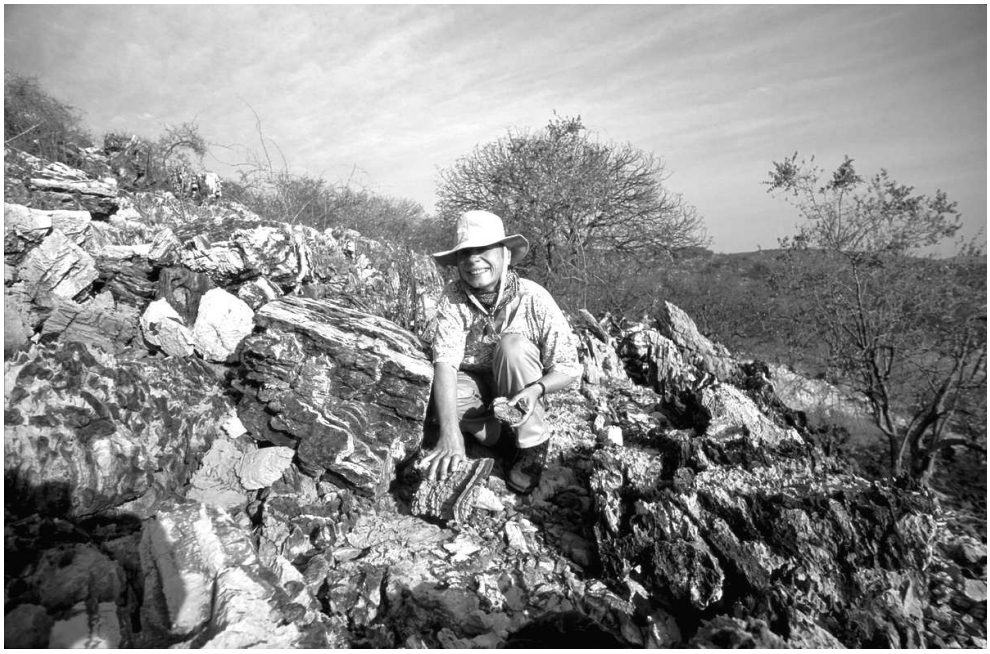
▲ **Claire König sur un massif de stromatolites de plus de 600 Ma** (Christian König)



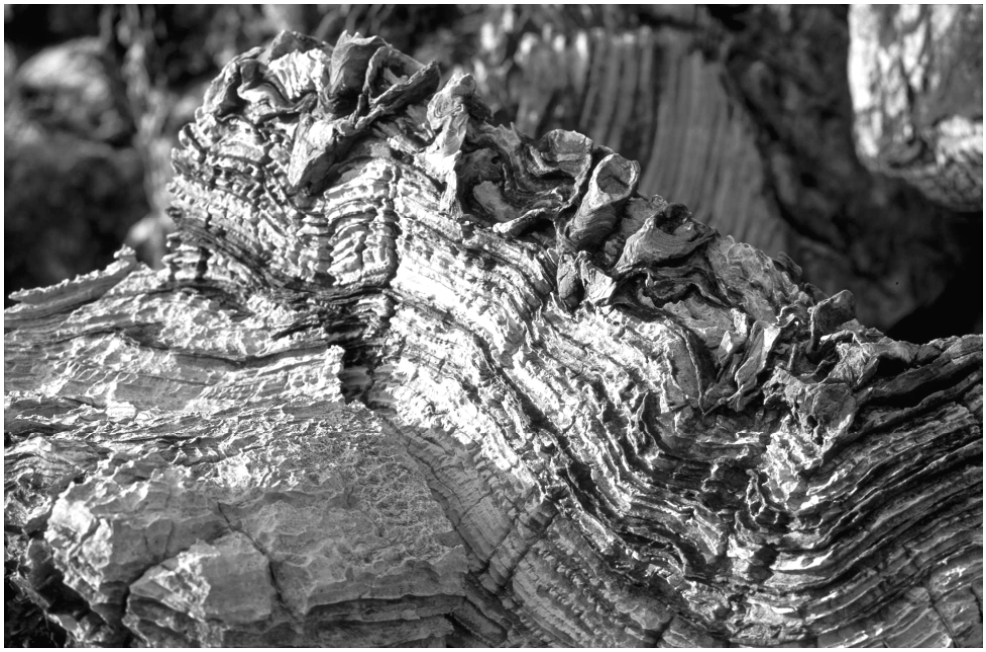
▲ **Les stromatolites de plus près** (Christian König)



▲ **Stromatolites – Otjitongwe – Namibie** (Christian König)

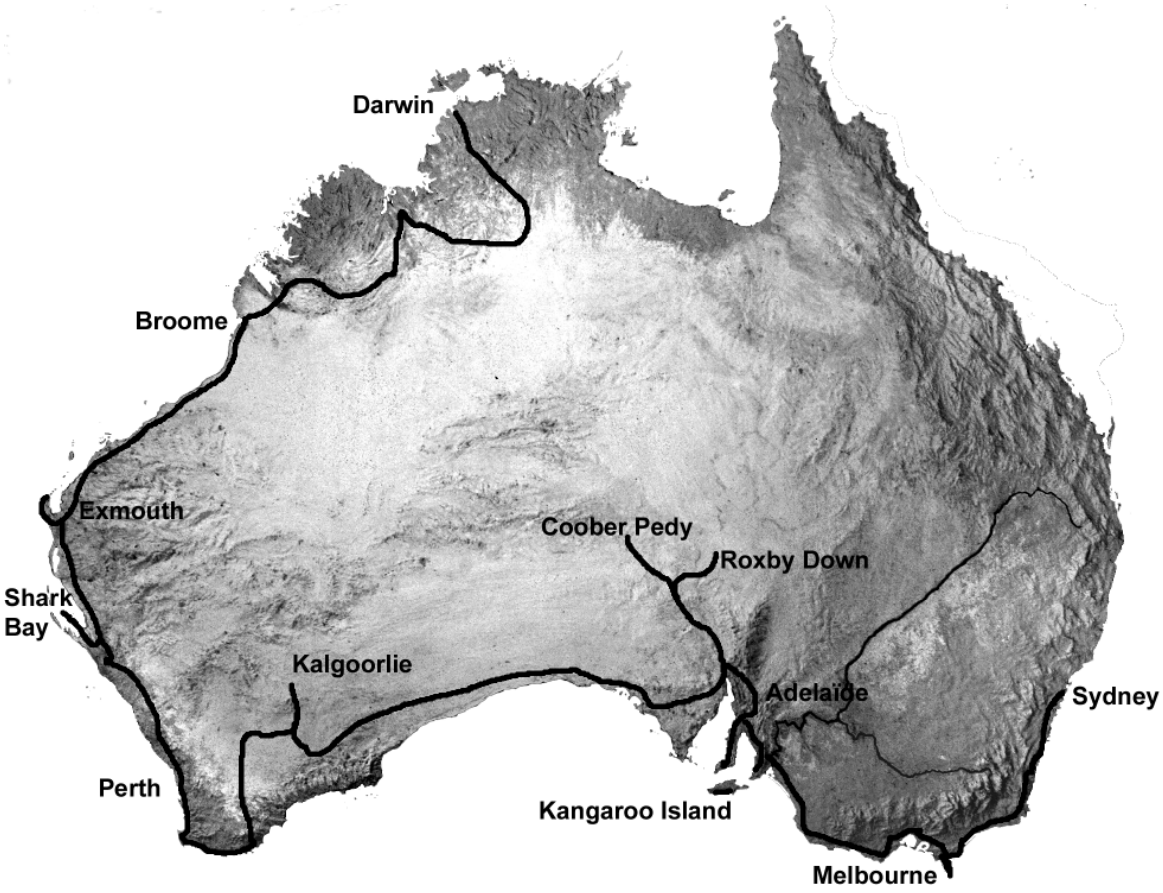


▲ Claire König sur un affleurement de Stromatolites (Christian König)



▲ Structure laminaire des Stromatolites vus de plus près (Christian König)

▲ Divers stromatolites fossiles de Otjitotongwe (Christian König)



▲ Itinéraire de Claire et Christian König en Australie

C.König

▲ Pinacles – Nambung NP – Cervantes-W.Australie

L'Australie

Exposé de Claire König, le 29 mars 2003

Continent tropical de 3500 km E-0 par 3000 km N-S dans ses grandes dimensions, l'Australie appartient à la plaque indo-australienne qui s'écarte de l'Antarctique et s'enfonce sous la Nouvelle Guinée à la vitesse de 8 cm par an .

■ Le vieux bouclier

L'Australie est un vieux continent dont l'Ouest est constitué de cratons très anciens, il ne comporte que deux chaînes de montagnes. La première, calédonienne, est formée par les *Mc Donnell* qui rejoignent au sud les Flinders Range, la seconde hercynienne: la *Great Dividing Range*, sépare la côte Est humide, de l'ensemble du continent, plutôt aride voire désertique.

