

ÉTUDE DU SITE DE LA HAZARDIÈRE (LE QUIOU, CÔTES-D'ARMOR, FRANCE)

Valentin PRUGNEAUX

Étudiant en Master II, Géosciences Rennes.

Résumé. Les faluns du Quiou ont été utilisés depuis le I^{er} siècle après J.-C. et ne manquent pas d'intéresser les Hommes. Le site de La Hazardière (Le Quiou, Côtes-d'Armor) présente un total de cinq faciès différents. Le plus connu est le falun dit « savignéen » (friable). Par recristallisation de la calcite, le falun peut devenir le faciès « pierre de jauge » (possédant une plus forte cimentation, utilisée pour la construction). Le courant marin n'étant pas constant, la série comporte un faciès conglomératique (plus grossier) et un faciès de boue calcaire (plus fin). Ce dernier est entouré d'un faciès à concrétions calcaires (calcrètes) composées de micrite très consolidée. L'étude des assemblages de faunes de foraminifères benthiques a précisé l'âge Serravallien (13,82 à 11,62 Ma) de la partie supérieure de la série, tandis que le bas de la série reste daté de l'Helvétien indifférencié. Les comatules, très abondantes dans ce secteur, sont caractéristiques d'environnements agités. Les stratifications obliques (traduisant la mise en place d'anciennes dunes hydrauliques) se forment également dans ce type de milieu. La présence de muscovite, de feldspaths et de schistes confortent l'idée d'un apport érosif local, mais les quartz proviennent d'une source plus lointaine. La présence discrète de foraminifères planctoniques montre une profondeur ne dépassant pas 40 m. Une étude géochimique sur les restes phosphatés des faluns bretons indique une température de l'eau de l'ordre de $20 \pm 2^\circ\text{C}$. La faune terrestre, très discrète, montre la faible influence des apports continentaux.

Mots-clés. Miocène – falun – Le Quiou – pierre de jauge – paléontologie - foraminifères

Abstract. The « faluns » (bioclastic sand) from Le Quiou have been used since the 1st century A.D. and they always affect people. The site of « La Hazardière » (Le Quiou, Côtes-d'Armor, France) shows five different facies. The most known in western France is the « Savignéan » shelly sand. When this facies is more cemented, it becomes the « pierre de jauge » facies. This stone was used for building. The marine current was not constant: the series of La Hazardière are also composed of a conglomerate facies (coarser) and carbonate muds facies (finer). These muds are surrounded by a carbonate concretion facies composed of consolidated micrite. The benthic foraminifera assemblage study dates the upper part of the series as Serravallian (13,82 to 11,62 Myr), when the bottom of the series stays undifferentiated in the middle Miocene (Langhian-Serravallian : 15,97 to 11,62 Myr). Feather stars, very abundant in this site, are characteristic of turbulent environments. Subaqueous dune (cross-bedding) are also formed in this type of environment. The presence of muscovite, feldspar and shale reinforces the idea of a local erosive input, but the quartz fraction comes from a more distant source. The discreet presence of planktic foraminifera shows a depth not exceeding 40 metres. A geochemical study of phosphate remains from the faluns of Brittany indicates a water temperature about $20 \pm 2^\circ\text{C}$. The scarcity of terrestrial vertebrates shows the weak influence of continental inputs.

Key-words. Miocene – faluns – Le Quiou – pierre de jauge – paleontology - foraminifera

I. Introduction

Une roche et des Hommes

La roche prépondérante du sous-sol de la commune du Quiou est le falun (Paris *et al.*, 1976). La première utilisation connue de cette roche sur la commune remonte au I^{er} siècle après J.-C. lors de la construction de la villa gallo-romaine et de ses thermes (Orain & Rioult, 2012). Puis, c'est vers la fin du XIV^e siècle que la roche devient la matière principale pour la construction du château du Hac. Mais le falun ne prend vraiment son importance pour l'économie de la commune qu'au cours du XIX^e siècle. En effet, les fours à chaux ont été actifs durant près d'un siècle. Robert Goudé (com. orale ; Annexe 1), ancien extracteur de falun dans les carrières du Quiou, a travaillé pendant 37 ans dans une entreprise familiale pour l'extraction à la pelle mécanique de la pierre et du sablon. La pierre était utilisée dans le bâtiment et pour la fabrication de la chaux surtout pour usage local, mais pouvait être exportée jusqu'à une trentaine de kilomètres du site d'origine. Le sablon a été utilisé majoritairement pour l'amendement des terres agricoles (« sablonnage » en terme local, « falunage » en Anjou).

Depuis la fin du siècle dernier, les exploitations de faluns ont été fermées, les carrières comblées ou ennoyées (remontée de la nappe phréatique). La pierre à bâtir et le sablon ne sont utilisés qu'occasionnellement de nos jours. La dernière exploitation encore en activité dans ce secteur, mais en cours de fermeture, est celle de La Perchais (commune de Tréfumel).

Historique des recherches sur le Bassin de Tréfumel

Le falun est à l'origine un terme provençal désignant une roche sédimentaire riche en coquilles, utilisée pour l'amendement des terres (Chevalier, 1849). Le terme est pourtant couramment employé en géologie dès le début du XIX^e siècle, il est donc quasiment impossible de savoir avec exactitude depuis quand ce terme est utilisé. La plupart des travaux sur les faluns de l'Ouest de la France portent sur le secteur d'Anjou-Touraine, où les affleurements sont les plus nombreux et les plus imposants. Très peu de bibliographie ont pour sujet ou mentionnent le Bassin de Tréfumel. La plupart des études sur ce secteur sont assez anciennes.

Aux alentours du château du Besso (route Le Quiou-Evran), Milon et Dangeard (1922) ont décrit le contact du falun sur tantôt du Briovérien, tantôt sur de la diabase, ainsi que le faciès à algues calcaires (récif du Besso). Ces auteurs qualifient le falun de roche riche en bryozoaires (souvent entiers), en algues calcaires et en coquilles brisées. Une faune de gastropodes a été répertoriée par Mazères (1927) montrant une persistance d'une faune burdigalienne associée à une faune helvétique. Bien que cet auteur ne retrouve pas de *Gigantopecten gigas*, Picquenard (1922) le cite comme étant présent au Quiou. Pour son étude, Buge (1957) a récolté du matériel fossile dans la carrière de La Hazardière (encore en exploitation à cette époque ; Annexe 2), montrant ainsi une coupe bien complète d'environ 15 mètres. Cette succession comporte, selon l'endroit de la coupe, des faciès différents : lits d'algues calcaires, bancs de falun durcit très consolidés utilisés pour la construction (probablement la « pierre de jauge »), et enfin des couches faluniennes bioclastiques séparées par des bancs marneux plus ou moins feuilletés de 5 cm d'épaisseur. Un travail important sur le Néogène de Bretagne va conduire Durand (1960) à créer un recoupement des données et des études antérieures sur ce secteur. Elle y décrit notamment 7 faciès différents : poudingue de base, faciès « savignéen » (de Savigné-

sur-Lathan, 37 ; caractère sublittoral), faciès « pontilévien » (de Pontlevoy, 41 ; caractère littoral), pierre de jauge, argile, boue à coccolites et dolomies. Paris *et al.* (1976) font également la description et l'interprétation des faluns du Quiou pour la carte géologique de Caulnes (1 : 50000^e). Ces études montrent la grande diversité lithologique et faunique des faluns du Bassin de Tréfumel.

