

# Sortie géologique dans l'Anjou du dimanche 29 avril

Guide : Daniel POUIT – Géologue médiateur scientifique



Photo Ouest-France

## **Arrêt n° 1 : les buttes ardoisières de Juigné-sur-Loire et Saint Jean des Mauvrets**

### Unité de Lanvaux – Les Ponts-de-Cé

A la sortie de Juigné-sur-Loire puis de Saint Jean des Mauvrets, en allant en direction du golf , on découvre une zone forestière : le parc intercommunal des Garennes parsemée de buttes d'ardoises .

Au premier abord, le terme de « buttes » est un peu équivoque ! De loin, on peut en effet penser à des affleurements de schiste ardoisier mis en relief par érosion différentielle ! De près, on constate en fait que les ardoises ne sont pas en place, elles jonchent un peu partout le sol.

Cette zone est en fait une ancienne carrière d'extraction d'ardoise à ciel ouvert et les buttes ne sont que les rebuts de l'exploitation ; en somme comme des terrils !

La carrière des Garennes est restée pendant des années à l'abandon. Les excavations servaient le plus souvent de dépôt d'immondices en tous genre. Réhabilitée par la commune en

1997, elle est aujourd'hui un lieu protégé qui offre chaque dimanche, un but de promenade pour les habitants de Juigné-sur-Loire et des environs.



**Paysage des Garennes**

### **Un peu d'histoire**

L'histoire rapporte que l'ardoise de Juigné a été utilisée par les romains pour la construction des piles de ponts sur la Loire.

Au XII<sup>ème</sup> siècle, l'ardoise était extraite pour la taille des pieux et des piquets de vigne encore utilisés de nos jours dans les vignobles les plus anciens mais aussi pour la construction et la couverture des habitations.



**Pieux de vignes**

En 1348, le château de Beaufort en Vallée, situé de l'autre côté de la Loire, à quelques 30 kilomètres de Juigné, fut entièrement reconstruit avec des blocs de schiste de la carrière des Garennes.

L'ardoise connaît son grand essor aux XVII et XVIII<sup>ème</sup> siècles quand elle remplace le chaume sur les toits. Ce matériau très solide servira également à la reconstruction de plus de 10 000 maisons détruites par un gigantesque incendie à Londres, en 1666.

La Loire était alors un « chemin qui marche » pour acheminer l'ardoise à Nantes et à Paris.

La carrière à ciel ouvert des Garennes sera exploitée jusqu'à la révolution française de 1789.

Les ardoises épaisses et de qualité médiocre qu'elle produira ont conduit à l'abandon de la production de ce matériau de couverture. Toutefois la carrière continuera à produire des blocs de schiste pour la construction des murs de la région, jusqu'à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle. Il suffit de se promener dans les rues de la commune pour le vérifier. Rares sont les maisons ou les clôtures de propriété qui ne sont pas construites en schiste.

### Intérêt botanique des buttes ardoisières de Juigné

Le site des Garennes présente depuis longtemps un ensemble naturel d'intérêt écologique reconnu, en particulier sur le plan botanique avec des fougères comme l'**Osmonde royale**, des résineux comme le **Pin Laricio de Corse**, le **Pin sylvestre**, le **Cèdre du Liban**, de nombreux feuillus et aussi une grande variété de petites plantes comme le Sedum d'Angers.



Orpin d'Angers (*Sedum andegavense*)

Photo Pascal LACROIX

### Géologie

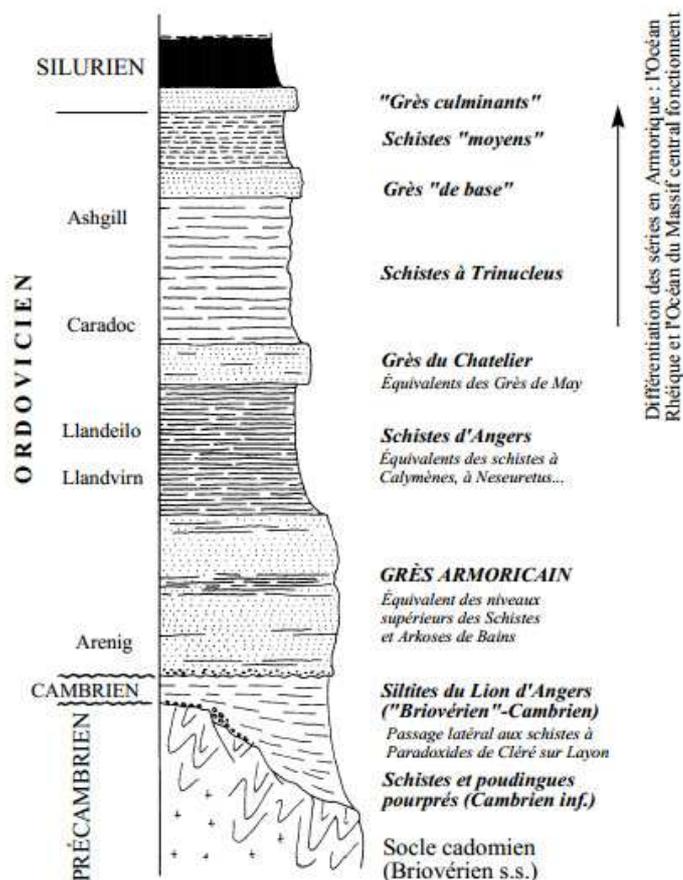
L'ardoise du Parc de La Garenne, comme celle d'Angers -Trélazé est un schiste qui a été daté de l'Ordovicien moyen (Llanvirnien et Llandeilien) par ses nombreux Trilobites. C'est d'ailleurs cette richesse en Trilobites qui a valu à cette formation ardoisière de la région d'Angers le nom de « Schistes à Calymènes », les Calymènes étant une variété de Trilobites.

**NB : Les Trilobites sont des Invertébrés Arthropodes Crustacés voisins des Limules actuelles.**

Cette roche s'est donc formée à partir de vases déposées dans une mer ordovicienne qui pouvait être un diverticule de l'Océan Centralien naissant.

En effet, après l'orogénèse Cadomienne, la marge Nord du Protogondwana est soumise dès le Cambrien moyen à une distension continentale qui se manifeste entre autre, en Vendée par exemple, par du volcanisme ( rhyolites du Choletais, ignimbrites de La Châtaigneraie, ...). Cette expansion s'est ensuite poursuivie à l'Ordovicien ; elle a conduit à l'éclatement de toute la

marge Nord-gondwanienne et finalement à l'individualisation des microplaques Avalonia et Armorica. Un océan s'est donc formé entre Armorica et Gondwana : l'Océan Centralien dont l'Unité des Essarts en est une relique.



Dans cet océan et ses diverticules, se sont déposés au tout début de l'Ordovicien (Arenigien) les fameux « grès armoricains ». Les structures sédimentaires caractéristiques qu'ils présentent : stratification oblique, rides de courant, ... indiquent que ces grès armoricains correspondaient à une sédimentation de plate-forme contrôlée par la houle et les vagues de tempêtes.

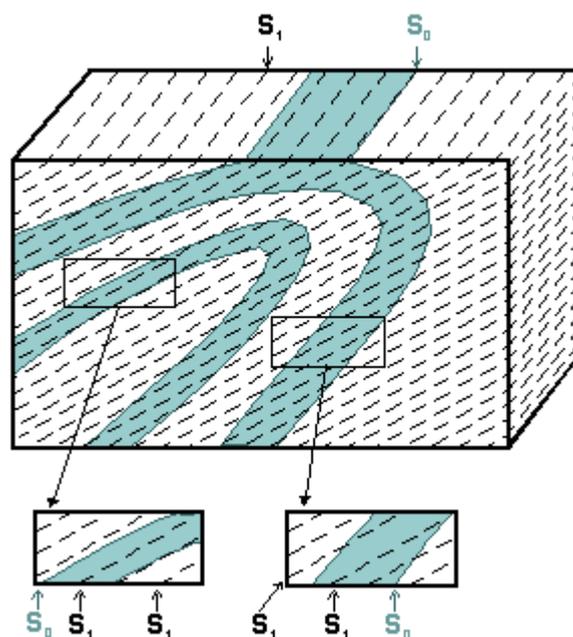
Puis, le niveau de la mer s'approfondissant par subsidence (l'étirement continental se poursuit) et les reliefs continentaux voisins étant davantage érodés, ce sont alors des boues, des vases donc des faciès plus pélagiques d'offshore qui se déposent à l'Ordovicien moyen. De gros Cloportes fouillaient dans ces vases très réductrices car à l'abri des courants (eau peu renouvelée donc faiblement oxygénée) : nos fameux *Calymènes* et d'autres Trilobites comme les *Ilaenus* ; et des « Poissons cuirassés » nageaient en pleine eau, les Graptolites abondaient.

Par diagenèse, sous l'effet de leur propre poids (plusieurs centaines de mètres, environ 400 m) et sous le poids des sédiments Siluriens qui se déposaient sur leur dos, ces boues se sont compactées au fond de l'océan naissant, ont perdu leur eau (diminution de leur porosité) et durci : bref, se transformer en siltites, argilites : c'est la diagenèse.

Mais à partir du Dévonien moyen, tout change ! Le Gondwana migre vers l'équateur à la poursuite d'Armorica ... pour finalement le rattraper ! L'Océan Centralien se rapetisse puis disparaît par subduction. La marge Nord du Gondwana et la marge Sud d'Armorica entrent alors en collision. Les argilites du fond de l'océan vont subir de plein fouet l'orogénèse varisque (ou hercynienne) avec comme manifestations :

- un métamorphisme de MT-MP responsable de la formation de chloritoïde (minéral de métamorphisme) ,
- et l'intervention de forces tectoniques de compression non co-axiales à l'origine de l'apparition d'une schistosité et d'un plan de fissilité légèrement oblique par rapport à la stratification (schistosité ardoisière).

**Remarque :** Nous ne l'avons pas vu dans le fossé sous le mur de la propriété près du golf mais les schistes ardoisiers sont à cet endroit très redressés .



Formation du schiste

$S_0$  : stratification

$S_1$  : schistosité ardoisière

On continue à longer le mur de la propriété.

**Arrêt n°2 : les marnes à Ostracées à la base de la colline de Saint Saturnin-sur-Loire**

La couleur de la roche sous le mur change ! De bleutée, elle devient blanche !

Ce ne sont plus des schistes ardoisiers que l'on observe mais des marnes blanches , parfois glauconieuses, très fossilifères , riches en Huîtres : *Ostrea biauriculata*, *O. columba*, *O. flabellata* et en Terébratules et Rhynchonelles.



Ces marnes ont été datées du Cénomaniens supérieur (Crétacé supérieur) et les fossiles qu'elles renferment indiquent la présence d'une mer peu profonde, par simple application du principe de l'actualisme ou des causes actuelles, les huîtres actuelles s'observant ou étant élevées entre les niveaux de haute-mer et de basse-mer, dans la zone de balancement des marées .

Les huîtres ne sont pas en place. Elles sont disposées pêle-mêle, les valves presque toujours séparées. Ce n'est donc pas à un banc d'huîtres en place que l'on a affaire ici mais à une accumulation post-mortem de coquilles ; il s'agit d'une thanatocénose.

Ces strates marneuses sont à peu près horizontales. On ne l'a pas vu sur le terrain parce que la route le cache ! Mais ces marnes reposent soit directement , soit parfois par l'intermédiaire d'un horizon de sables glauconieux pauvre en *Alectryonia* et riche en *Orbitolines* sur les schistes ardoisiers Ordoviciens .