D'immenses bassins occupent le Centre-est et le Sud. Le Grand Bassin Artésien dont le point le plus bas est le lac Eyre, comporte une série sédimentaire d'age Secondaire de 4500 ni d'épaisseur et constitue la réserve d'eau du centre. Le bassin de *Nullarbor* qui s'étend sur 2.50 000 kilomètres carrés comporte une série sédimentaire d'age tertiaire de 350 ni d'épaisseur, située le long d'une faille, ce qui a permis la formation des spectaculaires falaises du Sud..

■ L'Ouest de l'Australie.

C'est un ensemble relativement « plat ». La plupart des paysages géologiques datent d'au moins un milliard d'années ! On peut citer du Nord au Sud quelques « spots » d'un grand intérêt:

- *Exmouth et Coral Bay* pour ses coraux.
- *Shark Bay* pour ses stromatolites, ainsi que les lacs *Clifton, Pollard, Richmond. ...*
- *Les Pinacles de Cervantès.*
- Les cavernes (*Lake Cave*) du karst du Sud.

■ Les stromatolites de Shark Bay:

Trois variétés de stromatolites se partagent le rivage avec de haut en bas :

- La variété pustuleuse: *Eontophysalis;*
- La variété lisse : *Microcoleus et Schizothrix*;
- La variété *Botyoïde ou Colloform* constituée de Diatomées et de Cyanobactéries colonisées souvent par des algues (*Acetabularia*), cette dernière toujours immergée.

Les stromatolites ont une croissance lente qui suffit, à peine, à compenser leur érosion. Shark Bay constitue la station de spécimens vivants marins la plus importante et la plus diversifiée du globe. Ces stromatolites constituent ainsi la plus longue lignée connue de l'évolution sur la Terre... si la controverse actuelle ne vient pas tout remettre en question !

À l'intérieur, notre intérêt s'est porté sur les mines d'or de *Kalgoorlie* et l'approvisionnement en eau de cette ville par un pipeline de 500 km. Nous avons aussi prélevé un échantillon de gneiss de 2,8 milliards d'années près de *Norseman* sur *Jimerlana Hill* : impression étrange de retour dans le temps.

Nous avons ensuite traversé la plaine de Nullarbor: falaises, nodules, rhizolites et tectites et tempête de sauterelles ! avant de remonter vers le Nord pour la visite des mines de *Roxby Down* (cuivre, or ,argent) et du *Stuart Range Opal Field.*

Nous avons bu un café à la ferme *Glendambo* et avons pu lire « ici habitent 20 hommes, 20 000 moutons, 2 millions de mouches ! Mais il y a la fibre optique et le Net. Certaines fermes font plus d'un million d'hectares.

Après avoir appris le double cambriolage dont nous fûmes victimes en France, notre retour s'est accéléré. Dans cette région, les côtes sont très touristiques, l'approche des grandes vacances de Noël y amenait beaucoup de monde.

L'Australie, au sol c'est tellement grand (17 000 km parcourus en 2 mois et demi), et si peu peuplé qu'on est, en tant qu'européen, un peu « déconnecté ». Les touristes européens ne s'en rendent pas bien compte car ils ne viennent que 3 ou 4 semaines et font de grands bonds en avion. Mais nous avons beaucoup apprécié les grands espaces vides de l'Ouest, les côtes superbes, cette impression de nulle part...

■ Claire König

C.König

▲ Stromatolites de Shark Bay

C.König

C.König

Les stromatolites et l'apparition du dioxygène.

Notre étoile, le Soleil, s'est formée il y a environ 4,55 milliards d'années à partir d'une nébuleuse, gigantesque nuage de « poussières d'étoiles » en rotation. L'essentiel de cette matière s'est condensé par gravité dans la partie centrale, formant le Soleil et l'accrétion du reste des matériaux a édifié les planètes et autres objets du système solaire. La planète Terre s'est organisée précocement en enveloppes concentriques (noyau riche en fer-nickel, manteau silicaté, écorce). Un volcanisme initial intense produit, par dégazage rapide d'une partie du manteau, l'atmosphère terrestre riche en dioxyde de carbone, en eau et où le dioxygène était absent. La condensation de l'eau donne naissance à un océan primitif qui contribue à abaisser la température de l'atmosphère en fixant le dioxyde de carbone, diminuant ainsi l'effet de serre.

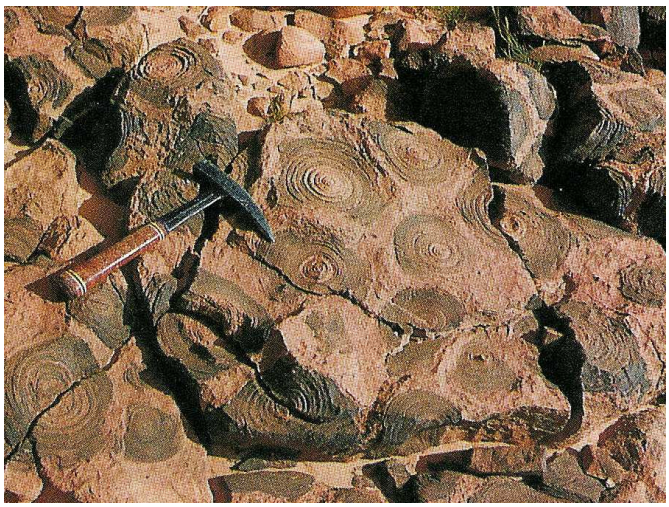
L'atmosphère actuel est pauvre en dioxyde de carbone et en eau (traces) mais riche en dioxygène (O_2 à 21%) et en diazote (N_2 à 78%) . Ce sont des êtres vivants qui les premiers ont dégagé du dioxygène dans le milieu marin.

Quels sont les premiers êtres vivants à l'origine de ce dioxygène atmosphérique ?

Quelle est l'importance des stromatolites dans cette '' contamination '' de l'atmosphère primitif ?

■ Les premières traces de vie dans les stromatolites fossiles.

Les conditions propices à l'apparition de la Vie sont donc sans doute réunies dès -4 milliards d'années.
L'origine des premières molécules organiques prébiotiques est discutée, les conditions d'apparition des premières cellules vivantes, sans doute proches des bactéries actuelles, sont inconnues. Il est en revanche établi que des êtres photosynthétiques, capables de libérer du dioxygène, existaient déjà il y a plus de trois milliards d'années. Initialement piégé dans les formations géologiques, ce dioxygène est libéré plus tardivement dans l'atmosphère et sa concentration augmente progressivement ; une couche protectrice d'ozone s'installe dans la haute atmosphère. L'évolution des êtres aérobies est désormais possible : la respiration apparaît.



Les traces d'organismes vivants existent dans les formations géologiques âgées de 3,4 milliards d'années, notamment en Australie et en Afrique du Sud. Ces traces sont de longs filaments, associés dans des structures géologiques très caractéristiques que l'on appelle des stromatolites.

← **Stromatolites fossiles**

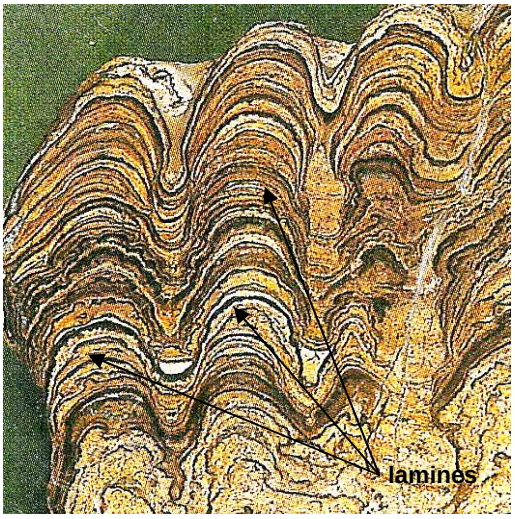
Dans ces stromatolites fossiles, découverts dans des terrains de 3,5 milliards d'années, dans la région de North Pole en Australie, existent des traces de cyanobactéries fossiles alignées en filament. →

■ La structure des stromatolites actuels.

La genèse de ces formations a donné lieu à bien des polémiques, jusqu'au jour où l'on a retrouvé des équivalents actuels dans des lagunes d'Australie. Il s'agit d'encroûtements faits autour de populations de cyanobactéries, situées dans des milieux chauds et peu profonds.

Les stromatolites actuels sont les « organismes » les plus anciens que l'on connaisse et les rares formes actuelles (Shark Bay en Australie, lacs d'Afghanistan...) ne présentent pas de différences apparentes avec les stromatolites australiens vieux de 3,5 milliards d'années.

