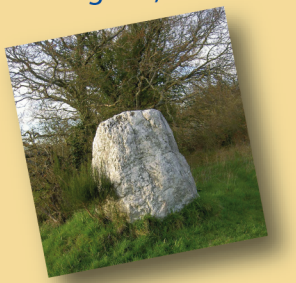
Depuis toujours, Pénestin a attiré les Hommes

Biface du Paléolithique touvé dans la falaise de la Mine d'Or
(collection Musée de Vannes fonds SPM)

Plusieurs découvertes archéologiques témoignent d'une occupation pré-humaine à Pénestin dès le ***Paléolithique***, il y a donc plus de 300 000 ans ! En1988, un outil taillé de type biface a été trouvé dans la falaise de la Mine d'Or.

Les premières traces d'occupation de l'homme moderne (homo sapiens sapiens) datent du ***Néolithique***. Ces populations ont marqué le territoire par l'implantation de structures mégalithiques, dont le menhir de la pointe du Scal à Tréhiguier, réalisé en quartz blanc.



Menhir de Tréhiguier,, dit "la Pierre blanche"

La commune de Pénestin possède d'importantes ressources en ***étain***. Allié au cuivre, il permet la production de bronze. On raconte que les Phéniciens eux-mêmes vinrent exploiter cette richesse plusieurs siècles avant notre ère. Mais les recherches archéologiques menées en Bretagne révèlent que ce sont plutôt des populations locales qui tirèrent profit de ce précieux minerai en développant la technique des alliages dès l'***Age du Bronze.***

Pénestin pourrait se traduire
par Pen Sten, soit
"la pointe de l'étain"

D'autres richesses naturelles ont été exploitées par les populations anciennes, et notamment l'eau de mer. Des ateliers de production de sel sont connus sur la frange côtière de la commune. Ces sites, liés à une technologie spécifique, datent de la fin de l'***Age du Fer***, soit de l'époque gauloise. En liaison directe ou à proximité de ces ateliers subsistent également des fosses à coquillages, qui témoignent donc de l'ancienneté de l'intérêt local pour cette ressource alimentaire fort gustative !

Des vestiges datant de la ***période romaine*** ont été retrouvés sur l'ensemble du territoire communal et, notamment, au milieu du XIXème siècle, des pièces de monnaie du ***Haut-empire*** (Ier au IIIème siècle après J.-C.) sur la plage de la Mine d'Or.

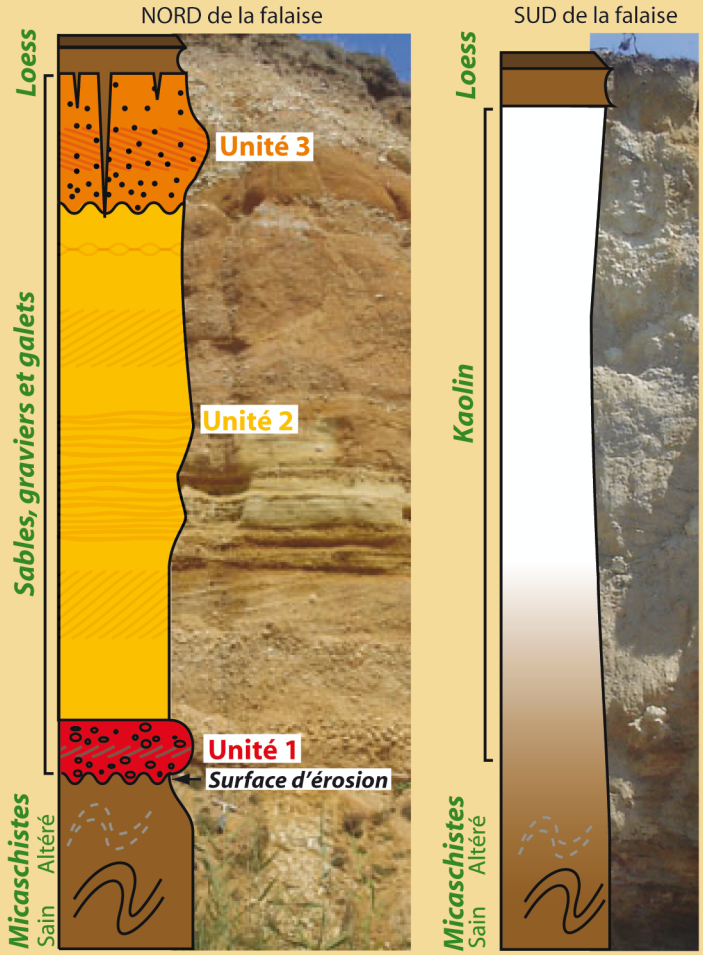
Paillettes d'or extraites du site de la Mine d'Or à Pénestin