Aujourd'hui, le terme falun qualifie une roche sédimentaire détritique, non consolidée, de mer peu profonde, composée de très nombreux débris coquilliers (bryozoaires et mollusques notamment) et d'une matrice sableuse ou argilo-sableuse (Foucault & Raoult, 2010). Grâce à l'évolution des techniques et de la société, les faluns bretons prennent un intérêt nouveau. Une étude portant sur l'analyse du $\delta^{18}\text{O}$ de restes phosphatés de poissons et de mammifères donne des précisions quant à la température et la salinité de la mer des faluns (Lécuyer *et al.*, 1996). Les faluns bretons ont constitué le thème de plusieurs travaux scientifiques plus ou moins récents (*e.g.* Plaine, 1985, 1987 ; Néraudeau, 2003 ; Néraudeau *et al.*, 2010 ; Loget, 2000 ; Benoist, 2002 ; Royer, 2012).

Objectifs de l'étude

L'objectif du stage proposé par la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne (SGMB) est d'étudier les anciens fronts de taille des carrières de la commune du Quiou dans la perspective d'une valorisation pédagogique du site acquis par le Conseil général des Côtes-d'Armor (CG22) et en cours d'aménagement pour son ouverture au public. Grâce à l'analyse stratigraphique, géologique et faunique, il sera possible de dater les niveaux, de reconstituer une petite portion de la faune de l'époque et aussi de proposer une certaine vision paléoenvironnementale (profondeur, hydrodynamisme...). Cette vision, bien que restreinte, sera propre au site de La Hazardière – Le Quiou. Il sera difficile d'établir des corrélations entre plusieurs sites, car les faluns ont une grande variabilité latérale à la fois sur le même site, mais également entre sites plus éloignés.

II. Matériel et méthodes



Les faluns de l'Ouest de la France restent une roche particulière qui suscite toujours la curiosité des paléontologues universitaires et des amateurs. Ce faciès très fossilifère se retrouve en diverses localités dans l'Ouest de la France : Vienne (Mirebeau-Amberre), Vendée (Challans), Anjou-Touraine (*e.g.* Doué-la-Fontaine, Savigné-sur-Lathan...) et Bretagne. Dans cette dernière région, les faluns sont présents

Fig. 1 - Carte géographique simplifiée de quelques localités de faluns dans l'Ouest de la France (Plaine, 1985 ; modifiée).

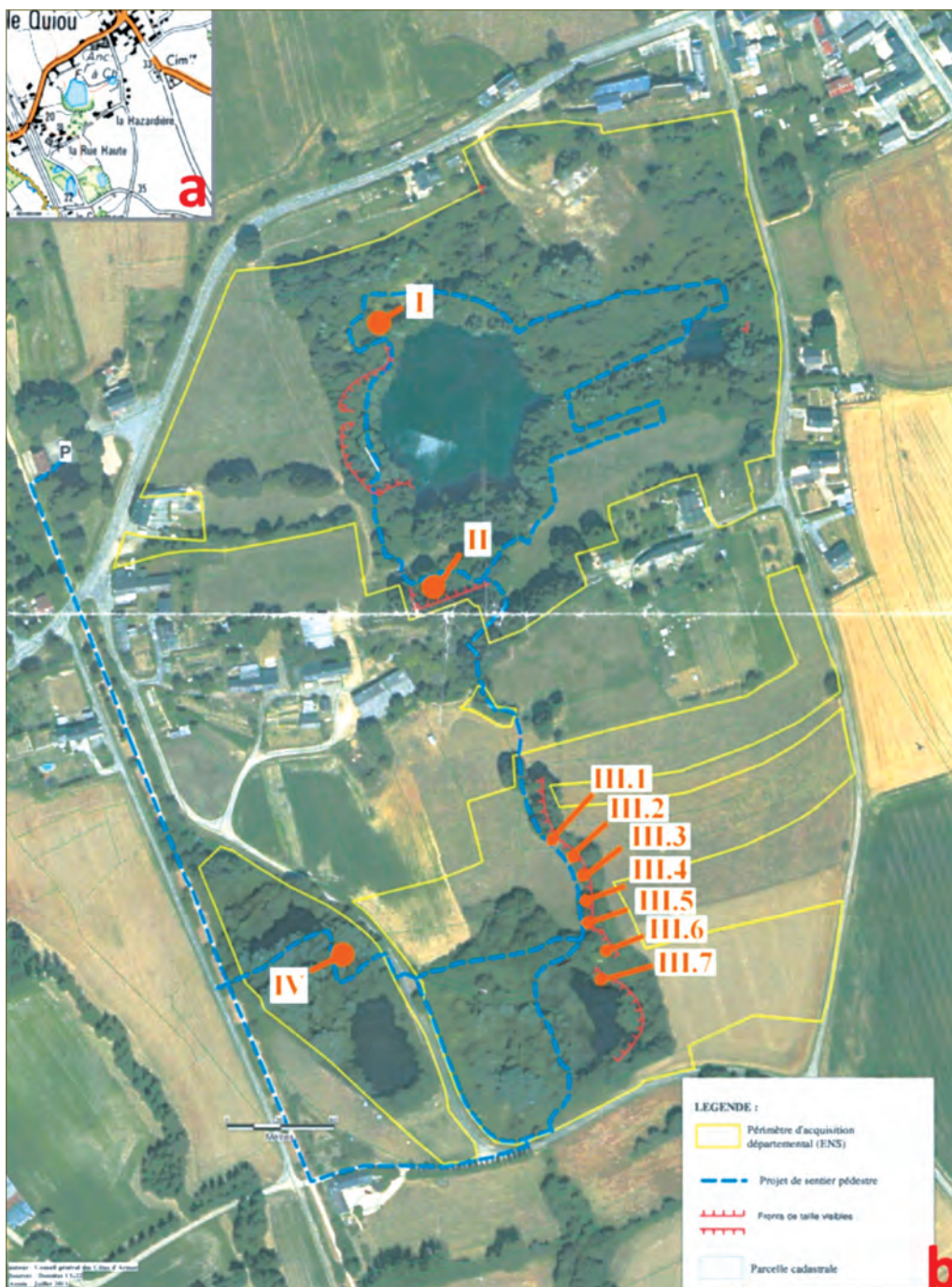


Fig. 2 - Plan du site des faluns de La Hazardière - Le Quiou (a : carte IGN ; b : photographie aérienne). Secteur I : entassement de pierres de jauge et flore exceptionnelle ; secteur II : affleurement de l'ancien verger ; secteur III : plusieurs fronts de tailles (III.1 à III.7) ; secteur IV : tas de sablon.

en plusieurs bassins dispersés : les Bassins de Chartres-de-Bretagne et de Saint-Grégoire (Ille-et-Vilaine) et le Bassin de Tréfumel (Côtes-d'Armor) comprenant les communes de Tréfumel, Le Quiou et Saint-Juvat, ou d'autres comme par exemple Plouasne, Médréac, et Landujan (Fig. 1).

Le site de la présente étude a été acquis par le CG22 en 2011. Il concerne la commune du Quiou, lieu-dit nommé « La Hazardière » (Fig. 2), qui se divise en plusieurs secteurs :

- secteur I : entassement de pierres de jauge (Fig.2, I) avec une flore particulière (*e. g.* fougères scolopendres) ;
- secteur II : affleurements dans un ancien verger (Fig.2, II) ;
- secteur III : un ensemble d'affleurements de faluns (Fig.2, III.1 à III.7), présentant plusieurs niveaux qui ont des particularités sédimentologiques, paléontologiques et de faciès ;
- secteur IV : un tas de sablon (faluns criblés) (Fig.2, IV) pouvant servir aux fouilles scolaires.