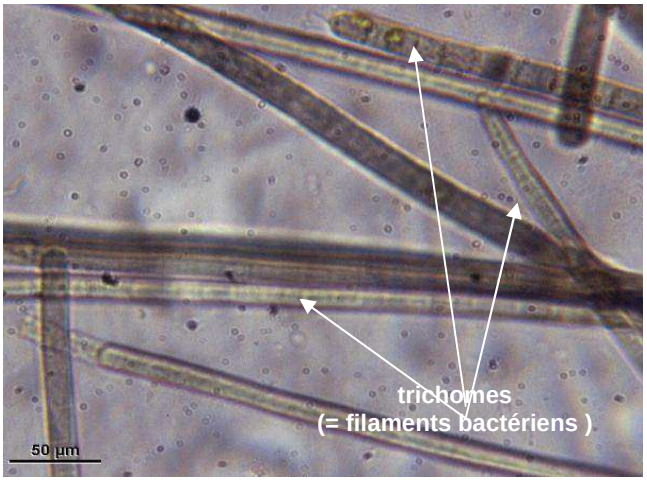
▲ **Stromatolites actuels (Shark Bay – Australie)**



▲ **Coupe dans un stromatolite fossile**

Les stromatolites actuels (du grec : stroma, tapis et lithos, pierre) fossiles sont constitués de **lamines de calcaire** résultant de l'activité de cyanobactéries alternant avec des **lamines** originellement riches en **matière organique.**

Actuellement, les stromatolites en cours d'édification sont définis comme des structures sédimentaires d'origine biologique. Ils résultent du développement de tapis bactériens constitués essentiellement de cyanobactéries. Les **lamines** se forment par accumulation de particules détritiques et de carbonate de calcium dont la précipitation est provoquée par la photosynthèse.



Par exemple le genre *Oscillatoria* est une cyanobactérie formant des filaments pluricellulaires ; en effet, les cellules issues de divisions successives sont disposées en files et constituent des **trichomes.**

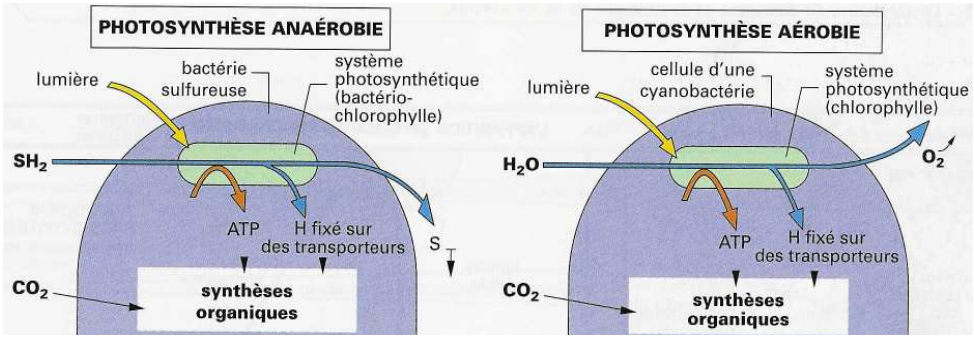
Un ou plusieurs trichomes peuvent être maintenus par une même gaine mucilagineuse et former un filament. Chez ce genre, les filaments bleutés oscillent lentement et sont à l'origine du nom.

◀ **Filaments de cyanobactéries actuelles du genre Oscillatoria**

■ La photosynthèse des cyanobactéries à l'origine de la construction des stromatolites.

Les premiers êtres vivants, des procaryotes nécessairement anaérobies (métabolisme sans utilisation de dioxygène) , ont certainement eu à résoudre rapidement un problème crucial pour se développer en utilisant comme source d'énergie « autre chose » que des molécules organiques présentes dans les océans primitifs . Ils ont dû « acquérir l'autotrophie ». Dans la nature actuelle, les êtres vivants autotrophes utilisent plusieurs mécanismes biochimiques :
- **Les bactéries chimiosynthétiques** obtiennent de l'énergie, même en l'absence totale de lumière, grâce à l'oxydation de sels minéraux (bactéries des sources hydrothermales des dorsales océaniques) .
- **Certaines bactéries photosynthétiques** utilisent l'énergie lumineuse pour oxyder des substances comme le sulfure d'hydrogène et réalisent ainsi une photosynthèse particulière, dite anaérobie, car elle ne se traduit pas par une libération d'oxygène (c'est le cas des sulfobactéries vertes se développant dans certains milieux « extrêmes » comme les sources hydrothermales) .

Les **végétaux chlorophylliens** les plus courants possèdent un système photosynthétique très performant capable d'oxyder l'eau (et de libérer dans le milieu le dioxygène provenant de cette oxydation) c'est la photosynthèse **aérobie** .



Les **cyanobactéries** sont autotrophes photosynthétisantes, elles oxydent l'eau et dégagent de l'oxygène en utilisant le dioxyde de carbone et l'énergie lumineuse pour élaborer leurs constituants.
Ces cyanobactéries captent l'énergie lumineuse à l'aide de pigments photorécepteurs, **les chlorophylles et les phycobilines**, fixés sur des lamelles internes couvertes de granules, les thylakoïdes . Ces pigments confèrent à la cellule une teinte bleu-vert qui a longtemps contribué à considérer ces Procaryotes comme des algues, les « **algues bleues** ».

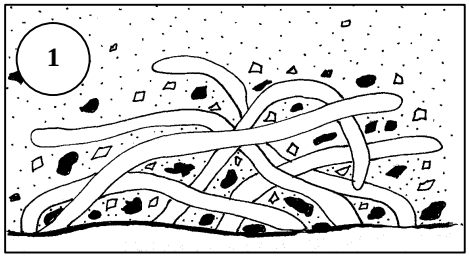
Les cyanobactéries en exploitant le CO_2 dissous dans l'eau

$$CO_2 + H_2O \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} H_2CO_3 \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} H^+ + HCO_3^-$$

au cours de la photosynthèse, provoquent une précipitation du carbonate de calcium par déplacement de l'équilibre des carbonates dans le sens 1 .

$$Ca^{2+} + 2HCO_3^- \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} CaCO_3 + CO_2 + H_2O$$

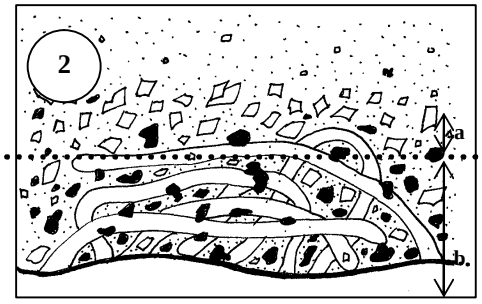
L'hydrogénocarbonate soluble est issu de la diffusion du CO_2 atmosphérique et de la dissolution des roches carbonatées. La croissance laminaire est discontinue : il y a alternance de phases de croissance des cyanobactéries avec des phases de piégeage des particules détritiques et carbonatées .

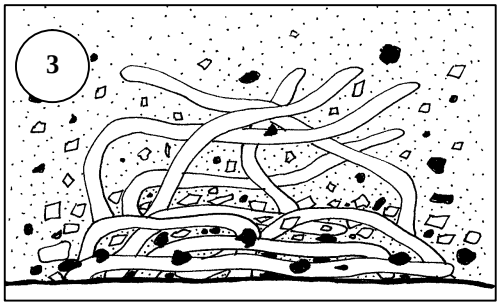


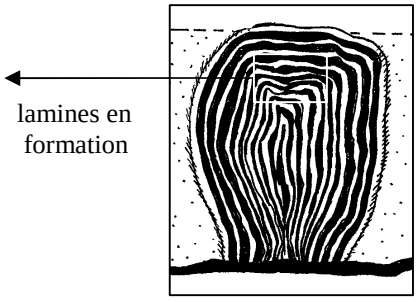
1 - Le jour les cyanobactéries filamenteuses réalisent la photosynthèse et contribuent à la précipitation du $CaCO_3$ en utilisant le CO_2 .

2 - La nuit , les cyanobactéries secrètent un mucus qui retient et piège , le sable , les particules organiques et les cristaux de calcite . Les cyanobactéries qui meurent forment des niveaux et donc des lamines riches en matière organique .

3 - Le jour suivant de nouvelles cyanobactéries se forment et recommencent ce cycle







a : lamine riche en calcite

b : lamine riche en matière organique

◇ Carbonate de calcium $CaCO_3$

Particule détritique

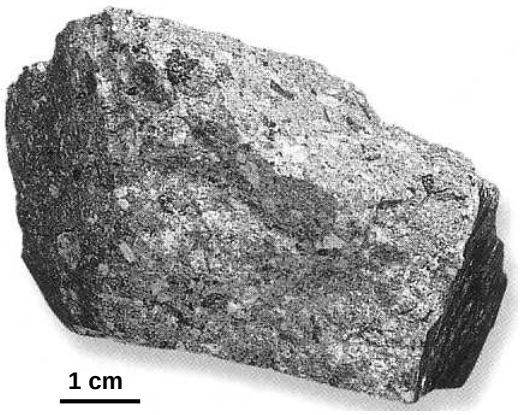
Sable

Par ce mécanisme , le feutrage de filaments de cyanobactéries collés sur un support est englué dans une gangue calcaire et forme une couche plus ou moins carbonatée ou lamine .