On est donc là au niveau d'une discordance angulaire comme à la pointe du Payré et que l'on peut interpréter de la même façon :

- L'orogénèse hercynienne a permis la formation du Massif armoricain à la fin de l'ère Primaire, il y a environ 300 Ma. Tous les terrains paléozoïques dont les schistes ardoisiers de l'Ordovicien moyen ont été plus ou moins plissés.
- Puis le massif a été érodé, pénéplané pendant tout le Permo-Trias.
- Durant le Permo-Trias, la Pangée nouvellement formée suite à la collision entre le Gondwana et la Laurussia par fermeture de l'Océan Centralien devient elle aussi la proie d'une distension continentale , de rifting continental ; elle commence à se fragmenter, et les rifts à être envahis par les eaux de la Téthys venant de l'Est. En certains endroits , le massif armoricain est très tôt transgressé, par exemple dès le Lias (Jurassique inférieur) à Jard-sur-Mer ; mais ici, la

transgression a été beaucoup plus tardive : Crétacé supérieur soit 100 millions d'années plus tard !

- Cette mer Crétacé supérieur vient alors recouvrir les schistes ardoisiers pentés et déposer ses sédiments marins : les marnes à huîtres que l'on observe en position horizontale, position qu'elles ont toujours, prouve que la région n'a pas été affectée après le Crétacé par un quelconque événement tectonique cisailant ; en revanche, elle a pu subir des mouvements verticaux (formation de horsts et grabens) à l'Eocène, contrecoups de l'orogénèse pyrénéenne.

### **Synthèse :**

**Au début du Crétacé supérieur, la grande transgression Cénomaniennne isole des archipels d'îles dont le Massif armoricain, le Massif central, le Massif Corso-Sarde relié au Massif central par l'isthme durancien.**

**La mer provenait à la fois du Nord (zone boréale), du Sud-Ouest via le seuil du Poitou (ouverture de l'océan Nord-atlantique) et de l'Est (Téthys alpine). On trouve donc dans le Crétacé supérieur d'Anjou, des indices de faunes boréales (Angleterre), une légère influence téthysienne et une influence atlantique lorsque le seuil du Poitou n'est pas fermé.**

**Les sédiments du Cénomaniennne en Anjou se sont déposés dans un premiers temps sur des plaines deltaïques, peu à peu envahies par la mer au Cénomaniennne moyen (sables glauconieux verts) puis dans des domaines infralittoraux (marnes à huîtres).**

### **Arrêt n°3 : les grès sénoniens puis à palmiers du Mont Rude (sommet de la colline de Saint Saturnin-sur- Loire)**

#### **1. Observations faites au pied de la Tour de l'observatoire**

#### **Tour d'observation du Mont Rude**



La Tour est haute de 23 m et large de 3 m. Elle est surmontée d'un belvédère d'où l'on découvre par temps clair un horizon de 40 km et près de 80 clochers ! L'Association astronomique d'Anjou y accueille le public pour des observations du ciel profond : galaxies, amas ouverts, amas globulaires, étoiles doubles et constellations quand les conditions météorologiques le permettent.

Au pied de la tour, on peut observer un affleurement de grès (ancien sable) d'âge Sénonien (Crétacé supérieur).

Il s'agit d'un grès roux à gros grains mal soudés entre eux qui s'effrite facilement pour donner du sable . On peut y voir des traces de stratification oblique.

⇒ **sables littoraux de plages ou de deltas**



**Affleurement de grès Sénonien**



**Détail de l’affleurement précédent : Stratification oblique dans le grès**

Sous les grès, à leur base , au même niveau que le parking, on observe également des blocs de conglomérat mais ils ne sont pas en place.



**Conglomérat**

Cette formation gréseuse Sénonienne est d'origine marine puisque l'on y a trouvé des Spongiaires (Siphonia) , de rares Brachiopodes (Rhynchonella vespertilio) et des Lamellibranches (Arca, Cardium, Ostrea ...)

**Point important à noter : Le Turonien (entre le Cénomaniens et le Sénonien) est totalement absent.**

## 2. Observations faites sur la façade de la Mairie (ancien château du Mont Rude) et dans le Parc

Au pied du mur de façade, on observe également un bloc de grès renfermant des empreintes fossiles de feuilles de *Sabalites andegavensis* (Palmier) . Ce grès a été daté du Bartonien inférieur = Auversien (Eocène) par la faune et la flore qu'il contient. Les analyses palynologiques ont montré également la présence de bambous, de plaqueminières (Ebènes) ... mais aussi du chêne et de graminées ( Poacées) . Tout indique un climat plutôt tropical à tempéré chaud.



**Grès à Sabalites ou à Palmiers du Bartonien inférieur**



**Grès à Sabalites du Bartonien inférieur**



### **Grès à Sabalites du Bartonien inférieur**

Ce grès est donc à peu de chose près contemporain des grès de Noirmoutier (Bois de la Chaise) et donc du fleuve Ypresis.

**Le milieu dans lequel le sable sédimentait communiquait-il avec le delta du fleuve Ypresis ?**

**Non d'après Gaston Godard puisqu'on n'y a pas trouvé de silex noirs caractéristiques du fleuve Ypresis.**

**En fait, la question ne se pose pas ! car tout indique que les grès à Palmiers proviennent du remaniement sur place ou à faible distance du Sénonien sous-jacent. On peut en effet observer des fossiles Sénoniens remaniés ( en particulier des Eponges du genre *Siphonia*) à la base des grès à Palmiers.**

Il est donc vraisemblable que les blocs de grès à Palmiers que l'on rencontre çà et là dans la région proviennent de la grésification des formations grésosableuses du Sénonien.

Et cette grésification aurait donc eu lieu entre la fin du Sénonien et le Bartonien inférieur (= Auversien), très vraisemblablement à l'Ypresien (Cuisien) d'après Daniel Pouit.

A la fin du Crétacé supérieur, a eu lieu en effet une importante régression marine qui a exposé à l'air les sables Sénoniens et favorisé leur grésification.

**⇒ Sédimentation du sable au Sénonien et grésification (ce qui implique une émergence) dans le sable Sénonien au Cuisien**

**Voir le site qui suit pour l'explication de la grésification dans le cas particulier des grès de Fontainebleau**

[http://members.geosciences.ensmp.fr/medard/FBL\\_silicification/FBL-slicif\\_02.htm](http://members.geosciences.ensmp.fr/medard/FBL_silicification/FBL-slicif_02.htm)

**La grésification est un phénomène d'origine pédogénétique.**

Elle aurait eu lieu en milieu continental et serait due à la précipitation de silice (silicification).

Les grès se forment toujours dans le haut des séries , dans la zone de battement de la nappe phréatique.

Dans cette zone, le niveau de la nappe varie en fonction des saisons ; il y a alternance de périodes avec eau et de périodes sans eau. Et quand le niveau de la nappe phréatique baisse par évaporation de l'eau (saison sèche), la silice précipite au-dessus du niveau de la nappe et forme un ciment siliceux qui va souder les grains entre eux.

Une telle mobilisation de silice implique non seulement la présence d'eau pour la dissoudre mais aussi de températures assez chaudes. Ces conditions particulières sont en accord avec l'identification des fossiles de végétaux qui correspondent essentiellement à une flore de climat tropical humide avec alternance de saisons pluvieuses et sèches.

C'est cette alternance climatique qui est à l'origine du battement des nappes dans les sables du « Sénonien ».

Le fait que l'on observe des racines de végétaux en place dans le grès (voir photos) montre que la silicification a eu lieu pendant ou après que les racines étaient en place dans le sable, les racines de végétaux ne pouvant traverser un grès compact et que c'est un phénomène rapide , à l'échelle de la durée de vie d'un végétal.

Les sables sont perméables, les grès imperméables, et donc une dalle gréseuse, à peine formée, constituerait une barrière imperméable, empêchant le processus de cimentation de se poursuivre...et surtout, gênant l'alimentation en eau des végétaux situés au-dessus.

Si des arbres comme des Palmiers , des Ebènes ont pu proliférer au Bartonien, cela implique des phases de cimentation plutôt partielle , localisée, alternant peut-être avec des phases d'érosion et de mobilisation du matériel gréseux.

Des phénomènes d'érosion et d'éolisation ont pu effectivement avoir lieu comme l'atteste la présence de blocs bien arrondis , bien polis visibles dans les murs de Saint saturnin.



**Bloc de grès sénonien éolisé dans un mur près de la Tour d'observation**



**Même bloc vu de dessus**



**Empreintes de racines dans le grès sénonien**



**Empreinte de racine en 3D (vue de dessus et de profil) dans du grès sénonien**

## Synthèse :

Une seconde pulsation marine marque le dépôt d'une boue carbonatée qui deviendra le tuffeau d'Anjou-Touraine pendant le Turonien.

Mais le Turonien est absent à Saint Saturnin sur Loire.

Au Sénonien inférieur, les dépôts étaient surtout terrigènes, avec probablement une fraction carbonatée aujourd'hui disparue suite à des processus d'altération. Le Sénonien d'Anjou est ainsi caractérisé par des sables assez bien triés et probablement littoraux ou deltaïques .

Le Sénonien supérieur manque, signe d'une importante régression fini-crétacé.

Au début du Tertiaire, en milieu continental, prennent place des processus pédogénétiques assurant la grésification des sables sénoniens sur les hauteurs ( cordons de dunes ? ) en même temps que dans les creux environnants se déposait dans l'eau le calcaire lacustre de l'Anjou également Bartonien.

Aucune communication n'existait entre ce lac angevin et le fleuve Ypresis ou son delta comme l'indique l'absence de silex noirs.



Coupe géologique schématisée de la butte de Saint Saturnin

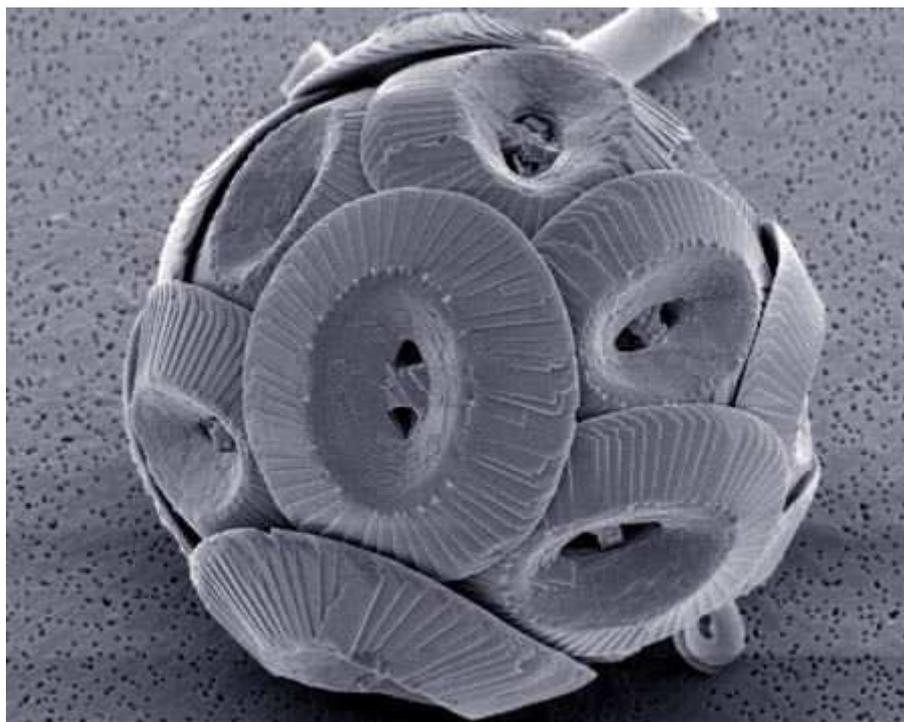
### Légende :

	<b>E1</b> Eocène : grès à Palmiers		<b>C4</b> Albien : sables verts
	<b>C7</b> Sénonien : sables blancs à éponges		<b>C5</b> Cénomaniens : Marnes à Huîtres
	<b>C6</b> Turonien absent : craie tuffeau		<b>OrdoVICIEN</b> : schistes ardoisiers

## Le Turonien est absent mais on peut dire quelques mots sur le tuffeau que l'on va rencontrer chez Nanard aux Forges !

Le mot « tuffeau » vient du grec : « *tophos* » qui désigne une pierre friable.