Pour la plupart des affleurements du site, leur lecture est très restreinte à cause des lichens, de la dégradation due à l'humidité du milieu ou d'autres facteurs biologiques. Le moins visible d'entre eux est situé dans le secteur III (problème d'accessibilité et de visibilité) ; cet affleurement étant trop altéré par l'humidité (situé près du point d'eau) (affleurement III.7). L'un des affleurements les plus étudiables est le front de taille présentant la coupe la plus complète, (affleurement III.1). Le second affleurement le plus étudié (affleurement III.6) est celui qui présente de grandes structures obliques. Les quatre autres affleurements du secteur III (affleurements III.2-5), plus petits, visibles entre les deux précédents, sont rapidement présentés dans cette étude. Sur l'affleurement III.1, plusieurs niveaux ont été inventoriés et six d'entre eux échantillonnés par brossage (environ 1 kg chacun). Un relevé visuel des fossiles macroscopiques a également été réalisé. Deux échantillons de roches ont été prélevés sur cet affleurement. Concernant le tas de sablon, un ramassage à l'œil nu et un tamisage à 2 mm sur place ont également été effectués. La fraction inférieure à 2 mm a été gardée. Un échantillon de pierre de jauge a été prélevé sur un des blocs présents dans le secteur I.

Les trois échantillons de roches ont été envoyés à l'Université de Brest pour en faire des lames minces. Celles-ci ont ensuite été analysées au microscope en lumière polarisante pour reconnaître la texture et la composition. Les échantillons de sédiments ont été tamisés (taille des mailles : 355 μ m), sous l'eau, pour retirer les particules fines. Un des échantillons de sédiment est un conglomérat où les éléments pétrographiques ont été mesurés et identifiés afin de connaître la source globale des apports. Les autres sédiments ont été triés sous loupe binoculaire afin d'identifier les foraminifères (principalement, utiles pour des données stratigraphiques et paléoenvironnementales), les microrestes de vertébrés et des autres invertébrés, cela afin d'établir une liste faunique par niveau (seuls le genre et l'espèce les plus valides actuellement sont pris en compte). Leurs identifications se sont effectuées grâce à des revues scientifiques, quelques pistes données par des sites internet et l'avis de quelques experts : *e. g.* Didier Néraudeau (Université de Rennes), Évelyne Goubert (Université de Vannes) pour les foraminifères, Romain Vullo (chercheur CNRS, Université de Rennes) pour les vertébrés. Pour trois de ces échantillons, les foraminifères ont été comptés pour constater ou non des changements majeurs dans les assemblages de foraminifères.

III. Résultats

Géologie

Affleurement II

Le plus grand front de taille situé dans l'ancien verger est orienté, d'Ouest en Est : N080, N046, N125, N070 et N158. La partie globalement face au Nord de cet affleurement (de N080 à N070 ; Fig. 3) présente à sa base un banc de pierre de jauge d'une trentaine de centimètres d'épaisseur. Le niveau suivant est constitué de plusieurs bancs de 10 cm d'épaisseur maximum, de pierre de jauge et de boues calcaires (peu visibles) qui alternent. Le dernier niveau visible se compose de plusieurs bancs de pierre de jauge ne dépassant pas les 5 cm. Ces derniers sont pour la plupart fracturés par la bioérosion ou par l'extraction humaine lors de l'exploitation, d'où cet aspect en « plaquettes ». Sur la partie du front de taille orienté N070, les bancs passent d'un pendage nul (bancs horizontaux) à un pendage de 20° vers l'Ouest. Sur la partie Est, les bancs passent d'un pendage nul (pour la partie du front de taille orientée N080) à un pendage de 10° vers l'Est (pour la partie orientée N046). Il est également important de souligner la présence d'un premier karst plio-quaternaire dans l'angle Ouest de l'affleurement, ainsi que d'un second dans l'angle Est. La continuité de cet affleurement, face à l'Ouest (orienté N158 ; Fig. 4), est constituée de plusieurs bancs horizontaux de pierre de jauge, plus ou moins épais dans la hauteur et dans la longueur. Le banc le plus épais forme un abri sous roche, où il est possible de constater que les bancs ont un pendage de 10° vers l'Est.

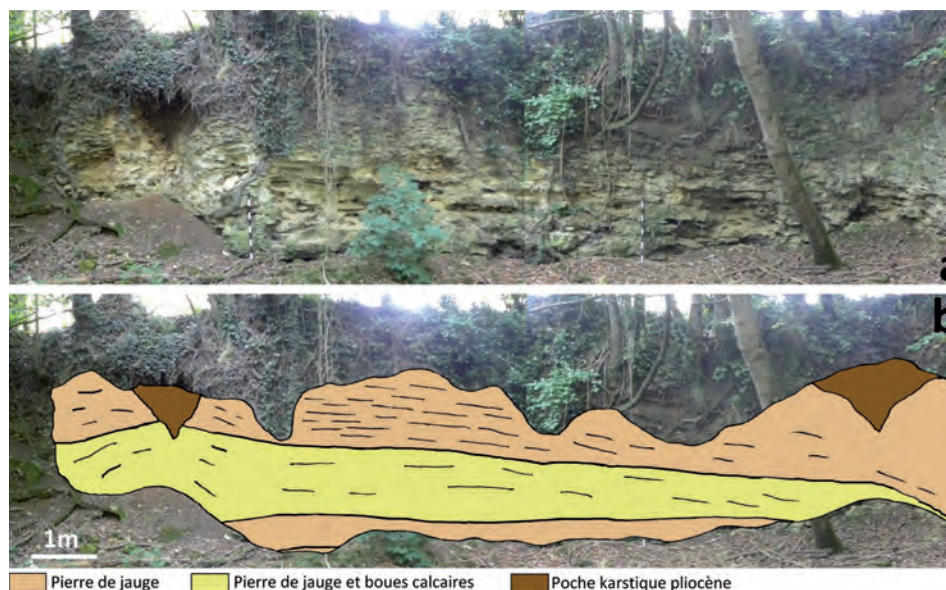


Fig. 3 - Front de taille principal de l'affleurement II (ancien verger), face au Nord. a : photographie (échelle graduée tous les 10 cm) ; b : lecture schématique.