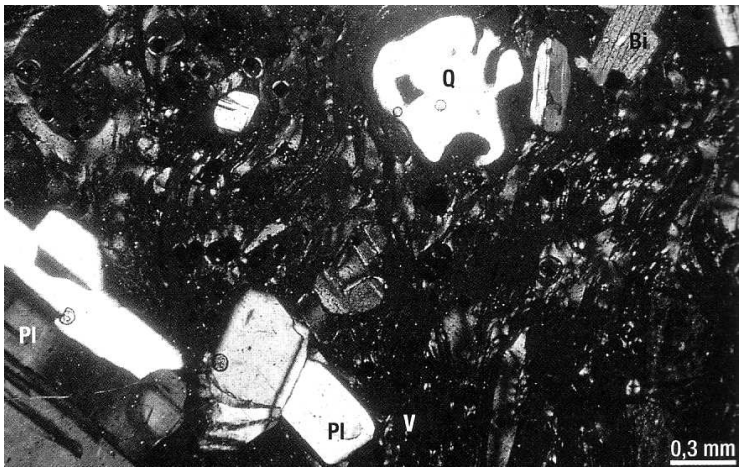
Les spécialistes estiment donc aujourd'hui que la photosynthèse aérobie a dû apparaître très tôt au cours de l'histoire de la vie, sans doute avant - 3,5 milliards d'années. En effet, même si le dioxygène libre dans l'atmosphère n'apparaîtra que beaucoup plus tard, les formations géologiques comme le fer rubané ou l'uraninite (minerai d'uranium) attestent de l'existence, dès cette époque, d'une photosynthèse aérobie libératrice de dioxygène dans le milieu marin par des cyanobactéries . A partir de -2 milliards d'années , ce dioxygène est passé progressivement dans l'atmosphère . L'augmentation entre - 2 et - 0,5 milliards d'années a permis l'apparition des être vivants aérobies et celle des organismes pluricellulaires . Cette augmentation est aussi à l'origine de la formation de la couche d'ozone qui permet la vie hors de l'eau . Bien plus tard , des homininés contribuent à modifier dangereusement cette atmosphère en augmentant les rejets de CO_2 et des gaz à effets de serre ……

Dominique LOIZEAU

▲ **Affleurement de rhyolite en " tuyaux d'orgue " dans la carrière de Vairé**



▲ **Échantillon de rhyolite**



▲ **Lame mince de rhyolite**

(Pl : plagioclase ; Bi : biotite ; Q : Quartz ; V : verre)

Illustration : J.CHAUVET

Excursion : Les "orgues" de Vairé

Dimanche 3 mars 2002

Les orgues basaltiques sont bien connues en Auvergne où elles forment des curiosités touristiques appréciées. Beaucoup plus rares sont les orgues phonolitiques ou rhyolitiques. Souvent méconnues, les orgues rhyolitiques de Vairé constituent pourtant une curiosité unique du patrimoine géologique vendéen.

■ Lorsque deux plaques se rencontrent.

Si la campagne vendéenne est aujourd'hui paisible, il n'en fut pas de même autrefois. La collision entre les plaques lithosphériques Aquitaine et Armoricaine, suivie de la subduction de la croûte océanique Aquitaine sous la croûte continentale Armoricaine furent accompagnées d'un volcanisme important qui débuta il y a 400 millions d'années au Dévonien pour s'achever au Carbonifère. Ce volcanisme se manifesta sous une forme très particulière à Vairé.

■Petit rappel de pétrographie.

Tout en conservant une composition chimique identique, un magma en se refroidissant, produit des roches dont l'aspect diffère selon la profondeur où s'effectue la solidification.
Ainsi la solidification d'un magma granitique donne:
-un granite : en profondeur (massifs importants de quelques kilomètres à plusieurs centaines de kilomètres). Les granites s'observent dans les parties profondes des zones tectonisées (orogenèse).
-un microgranite : en semi-profondeur (filons ou petits massifs).
-une rhyolite : en surface, coulées de laves visqueuses courtes et épaisses.

Il est parfois difficile de distinguer visuellement le microgranite de la rhyolite qui présentent l'un comme l'autre des phénocristaux de feldspaths et du quartz. Mais deux critères essentiels sont à prendre en compte

■ Le mode de mise en place.

la nature de la pâte : grâce à l'examen à la loupe binoculaire on observe la présence de microlites dans le microgranite et celle d'un verre et de microlites dans la rhyolite.

La nature se souciant peu des terminologies pétrographiques, on constate le passage insensible d'une espèce à l'autre. Ainsi il existe à Vairé de petites quantités de microgranite (au contact avec l'encaissant) mais la rhyolite forme l'essentiel de la roche.

La rhyolite peut également se former à partir d'un magma basaltique par différenciation magmatique. La cristallisation fractionnée des minéraux génère alors des roches différentes au sein des « lignées magmatiques » telles que :

Basalte – Andésite – Dacite – Rhyolite

■ Des laves visqueuses.

Un magma dit « basique », relativement pauvre en silice, tel le basalte, donne des coulées très fluides contrairement à un magma dit « acide », riche en silice, comme la rhyolite, qui produit des coulées de laves visqueuses et courtes. On peut donc imaginer que les coulées rhyolitiques de Vairé se sont solidifiées rapidement autour d'un, voire plusieurs points d'émission très proches.

■ D'autres indices proches.

Le microgranite affleure en plusieurs endroits proches de Vairé :
- Rochers du Repos devant le Marais Girard à Bretignolles-sur-Mer ;
- ancienne carrière (noyée) du Brethomé à Bretignolles-sur-Mer ;
- ancienne carrière de St Nicolas-de-Brem ;
- la rhyolite est encore exploitée dans la carrière de Chilloue à St Julien des Landes.

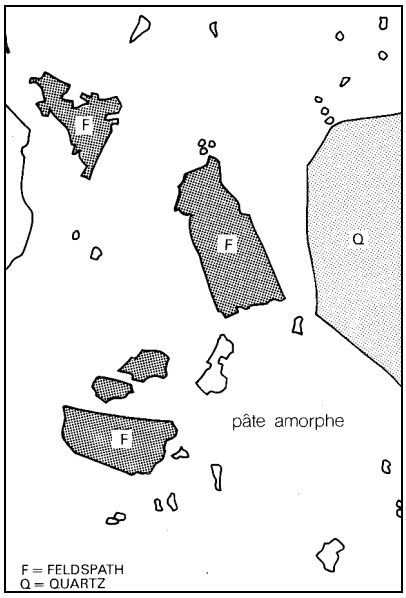
■ Une fissuration en « Tuyaux d'Orgue ».

On emploie généralement le terme « orgues » ou
« colonnades » pour désigner le phénomène de prismation lorsqu'une coulée de lave se rétracte. Ces pseudo-prismes à débit plus ou moins hexagonaux sont parallèles à la section de la coulée et perpendiculaires à la surface sur laquelle s'est épanchée la lave. Il s'agit d'un processus qui offre certaines similitudes avec celui de la boue d'une mare qui se fendille en « hexagones » par temps sec. Ce phénomène semble associé dans la lave à des cellules de convection (transfert de chaleur d'une zone chaude à une zone froide)

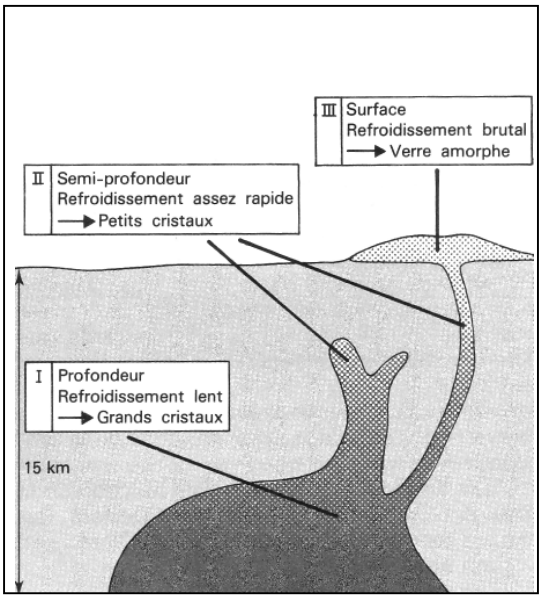
Les pressions et les mouvements tectoniques qui se sont manifestés ultérieurement ont incliné ces formations.

La carrière de Vairé produit actuellement environ 1 million de tonnes de roches par an.

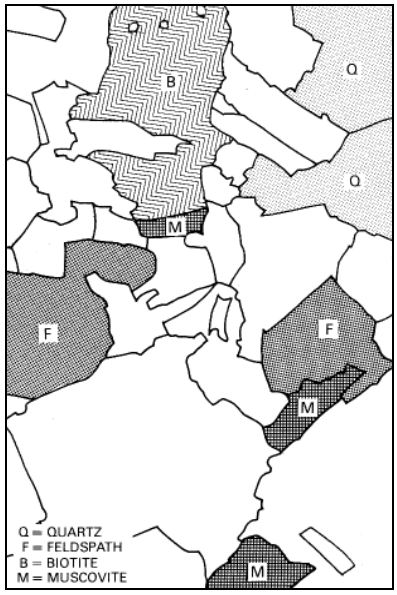
■ J.F. Barbotaud



▲ **Lame mince de Rhyolite**



▲ **Roches magmatiques et temps de formation**



▲ **Lame mince de Granite**

Illustration J.CHAUVET

Excursion : " La série de Brétignolles "

Dimanche 3 mars 2002

Quelques kilomètres séparent les « orgues » de Vairé de Brétignolles. Pique-nique adossé à la dune de la Normandelière. En abordant l'estran à partir de la plage de la Parée, c'est encore un plongeon de plusieurs millions d'années et de nouveau... L'OROGÉNÈSE HERCYNIENNE!

