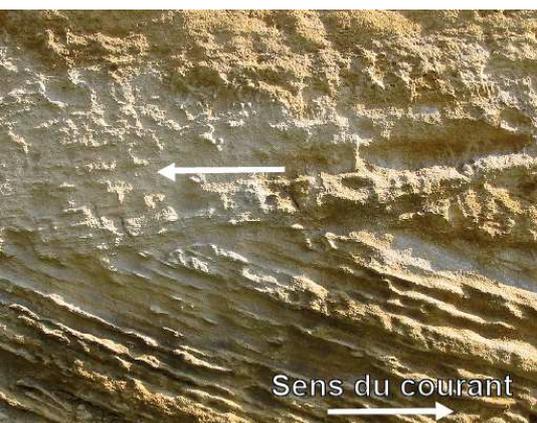
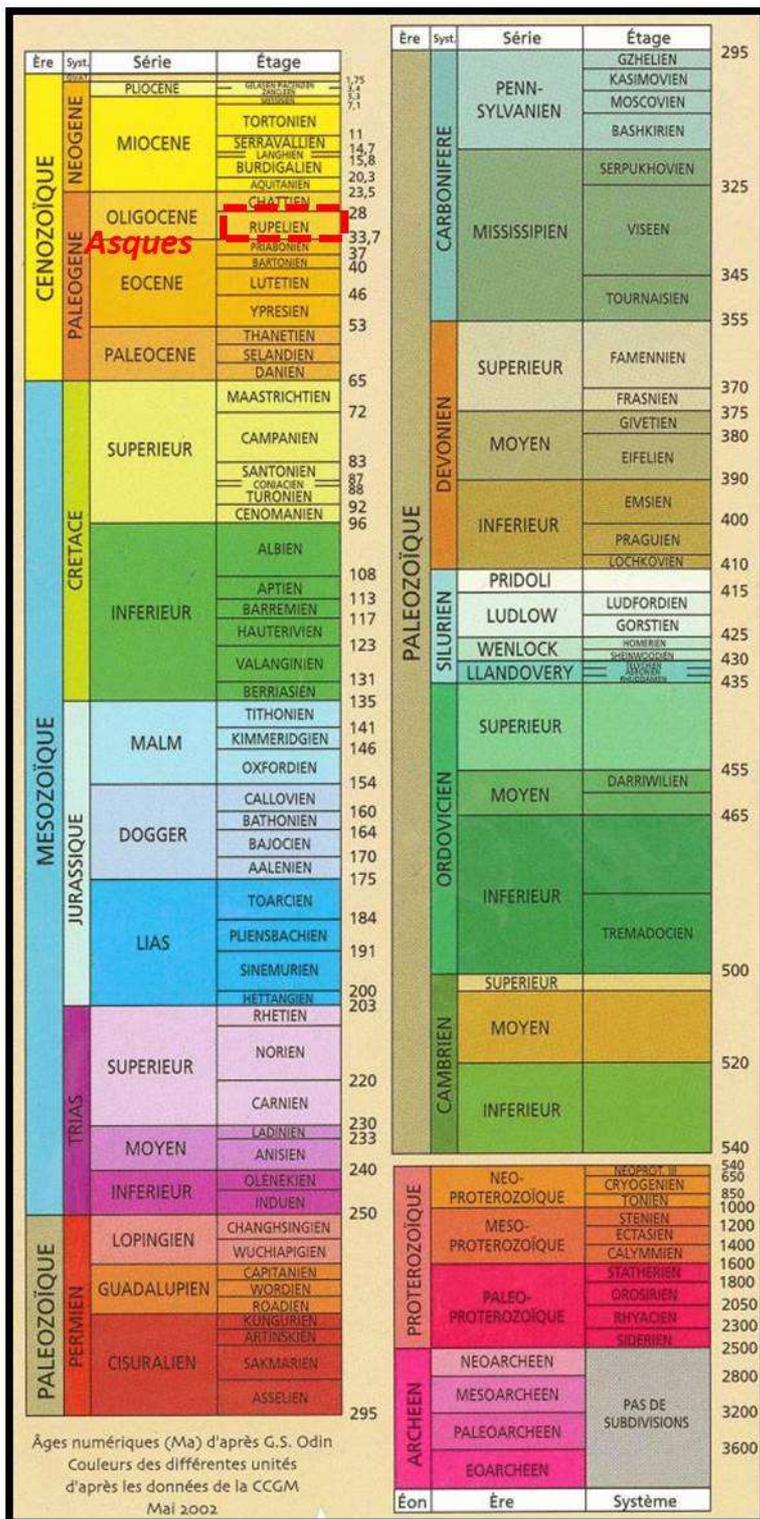