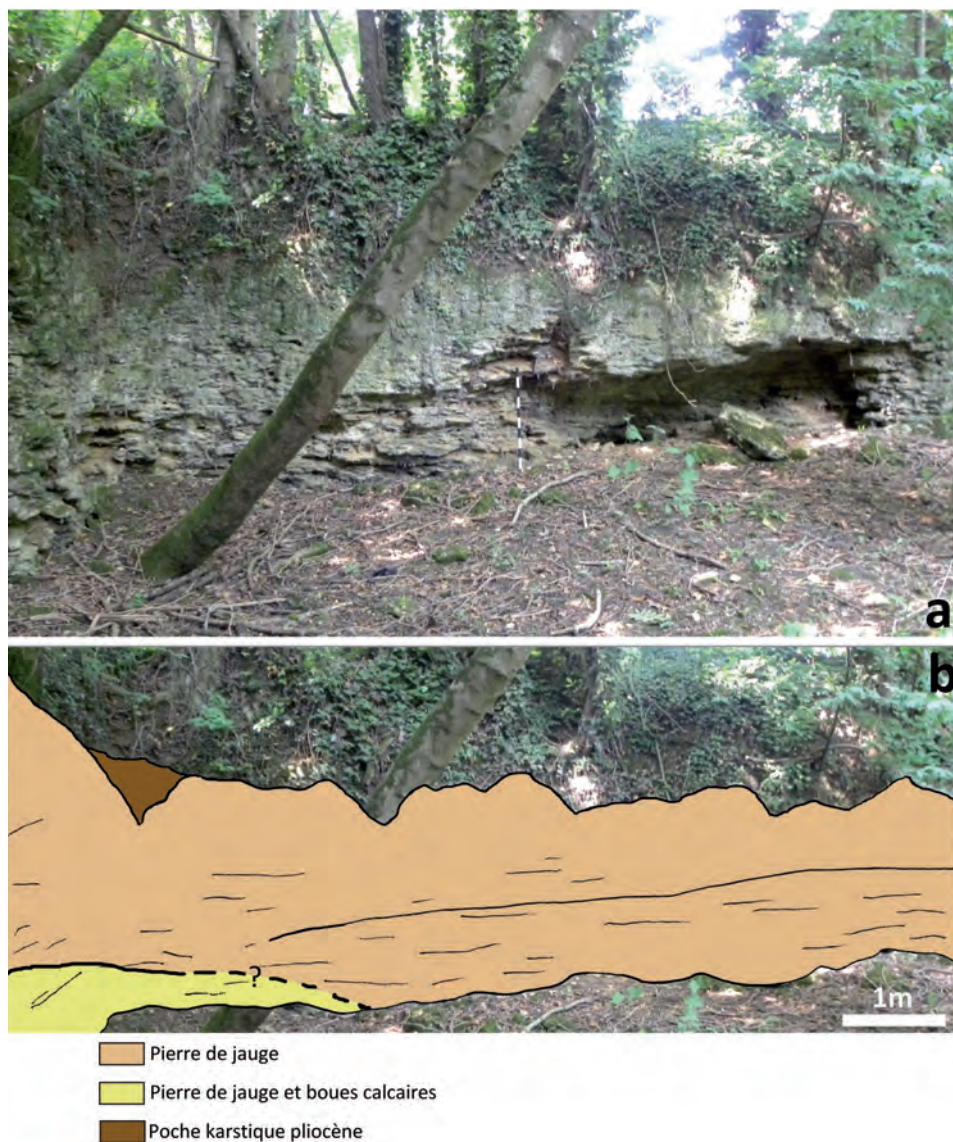


Fig. 4 - Front de taille principal de l'affleurement II (ancien verger), face à l'Ouest. a : photographie (échelle graduée tous les 10 cm) ; b : lecture schématique.

Le second front de taille (Fig. 5a-b), séparé du précédent et de taille relativement plus petite, est orienté N046 pour la partie Ouest et N118 pour la partie Est. La série commence à l'Ouest par un niveau qui semble plus riche en boue carbonatée, où quelques rares bancs de pierre de jauge sont visibles. Mais le niveau supérieur est moins riche en boue carbonatée et est plus gréseux. Les bancs de ce dernier niveau ont également un aspect en « plaquettes », de pierre de jauge pour la plupart, mais pouvant tout de même présenter des stades intermédiaires entre le falun et la pierre de jauge (Fig. 5c). Les bancs ont un pendage de 18° vers l'Est.

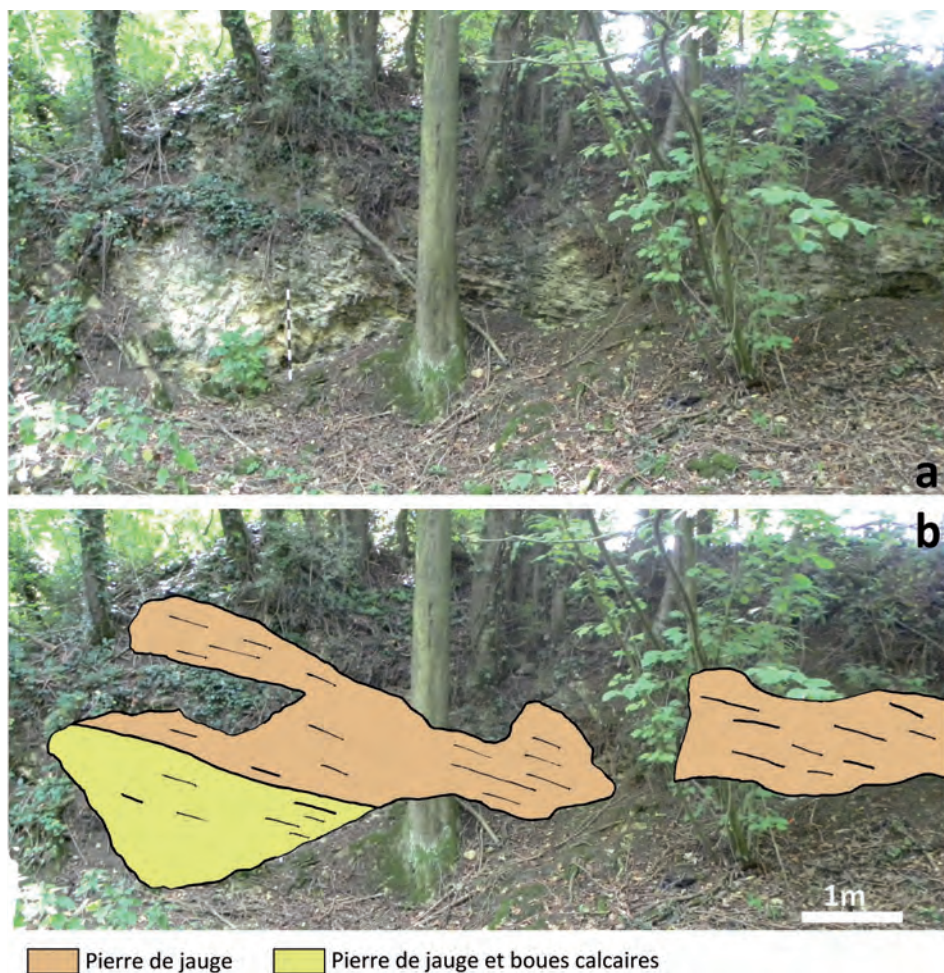


Fig. 5 - Second front de taille de l'affleurement II (ancien verger). a : photographie (échelle graduée tous les 10 cm) ; b : lecture schématique ; c : échantillon de l'intermédiaire entre falun (ocre-orange) et pierre de jauge (grisâtre) (échelle : 5 cm).

Affleurement III. 1

Cet affleurement (Fig. 6a-b) représente une succession lithologique des plus complètes et observables du secteur. De gauche à droite, le front de taille est orienté : N120, N068 et N160. Du plus bas au plus haut, l’affleurement est compris entre 3 et 4 mètres de haut. Le relevé de coupe a été synthétisé en log pour mieux visualiser la succession lithologique (Fig. 6c).

Le niveau A (à peine visible) est constitué de falun assez friable, organisé en strates apparemment horizontales, mais peuvent être en réalité des stratifications obliques allant vers le SO. Le grain y est grossier, la couleur plutôt rougeâtre (certainement due à l’altération de surface). Le niveau B1 est un conglomérat très peu visible en raison des lichens encroûtants. Cette unité a tendance à disparaître vers le NO. Le niveau B2 est un niveau de falun, moins friable, dont l’épaisseur augmente vers le NO (du fait de la disparition du niveau précédent). De la stratification oblique (rapport tangentiel à la base, formant un angle d’environ 30° au sommet), orientée SE, est visible en partie.