Le tuffeau est une variété de calcaire crayeux, blanchâtre, tendre et poreux, renfermant de nombreux éléments détritiques (micas, quartz) mais surtout des tests de Coccolithophoridés (algues brunes unicellulaires à coquille constituée de plaques calcaires ou coccolithes).



Coccolithophoridé

[Image Wikipédia](#)

### Remarque :

**Autrefois, les bâtons de craie étaient fabriqués à partir de ce tuffeau et l'on avait , parfois, le plaisir (sadique !) de faire « crisser » la craie sur le tableau noir par frottement du grain de quartz sur l'ardoise ! Les élèves adoraient !**

**Puis le bâton de craie a été remplacé par le bâton de plâtre ... le plaisir a disparu. Aujourd'hui, tout a en fait disparu, même l'ardoise !**

Le tuffeau du Val de Loire affleure sur les flancs des vallées de la Loire et de ses affluents.

Déjà développée à l'époque gallo-romaine, l'exploitation du tuffeau connaît un essor important au Moyen Âge, avec un emploi massif dans les édifices religieux, puis à la Renaissance pour l'édification des châteaux de la Loire. Le matériau était extrait du sous-sol, le plus souvent depuis les coteaux, en une succession de galeries souterraines parfois longues de plusieurs kilomètres et sur plusieurs niveaux.

Aujourd'hui, l'extraction est limitée à quelques carrières, et ses perspectives de développement apparaissent hypothétiques. En Pays de Loire, l'entreprise Lucet exploite depuis 1964 une carrière à Saint-Cyr-en-Bourg à côté de Saumur, notamment pour la restauration de l'abbaye de Fontevraud.

Depuis 2008, cette entreprise exploite une nouvelle carrière à Brézé (49), où elle extrait un tuffeau légèrement verdâtre destiné au patrimoine traditionnel et aux monuments historiques. Une autre exploitation ouverte à ciel ouvert en 1989 par l'entreprise Maquignon est située à Usseau, près de Châtellerault. Ce tuffeau plus blanc et de grain plus fin est très prisé pour la restauration des monuments (Parlement de Bretagne, etc.).

Pierre tendre, le tuffeau est très sensible aux pollutions. Les constructions centenaires qui avaient jusqu'alors bien résisté au temps se retrouvent aujourd'hui fragilisées, notamment en milieu urbain où le tuffeau subit des processus d'altération. L'observation et la comparaison de l'état des monuments historiques montrent toutefois des situations très inégales. Un essai de vieillissement accéléré a permis d'établir un premier étalonnage de la durabilité du tuffeau, confirmant de réelles différences de comportement et donc de qualité.

Le tuffeau des carrières en activité est apparu de qualité moyenne, tandis que d'autres ont montré de bien meilleures résistances. Ces résultats ouvrent des perspectives pour la recherche de nouveaux gisements de « bon » tuffeau.

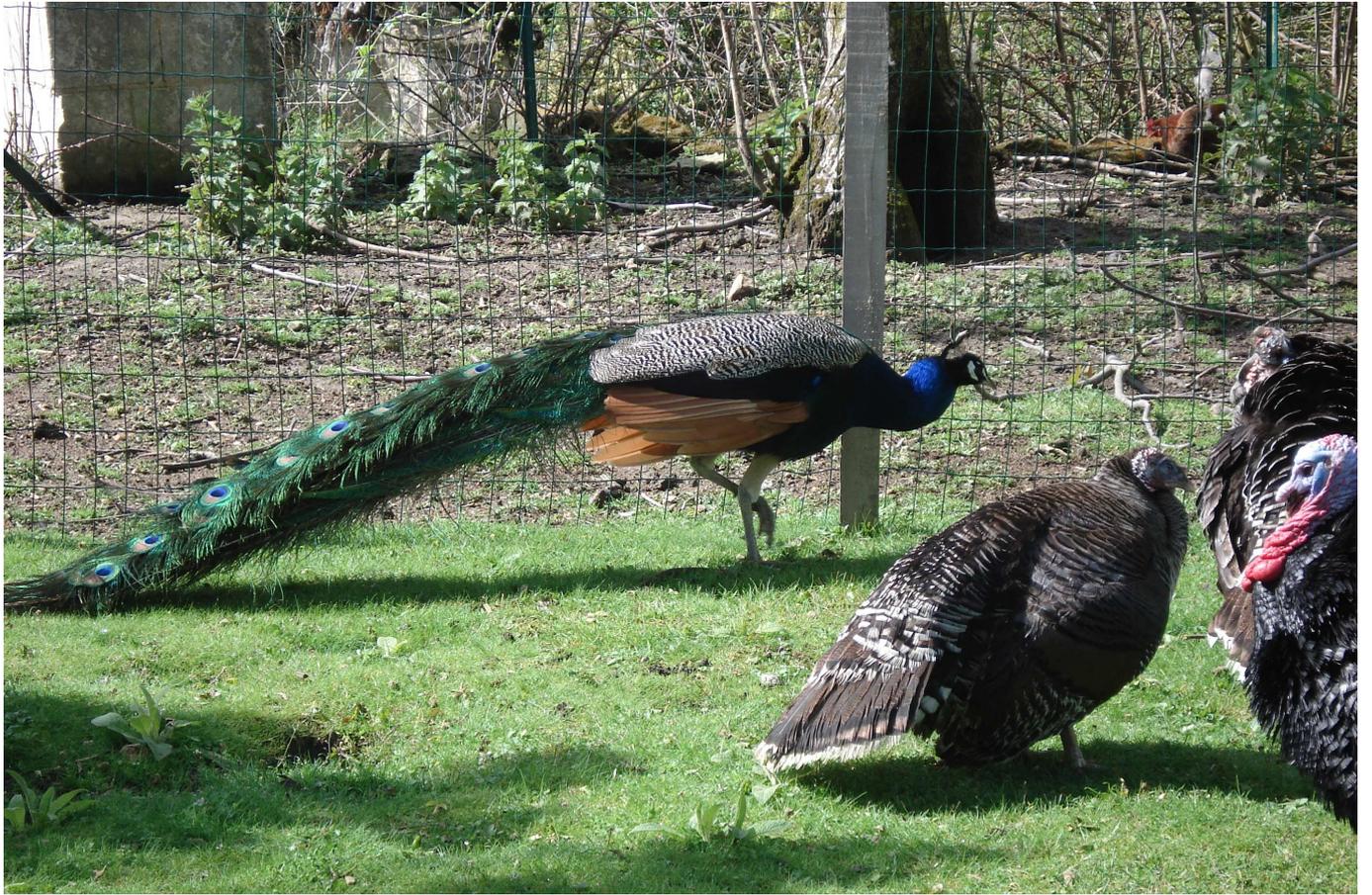
#### **Arrêt n° 4 : la Fosse au Nord des Forges - Visite de l'habitat troglodytique de Bernard Foyer dit Nanard !**

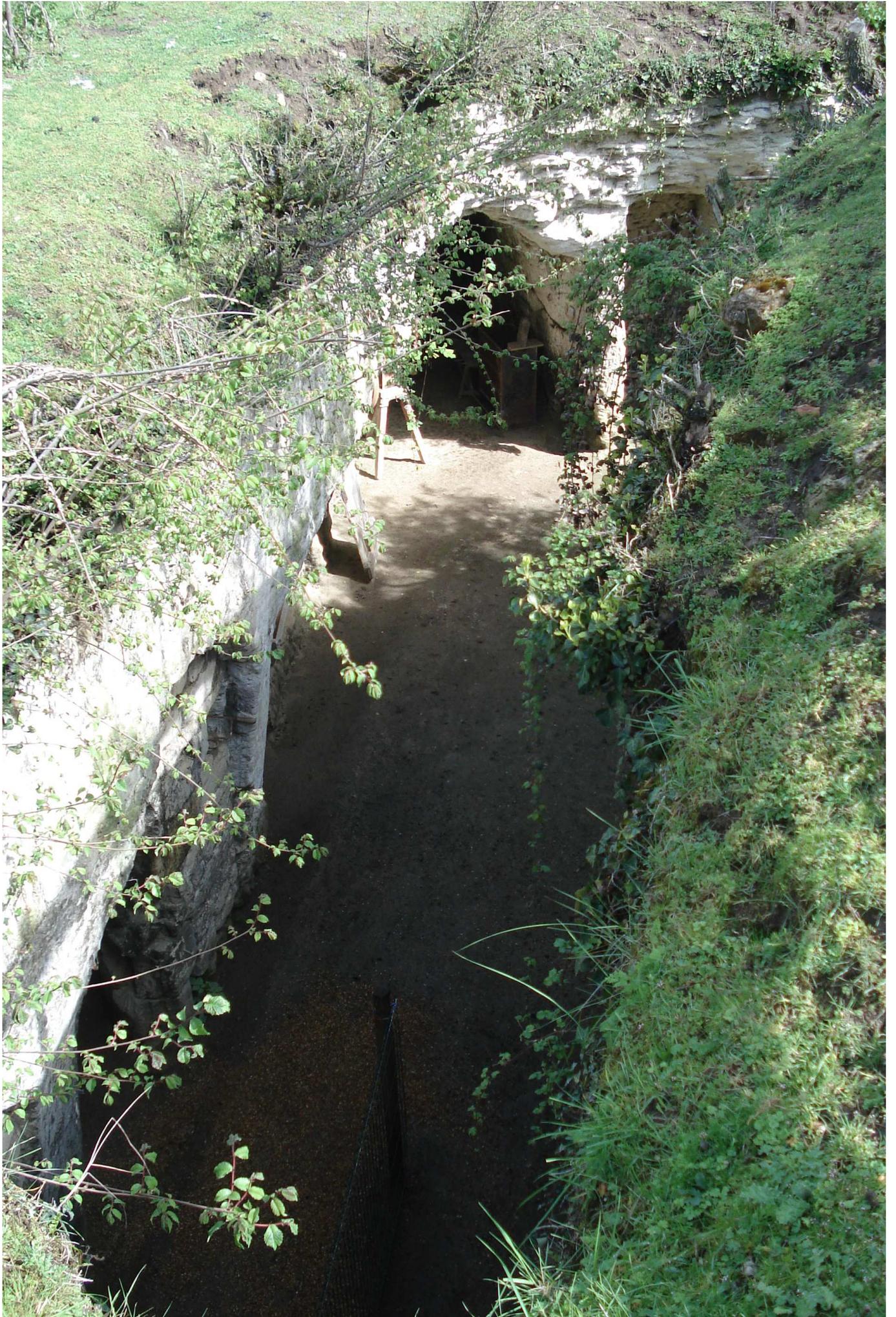
Cette habitation troglodytique est construite dans le tuffeau du Turonien moyen (craie micacée).

Enfin, :  
un authentique  
ensemble, un Hameau,  
d'habitations "en Caves"  
"Caves-demeurantes"  
Un havre de paix exotique.