Mais avant de s'immerger dans le temps en compagnie de Gaston Godard: une petite bouffée d'oxygène, de l'oxygène exhalé il y a environ 3600 ans par des végétaux d'eau douce et des conifères dont les restes sont décelables sur l'estran, dans une tourbe formée dans des marécages d'eau douce. C'est pendant cette période de bas-niveau marin que furent édifiés de nombreux menhirs et dolmens, et des sites néolithiques, aujourd'hui recouverts à marée haute.

■ Hommage à Mireille Ters .

Comment ne pas évoquer Mireille Ters (1910-1986) lorsqu'on aborde la « série de Brétignolles » .

La découverte d'une microfaune silurienne, dès 1967, puis, de Graptolites et de Conodontes a permis de « rajeunir » ces terrains attribués autrefois au Précambrien. Contre vents et marées, **Mireille Ters** contribua grandement à une meilleure connaissance de cette partie du littoral vendéen,

■ Une géologie complexe.

La complexité du site est liée à des séries allochtones dont une partie représenterait un « olistrome » ou glissement de terrain provenant du front d'une nappe de charriage dans un bassin sédimentaire.
Seule la reconnaissance de fossiles permet une datation relative des nombreuses couches de la série dite de Brétignolles.

Radiolaires et autres microfossiles ne sont identifiables que par l'intermédiaire de lames minces effectuées sur des échantillons prélevés sur les roches en place et observées au microscope
La possession de cartes détaillées permet alors de déchiffrer et de suivre une stratigraphie très bouleversée décrochements, chevauchements, failles...

■ Du Silurien au Carbonifère inférieur.

Les roches les plus anciennes, datées par des fossiles, sont représentées par les phtanites à radiolaires du Llandovérien (Silurien inférieur). Cette formation constitue un niveau repaire en Vendée.

Viennent ensuite des ampélites, des calcaires, des schistes et des radiolarites du Wenlockien (Silurien moyen). Le Carbonifère inférieur est représenté par des schistes à Conodontes du Viséen moyen.

■ Où l'on reparle de l'orogénèse hercynienne .

Les dépôts de la « série de Brétignolles » s'échelonnent sur une période très longue : une centaine de millions d'années.

On émet l'existence d'une Phase hercynienne Précoce dite « ligérienne » datée entre -400 et -380 millions d'années. Les continents d'Aquitaine et d'Armorique se heurtent, la compression engendrée par cette « collision » provoque à la limite des 2 plaques, la surrection de la « cordillère ligérienne », haute chaîne de montagnes comparable à l'Himalaya, qui s'accompagne de la formation des granites ligériens profonds.

Durant la phase bretonne précoce de -350 à -340 millions années le mouvement relatif des deux plaques change, la plaque Aquitaine coulisse le long d'une grande faille sud-armoricaine et commence à plonger sous la plaque armorique. Puis ce mouvement se bloque (340 à 330 millions d'années) il y a alors surrection du domaine ouest breton et formation en profondeur des granites bretons.

Phase ultime de 330 à 300 millions d'années les 2 plaques étant bloquées, il y a formation de cisaillements qui permettent l'ouverture des grands bassins carbonifères (sillons houillers) qui vont se refermer à la fin de l'époque carbonifère (300 millions d'années). Ce dernier serrage est associé à la mise en place des derniers granites armoricains.

Le Massif Armoricain a alors acquis sa structure actuelle.