Le calcaire à Astéries d'Asques



Echelle des temps géologiques

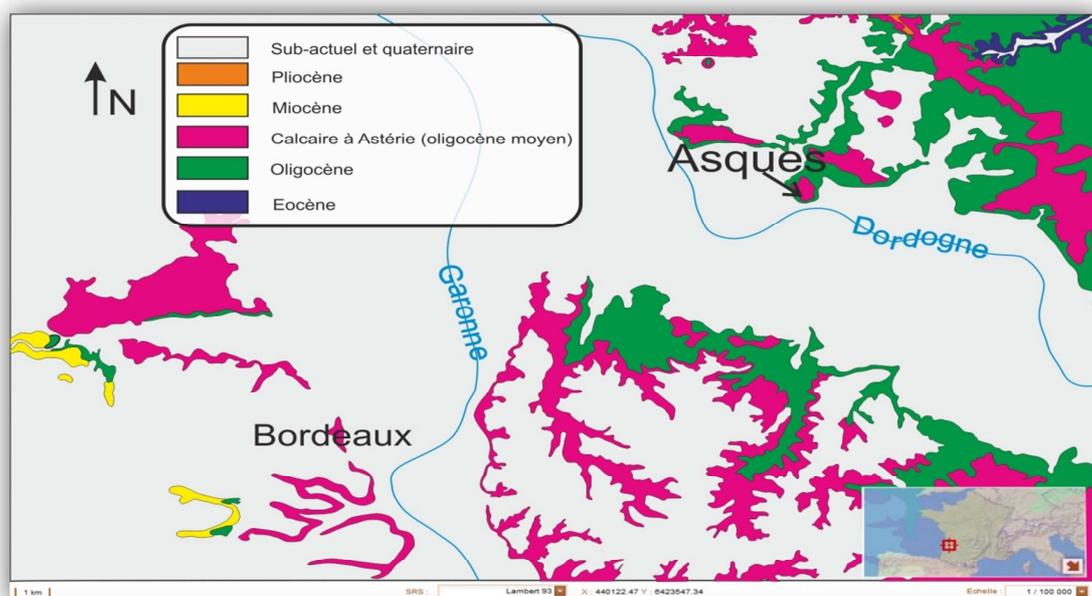


Asques est un village de 500 habitants situé au nord-est de Bordeaux, sur la rive droite de la Dordogne, dans le département de la Gironde.



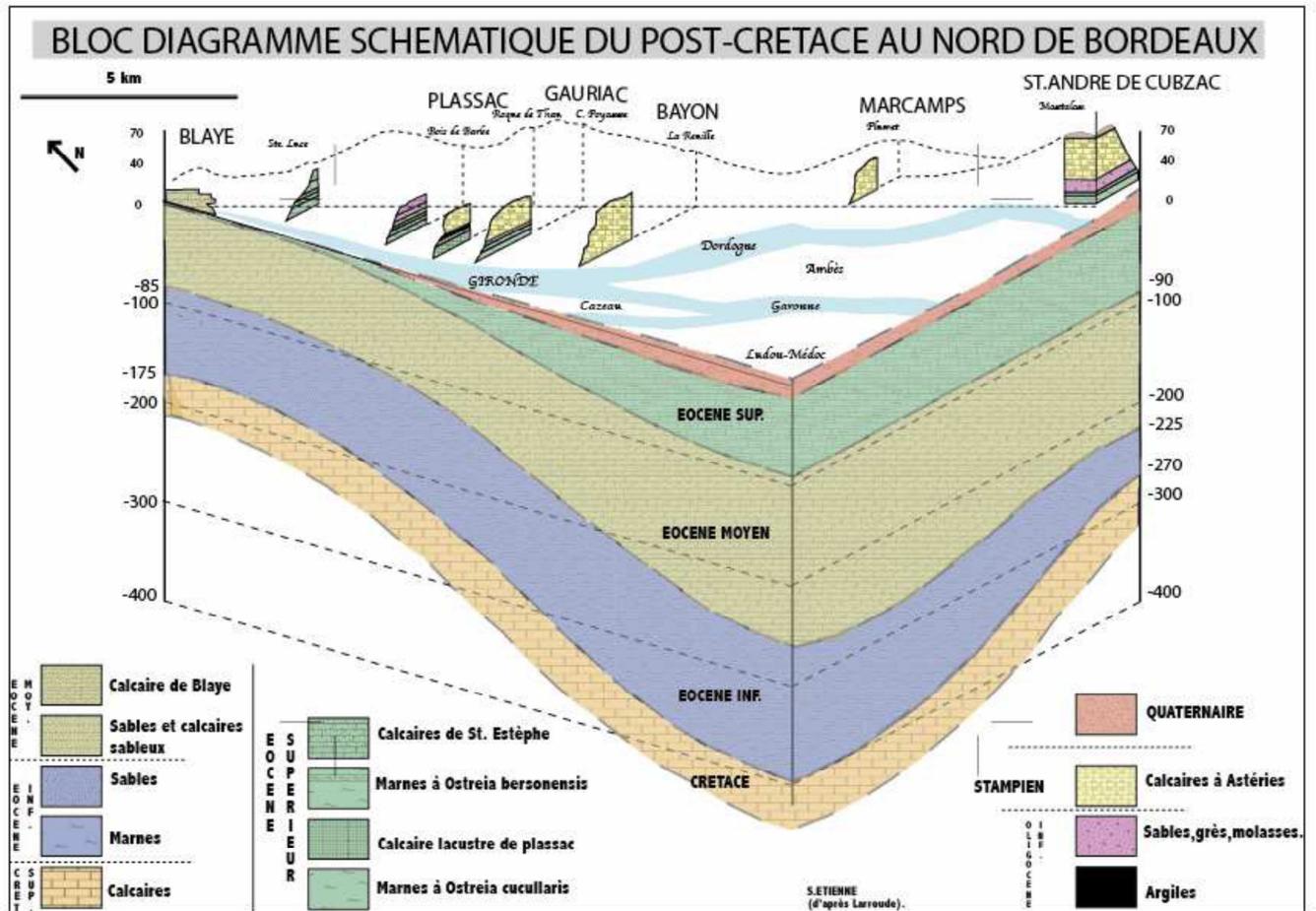
Ce village est connu pour son affleurement spectaculaire de Calcaire à Astéries, répertorié à l'inventaire des sites géologiques. Ce calcaire s'est déposé il y a 30 millions d'années, au milieu de l'ère Tertiaire, durant l'étage géologique appelé « Rupélien », au début de l'époque Oligocène.