Site d'habitations Troglodytes  
Creusées dans la CRAIE-Tuffeau, par le  
petit paysan, sous le niveau du SOL.  
Comme les pêcheurs MAROCAINS les creusent encore  
AUJOURD'HUI (1500 Cavités entre AGADIR et Sidi-Ifnit  
Province de TIZNIT  
des paysans, ici même, jusqu'en 1930,  
Creusaient leurs logements PAR ECONOMIE  
RURALE. Ce "TERRIER HUMAIN" comporte  
33 Salles sur 1 Ha 3 ca. ... Bonne Découvertes  
- ne vous y perdez pas -





















## Avantages d'une maison troglodytique

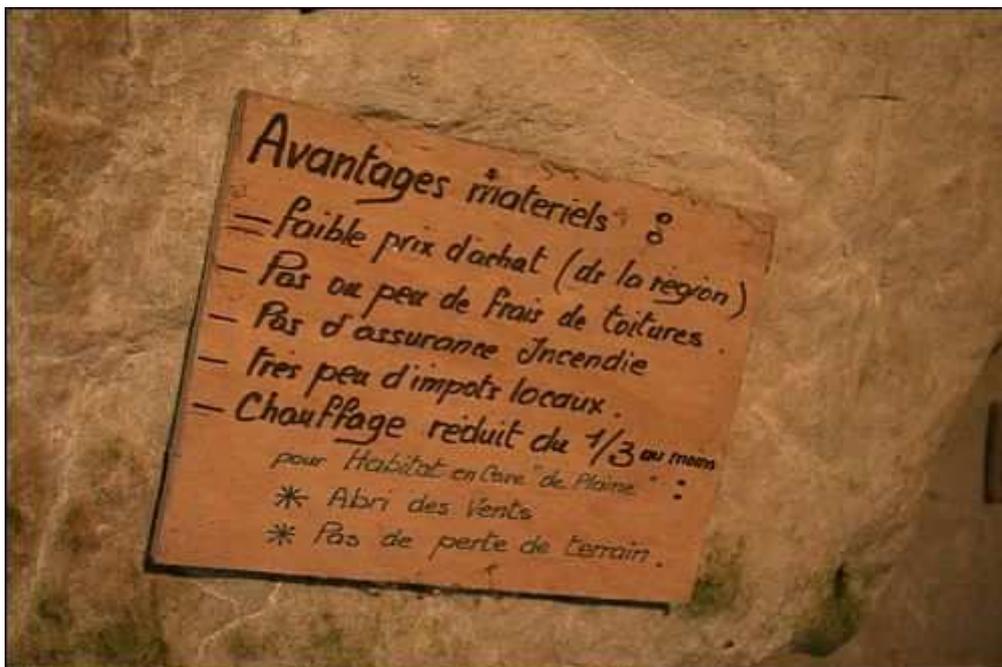
Température intérieure :

- sans chauffage, autour de 8° l'hiver.
- autour de 20° l'été.

Donc un peu de chauffage est nécessaire en hiver mais moins que dans les maisons classiques et surtout il y a la possibilité d'aérer totalement dès les beaux jours ! On n'est pas des taupes !

C'est aussi le seul endroit où l'on peut manger les Pissenlits par la racine , dixit Nanard !

Et lire aussi la pancarte ci-dessous !

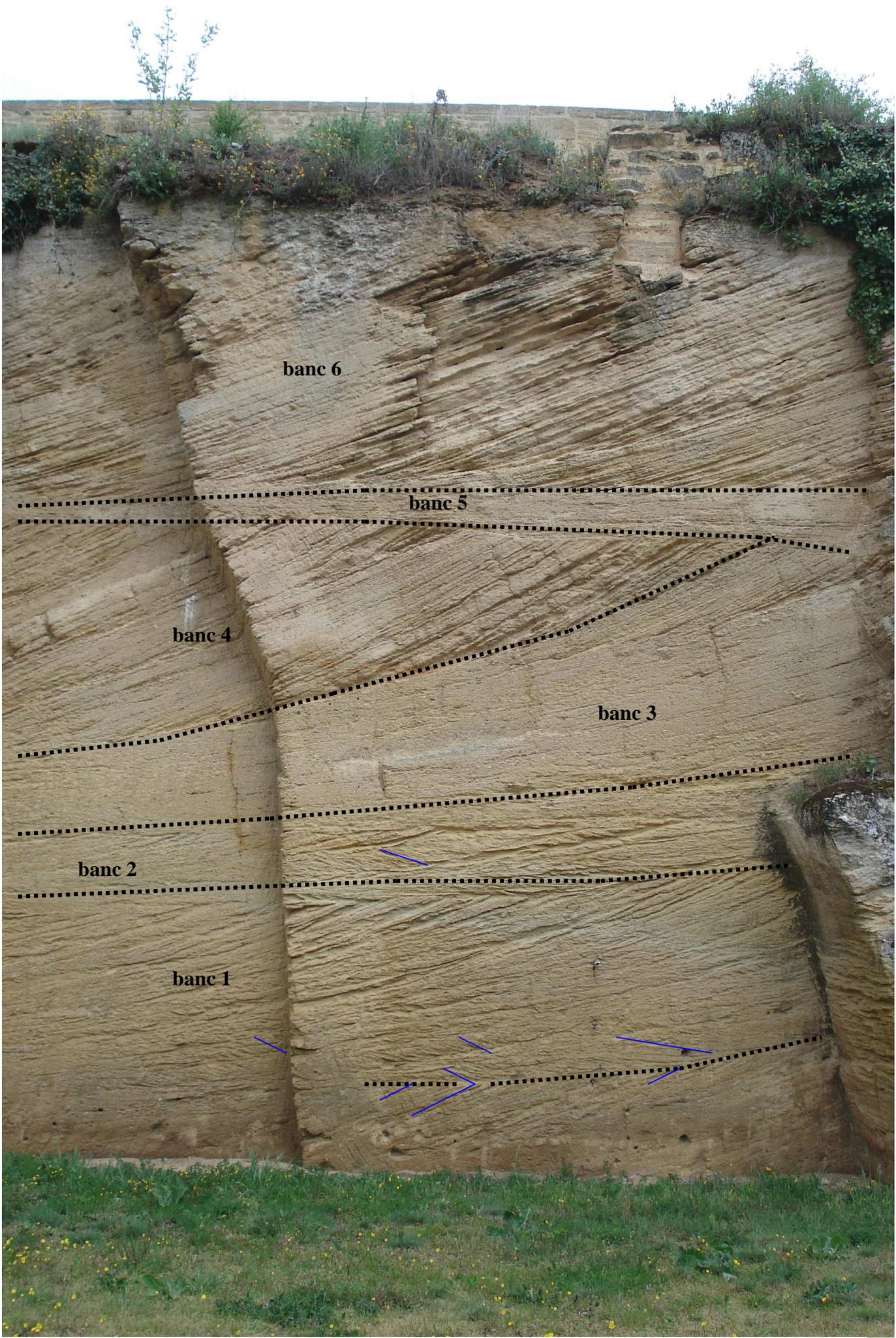


### Avantages matériels :

- Faible prix d'achat (de la région)
- Pas ou peu de frais de toitures.
- Pas d'assurance Incendie
- Très peu d'impôts locaux.
- Chauffage réduit de 1/3 au moins  
pour Habitat en Cote de Plaine :
- \* Abri des vents
- \* Pas de perte de terrain.

## **Arrêt n°5 : les Pierrières de Doué-la-Fontaine**

### **1. Observations faites ans la carrière**



banc 6

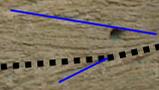
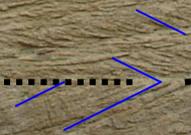
banc 5

banc 4

banc 3

banc 2

banc 1



On observe dans le banc 4 des feuillettes, des lamines inclinées, pentées vers le bas quand on se déplace de la droite vers la gauche de la photo. On parle de stratification oblique.

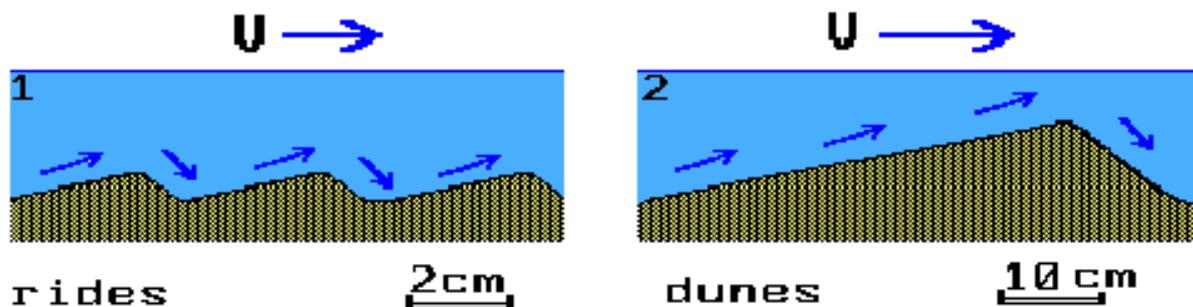
Ces feuillettes sont tronquées assez brusquement vers le haut par les lamines horizontales du banc 5 (angle de l'ordre de 30-40°) ; en revanche, vers le bas, elles ont tendance à devenir tangentielles aux lamines du banc 3, à se paralléliser à elles.

Ces observations sont également valables pour le banc 6.

**Conclusion :** Cela indique que le courant qui a déposé les lamines des bancs 4 et 6 se déplaçait de la droite vers la gauche de la photo.

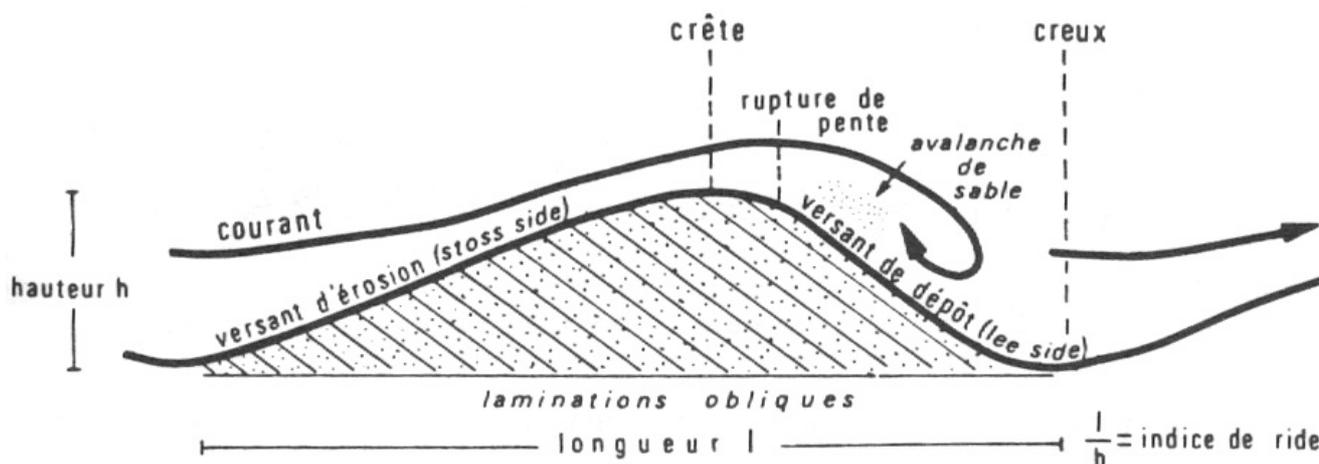
**Explication :**

Le banc 4 était au moment de sa formation une ride ou une dune sous-aquatique.



Le courant qui se déplace de la gauche vers la droite sur le schéma ci-dessus érode le versant amont de la ride ; les grains de sable sont entraînés par roulement vers la crête de la ride puis ils se déposent sur le versant aval.