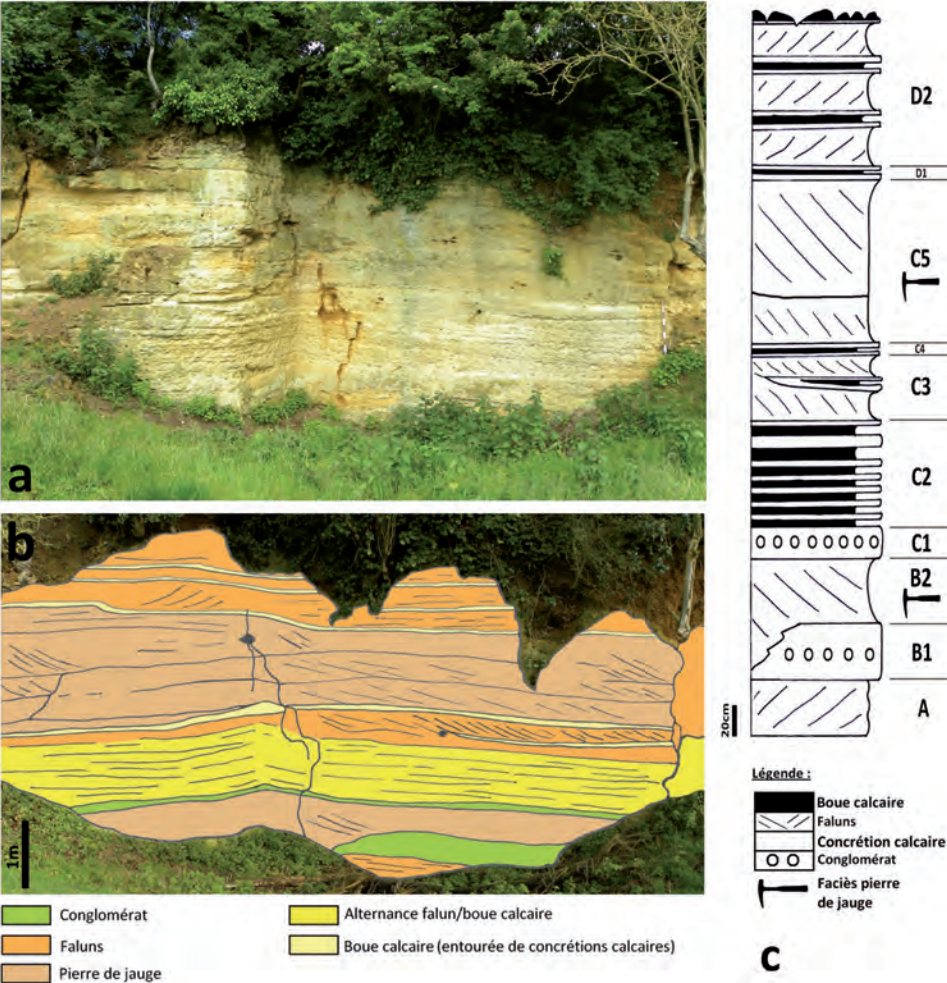


Fig. 6 - Affleurement III.1. a : photographie (échelle graduée tous les 10 cm) ; b : lecture schématique ; c : log synthétique.

Vient ensuite un second conglomérat (niveau C1), latéralement continu. L'épaisseur de cette unité varie entre 10 et 20 cm. Ce niveau contient des graviers de quartz (dominants), blancs à gris foncés, émoussés (parfois anguleux, mais plus rares). Plus rarement, le conglomérat englobe : des graviers de grès quartzeux (gris-bleutés, friables), de grès plus fin contenant des micas (marron-ocres, oxydés), de schistes verdâtres (microschistosité visible). Les fragments de fossiles sont également abondants (traités dans III. 2. Paléontologie). Le tout est enveloppé dans une matrice arénitique (sablo-argileuse). Le rapport Longueur/largeur des quartz est compris entre 1 et 3 (Annexe 3 pour les tableaux de mesures et quelques photographies des lithoclastes).

La série continue avec un niveau où des lits de boues calcaires et de concrétions calcaires alternent (niveau C2). Leur lecture en continuité latérale est très difficile (beaucoup de changements, de même couleur jaune pâle). Il est possible aussi que ce niveau comporte quelques bancs centimétriques de faluns. L'unité suivante (niveau C3) est, dans son ensemble, un niveau à falun friable, avec des stratifications obliques. Un niveau à boue calcaire (entourée de concrétions calcaires) est visible sur la droite de l'affleurement, et se termine en biseau vers le NO. C'est du côté SE que les stratifications obliques sont les plus visibles, car elles sont intercalées entre deux niveaux de boues/concrétions.

Le niveau suivant est composé de boue calcaire intercalée entre des concrétions calcaires (niveau C4). Ces dernières ont été échantillonnées et une lame mince a été réalisée (à l'interface concrétion/falun ; Annexe 4, Planche A). La concrétion est constituée de micrite et, plus rarement, des fossiles y sont visibles. Le falun (appartenant au niveau C3) a une texture plus grenue : éléments jointifs, sans ciment, finement cristallin (type *grainstone*). Ce dernier comporte des grains de quartz, de la sparite palissadique, des fossiles (*e. g.* beaucoup de bryozoaires, quelques foraminifères) et d'autres minéraux (muscovite, glauconie). L'unité suivante (niveau C5) est du falun grossier, organisé en plusieurs bancs durs dans lesquels sont visibles des stratifications obliques (orientées vers le SE). Il s'agit en fait du faciès pierre de jauge. Ce niveau a été échantillonné juste au dessus du niveau précédent, puis une lame mince a été réalisée (Annexe 4, Planche B) et comparée avec un échantillon de référence de pierre de jauge anthropisée (échantillonnée sur un bloc dans le secteur I ; Annexe 4, Planche C). En lame mince, la structure semble globalement la même que le falun « classique » (présence de glauconie, de muscovite, de fossiles comme des bryozoaires, des radioles d'échinides, des fragments de bivalves, des ostracodes...), mais présente une particularité : de la calcite en « dent de chien » est visible autour des grains (litho- ou bioclastiques). Cette sparitisation comble un peu plus la porosité de la roche, la rendant plus cimentée. Les quartz peuvent être corrodés, et plus rarement des microclines sont visibles. Selon Robert Goudé (com. orale), le niveau de pierre de jauge se retrouvait juste en dessous des niveaux boueux. Il est donc probable que le niveau B2 soit un niveau de pierre de jauge.

La fin de la série comporte un niveau de base qui est constitué d'un lit à boue calcaire, entouré, encore une fois, de concrétions calcaires (niveau D1). Le reste de la série est une alternance de banc de falun plus ou moins friable avec des niveaux à boue calcaire (toujours entourés de concrétions calcaires) (niveau D2). Cette dernière unité est caractérisée par un changement sédimentaire majeur : les stratifications obliques sont orientées vers l'Ouest (visibles uniquement sur la partie du front de taille orientée N068). Sur les autres parties du front de taille du même niveau (orientées N120 et N160), les stratifications sont horizontales.

Affleurement III. 2

L’affleurement III.2 (orienté N140 ; Fig. 7) présente une alternance de falun avec des lits à boue calcaire entourés de niveaux à concrétions calcaires. Le falun est friable, avec des lamines obliques à peine visibles dans la partie inférieure de la série, et des lamines horizontales dans le reste de la série.