A la fin du XIXème siècle, le site de la Mine d'Or connut une exploitation brève des sables de la falaise afin d'y récolter les ***paillettes d'or*** qu'ils contiennent. Cette activité peu rentable s'arrêta lors de la première guerre mondiale. Reste le nom attaché à la plus grande plage de la commune : ***la plage de la Mine d'Or.***

LE PEUPLEMENT HUMAIN DE PENESTIN

Les roches de la falaise de la Mine d'Or

Deux grands ensembles de roches composent la falaise. A la base, un premier ensemble comprend des ***micaschistes*** plus ou moins altérés en ***kaolin***. Au dessus, le second ensemble correspond à des roches sédimentaires récentes peu consolidées : ***sables, graviers et galets***. Ce second ensemble peut lui même être subvidisé en trois unités que l'on suit tout le long de la falaise. Le contact entre ces deux grands ensembles correspond à une surface d'érosion.
Enfin, le sommet de la falaise comprend une fine couche de sédiments éoliens, appelés ***loess.***



Les ***micaschistes*** sont des roches qui ont été enfouies à plusieurs kilomètres de profondeur dans la croûte terrestre lors de la formation d'une grande chaîne de montagnes, la ***chaîne Hercynienne***, il y a plus de 300 millions d'années. Ces roches sont aujourd'hui visibles en surface suite à la destruction de la chaîne par érosion.

Les micaschistes appartiennent au groupe des roches dites "métamorphiques", terme qui désigne les roches ayant subi une recristallisation due aux modifications de température et de pression lors de leur histoire dans l'intérieur de la Terre.

Le ***kaolin*** est une roche argileuse qui se forme sous climat tropical humide. Dans ces milieux, la circulation dans le sous - sol des eaux de pluie, très agressives, entraîne le lessivage des éléments chimiques constitutifs des roches, à l'exception de la silice et de l'aluminium. Ces deux éléments résiduels se recombinent alors et forment une nouvelle roche : le kaolin. Le kaolin est la matière première pour la fabrication de la porcelaine. Un grand gisement de kaolin est actuellement exploité à Ploemeur, près de Lorient

Les ***sables, graviers et galets*** sont des éléments issus du transport des produits d'érosion d'une roche préexistante (ils forment des roches dites "détritiques"). A Pénestin, ces éléments ont été transportés puis déposés dans le lit de rivières qui s'écoulaient à l'emplacement actuel de la falaise. La taille de ces éléments et leur degré d'arrondi dépendent de la force des courants et de la distance parcourue depuis la zone source d'érosion.

Les ***loess*** sont des sédiments éoliens, déposés sous l'action de vents puissants sous des climats de type périglaciaire tel que l'on en connait actuellement dans le nord du Canada ou en Sibérie.

LES ROCHES DE LA MINE D'OR

A Pénestin, la mémoire d'un fleuve disparu

Dans la partie supérieure de la falaise de la Mine d'Or, l'ensemble constitué de sables, graviers et galets correspond à des ***roches sédimentaires***, déposées en couches successives initialement horizontales : les ***strates***. Ces dépôts constituent des témoins, des archives, qui permettent de reconstituer les changements qu'a connu la région dans le passé géologique récent (moins d'un million d'années). En effet, ces sédiments se sont déposés il y a seulement quelques centaines de milliers d'années. La découverte d'outils préhistoriques dans ces sédiments montre que nos très lointains ancêtres vivaient dans la région au moment de leur dépôt.