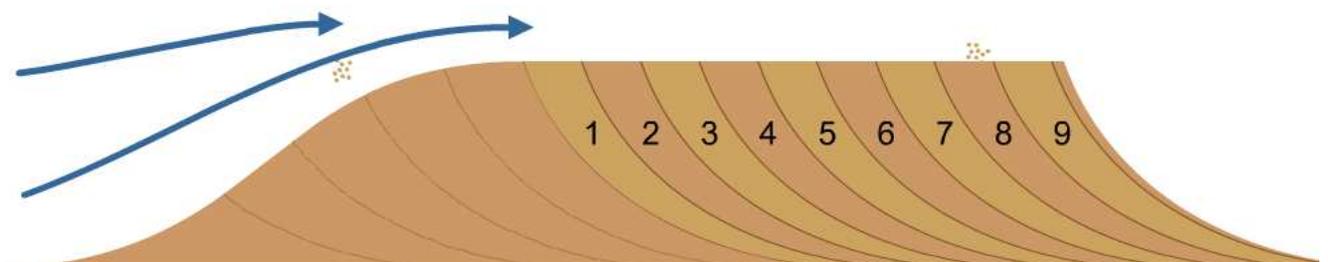
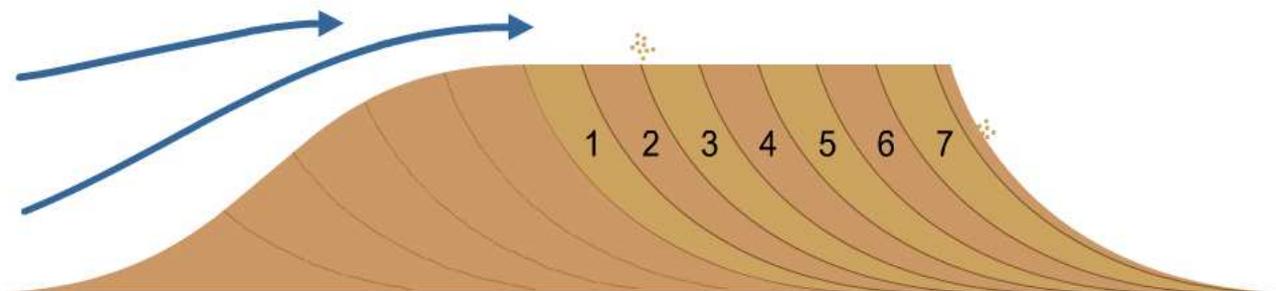
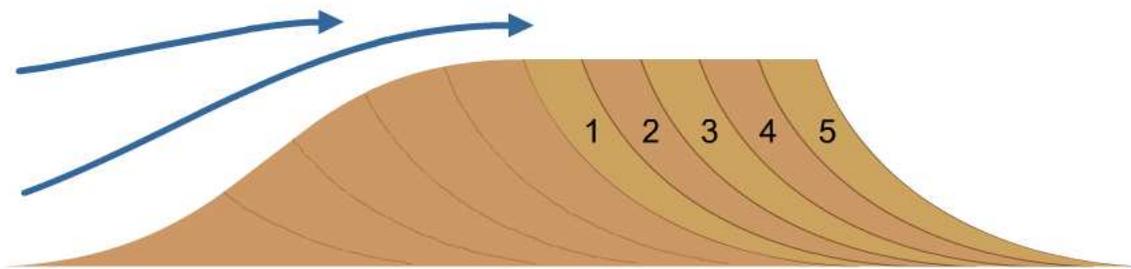
**Versant amont d'érosion = stoss-side et versant aval de dépôt = lee side**



Sur le versant aval , dès que la pente dépasse le profil d'équilibre, une petite avalanche se produit et une lamine est créée.

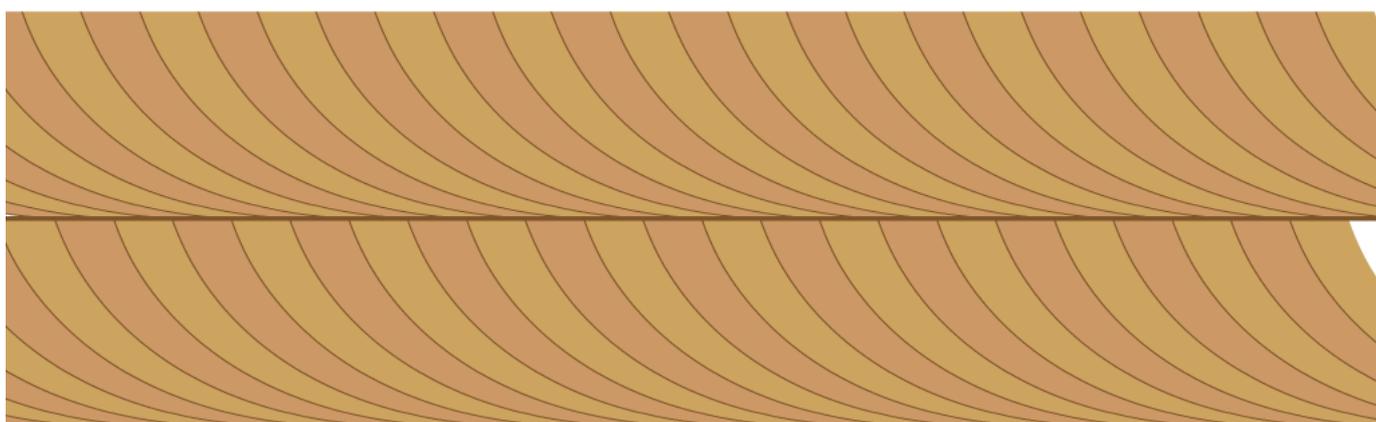
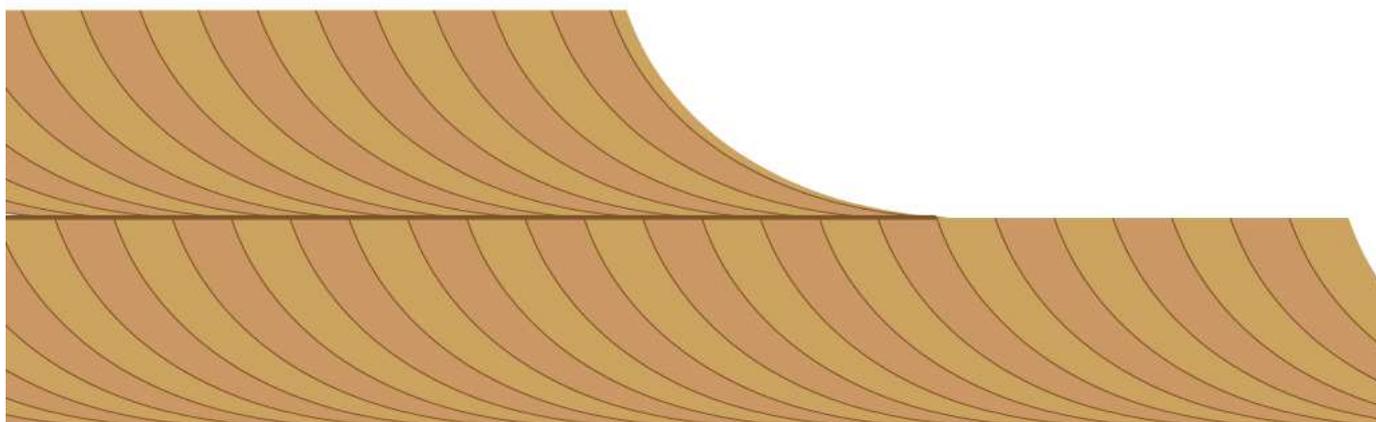
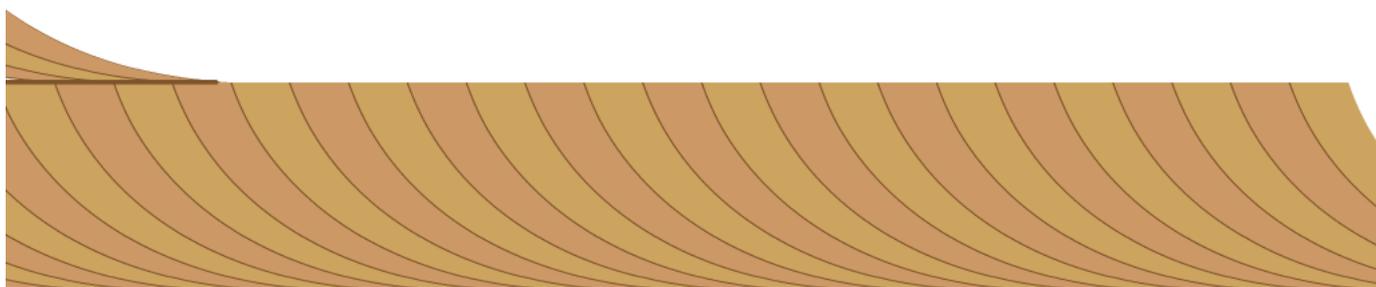
La ride se déplace ainsi progressivement dans le sens du courant, son flanc amont toujours faiblement penté puisque soumis à l'érosion par le courant et son flanc aval où sédimente le sable, toujours davantage incliné , proche du profil d'équilibre.

La ride peut aussi prendre davantage d'importance si le courant l'approvisionne en sable par apposition de nouvelles lamines ; peuvent alors se former des vagues de sable ou des mégarides..



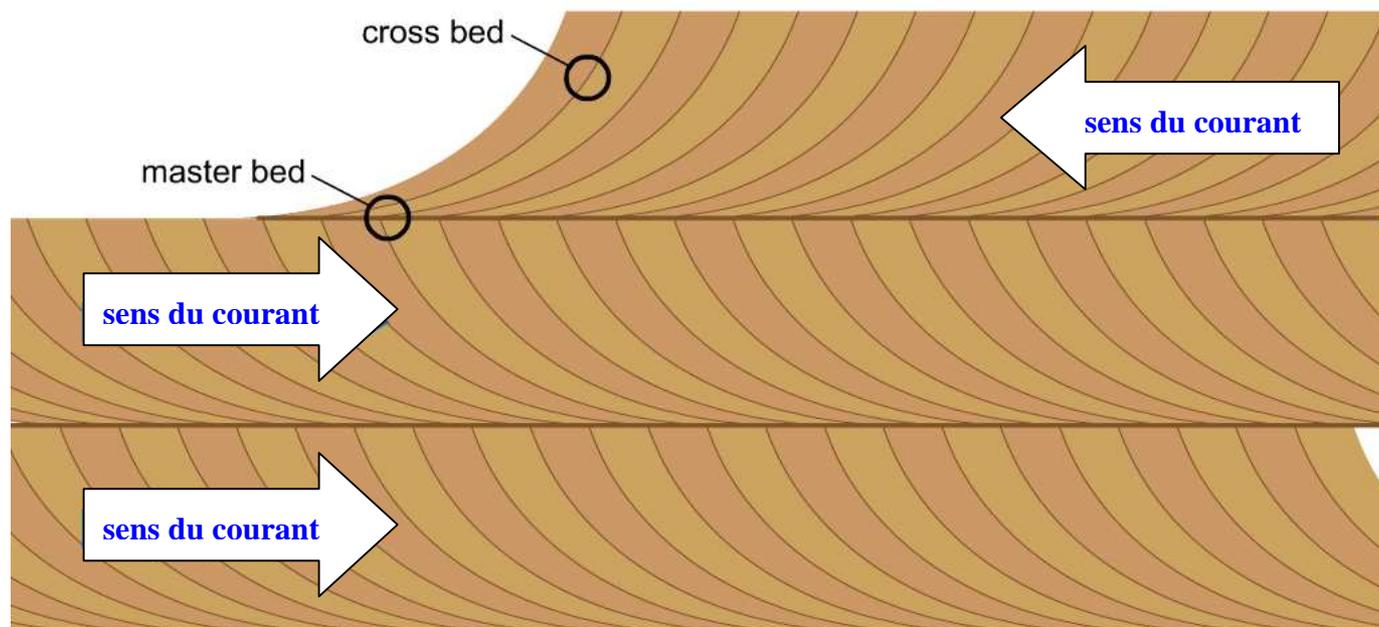
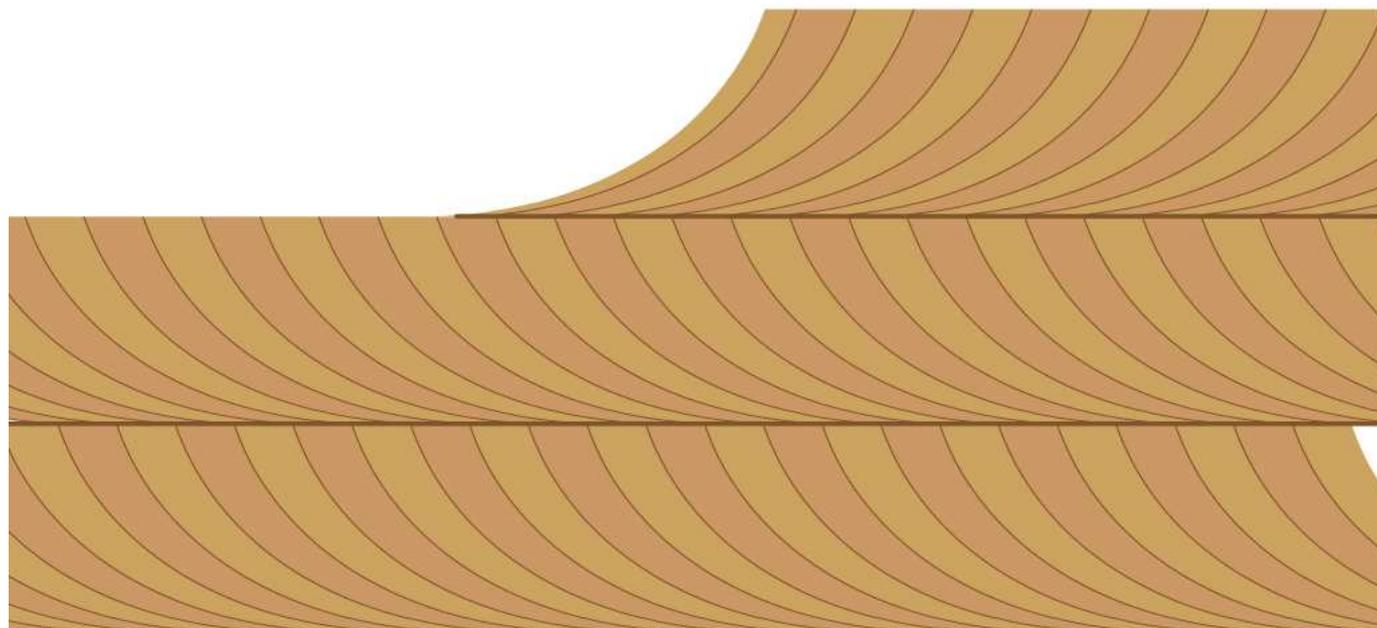
Sur le schéma ci-dessus, la base et le sommet du banc , sont horizontaux.