Le calcaire à astéries



Carte géologique simplifiée de la région d'Asques.

A Asques, le Calcaire à astéries affleure en raison de la présence d'une structure synclinale dans la région de Saint-André-de-Cubzac.



Structure synclinale permettant l'affleurement du calcaire à Astéries à Asques. D'après Larroude et al. (1967).

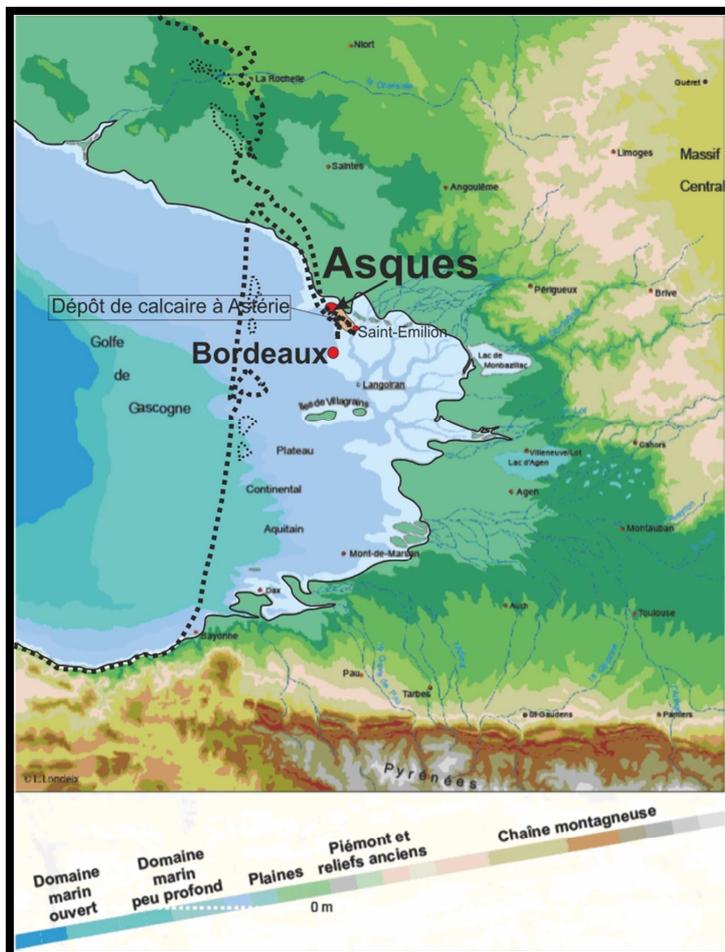
Cette formation géologique régionale tire son nom de la présence dans la roche de débris coquilliers plus ou moins fréquents, petits éléments calcaires qui sont les restes des « osselets » constitutifs des bras d'étoiles de mer (astéries). A Asques, ces éléments sont toutefois peu nombreux et difficilement identifiables à l'œil nu du fait de leur taille et de leur fragmentation.



Osselets d'astéries fossiles et la représentation actuelle de l'organisme complet.

Une roche témoin d'un environnement passé.

Un dépôt marin



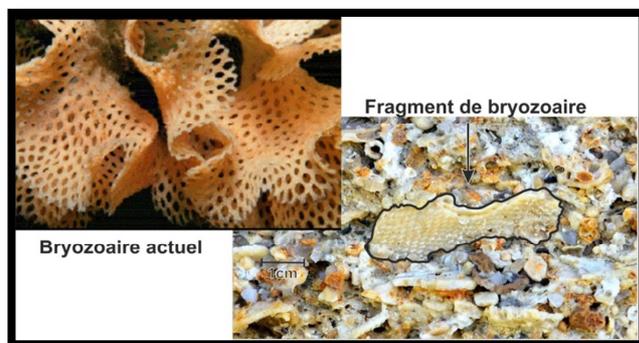
Paléogéographie de l'Aquitaine il y a 30 millions d'années.

Au moment du dépôt de ces calcaires, il y a 30 millions d'années, la mer formait un vaste golfe peu profond recouvrant notamment la région actuelle de l'Entre-deux-Mers, jusque vers Saint-Emilion, où l'on retrouve ce même calcaire.

Cette incursion marine s'explique par un niveau marin alors nettement plus haut qu'aujourd'hui, une centaine de mètres selon la charte eustatique internationale. Au cours des temps géologiques, le niveau marin a montré des variations cycliques en raison de plusieurs facteurs dont l'un est le climat. D'une manière générale, plus le climat du globe est chaud, plus le niveau des océans est haut.

Un climat tropical d'après les organismes fossiles

Sous nos latitudes, un climat global de la Terre plus chaud génère un environnement de type tropical, c'est-à-dire chaud et humide du fait de la proximité de l'océan. Dans le milieu marin, un tel climat associé à une profondeur d'eau relativement faible favorise la croissance d'organismes constructeurs qui permettent la bio-précipitation en carbonates tels que, des algues encroûtantes, des bryozoaires (animaux coloniaux dont l'étymologie signifie « animaux-mousse ») et des coraux. Toutefois la rareté des coraux à Asques indique que les récifs devaient être isolés, peu fréquents et probablement distants du lieu de dépôt.