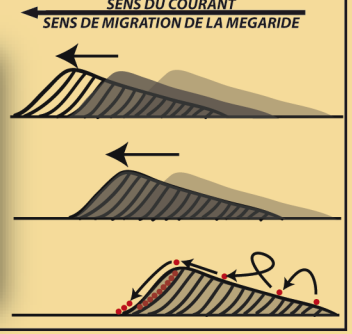
*La formation d'une **strate** correspond à un évènement hydrosédimentaire. Le passage d'une strate à une autre, visible par un changement de la taille et de l'arrangement des grains, marque une variation des conditions du dépôt (crue, inondation, ...). Au sein d'une strate, l'agencement des grains définit des **litages**, plans ou obliques par rapport aux strates. L'arrangement des litages témoigne des conditions hydrodynamiques du milieu.*

Les strates montrent des structures sédimentaires, les ***litages obliques***, identiques à celles que l'on peut actuellement observer dans les fleuves. L'étude de ces stuctures montre qu'il y a quelques centaines de milliers d'années, un ***fleuve s'écoulait à l'emplacement actuel de la falaise de la Mine d'Or*** au sein d'une vallée aujourd'hui disparue. Une des bordures de cette paléovallée est très bien visible au nord de la falaise : on y observe l'ancienne bordure du fleuve, creusée dans les micaschistes, et son remplissage par les sédiments récents, déposés horizontalement.

Ancienne bordure de la vallée fossile de Pénestin, visible dans la partie Nord de la falaise de la Mine d'Or.
Les sables, graviers et galets (rouge) sont déposés au dessus d'une surface d'érosion (représentée en pointillés) creusée dans les micaschistes (marron). Le dépôt de ces sédiments a entrainé le comblement progressif de l'ancienne vallée, qui est maintenant fossile.

MODE DE FORMATION DES LITAGES OBLIQUES

*Les **litages obliques** se forment dans les fleuves lors du transport des grains de sable au sein de dunes sous aquatiques, aussi appelées **mégarides.** Sous l'action du courant, les grains de sable en mouvement au fond du fleuve se déplacent sur le dos des mégarides, avant de tomber en avalanche en avant de leur front. Par ce mécanisme, les dunes se déplacent dans les fleuves dans le sens du courant. En coupe, une mégaride est ainsi composée d'une série de litages, obliques par rapport aux strates, qui marquent ses avancées successives. L'étude des litages obliques permet de reconstituer les déplacements des mégarides et donc de connaître les **directions de courant** au moment du dépôt.*



Les litages obliques montrent que le fleuve dans lequel se sont déposés les sédiments des unités 1 et 2 s'écoulait vers le Nord (précisément vers le Nord-Nord-Ouest). Ainsi, la falaise de la Mine d'Or est globalement parallèle à l'ancien cours de ce fleuve.

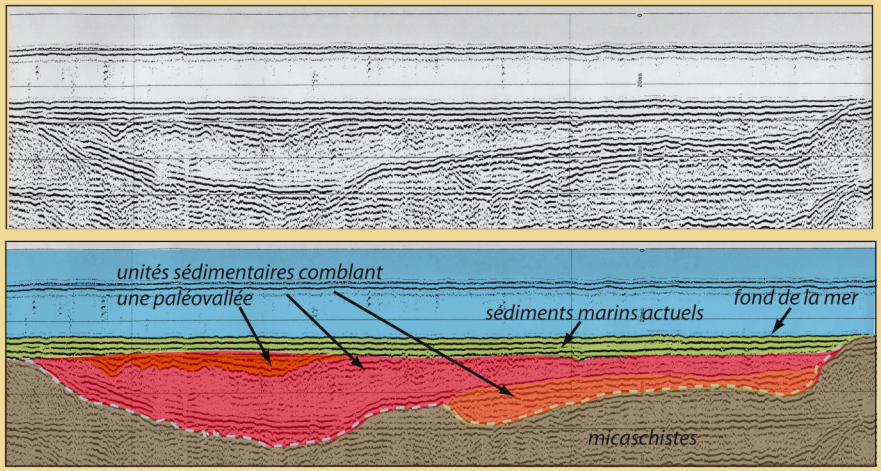
Les litages obliques de l'unité 3 indiquent par contre des directions d'écoulement opposées, vers le Sud (précisément vers le Sud-Ouest).

Les archives sédimentaires de la Mine d'Or nous apprennent donc que la région a connu un bouleversement géographique majeur entre le dépôt des unités 2 et 3, marqué par un changement de la direction d'écoulement des anciens fleuves de la région de Pénestin.