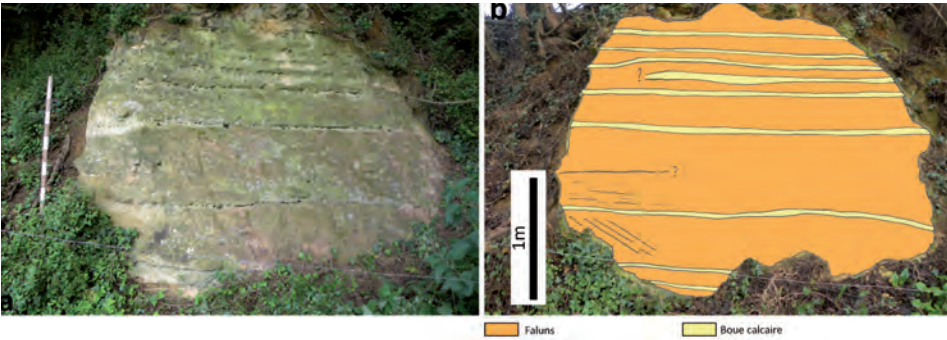


Fig. 7 - Affleurement III.2. a : photographie (échelle graduée tous les 10 cm) ; b : lecture schématique.

Affleurement III. 3

L’affleurement III.3 (Fig. 8) est constitué en majeure partie de falun, friable, avec des lamines obliques dans la première moitié (en partant du bas) et des lamines horizontales dans le reste de la série. Toutefois, un niveau à boue calcaire est bien visible (avec des concrétions calcaires localisées, ressortant par érosion

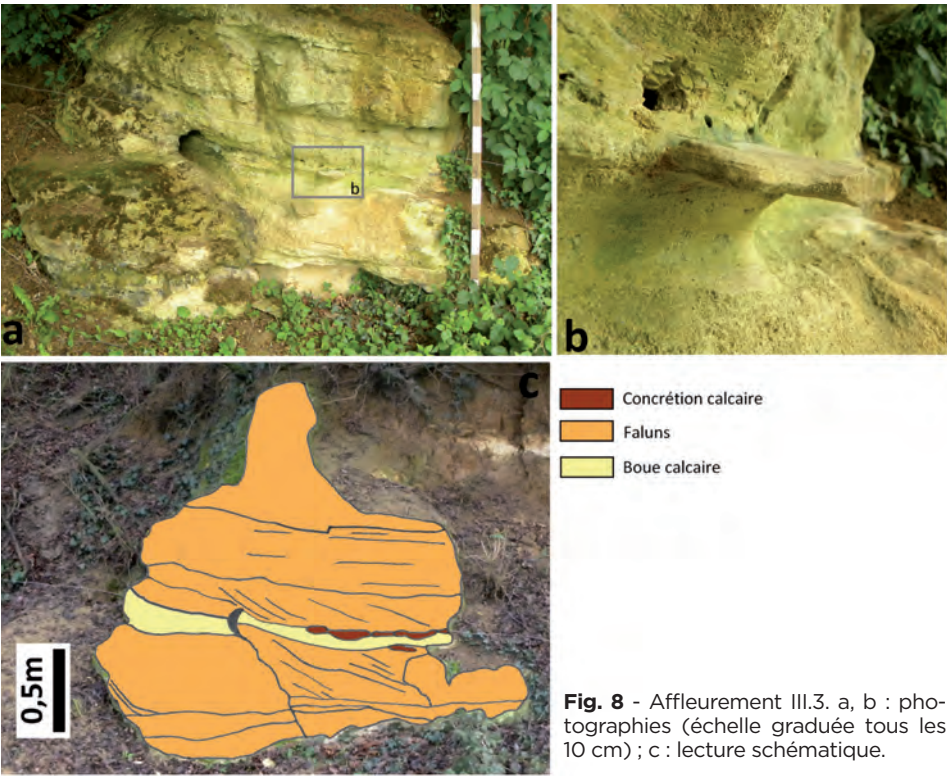


Fig. 8 - Affleurement III.3. a, b : photographies (échelle graduée tous les 10 cm) ; c : lecture schématique.

différentielle : Fig. 8b). Le niveau de boue calcaire est troué de nids d'araignée et un lagomorphe y a creusé une galerie.

Affleurement III. 4

La base de l'affleurement III.4 (Fig. 9) est constitué de falun friable avec des lamines obliques. Le niveau suivant est un conglomérat à graviers (quartz majoritairement), qui ressemble beaucoup au niveau C1 de l'affleurement III.1. Malheureusement, il est impossible dans l'état actuel des choses de savoir s'il s'agit bien du même niveau. Ensuite, vient une alternance de niveaux à boue calcaire et de niveaux faluniens, avec de la concrétion calcaire localisée. La série finit avec un niveau de falun friable contenant un lit boueux.

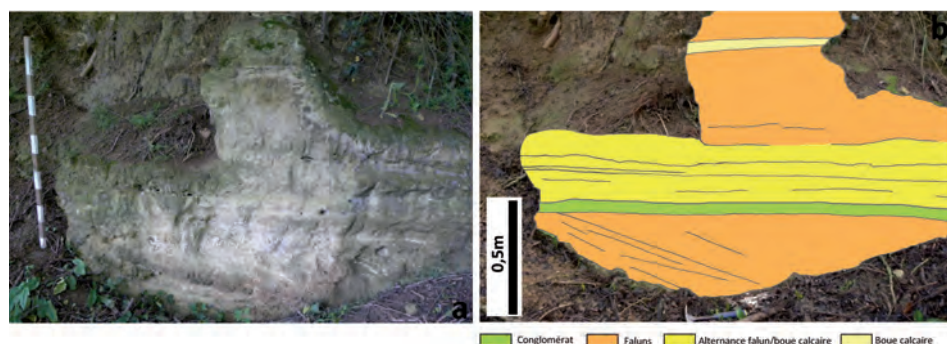


Fig. 9 - Affleurement III.4. a : photographie (échelle graduée tous les 10 cm) ; b : lecture schématique.

Affleurement III. 5

L'affleurement III.5 (Fig. 10) commence à la base par du falun friable, à lamines obliques, puis un niveau à alternance boues/faluns (avec des lamines obliques visibles par endroits). Ensuite, vient un niveau de falun friable commençant par des lamines horizontales, puis obliques et de nouveau horizontales avant de finir sur un niveau à alternance boues/faluns avec un lit de concrétions calcaires.

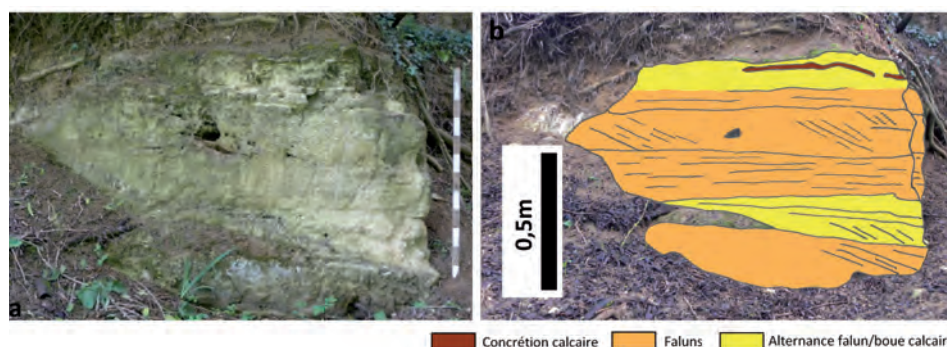


Fig. 10 - Affleurement III.5. a : photographie (échelle graduée tous les 10 cm) ; b : lecture schématique.