Plus tard, le même phénomène peut se dérouler au-dessus : second banc avec toujours des lamines orientées de la même façon, tronquées au toit du banc , incurvées en son milieu jusqu'à devenir tangentes à son mur .



Ainsi, en examinant la forme, la disposition des lamines, le géologue peut orienter un banc : localiser le haut ou toit et le bas ou mur.

Supposons maintenant un changement de direction du courant . Un troisième banc va se déposer à lamines orientées dans le sens opposé.



Schémas extraits de l'animation 5.1.swf  
Copyright W .W . Norton and Company

Dans la carrière des Perrières, les bancs 4 et 6 montrent des lamines orientées comme celles du dernier banc sur le schéma ci-dessus. Le courant se déplaçait donc bien de la droite vers la gauche.

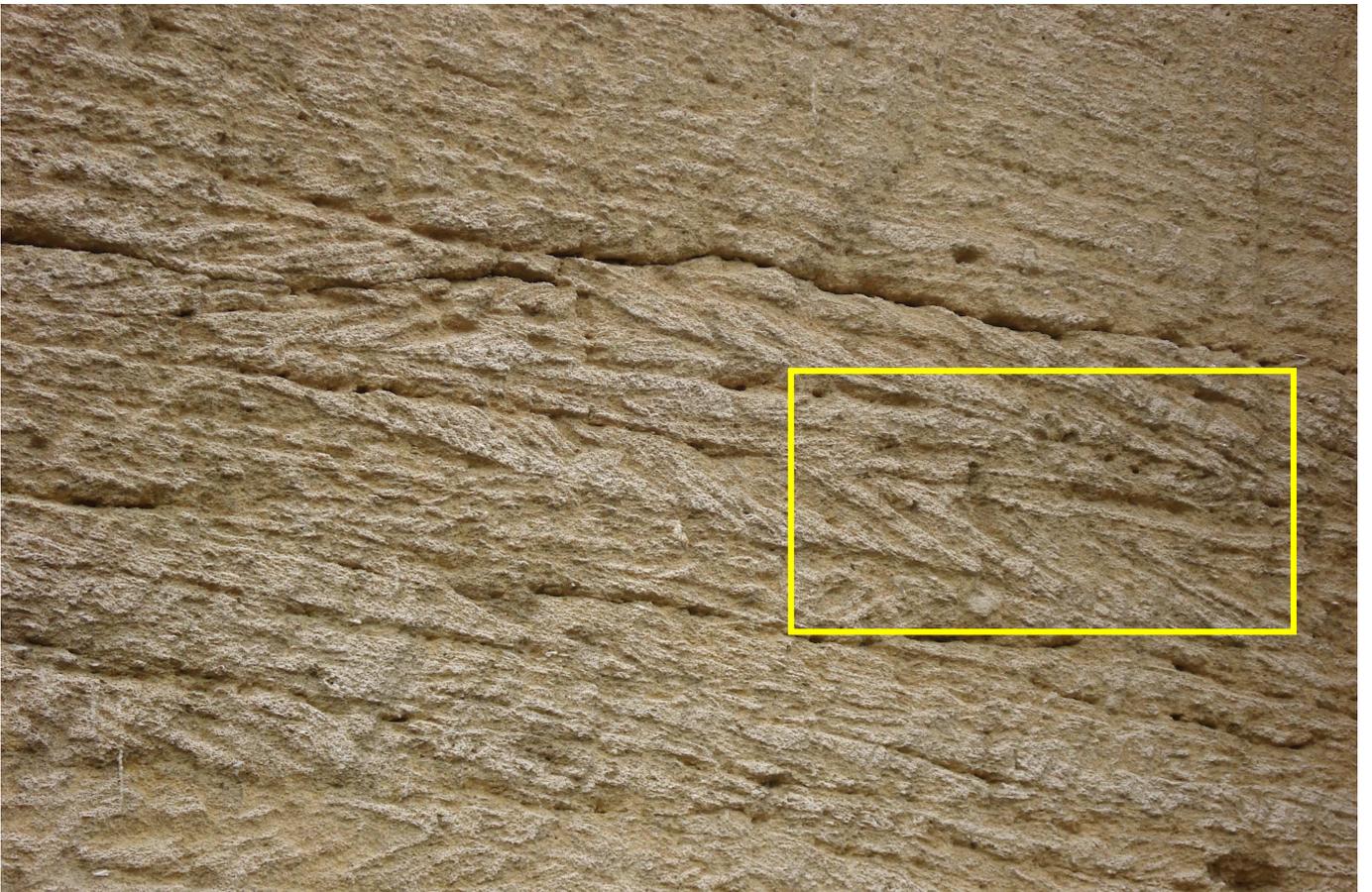
En revanche (voir photos ci-dessous), le banc 1 présente très nettement des lamines orientées dans le sens opposé, preuve que le courant s'est parfois totalement inversé.



**Lamines du banc 1 orientées dans le sens inverse (de la gauche vers la droite quand on va du haut vers le bas) de celles des bancs 4 et 6**



**idem que ci-dessus**



**Lamines du banc 1 et figures en épi ou arête de poisson dans l'encadré**

*C'est le moment pile- poil du changement de direction du courant !*

## Quelle est alors la signification des bancs 3 et 5 surtout à lamines horizontales (= stratification horizontale) ?

Les bancs à stratification plane constitués de lamines pratiquement horizontales de quelques mm à 2 cm d'épaisseur ou faiblement inclinées en raison de l'existence d'une paléopente douce indiquent une augmentation de la vitesse du courant qui écrête les rides ; les grains sont entraînés en abondance en une couche continue à la surface du fond.

L'étude détaillée du front de la carrière de falun permet ainsi de reconstituer l'hydrologie de la mer miocène, hydrologie certainement très complexe du fait des variations de sa profondeur, du climat de type tropical humide favorable à des « tempêtes » et encore plus complexe si l'on ajoute les apports en eau et en sédiments des fleuves à débit saisonnier qui devaient s'y jeter.

### Vocabulaire

Falun parfois plus compact et recouvert de lichens gris : on lui donne dans la région le nom de « *grison* »

Diaclases ou « *vernes* »

## 2. Visite des cathédrales troglodytiques

**Voir le site qui suit pour l'explication de l'extraction du falun comme pierre à bâtir dans les caves-cathédrales**

[http://troglos.free.fr/dossiers\\_val\\_de\\_loire/dossier\\_vdl\\_carriere\\_falun/dossier\\_chapitre\\_1.html](http://troglos.free.fr/dossiers_val_de_loire/dossier_vdl_carriere_falun/dossier_chapitre_1.html)



50 salles souterraines hautes de 15 à 20 m, carrières ouvertes entre XVII et XIX<sup>ème</sup> siècle pour l'exploitation du falun.

Les pierreyeurs ou perreyeux faisaient une saignée rectiligne en surface, une tranchée de 1 m de profondeur environ puis taillaient des blocs de falun . Ils descendaient progressivement en ménageant une voûte en ogive permettant d'extraire plus de blocs tout en assurant la solidité du toit et donc du champ au-dessus carrier et cultivateur !

Lorsque cette partie du sous-sol avait été suffisamment exploitée, (atteinte du niveau de la nappe phréatique) ils refermaient la tranchée à l'aide de blocs de falun disposés à la façon d'une clé de voûte et apportaient le mètre de terre arable nécessaire à la reconstitution du champ. Une autre partie du champ était alors exploitée de la même manière.

La chambre mitoyenne qui avait été exploitée et vide, creuse pouvait servir de poubelle ! On y jetait les rebus !

Une chambre sous un terrain , les chambres séparées par des cloisons, des murs véritables murs mitoyens sous terre

Longueur d'une chambre : 40 pierres de la clé de voûte

On y a extrait des sarcophages au pierrochet ...

<http://troglos.free.fr/03patrimoine/02extraire/024carrieressarcophages1.html>

et des blocs de faluns : 8000 pierres par chambre.

Blocs de taille variable = « douelle » de l'épaisseur d'une cloison, « parpaing » plus gros de l'épaisseur d'un mur ...,

Les cloisons séparant les chambres ont été plus tard abattues pour le besoin des champignonnistes. En témoignent des chaudières destinées à remonter la température à 17°C et sur les parois, la présence de traces vertes de sulfate de cuivre, substance empêchant le développement des parasites sur le compost.

Les restes des anciennes cloisons simulent ainsi sur les côtés comme des contreforts.

Problème : Nécessité de chauffer pour maintenir une température favorable au champignon.

Coût énergétique important (Déjà !!) vu la dimension des salles....