Niveau à litages obliques

Un site témoin des environnements passés

En mer, au large de Pénestin, sous une fine couche de dépôts actuels de vases et de sables, les fonds marins sont constitués des mêmes roches que celles observables dans la falaise de la Mine d'Or. Grâce à la mise en oeuvre des techniques de ***sismique réflexion***, les études de géologie marine ont permis de mettre en évidence qu'elles dessinent un réseau de vallées fossiles qui parcourt les fonds marins sud armoricains. Comme dans la falaise de la Mine d'Or, ces vallées fossiles sont comblées de sédiments. Elles ne sont donc pas visibles dans la bathymétrie, c'est à dire dans la topographie des fonds sous-marins. Ces vallées fossiles sont tout à fait comparables à la paléovallée observable dans la falaise de la Mine d'Or et elles en constituent la prolongation en mer.



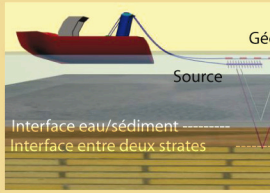
Exemple de profil de sismique réflexion obtenu, en mer, au large de Pénestin (haut : profil brut; bas : profil interprété). On y reconnait une vallée fossile creusée dans des micaschistes et comblée par des unités sédimentaires. Pour cette raison, cette vallée fossile n'est pas visible dans la topographie du fond de la mer, qui apparait plat. Cette paléovallée est un analogue, en mer, de la paléovallée de Pénestin visible dans la falaise de la Mine d'Or.

Les vallées fossiles qui occupent les fonds sous-marins du Sud de la Bretagne se sont formées quand ces domaines étaient des terres émergées, lors des périodes géologiques pendant lesquelles le ***niveau de la mer*** était beaucoup plus bas qu'actuellement. Il y a, par exemple, 18 000 ans, le niveau marin était plus bas d'environ 100 mètres et le littoral était alors à une centaine de kilomètres de la côte actuelle. Et dans cet espace terrestre aujourd'hui ennoyé, des fleuves s'écoulaient ...

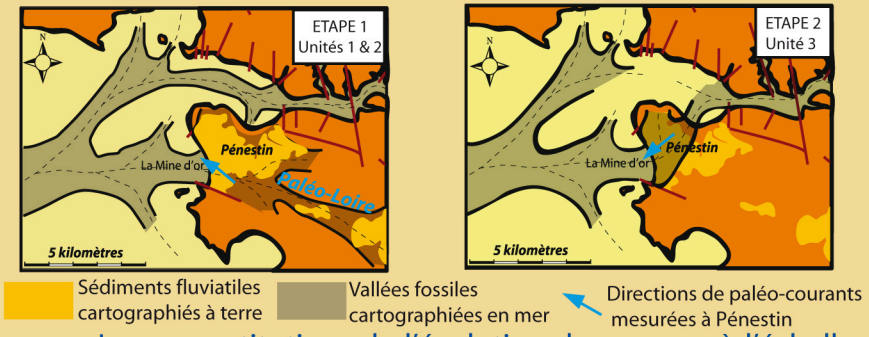
PRINCIPE DE LA SISMIQUE REFLEXION OU COMMENT VOIR SOUS TERRE ?

La sismique réflexion est une méthode géophysique qui permet d'obtenir des images des limites entre les différentes roches qui composent le sous-sol, sous la surface terrestre. Il s'agit d'une méthode qui est, sur le principe, exactement comparable aux échographies réalisées en domaine médical.

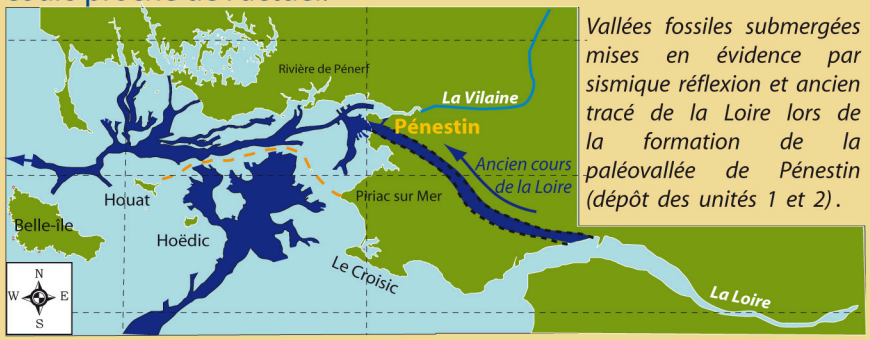
*En sismique réflexion, des ondes sont émises à partir d'une source et pénètrent dans le sous-sol. En profondeur, elles peuvent être réfléchies sur des interfaces marquées des changements des propriétés physiques des roches (dus à des changements de la nature et/ou de la taille des grains par exemple), à l'image d'un miroir qui renvoie la lumière. En surface, des récepteurs appelés **géophones** captent les "échos" de ces ondes, ce qui permet de reconstituer l'image des interfaces sur lesquelles les ondes ont été réfléchies.*