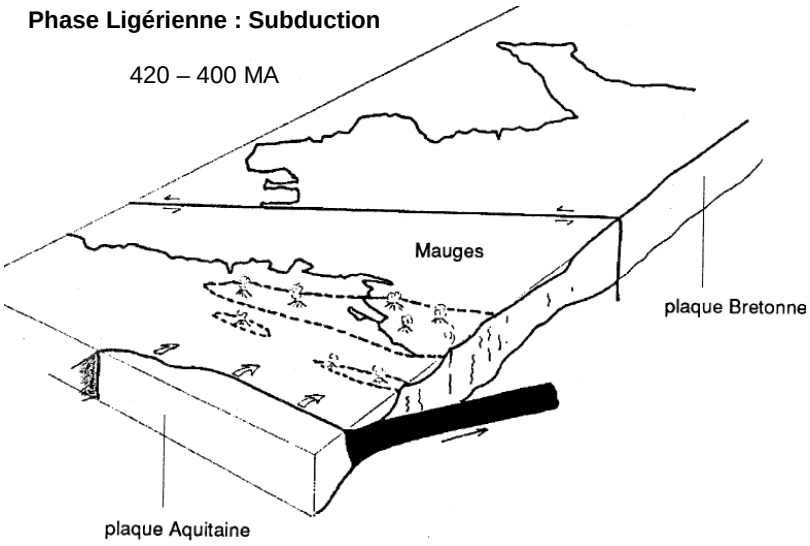
■ *J.F. Barbotaud*

▲ **Arkoses et Phtanites de la côte rocheuse de Ste Véronique à Brétignolles**

▲ **Métacinérites plissées**

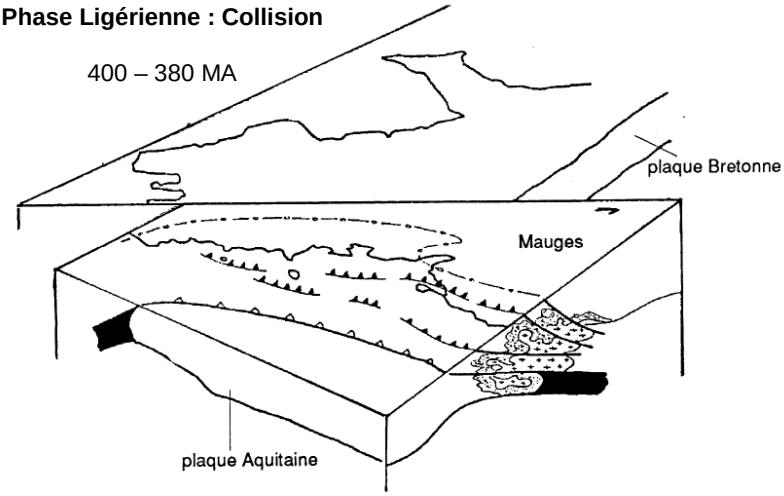
Phase Ligérienne : Subduction

420 – 400 MA

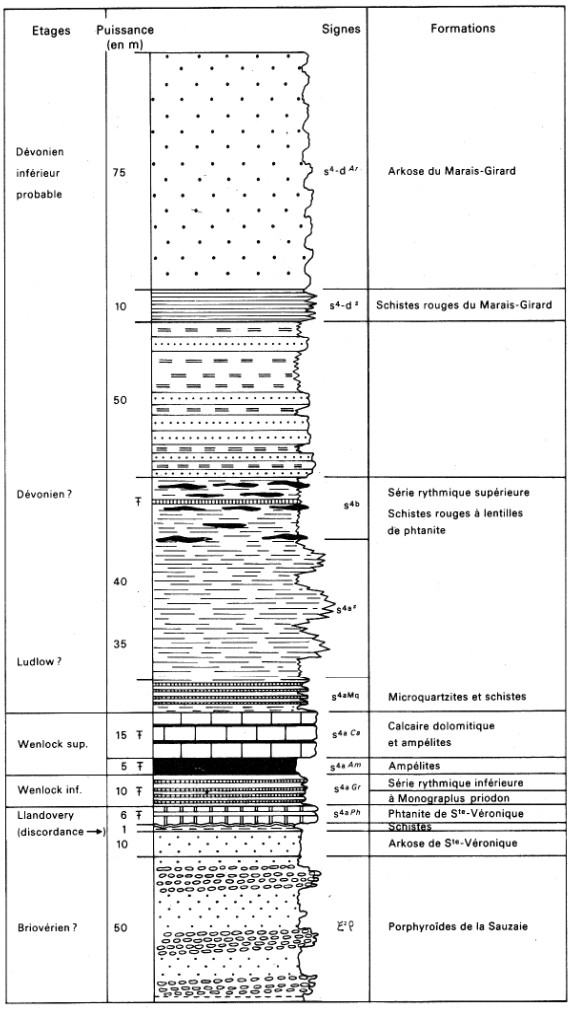


Phase Ligérienne : Collision

400 – 380 MA



▲ **Schémas illustrant une hypothèse d'évolution du Massif Armoricain (R.Wyns)**



▲ **Succession synthétique de la série de Brétignolles (Masson)**

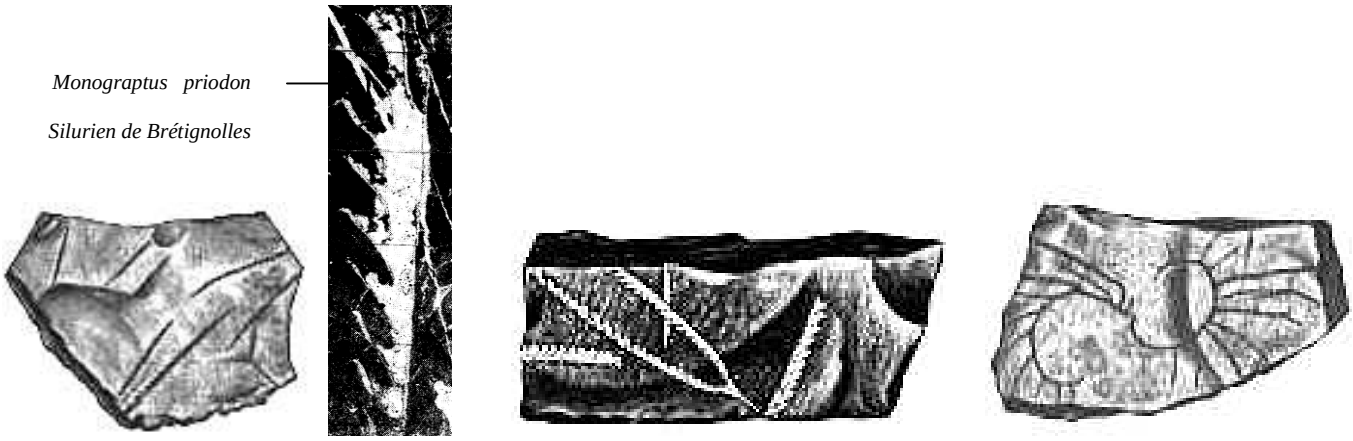
Illustration J.Chauvet

Les Graptolithes : des fossiles précieux pour dater les terrains de Brétignolles

Aussi élégantes qu'énigmatiques, les empreintes des colonies de Graptolithes, plus ou moins rameuses, groupant des animaux minuscules non conservés (zoïdes) sont connues depuis le Cambrien moyen jusqu'au Carbonifère inférieur. Les Graptolithes occupent une place importante dans les faunes de l'Ordovicien et du Silurien. Leur rapidité d'évolution, qui permet de distinguer plusieurs ordres différents, leur confère un rôle de primordial dans la datation stratigraphique.

Monograptus priodon

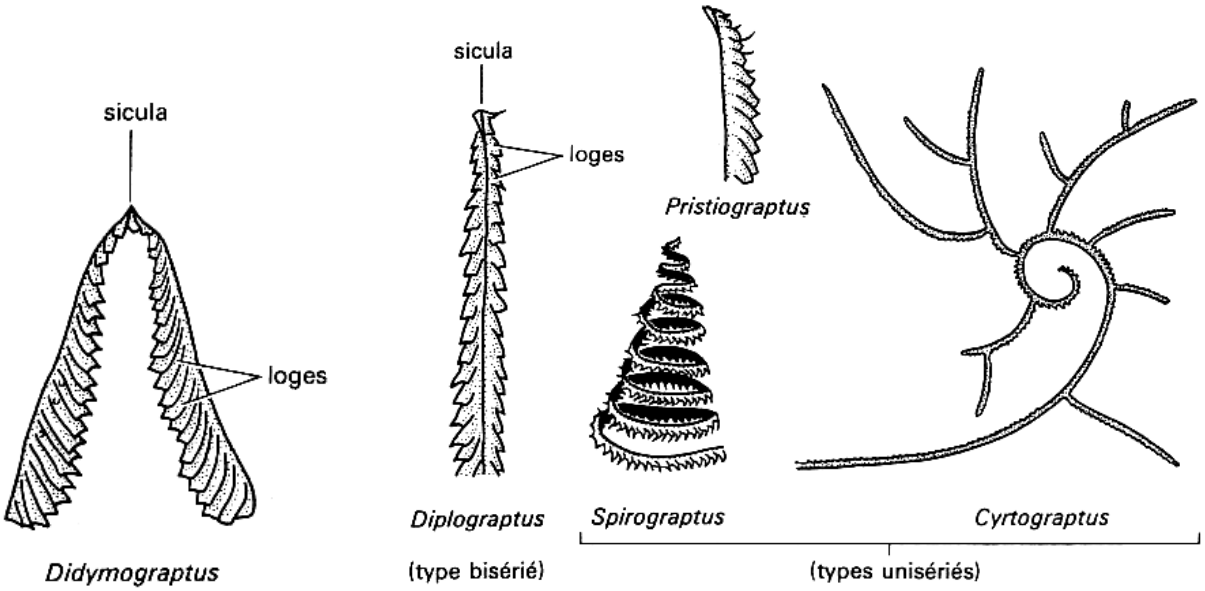
Silurien de Brétignolles



Monograptus (Silurien) *Didymograptus (Ordovicien)*

Nemagraptus (Ordovicien)

Les Graptolithes appartiennent à l'embranchement des Céphalocordés. Ce sont des animaux coloniaux, à squelette péridermique corné, formant des loges (Hydrothèques) disposées le long d'un axe (sicula), plusieurs axes s'attachant sur un disque central, surmonté de vésicules reproductrices et d'un flotteur (pneumatophore) .



(Schémas de l'Encyclopaedia Universalis)

L'île Madame et l'île d'Aix : 2 sites pour étudier la transgression cénomanienne

▲ Île Madame

▲ Île d'Aix

Illustration J.CHAUVET

L'île Madame – Port des barques – Brouage

26 Mai 2002

Les affleurements de l'Ile Madame et de la falaise de Port des Barques nous permettent de découvrir les dépôts de la transgression cénomanienne (-100 Ma à – 95 Ma) qui a recouvert une région exondée depuis la fin du Jurassique (-140 Ma).

L'île Madame

■ La plus petite des îles du Pertuis Charentais.

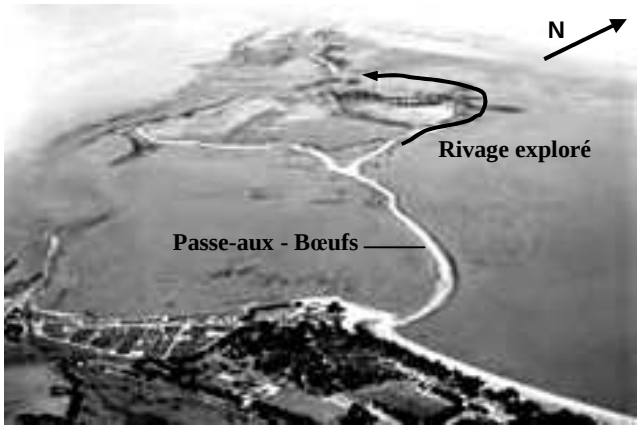
L'île Madame occupe une position médiane dans la partie sud de l'estuaire de la Charente. Elle ne mesure que 1500 m selon sa plus grande diagonale NW-SE. Elle est reliée au continent, au niveau de Port des Barques, par un cordon littoral de sable et de graviers découvrant assez largement pour le passage des voitures pendant 6 heures environ à chaque marée basse.

L'île Madame doit son nom actuel à Anne de Rohan de Soubise, maîtresse de Louis XIV, dont toutes les propriétés portaient le nom de Madame. Nommée île de la Garenne grâce à son gibier abondant en 1627, elle fut baptisée île Citoyenne sous la Révolution. Après tous ces évènements, l'île fut renommée Ile Madame.

L'île Madame apparaît relativement déserte ; les seules traces d'activité humaine sont une ferme aquacole, des parcs à huîtres et des carrelets. De la côte nord, défendue par un fort du XVII ème aujourd'hui désaffecté, on découvre de jolis points de vue sur Fouras, l'île d'Aix, l'île d'Oléron. Au sud s'étendent des marais salants délaissés et transformés en pâtures.

■ Notre parcours

Arrivés sur l'île, après un rapide tour d'horizon, nous nous dirigeons, à droite de la Passe aux Bœufs, vers l'estran rocheux formé par le Cénomanien supérieur. Ensuite nous progressons le long de la falaise côtière vers le NNW de l'île jusqu'à la Passe aux Filles pour observer des terrains de plus en plus anciens du Cénomanien supérieur puis moyen.



▲ **Vue aérienne de l'île Madame**

▲ **Carrelets au Nord de l'île Madame**

Illustration J.CHAUVET

■ Le Cénomanien de la falaise Nord de l'île Madame

Le Cénomanien supérieur présente trois niveaux principaux :

- un niveau supérieur (5), visible sur l'estran au début de notre parcours, formé par des calcaires blanchâtres et fins riches en Huîtres (*Exogyra columba minima*) et en Rudistes (*Ichthyosarcolites triangularis*) ;

- un niveau moyen (4) gréseux montrant des niveaux lumachelliques à Huîtres (principalement *Exogyra columba* et *Pycnodonta biauriculata*). La cimentation du sable y est irrégulière avec des noyaux durs,concrétionnés , emballés dans un sédiment friable.

- Un niveau inférieur (3) formé par une succession de bancs minces de marnes siliceuses peu fossilifères. On peut y trouver un Nautile (*Nautilus oxycona*), quelques Oursins, des Trochamminidés et des Textulariidés.

Le Cénomanien moyen montre 2 niveaux principaux :

- un niveau supérieur formé de calcaires jaunes (2) ;
- un niveau inférieur constitué de calcaires grisâtres argileux (1).