Bryozoaires (fossile/actuel) un organisme marin colonial constructeur). Taille de l'échantillon, environ 0,5 cm.

Encroûtement algale. Taille de l'échantillon, environ 0,5 cm.



De nombreux autres organismes ont été aussi fossilisés dans ce calcaire comme des mollusques (bivalves, gastéropodes), des fragments d'échinodermes (oursins ou étoiles de mer), des fragments de tube de vers, des foraminifères benthiques comme les miliolles qui sont des organismes unicellulaires à coquille ou test calcaire, vivant au fond de la mer et

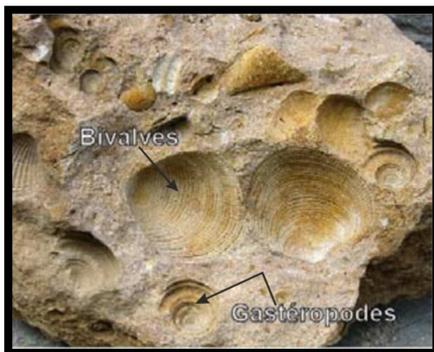
souvent microscopiques. Certaines surfaces sont également perforées par des organismes fouisseurs (bivalves, vers, crustacés...) et forment des bioturbations.



Miliolite (type de foraminifère). Taille de l'échantillon, environ 0,5 mm.

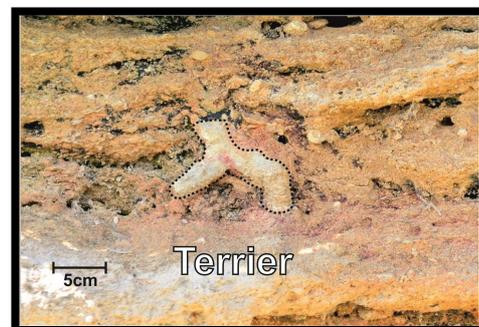


Animal actuel (Dugong) qui, comme les lamentins, ressemble à l'*Halitherium* fossile.



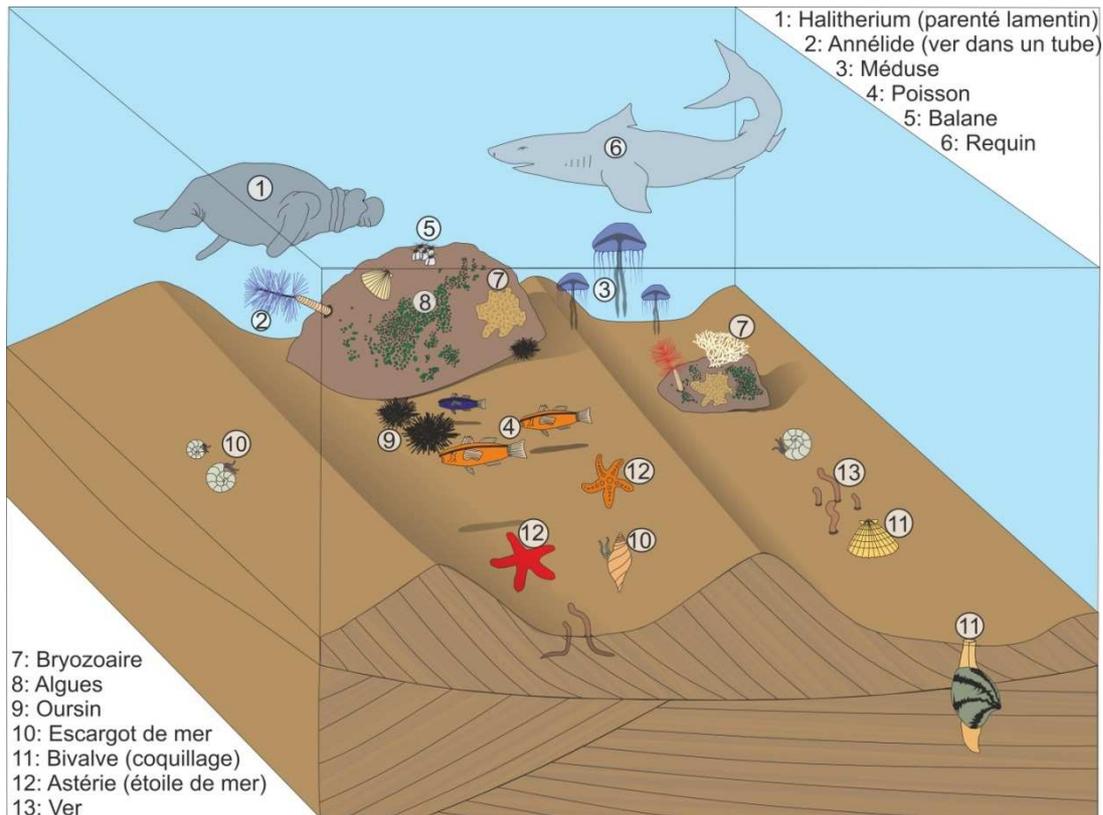
Mollusques (bivalves et gastéropodes). Taille de l'échantillon, environ 5 cm.

Surface perforée et terrier.