*Un profil de simsique réflexion est donc une image d'une coupe effectuée dans le sous-sol. Elle est constituée d'une succession de lignes noires appelées **réflecteurs** qui correspondent aux interfaces entre les différentes roches. La sismique réflexion peut être mise en oeuvre aussi bien à terre qu'en mer à partir d'un navire.*



Les reconstitutions de l'évolution du paysage à l'échelle régionale montrent que c'est très probablement ***la Loire*** qui s'écoulait à l'emplacement actuel de la falaise de la Mine d'Or au moment du dépôt des unités 1 et 2. Cette paléo-Loire se prolongeait vers l'ouest en longeant le sud de la Bretagne dans des régions qui sont aujourd'hui immergées. Au moment du dépôt de l'unité 3, c'est par contre ***la Vilaine*** qui s'écoulait à l'emplacement de la Mine d'Or tandis que la Loire avait acquis un cours proche de l'actuel.

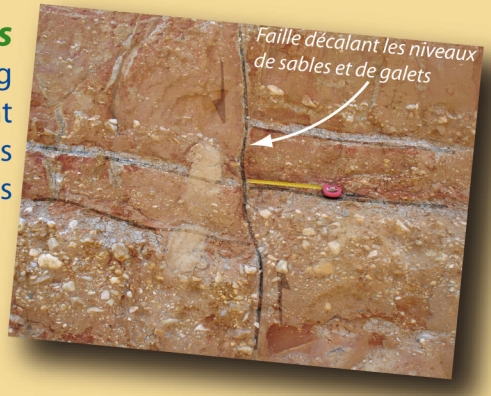


Vallées fossiles submergées mises en évidence par sismique réflexion et ancien tracé de la Loire lors de la formation de la paléovallée de Pénestin (dépôt des unités 1 et 2).

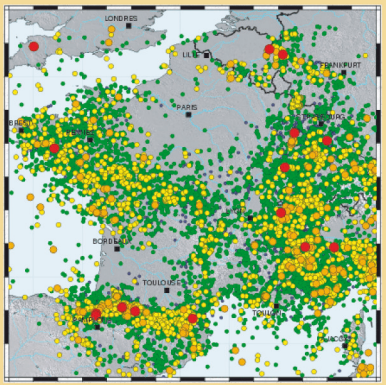
DES FLEUVES SOUS LA MER

Une déformation active et des climats passés

Des ***plis*** et des ***failles*** sont bien visibles tout le long de la falaise. Ils témoignent des déformations tectoniques auxquelles le site a été soumis récemment.



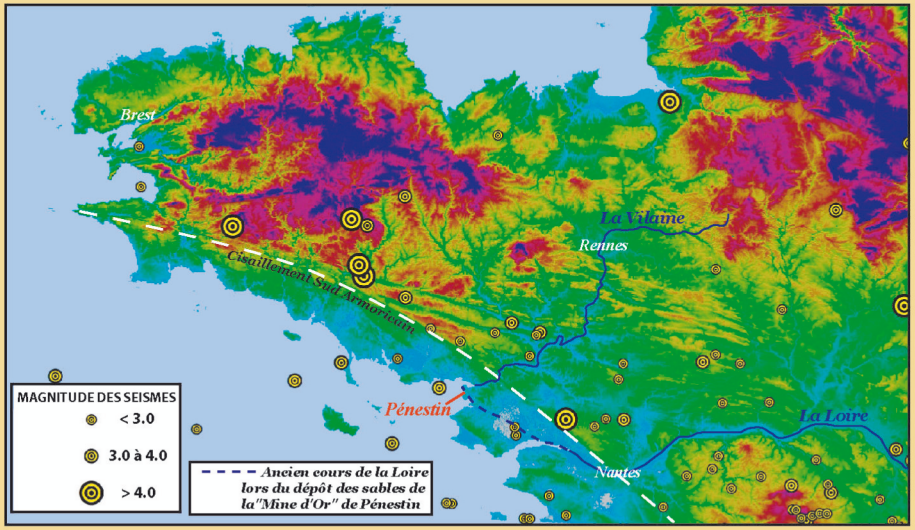
Tremblements de Terre enregistrés en France de 1980 à 2005
Données RéNaSS
(Réseau National de Surveillance Sismique)