Le Cénomanien moyen contient une faune abondante et diversifiée :

- Foraminifères benthiques.
- Stromatopores (*Actinostomaria stellata*)
- Bryozoaires *;* Échinodermes ; Annélides;
- Brachiopodes (*Rhynchonella, Terebratula*);
- Rudistes (*Ichthyosarcolites triangularis, Sphaerolites foliaceus, Polyconites operculatus*);
- Huîtres (*Exogyra columba, Exogyra carentonensis…);*
- Gastéropodes (*Pleurotomaria, Nerinea*, Natices);
- Céphalopodes *(Angulithes sowerbyanus)…*

NB : ***Les numéros des différents niveaux (1 à 5) correspondent à ceux notés sur la colonne stratigraphique de la page suivante.***

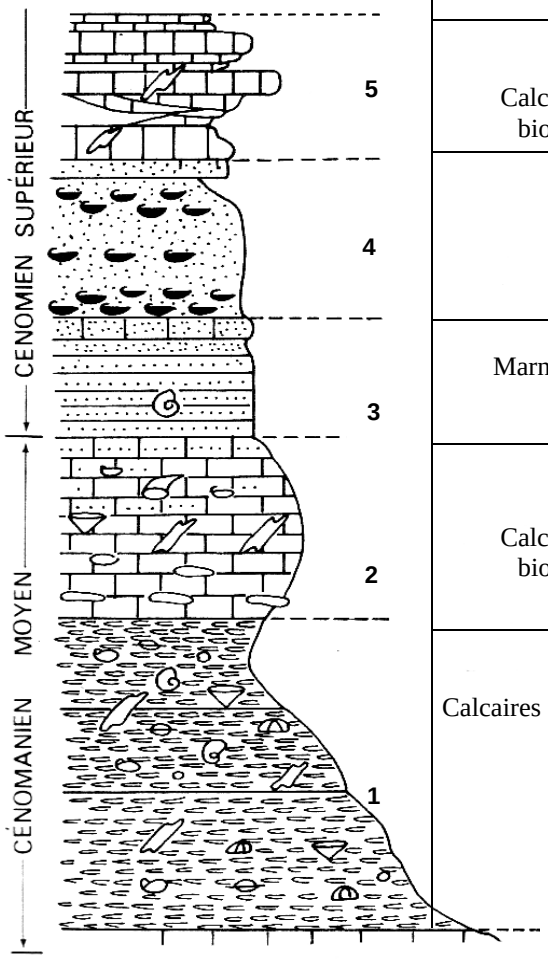
▲ Estran formé par le cénomanien supérieur

▲ Recherche de fossiles dans le cénomanien moyen

Illustration J.CHAUVET

■ Faciès et conditions paléoécologiques de formation des roches du cénomanien

Les caractères lithologiques (lithofaciès) et paléontologiques (biofaciès) des roches du cénomanien permettent de déterminer les milieux de genèse de ces roches en se basant sur le principe de l'actualisme.



Lithofaciès	Biofaciès	Milieu de genèse
Calcaires blancs bioclastiques	Huîtres Rudistes	Littoral marin peu profond Marin tropical de plate-forme interne
Grès	Huîtres	Littoral marin peu profond
Marnes siliceuses	Nautiles	Marin tropical ouvert
Calcaires jaunes bioclastiques	Brachiopodes Caprines Rudistes	Marin tropical de plate-forme interne
Calcaires grisâtres argileux	Brachiopodes Gastéropodes Rudistes Échinodermes Alvéolines	Marin tropical de plate-forme interne Marin tropical de plate-forme externe

▲ Colonne stratigraphique de la falaise Nord de l'île Madame

▲ Falaise Nord de l'île Madame

Illustration J.CHAUVET

Port-des-Barques

Nous complétons l'étude de la série Cénomanienne de l'île Madame par la coupe de la falaise de Port-des-Barques , à 800 m environ à l'est de la Passe aux Bœufs , à l'extrémité Nord de la plage.

La falaise présente une faille qui met en contact les calcaires et grès du Cénomanien terminal à l'est (à gauche) avec les marnes du Turonien inférieur à l'ouest (compartiment abaissé, à droite).

■ La faille :

La faille est orientée N 80° W, inclinée à 25° par rapport à la verticale et matérialisée par une zone bréchique d'environ 1 m de large. Elle est accompagnée d'une succession de diaclases parallèles dans les couches à Huîtres du cénomanien supérieur.

■ Le compartiment est :

De bas en haut, on peut distinguer:

- une formation de 3 m d'épaisseur constituée par de bancs plus ou moins gréseux, argileux et glauconieux caractérisés par cinq horizons lumachelliques à *Exogyra columba.* La lumachelle inférieure contient les derniers *Ichthyosarcolites* de la série cénomanienne qui permettent d'établir la corrélation avec les couches du cénomanien supérieur de l'île Madame. Les deux lumachelles supérieures renferment également *Alectryona carinata* et des Pectenidés.

- Au-dessus, une formation de calcaires à Brachiopodes et Arches d'une épaisseur de 3 m. Quelques exemplaires de *Calycoceras naviculare* recueillis dans ces calcaires permettent de les classer dans le Cénomanien terminal.On peut également observer de très nombreux tubes d'Annélides à section ronde ou étoilée.

■ Le compartiment Ouest :

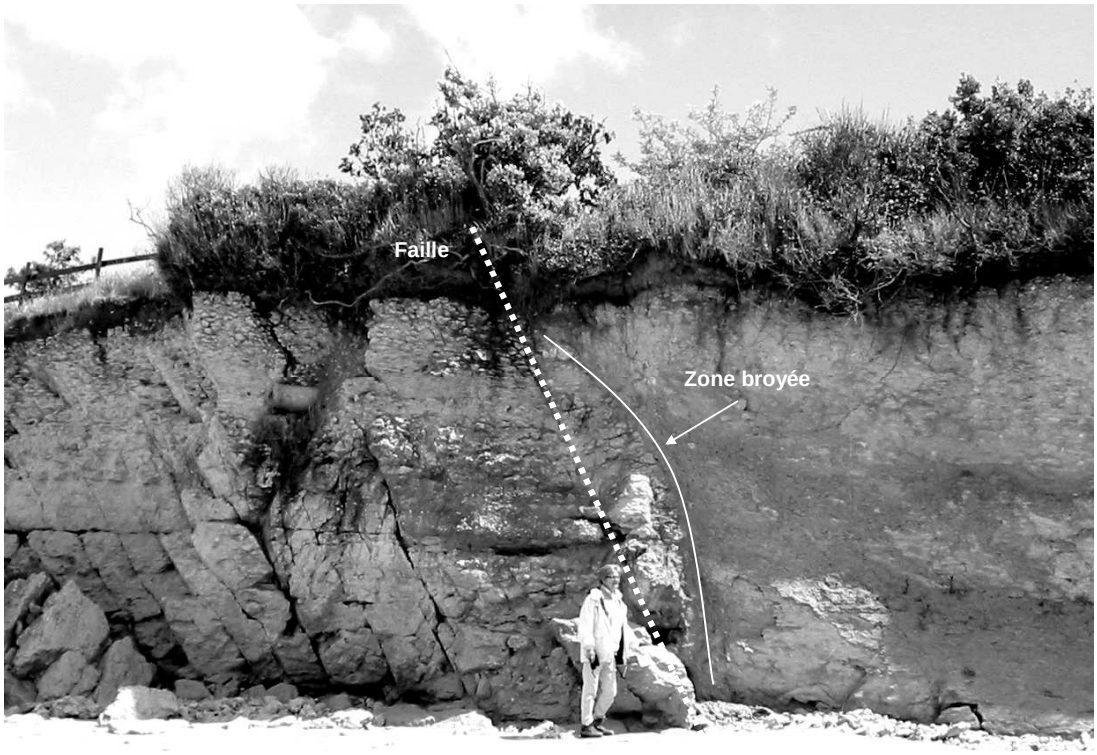
Il est formé d'une assise marneuse relativement monotone contenant dans son milieu un lit fossilifère à *Exogyra columba gigas.* Au sommet, les marnes sont remplacées par des calcaires argileux puis des calcaires où ont été récoltées des Ammonites turoniennes (Turonien : étage du Crétacé supérieur succédant au Cénomanien).

La série du compartiment Ouest est donc plus récente que celle du compartiment Est. Le compartiment oriental est donc relevé par rapport au compartiment occidental et l'on peut en conclure que la faille est normale.