On a également trouvé dans cette formation des témoins d'une faune diversifiée de poissons parmi lesquels de grands requins, et des restes fossiles d'*Halitherium* (essentiellement des côtes), un mammifère marin, d'environ 2 m de long, brouteur d'algues, proche des lamantins et du dugong actuels, qui témoignent de la proximité d'une mangrove, telle qu'on peut en trouver aujourd'hui au sud de la Floride.

Enfin certaines surfaces sont également perforées ou marquées par des organismes fouisseurs tels que des bivalves, vers, crustacés qui forment ce que l'on appelle des bioturbations.



Bloc diagramme montrant la biodiversité à Asques à l'Oligocène (30 millions d'années).



Stratifications obliques

Le milieu de dépôt

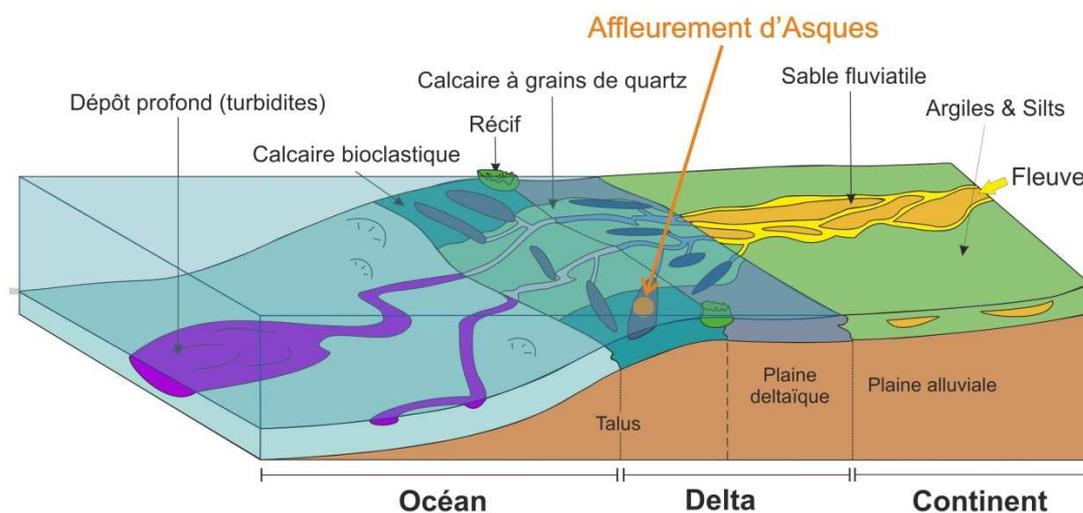
La roche est constituée de l'accumulation de fragments calcaires, stratifiés. Les figures sédimentaires les plus visibles sur l'affleurement sont des stratifications obliques. L'organisation particulière de ces stratifications résulte du déplacement de sédiments sur le fond marin et leur dépôt et agencement sous forme de dunes sous-marines.

La présence de fragments ou clastes indique une forte énergie des courants à cet endroit. En raison de la présence de fragments dits « clastes » d'organismes, on parle de calcaires bioclastiques.

Les stratifications obliques montrent des directions opposées, suggérant que ce sont des courants de marée qui sont responsables de leur migration. De petites dunes sous-marines de taille métrique, migrent sous l'action des courants de marée et comblent des chenaux sous une profondeur d'eau de quelques mètres. Très fréquemment à Asques, en particulier dans certains niveaux, des petits éléments siliceux anguleux (grains de quartz) viennent se mélanger au calcaire. Amenés par les fleuves, ils traduisent la proximité du continent et l'existence probable de deltas. Ces apports siliceux contribuaient également à limiter la croissance des récifs coralliens dans la région car les organismes vivants qui les constituent supportent mal la présence de sable dans l'eau.

Les calcaires bioclastiques à stratifications obliques alternent avec quelques niveaux plus marneux, traduisant une énergie moindre lors du dépôt. Il s'agit soit de périodes d'augmentation de la profondeur d'eau, soit de périodes durant laquelle la zone de dépôt, dune ou chenal, a migré à un autre endroit. De petits fragments marneux gris bleuâtres témoins de taille centimétrique, sont parfois retrouvés remaniés dans les calcaires bioclastiques.

On peut donc imaginer ce milieu de dépôt comme étant sous-marin, en bordure de la côte, proche d'un fleuve et soumis à des courants de marée.



Bloc diagramme schématisant l'environnement de dépôt des sédiments à Asques et ses alentours à l'Oligocène (30 millions d'années).

Le mécanisme de dépôt des sédiments

Des dunes dans des chenaux : la sédimentologie

L'affleurement montre aussi de larges structures concaves de plusieurs mètres de long (formes en « sourire ») groupant les figures sédimentaires caractérisées par des stratifications obliques. Cette forme concave traduit des phénomènes d'érosion par des courants de fort hydrodynamisme. Il s'agit de chenaux comblés.

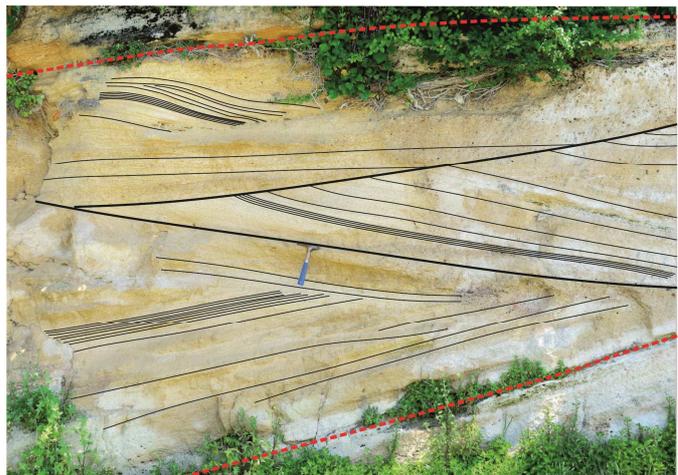
Lorsque l'on observe les mêmes structures avec les mêmes figures sédimentaires mais avec des formes convexes, il s'agit de structures sédimentaires construites : des dunes (ou barres) sous-marines.