L'ensemble du Massif Armoricain est toujours une région active tectoniquement, comme le montre par exemple la carte des tremblements de terre ci-contre.

En Bretagne, les séismes les plus importants se situent au Sud, le long d'une grande zone de failles appelée ***Cisaillement Sud Armoricain*** (en pointillé sur la carte ci-dessous). La commune de Pénestin est proche de cette zone active sismiquement. Les déformations visibles le long de la falaise, plis et failles, y sont associées.

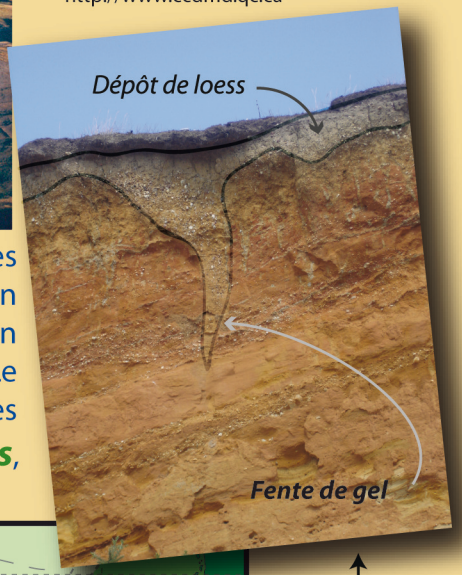
Principaux séismes du Massif Armoricain sur la période 1980-2005



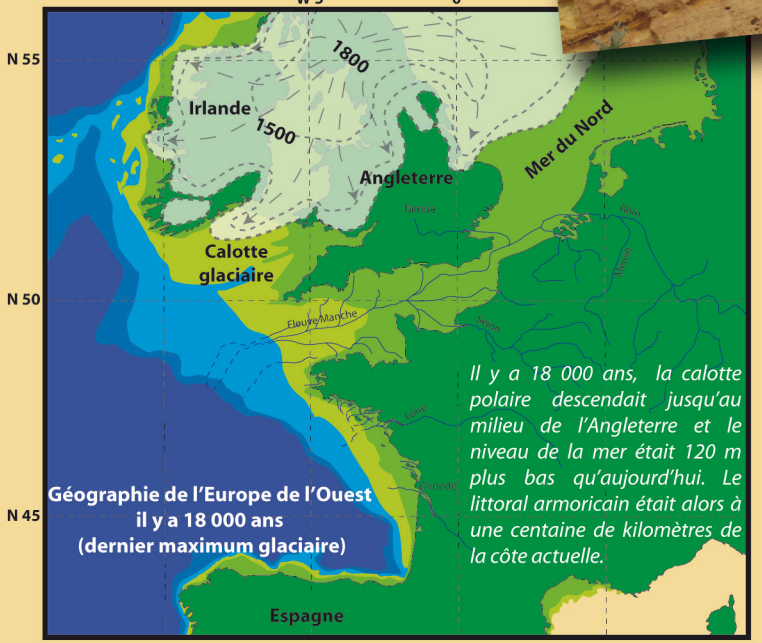
Comme tout le Nord de la France, la région de Pénestin a connu un climat ***périglaciaire*** au cours des périodes géologiques récentes (Quaternaire). A l'image des domaines périglaciaires actuels (Sibérie et Canada), le sous-sol penestinois subissait une alternance de gel/dégel suivant les saisons. Ces conditions climatiques extrêmes ont entraîné la formation de réseaux de ***fentes de gel***. De telles fentes de gel, fossiles, sont visibles au sommet de la falaise de Pénestin.