Transfert de la culture du champignon dans la région de Saumur après le choc pétrolier de 1974

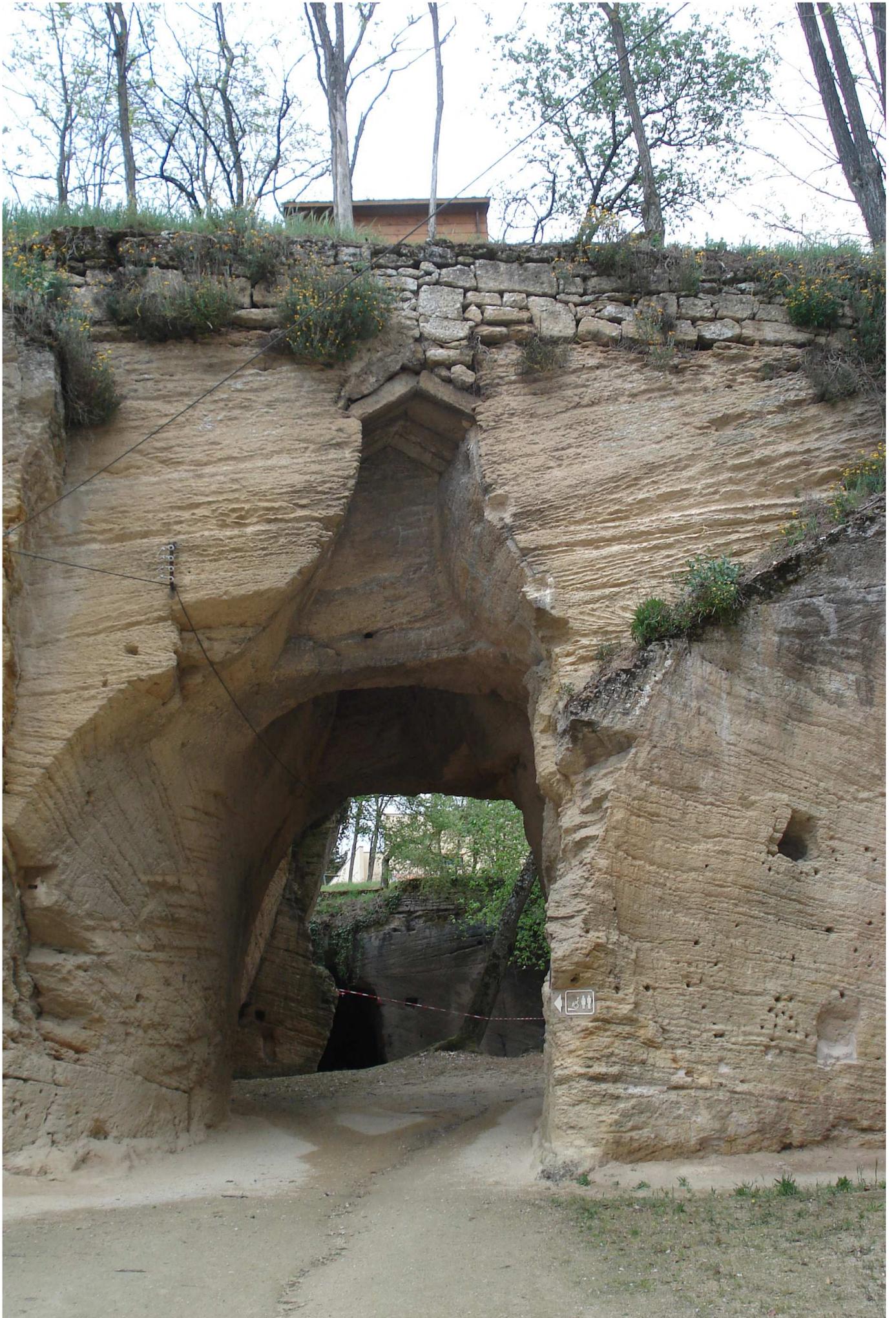
La craie Tuffeau du Saumurois est plus stable en température.

[http://troglos.free.fr/dossiers\\_val\\_de\\_loire/dossier\\_vdl\\_carriere\\_champi/dossier\\_chapitre\\_1.html](http://troglos.free.fr/dossiers_val_de_loire/dossier_vdl_carriere_champi/dossier_chapitre_1.html)

Sur les photos suivantes, clés de voûte

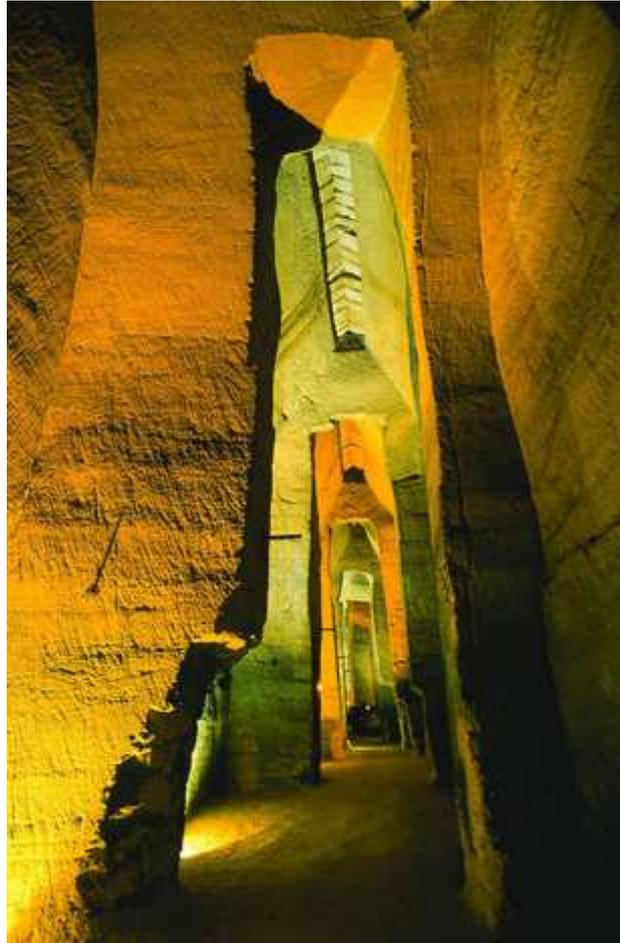
Affiche montrant un ouvrier dégageant un sarcophage certainement pour démonstration aux visiteurs !? Il a un pierrochet en mains.











**Au premier plan, cloison séparant deux chambres puis ouverte par les champignonistes**

*On a bien l'impression de voir des contreforts s'appuyant sur les parois des chambres.*

## **Arrêt n°6 : fouilles libres dans les faluns de Doué - la - Fontaine**

### **Sites conseillés**

<http://dominique.millet2.free.fr/>

<http://www.cdpne.org/PDF/GuideFourAChaux.pdf>

On a coutume de distinguer deux faciès :

- le faciès savignéen (de Savigné-sur-Lathan, en Indre-et-Loire). Ce sont des calcaires gréseux ou des boues calcaires, riches en Bryozoaires, correspondant à une sédimentation en pleine mer, dans une eau assez profonde (autour de 50 m).
- le faciès pontilévien (de Pontlevoy, en Loir-et-Cher). Ce sont des sables riches en débris coquilliers, mêlés de grains de quartz et de galets. La sédimentation s'est faite en zone littorale, entre 0 et 40 m de profondeur.

Des faciès intermédiaires existent entre les deux faciès précédents. Par ailleurs, sur une même verticale, plusieurs faciès se succèdent généralement, témoignant d'une histoire complexe.

Les faluns sont d'âge Miocène moyen ( Cénozoïque - Ere tertiaire ) .

Echelle stratigraphique du Miocène :

23,5 MA	20,3 MA	15,8 MA	14,7 MA	11 MA	7,1 à 5,3 MA
Aquitaniens	Burdigaliens	Langhien	Serravallien	Tortonien	Messinien

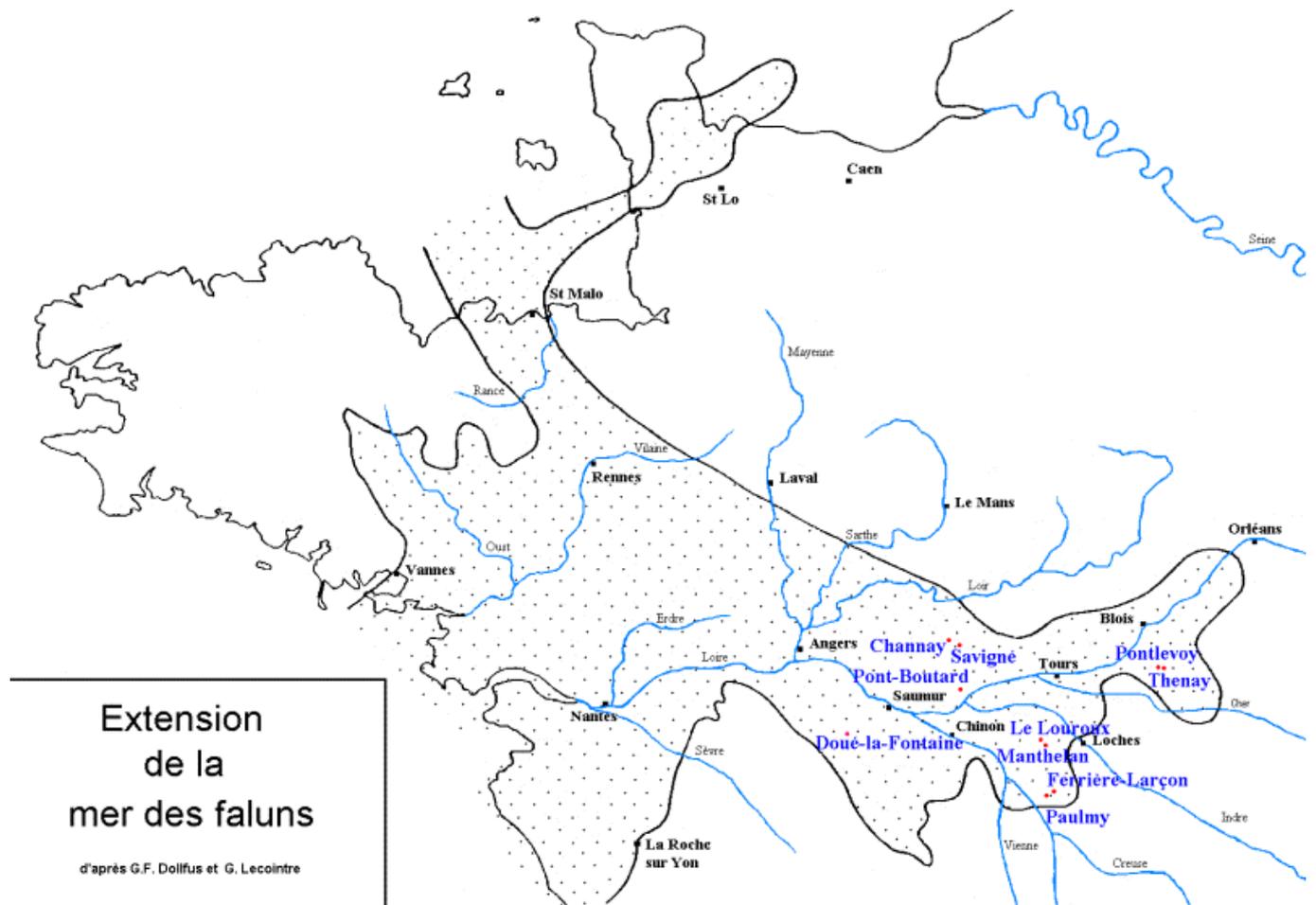
Pour être tout à fait précis, une première transgression marine, caractérisée par le dépôt d'argiles, a eu lieu au Miocène inférieur (étage Aquitanien), autour de 23 millions d'années.

A partir entre autres de l'étude des Mammifères, on s'est rendu compte qu'après ce premier épisode marin et son retrait, il n'y avait pas eu une mer des faluns, mais trois mers des faluns, séparées par des périodes d'émersion.

La plus ancienne de ces mers est celle qui a atteint la plus grande extension (correspondant à la carte ci-dessous). Les faluns de Touraine et du Blésois appartiennent à cette première transgression marine qui s'est étalée entre environ 16,5 et 15 millions d'années (étage Langhien, correspondant à peu près à l'ancien étage Helvétien).

Après une période d'émersion, la deuxième mer des faluns n'a atteint que l'Anjou, entre environ 12,5 et 11 millions d'années (étage Serravallien supérieur). Le gisement de Doué-la-Fontaine appartient à cette époque.

Après une nouvelle période de retrait marin, la troisième et dernière mer des faluns s'est étendue, comme la précédente, jusqu'en Anjou, entre environ 6 et 5 millions d'années (étage Messinien supérieur).



Source : <http://dominique.millet2.free.fr/>

Les fossiles des faluns sont à la fois abondants et variés.

Dans le faciès savignéen, correspondant à la pleine mer, on trouve un grand nombre de Bryozoaires, des Oursins, ainsi que des Mollusques (Huîtres et Pectinidés) à coquille en calcite (une des formes de cristallisation du calcaire). Les coquilles en aragonite (autre forme de cristallisation du calcaire) ou en calcite/aragonite des autres Mollusques ont été dissoutes. Mais on retrouve parfois leurs moules internes ou externes.