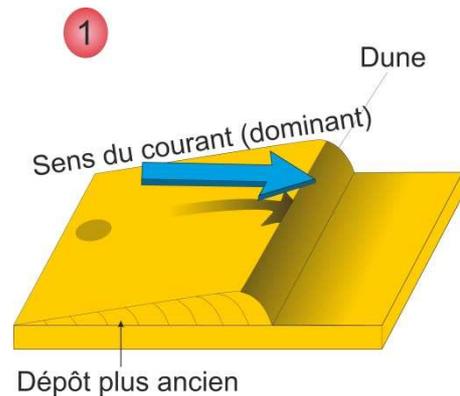
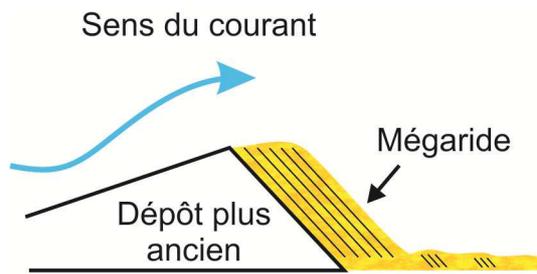
Les figures sédimentaires sont essentiellement des laminations obliques mises en place sous l'effet de la marée. Dans le cas le plus favorable, mais rarement observé, le caractère bidirectionnel de la marée s'enregistre, à savoir un mouvement de l'eau (et des sédiments) vers l'amont (le continent) : c'est le courant de **flot**, suivi d'un mouvement de l'eau et des sédiments vers l'aval (la mer) : le courant de **jusant**. Néanmoins, à un endroit donné, et comme c'est le cas à Asques, courant de flot et de jusant sont rarement équilibrés et l'un domine l'autre (on parle de courant dominant et de courant subordonné)

Construction sédimentaire en un cycle de marée

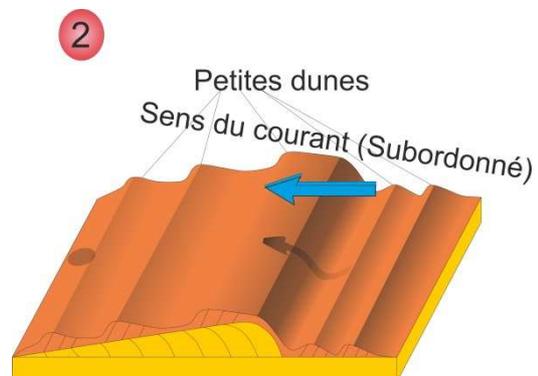
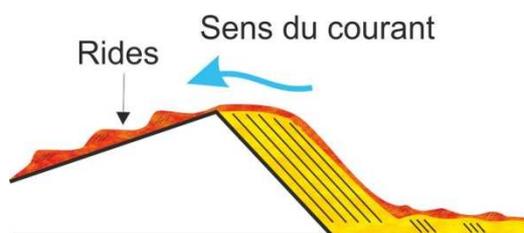
Formation des dunes

Lorsque le courant dominant est actif, les vitesses de l'eau qui peuvent dépasser le mètre par seconde, permettent la construction de figures sédimentaires de taille métrique (les dunes ou mégarides) et les stratifications associées.

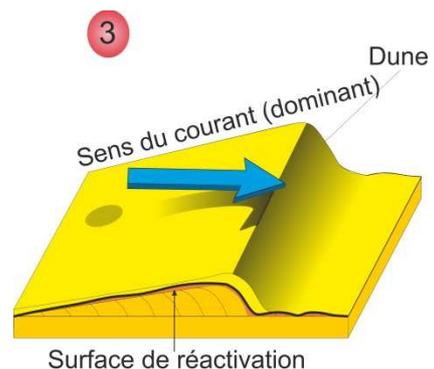
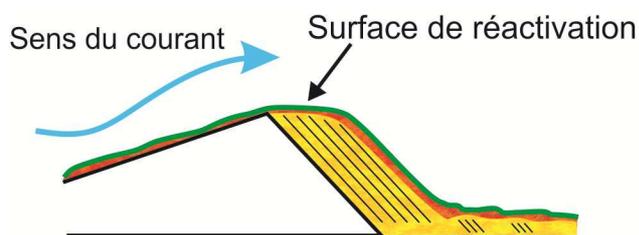




Par contre, lorsque l'alternance de la marée fait passer au courant subordonné, les vitesses sont moindres, quelques décimètres par seconde. Il se forme alors des structures de taille décimétrique, des rides qui montrent une direction de migration opposée aux mégarides.