Affleurement III. 6

L'affleurement est orienté N144 pour la grande partie (Fig. 11a-b), et N070 pour le côté (Fig. 11c-d). Des traces d'extraction sont visibles. Sur la grande longueur

du front de taille, il y a globalement des lamines obliques sur presque toute la longueur. Mais de manière plus assidue, le front de taille peut être divisé en plusieurs unités.

La série commence avec une unité (unité 1) constituée de falun friable ou en pierre de jauge (deux à trois bancs visibles vers le haut de cette unité) organisés en stratifications obliques orientées vers le SO. Cette unité forme l'angle sur la gauche du front de taille où ces stratifications sont également obliques (orientées vers l'Est). Il est donc probable que les stratifications obliques soient orientées vers le Sud. L'unité suivante (unité 2) recoupe la première. Bien que les stratifications soient également obliques et orientées vers le SO, cette unité a tendance à remonter vers sa limite SO. L'unité 3 recoupe l'unité 1 et l'unité 2, et elle présente des stratifications obliques toujours orientées vers le SO.

Les unités suivantes sont malheureusement indissociables dans le temps de dépôt. Par défaut, la description qui suit se fera de gauche à droite, de bas en haut. L'unité 4 recoupe l'unité 1 et l'unité 2. Elle est constituée d'alternances de niveaux

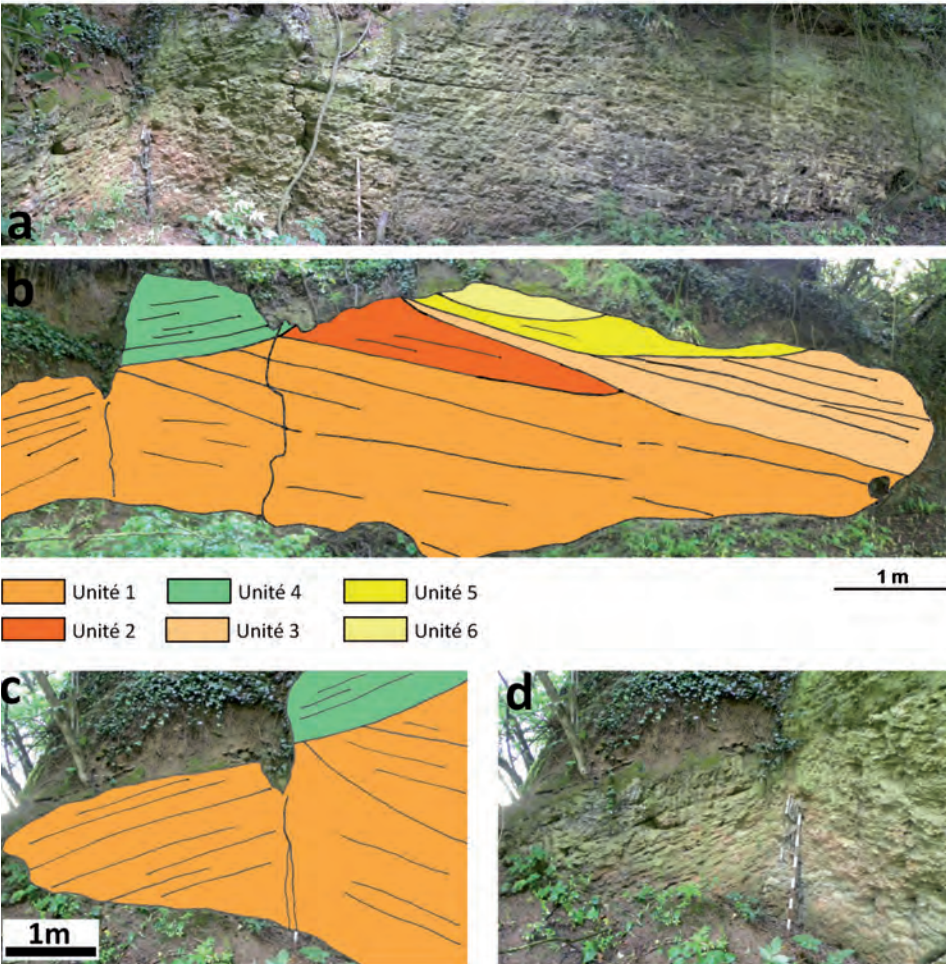


Fig. 11 - Affleurement III.6, à grandes stratifications obliques. a, d : photographies (échelle graduée tous les 10 cm) ; b, c : lectures schématiques.

faluniens et à boue calcaire (entourée, comme toujours, de concrétions calcaires) organisées en stratifications obliques orientées vers le NE. L'unité 5 recoupe l'unité 3 et est constituée de falun friable, en stratifications obliques (orienté vers le SO) sur sa limite NE, mais elle a tendance à remonter au niveau de sa limite SO. La dernière unité (unité 6) recoupe l'unité 5 et forme une auge, sans stratification nette, constituée de falun friable.

Paléontologie

Cette partie de l'étude consiste à faire un inventaire paléontologique le plus complet possible du site de La Hazardière au travers d'une liste faunique (Annexe 5), accompagnée de planches photographiques des espèces et taxons répertoriés (Annexe 6, Planches 01 à 13).

Affleurement III.1

Sur dix niveaux référencés, six ont été échantillonnés et analysés (niveaux A, B2, C1, C2, C3 et C5). Concernant le niveau C1, seul le tri à l'œil nu a été effectué. Le nombre de foraminifères par espèce a été comptabilisé pour seulement trois niveaux (niveaux B2, C2, C5). Les tableaux de comptages sont présentés en Annexe 7 et ont été synthétisés en trois diagrammes (Fig. 12a-c). Les taxons dont l'abondance est à 1 % ont été regroupés dans « Autres < 1 % ». Il s'agit dans tous les niveaux de *Pararotalia serrata* (forme épineuse), *Ammonia* sp., *Globulina gibba*, *Lagena* sp., *Stainforthia fusiformis*, *Quiqueloculina* sp. ; ajoutons *Elphidiella dollfusi* et *Hanzawaia variolata* pour les niveaux B2 et C5, *Rosalina millettii* et *Globogerinoides ruber* pour les niveaux B2 et C2, et enfin *Pseudoepionides pseudotepidus* pour le niveau C5. Les indéterminés correspondent très souvent à des formes trop fragmentaires pour être identifiées de manière certaine. Les différentes formes d'*Oolina* ont été regroupées ensemble, tout comme *Bolivina* et *Lagena* respectivement.

Quel que soit le niveau, un assemblage de foraminifères benthiques se démarque où *Pararotalia serrata* (forme non épineuse) reste dominante à environ 50 %. Les autres espèces toujours présentes sont, à plus de 10 %, *Elphidium* cf. *macellum*, et à plus de 5 % (pour deux niveaux minimum) *Pseudoepionides repandus* et *Elphidiella falunica*. Il est important de souligner que *Pararotalia serrata* (forme épineuse) est présente (en minorité) dans le niveau C2 uniquement, alors que *Elphidiella dollfusi* (en minorité aussi) est retrouvée dans les trois niveaux. Mais, globalement, les espèces de foraminifères sont les mêmes dans les six niveaux, avec toujours une dominance de *Pararotalia serrata* (forme non épineuse).