← *Réseau actuel de fentes de gel dans le Nord du Québec.*
Photo D. Bruneau
http://www.ccdmd.qc.ca

Dans ces conditions climatiques, des vents violents mettaient en suspension des particules fines en bordure de la calotte polaire. Le dépôt de ces particules éoliennes forme des sédiments, les ***loess***, visibles au sommet de la falaise.



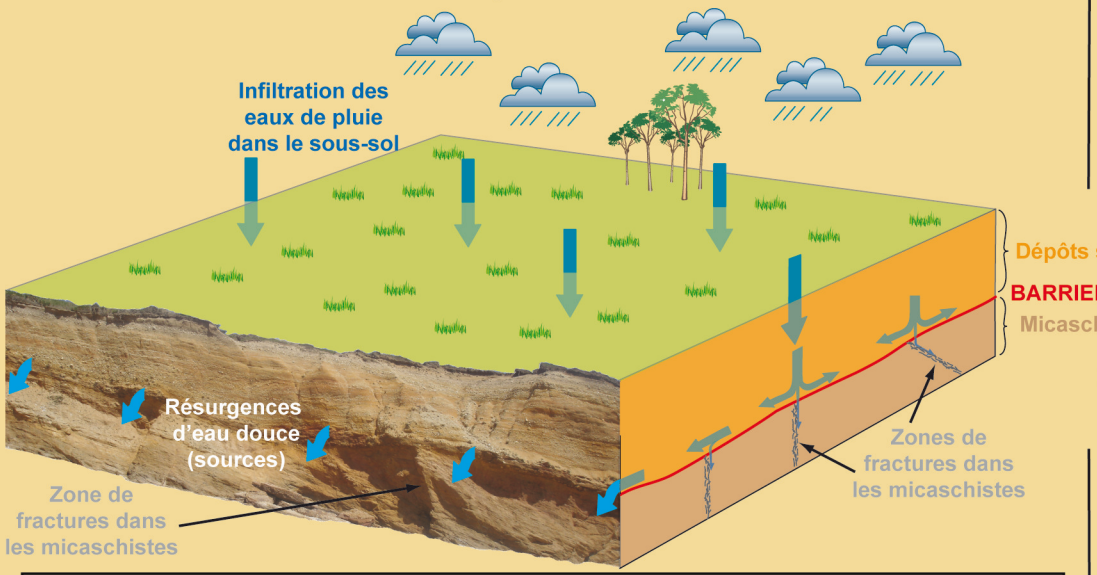
Fente de gel vue en coupe et dépôt de loess au sommet de la falaise de la Mine d'Or



DEFORMATION ACTIVE ET CLIMATS PASSES

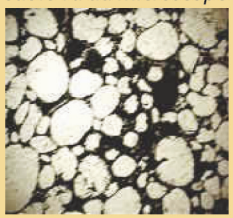
De l'or à l'eau ...

FONCTIONNEMENT HYDROGEOLOGIQUE ACTUEL DE LA FALAISE DE LA MINE D'OR

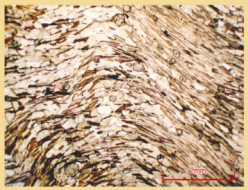


SUR LA CIRCULATION DE L'EAU DANS LES ROCHES

sable vu au microscope



Les ***dépôts sédimentaires*** *de la falaise de la Mine d'Or sont constitués d'un agrégat de grains arrondis, visibles à toutes les échelles (de l'oeil nu au microscope). Le "vide" entre les grains confère à ces roches une forte porosité et perméabilité permettant une infiltration aisée des eaux de pluie et de ruissellement. Cette série sédimentaire, perméable, constitue ainsi un très bon aquifère pouvant accueillir une* ***nappe phréatique.***



micaschiste vu au microscope

Les ***micaschistes*** *qui constituent la base de la falaise de la Mine d'Or sont constitués d'un agrégat de minéraux en plaquette, les micas, empilés les uns sur les autres. Cet arrangement des éléments de la roche lui confère une très faible porosité et perméabilité. Il s'agit donc d'*une roche plutôt imperméable qui ne favorise pas la circulation des fluides.