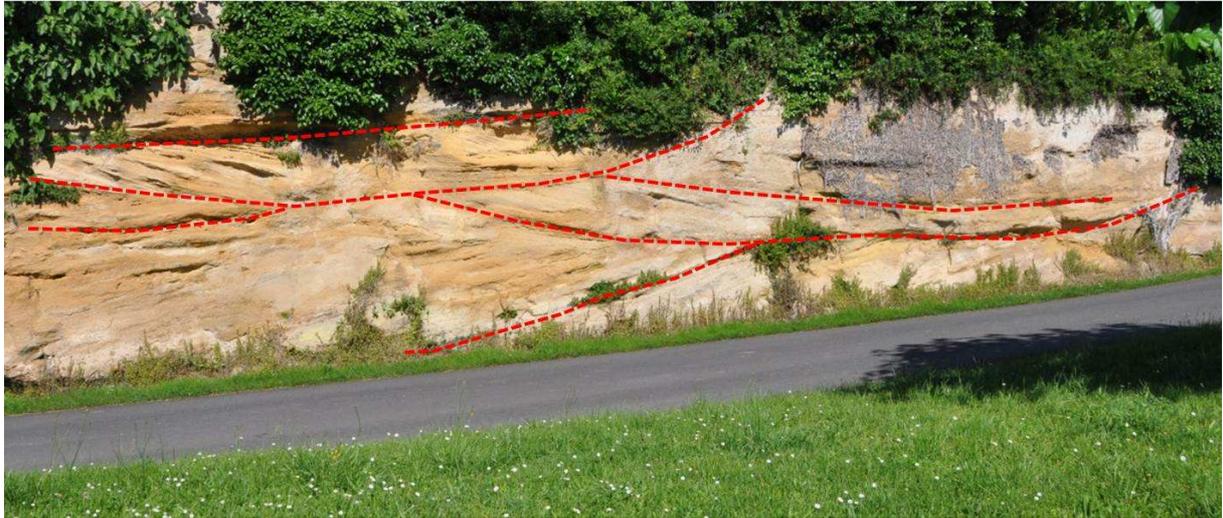
Néanmoins, lorsqu'un nouveau courant dominant revient, lors de la marée suivante, ces rides sont érodées ne laissant qu'une surface appelée surface de réactivation. Un nouveau train de dunes à stratifications obliques se met alors en place.



Le Chenal

L'ensemble est préservé dans un chenal. Le comptage des surfaces de réactivation au sein des dunes montre que leur durée de vie est de quelques cycles mortes eaux, vives eaux, liés au cycle lunaire de 28 jours. La durée de vie d'un chenal complet est probablement très

courte à l'échelle géologique et même humaine : une saison, entre les marées d'équinoxe, et jusqu'à peut-être quelques années. Les chenaux se déplacent latéralement et se recourent.



Quelques limites de grands chenaux sur la falaise d'Asques.

Le calcaire à Astérie : un matériau de construction

Aussi appelé « *pierre de Bordeaux* », le calcaire à astéries a été un matériau de construction abondamment utilisé comme moëllon et pierre de taille, depuis l'Antiquité jusqu'à la fin du 19^{ème} siècle. Cette roche a été choisie pour construire l'ensemble des villages de la région et la partie classique de Bordeaux, c'est-à-dire la ville historique et ses principaux monuments ou même certaines sépultures, comme au cimetière de la Chartreuse.



Vue de la Grosse cloche en calcaire à astéries.

Les blocs calcaires étaient alors transportés par voie fluviale depuis les carrières souterraines de la région de Bourg-sur-Gironde et Prignac-et-Marcamps. L'exploitation se faisait le plus souvent en carrières souterraines afin de suivre un banc sédimentaire de bonne qualité, résistant, homogène et sans fracture. L'exploitation se faisait presque systématiquement en « chambres et piliers », beaucoup plus rarement à ciel ouvert. Le maximum de surface était excavé en « chambres » ; un soutènement par piliers était laissé afin que le toit de l'exploitation ne s'effondre pas. Au 20^{ème} siècle, quelques carrières exploitent encore le calcaire comme composant dans la fabrication des ciments, mais actuellement, seule la carrière de Frontenac, ouverte à l'air libre, reste en activité. En dehors des blocs servant à l'enrochement, elle fournit essentiellement un matériau débité en unités destinées à la restauration des monuments anciens, ou au placage.

Blocs de calcaire à Astéries, utilisés pour la construction dans une maison d'Asques.



Carrière en exploitation de calcaire à astéries à Rauzan.

Les carrières souterraines ont été progressivement abandonnées. Cependant, les conditions hygrométriques et thermiques qui y règnent de façon stable, ont favorisé leur utilisation comme champignonnières au 20^{ème} siècle et parfois encore actuellement comme par

exemple sur la commune de Rauzan. Enfin, certains domaines viticoles implantés sur le plateau calcaire dans la région de l'Entre-deux-Mers ou de Saint-Emilion, utilisent les anciennes carrières souterraines pour le stockage et le vieillissement du vin.

Le calcaire à Astérie est toutefois un matériau fragile et sensible à l'érosion, surtout de la part des pluies acides qui dissolvent les éléments carbonatés de façon variable en fonction de la composition et donc de la dureté de la roche.

Des caractéristiques de roche réservoir pour l'eau, l'uranium, mais aussi dans d'autres contextes, les hydrocarbures, le CO₂.