C'est dans le faciès pontilévien, correspondant à une mer plus littorale, que les fossiles sont les plus variés. Les Bryozoaires y sont quasiment absents mais, par contre, tous les Mollusques ont été conservés. On y trouve également des Coraux caractéristiques d'un milieu peu profond et chaud.

Les restes de Vertébrés peuvent se rencontrer dans tous les faciès. Leur coloration sombre est due à l'imprégnation par du dioxyde de manganèse. Les dents de Requins, de Raies et de Poissons osseux ont été trouvées en grande quantité dans la région de Savigné-sur-Lathan.

Les restes de Vertébrés terrestres (Reptiles et Mammifères) ont été apportés par les fleuves qui se jetaient dans la mer, lors des crues. Mais certains Vertébrés terrestres sont antérieurs aux faluns. Leur origine est à rechercher dans l'érosion des sables d'origine continentale du Miocène inférieur (étage Burdigalien), érosion par la mer elle-même ou par les fleuves qui s'y

jetaient. De la même façon, on retrouve parfois dans les faluns des fossiles remaniés datant de l'ère secondaire, telles que les éponges du Sénonien.

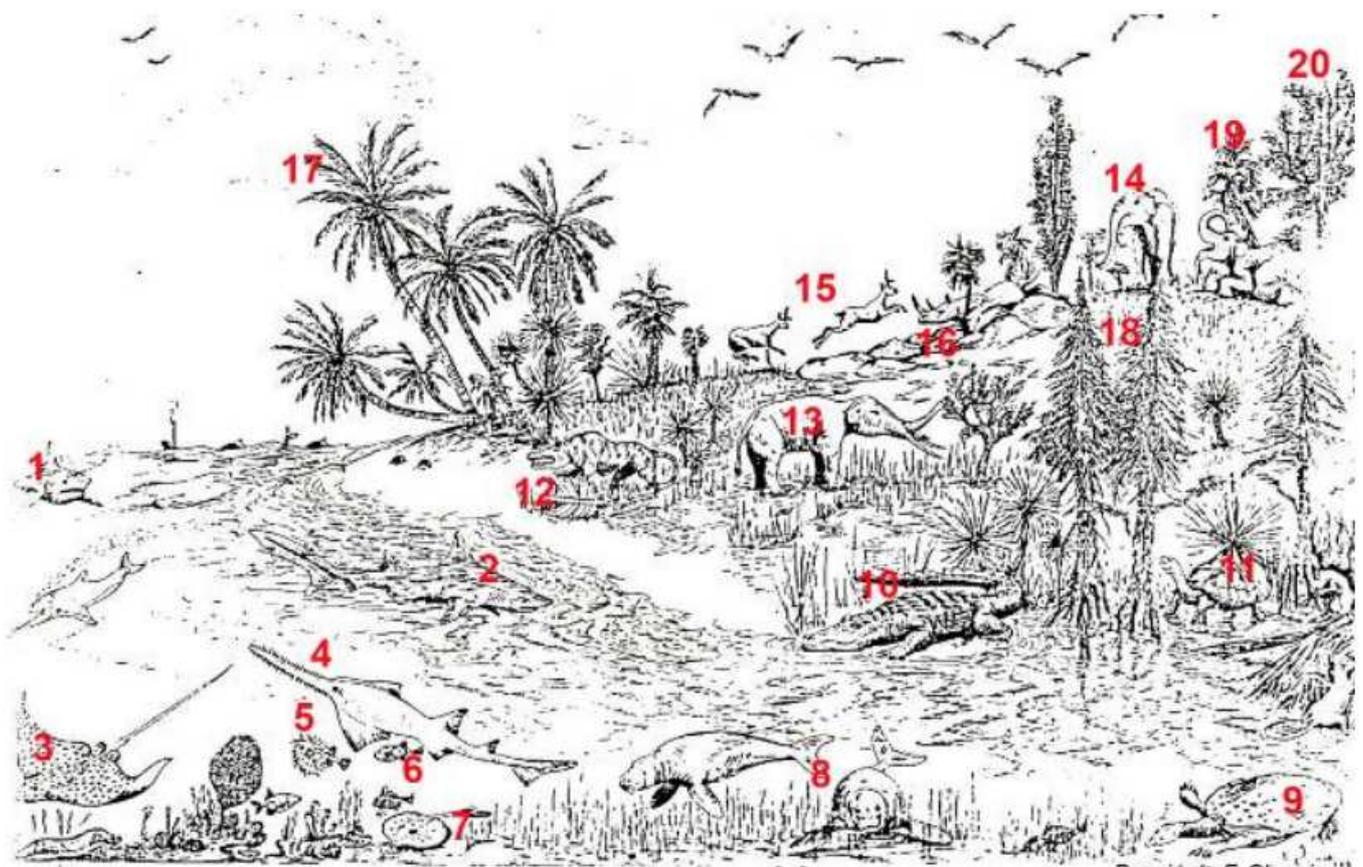
Tous ces fossiles indiquent un climat chaud, de type tropical.

Les restes végétaux des faluns sont limités à quelques bois silicifiés mais les sables du Blésois ont préservé des pollens à peu près contemporains :

Bruyères, Graminées et Massettes, Pinus, Sequoia et autres Conifères, Carya (proche du Noyer), Quercus, Betula, Alnus, Ulmus et autres feuillus, etc.

Par rapport à la faune, ils indiquent donc un climat plus tempéré.





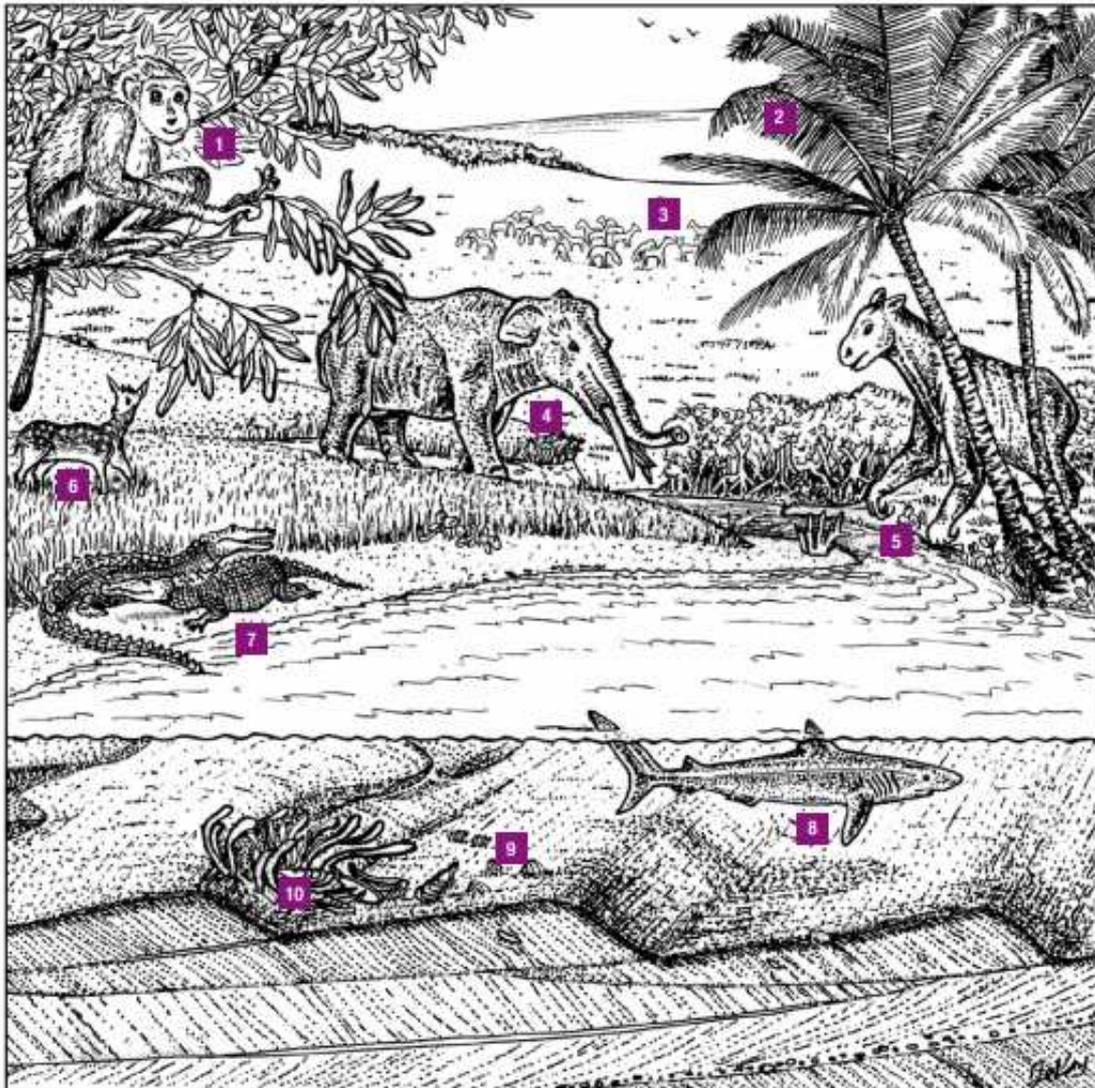
Animaux marins	Animaux terrestres	Plantes terrestres
<p>1 <i>Megaselachus megalodon</i>, Requin anciennement <i>Procarcarodon megalodon</i> (Chondrichthyens)</p> <p>2. <i>Odontaspis</i> sp. Requin, (Chondrichthyens)</p> <p>3 <i>Aeobatis arcuatus</i> Raie (Chondrichthyens)</p> <p>4. <i>Pristis aquitanus</i> poisson-scie (Chondrichthyens)</p> <p>5. <i>Diodon</i> sp. (Actinoptérygiens)</p> <p>6. <i>Tetrodon lecoinctrae</i> (Actinoptérygiens)</p> <p>7. <i>Dasyatis</i> sp. raie (Chondrichthyens)</p> <p>8. <i>Métaxytherium medium</i> (Siréniens)</p> <p>9. <i>Trionyx</i> sp. tortue aquatique (Chéloniens)</p>	<p>10. <i>Diplocynodon rateli</i> (Crocodiliens)</p> <p>11 <i>Testudo promarginata</i> Tortue terrestre (Chéloniens)</p> <p>12 <i>Hyainailouros sulzeri</i> mammifère carnivore (Créodontes)</p> <p>13. <i>Gomphoterium angustidens</i>, (Proboscidiens)</p> <p>14. <i>Deinotherium bavaricum</i> (Proboscidiens)</p> <p>15. <i>Dicrocerus elegans</i> (Ruminants)</p> <p>17. <i>Prosanthorhinus douvillei</i> rhinocéros (Mésaxoniens)</p>	<p>18. <i>Palmoxylon</i> Palmier (Angiospermes)</p> <p>19. <i>Taxodioxydon faluniense</i> Cyprès chauve (Pinophytes)</p> <p>20. <i>Cupressoxydon</i> (Pinophytes)</p> <p>21. <i>Quercoxydon</i> (Angiospermes)</p>

Source : [http://orleanstours.apbg.free.fr/IMG/pdf/musee\\_savigneen.pdf](http://orleanstours.apbg.free.fr/IMG/pdf/musee_savigneen.pdf)

## Coupe du fond sableux et reconstitution synthétique

(d'après des dessins de F. Chevrier)

[http://samnel.museum.pagesperso-orange.fr/PDF/Symbioses\\_lyceennes/Symbioses\\_lyceennes\\_7a.pdf](http://samnel.museum.pagesperso-orange.fr/PDF/Symbioses_lyceennes/Symbioses_lyceennes_7a.pdf)



1 : *Pliopithecus piveteaui* dans un noyer primitif

2 : Palmiers

3 : Troupeau d'Equidés

4 : *Gomphotherium angustidens*

5 : *Chalicotherium grande*

6 : *Palaeomeryx kaupi*

7 : *Diplocynodon*

8 : Requin *Isurus*

9 : Divers bivalves *Anadara*

10 : Huîtres *Crassostrea gryphoides* (= *C. crassissima*)