La série sédimentaire visible dans la falaise de la Mine d'Or s'étend sur plusieurs kilomètres, dans les terres, sous la commune de Pénestin. L'infiltration des eaux de pluie dans le sous-sol est favorisée par la nature très perméable des roches qui le compose. Par contre, les micaschistes que l'on trouve en dessous forment une ***barrière de perméabilité*** qui empêche le trajet descendant des eaux d'infiltration. Dans ces micaschistes, seules quelques zones de fracture pourraient potentiellement permettre le cheminement des eaux vers la profondeur. Le long de la falaise de la Mine d'Or, une conséquence directe de l'existence de cette barrière de perméabilité est la résurgence de ces eaux sous forme de ***sources d'eau douce***, systématiquement localisées à l'interface entre la série sédimentaire et les micaschistes sous-jascents.

La ***couleur orangée*** de la série sédimentaire de la Mine d'Or est une première conséquence des circulations d'eau. Cette coloration est due à la présence d'oxydes de fer autour des grains de sable. Ces oxydes se sont formés par précipitation du fer contenu dans l'eau, qui a percolé dans la série sédimentaire. Au nord de la falaise, ces précipitations d'oxydes de fer ont entrainé une véritable consolidation des dépôts sédimentaires et formé une ***cuirasse ferrugineuse***.

Cuirasse ferrugineuse →

D'un point de vue botanique, l'émergence d'eau douce le long de la falaise est à l'origine du développement d'une flore d'eau douce typique des milieux humides, dont des ***roseaux,*** bien visibles au niveau de l'accès nommé "la Source".

Dans le passé, ces sources d'eau douce ont été mises à profit par les femmes de Pénestin qui improvisaient des "***lavoirs***" au niveau de ces résurgences.

Lavoir improvisé au lieu-dit "la Source". Début XXème siècle

Enfin, il est à noter que ces résurgences d'eau perpendiculaires à la falaise représentent un, voire "le", facteur majeur de déstabilisation à l'origine de l'***effondrement de la falaise***.

S. Bonnet & D. Menier, 2008

DE L'OR ET DE L'EAU

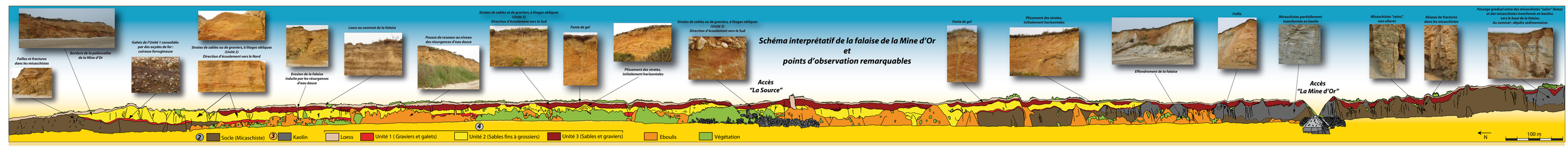


Schéma interprétatif de la falaise de la Mine d'Or
et
points d'observation remarquables
Accès
"La Source"
Accès
"La Mine d'Or"
Failles et fractures dans les micaschistes
Bordure de la paléovallée de la Mine d'Or
Galets de l'Unité 1 consolidés par des oxydes de fer : cuirasse ferrugineuse
Strates de sables ou de graviers, à lits obliques (Unité 2)
Direction d'écoulement vers le Nord
Erosion de la falaise induite par les résurgences d'eau douce
Loess au sommet de la falaise
Pousse de roseaux au niveau des résurgences d'eau douce
Strates de sables et de graviers, à lits obliques (Unité 3)
Direction d'écoulement vers le Sud
Fente de gel
Plissement des strates, initialement horizontales
Strates de sables ou de graviers, à lits obliques (Unité 3)
Direction d'écoulement vers le Sud
Fente de gel
Plissement des strates, initialement horizontales
Effondrement de la falaise
Faille
Micaschistes partiellement transformés en kaolin
Micaschistes "sains", non altérés
Réseau de fractures dans les micaschistes
Passage graduel entre des micaschistes "sains" (base) et des micaschistes transformés en kaolinite vers le haut de la falaise.
Au sommet : dépôts sédimentaires
2 Socle (Micaschiste)
3 Kaolin
Loess
Unité 1 (Graviers et galets)
Unité 2 (Sables fins à grossiers)
Unité 3 (Sables et graviers)
Eboulis
Végétation
4
N
100 m