Le site d'Asques représente également un bon exemple de ce qu'est une roche réservoir. Le calcaire à astéries contient en effet de nombreux pores entre les grains (c'est-à-dire un espace vide). Ces vides représentant jusqu'à 25% de la roche, peuvent, à proximité de la surface, quelques mètres à quelques centaines de mètres, contenir de l'eau douce, et donc faire du calcaire à astéries un aquifère exploitable comme source d'eau. A Asques, au niveau du contact avec les marnes sous-jacentes parfois observable dans les jardins au bas de la falaise, jaillissent de nombreuses sources, certaines captées par des fontaines. En pratique, le réservoir du calcaire à astéries est régionalement une ressource en eau relativement faible et n'est exploité que localement pour l'irrigation.



Photographie d'une fontaine d'Asques prenant sa source de l'aquifère du calcaire à astéries



Schéma illustrant le système aquifère à Asques.

Dans d'autres conditions et d'autres bassins sédimentaires, lorsque des roches similaires au calcaire à astéries sont enfouies à grande profondeur et si elles se trouvent à proximité de roches riches en matière organique, elles peuvent constituer de bons réservoirs de pétrole (2000 - 3500 m de profondeur) ou de gaz naturel (3000 - 4000 m). En l'absence d'hydrocarbures, si ce type de roche est suffisamment enfoui et recouvert par une roche imperméable, une argile par exemple, il pourrait être également une roche favorable au stockage du gaz carbonique.

A Coutras, non loin de Libourne, des roches du même type mais légèrement plus anciennes, déposées dans un environnement similaire, c'est-à-dire à la limite entre l'embouchure d'un fleuve et d'un rivage marin, forment un des plus riches gîtes uranifères français. A cet endroit, l'uranium a précipité au contact de la matière organique et formé des concentrations potentiellement exploitables. Les complexes Uranium + matière organique ont été piégés dans les pores de la roche.

LES ROUTES GEOLOGIQUES EN GIRONDE

Ce document fait partie d'un ensemble constituant « Les routes géologiques en Gironde ». Ce projet, initié par l'Université de Bordeaux 1 et l'association C.A.P.Terre lors de l'Année internationale de la Terre (2007), a permis la pose de panneaux explicatifs de la géologie régionale et de son utilisation dans différents domaines (géotourisme et oenotourisme par exemple). Des panneaux portant sur d'autres sujets géologiques sont, ou seront, ainsi visibles à : Langoiran, aux châteaux Bonhoste, et Lamothe et sur la côte Basque.

Références

- Allen, G.P. (1980). "Sand waves: A model of origin and internal structure." *Sedimentary Geology* 26(4), p. 281-328.
- Delfaud, J. et al. (1969). "Le Bassin d'Aquitaine et sa marge pyrénéenne". Itinéraires Géologiques. Aquitaine Languedoc Pyrénées. Mémoire Elf Aquitaine.
- Larroude, J. (1967). "Le nummulitique de Saint-André-De-Cubzac à Blaye". *Bulletin de l'Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine* n°3.
- Posamentier, H. W. et R. G. Walker. (2006). "Facies models revisited". *SEPM Special Publication*, 84, pp. 339-397.
- Vigneaux, M. (1975). "Aquitaine Occidentale". Guides géologiques régionaux. Masson.
- Walker, R.G. (1984) "Facies models". Geological Association of Canada, 454 pp.
- Site du BRGM: http://sigesaqi.brgm.fr/IMG/pdf/324c_-_calcaire_a_asterie-oligocene.pdf
- Cours de sédimentologie de l'Université de Liège : <http://www2.ulg.ac.be/geolsed/page2.htm>

Généralités et Compléments

- Site de l'Association des Sédimentologistes Français : <http://www.asf.epoc.u-bordeaux1.fr/>
- Cours de l'Université de Picardie : <http://www.u-picardie.fr/~beaucham/cours-sed/sed-0.htm>
- Cours de l'Université Laval (Montréal, Québec):
http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/intro.pt/planete_terre.accueil.html
- Campy M. et Macaire J.J. (1989). *Géologie des formations superficielles*. Masson.
- Campy M. et Macaire J.J. (2003). *Géologie de la surface*. Dunod.
- Chamley H., Deconinck J.-F., *Bases de sédimentologie - 3^{ème} édition*, Dunod.
- Cojean I. et Renard M. (1999). *Sédimentologie*. Dunod.
- Pomerol C., Renard M. et Lagabrielle Y. (2000). *Eléments de géologie*. Dunod.
- Reading H. (1996). *Sedimentary environments: processes, facies and stratigraphy*. Blackwell.
- Reineck H.E. et Singh I.B. (1980). *Depositional sedimentary environments*. Springer-Verlag.
- Tucker M.E. (2001). *Sedimentary petrology*. Blackwell.

Autres sites internet consultés

- <https://www.google.fr/search?q=champignonni%C3%A8re+rauzan&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:fr:official&client=firefox-a>
- <http://bnsa.patrimoines.aquitaine.fr/mppListeNotices/100/searchString/%22Calcaire+-+D%C3%A9t%C3%A9rioration+-+Th%C3%A8ses+et+%C3%A9crits+acad%C3%A9miques+-+Bordeaux+%28Gironde%29%22/ip/25/op//cp/d41d8cd98f00b204e980/mp/100/6-recherche.htm>
- <http://paesaggio.over-blog.com/article-la-pierre-de-bordeaux-un-calcaire-a-asteries-stampien-54638799.html>
- <http://pierres-frontenac.com/carrieres/>
- <http://www.portail-artisans.com/carrieres-frontenac/carriere.php>
- Carte géol. possible : <http://atlas-paysages.gironde.fr/introduction,201.html>
- Annélide : <http://puteauxplongee.com/bio/qfiles.php?taxonref=116>