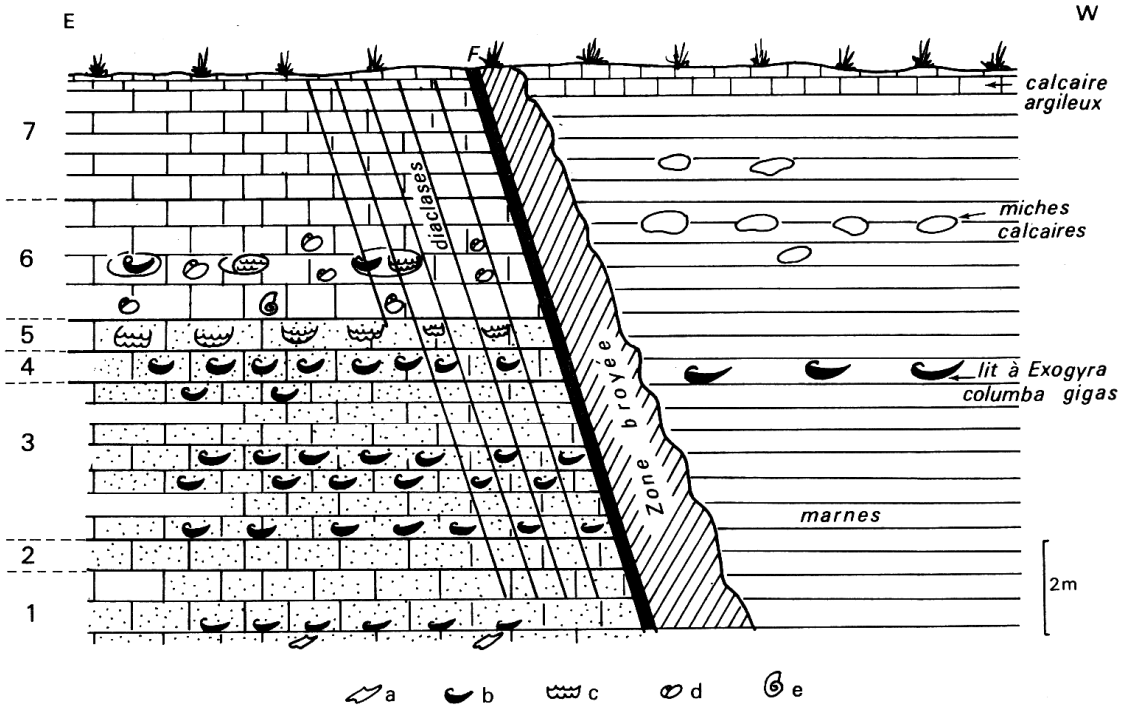
▲ **Niveau lumachellique du Cénomanien supérieur**

▲ ***Exogyras columbas gigas***

▲ ***Ichtyosarcolites triangularis***



▲ **Zone faillée de la falaise de Port des barques**

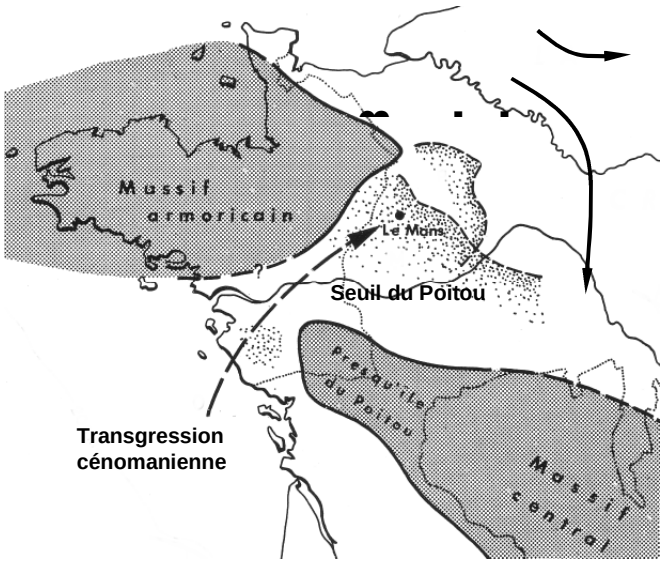


1 à 4; Grès et calcaires détritiques avec lumachelles à *Exogyra columba;* – 5. Calcaire à lumachelle d'Alectryonia; – 6. Calcaire à Brachiopodes et *Calycoceras;* – 7. Calcaires à *Arca taillebourgensis.*

▲ **Croquis de la zone faillée de la falaise de Port des barques** (Guide Masson)

Illustration J.Chauvet

La transgression cénomanienne



▲ **Paléogéographie au Cénomanien**

SECONDAIRE OU MEZOZOIQUE	Crétacé	supérieur	- 65 Ma	Maestrichtien	Sénonien
				Campanien	
				Santonien	
				Coniacien	
				Turonien	Angoumien Ligérien
			- 95 Ma - 100 Ma	Cénomanien	
		inférieur	- 141 Ma		
	Jurassique				

▲ **Echelle stratigraphique**

Après une longue période d'émersion, **la mer revient au Cénomanien inférieur**, aussi bien sur le versant parisien que sur le versant aquitain du Seuil du Poitou. En Charente, le Cénomanien représente une séquence sédimentaire majeure. Après des dépôts de base renfermant des intercalations de type saumâtre, s'installent des biotopes carbonatés à Rudistes auxquels succèdent des calcaires à Ammonites qui témoignent d'une ouverture plus large sur un milieu marin plus large et plus profond.

■ **J. CHAUVET**

L'île Madame et l'île d'Aix : 2 sites pour étudier la transgression cénomanienne

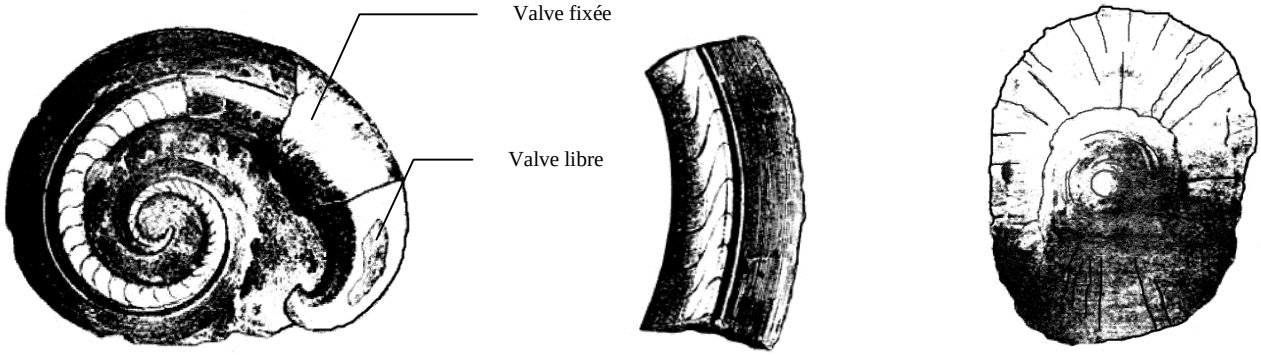
▲ **Île Madame**

▲ **Île d'Aix**

Illustration J.CHAUVET

Quelques fossiles du Cénomanien de l'île Madame et de Port-des-Barques

■ Rudistes



▲ *Ichthyosarcolithes triangularis*

▲ *Sphaerulites foliaceus*

(vue par-dessus, opercule en place)

Les Rudistes sont des Mollusques Lamellibranches ou Bivalves qui n'ont vécu que 89 Millions d'années au cours de l'ère secondaire. Ils disparaissent complètement à la fin du Crétacé. Largement répandus et ayant constamment évolué, ils sont d'excellents fossiles stratigraphiques en même temps que des indicateurs de faciès.

Organisation:

La coquille, formée d'aragonite et de calcite (deux variétés de carbonate de calcium) est épaisse. Les deux valves sont inégales. L'une des valves leur permet de se fixer. Elle prend alors la forme de cône (comme chez les Hippurites) ou d'une corne tordue (comme chez *Requienia*). L'autre valve est enroulée ou forme un opercule.

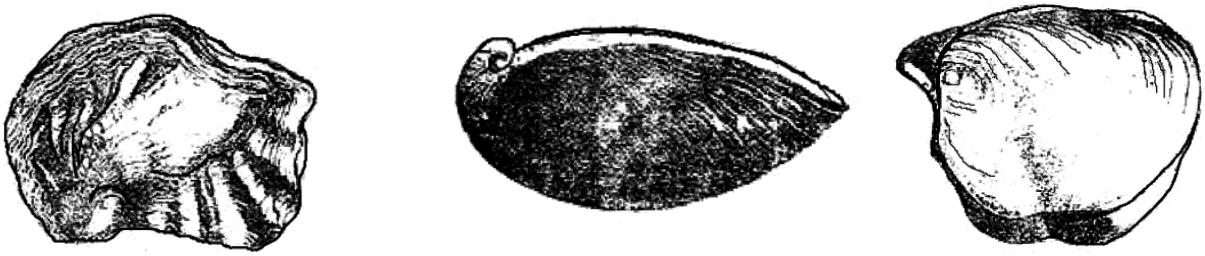
La charnière comprend un ligament externe et deux dents et une fossette dans la valve libre et une dent et deux fossettes dans la valve fixée (sauf dans le genre Diceras).Ces dents robustes font qualifier les Rudistes de Bivalves Pachyodontes (de pakhus = épais et odontus = dent) Requiénia (Le plan d'Orgon, France)

Biologie :

Les Rudistes peuplaient la Téthys, mer qui à l'ère secondaire séparait les plaques africaine, européenne et asiatique.
Ils vivaient dans des eaux chaudes et peu profondes. Solitaires ou coloniaux ils devaient se nourrir comme les bivalves actuels de particules en suspension.

Souvent associés aux coraux, ils ont pu comme ces derniers constituer des édifices construits, des "récifs à Rudistes".Vivant dans les premiers mètres sous la mer, ils devaient être sensibles à la lumière, la température et l'oxygénation, tous facteurs dont les changements pourraient expliquer leur disparition.

■ Huîtres



▲ *Exogyra flabellata*

▲ *Exogyra columba* vue latérale

vue par-dessus