Du côté des invertébrés, les fragments de crinoïdes Comatulidae, de bryozoaires, de scutelles et de spatangues sont retrouvés à chaque niveau (sans compter le C1), également des restes de Balanidae, dont l'espèce la plus répandue et macroscopiquement reconnaissable est *Megabalanus tintinnabulum*, même si d'autres espèces existent mais ne peuvent pas être identifiées sans les plaques operculaires. Des oursins *Echinocyamus lebescontei* ont été référencés dans le niveau C2. Les espèces de bryozoaires les plus répandues et retrouvées dans les niveaux sont certainement *Calpensia nobilis*, *Hornera reteporacea* et *Cellaria sinuosa*. Des restes de gastropodes (moules internes) ont été retrouvés dans tous les niveaux sauf dans le niveau C2. Certains de ces moules internes sont phosphatés (aspect noir et brillant comme les

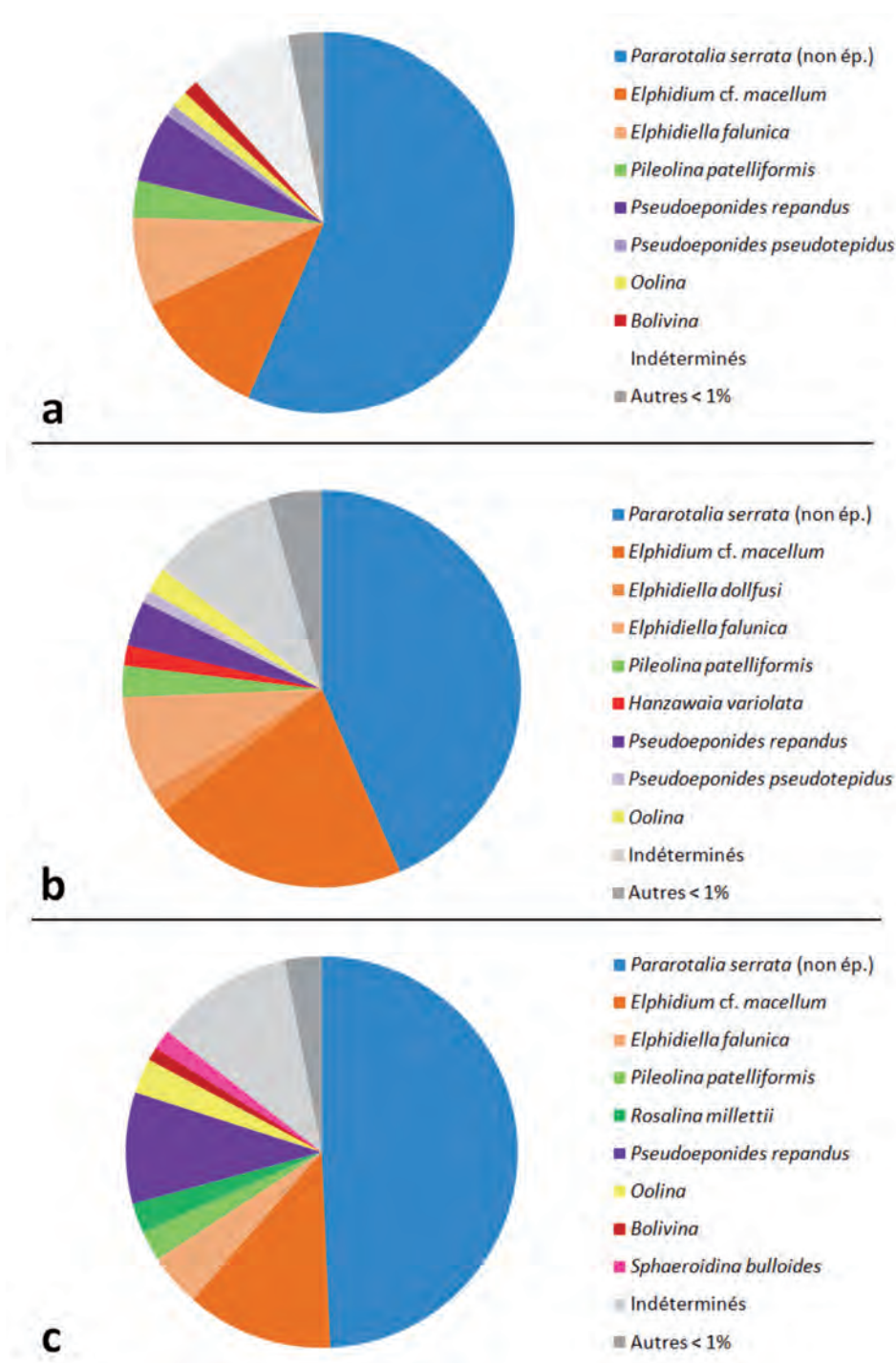


Fig. 12 - Graphiques à secteurs des pourcentages de foraminifères des niveaux B2 (a), C2 (b) et C5 (c) de l'affleurement III.1 de La Hazardière (Le Quiou, 22).

restes de vertébrés). Plus rarement et exceptionnel, des restes de décapodes (parfois phosphatés) et des spicules de spongiaire sont présents dans les niveaux C3 et C5.

Concernant les vertébrés, tous les niveaux présentent des restes de requins et de poissons Sparidae (plusieurs « canines » indéterminables). Hormis les niveaux C1 et C2, tous les autres niveaux ont révélé des dents pharyngiennes de *Trigonodon oweni*. Les dents d'*Acanthurus* sp., plus rares, se retrouvent dans les niveaux A, B2 et C5. Certains restes de vertébrés sont plus exceptionnels : un prémaxillaire de lissamphibien a pu être mis en évidence dans le niveau C3, du reptile probable dans les niveaux A et C5.

Pour résumer, une vraie diversité est présente dans les niveaux de l'affleurement III.1. Bien que la vision de cette dernière soit restreinte dans l'espace, il est très probable que les faunes (aussi bien de vertébrés que d'invertébrés) des différents niveaux soient similaires les unes des autres.

Secteur IV – tas de sablon

La majorité des restes d'invertébrés appartient aux balanes, aux oursins (radioles de cidaridés ou fragments de tests de spatangue et scutelle) et aux bryozoaires. Du côté des bryozoaires, les gros zoarium sont facilement reconnaissables (notamment *Ceriopora tumulifera*). Les plus petits zoarium sont occasionnels (*e. g. Hornera radians*, *Hippadenella deshayesi*). Comme dans les faluns d'Anjou-Touraine, il n'est pas rare de retrouver un bryzoaire (*Celleporaria palmata*) en symbiose avec un corail (*Culicia parasitica*). La très bonne conservation des couleurs des loges de balanes (fragmentées ou complètes) dans la plupart des cas est très remarquable (rosée ponctuée de blanc). La plupart des coquilles de mollusques (bivalves, gastropodes, scaphopodes) ne sont présents qu'en moules internes ou contre-empreintes (qui sont rarement identifiables jusqu'au rang spécifique). En revanche, les coquilles des bivalves les plus résistantes (Pectenidae, Ostreidae) se retrouvent facilement, fragmentées pour la plupart. Lors du tri sous binoculaire, une coquille de *Dentalium* sp. a pu être trouvée, ainsi que plusieurs moules internes de gastropodes (parfois phosphatés). Quant aux échinides, les tests et radioles sont très rarement complets. Les restes d'invertébrés les plus rares appartiennent aux décapodes (deux fragments macroscopiques et un microscopique).

A contrario, pour les vertébrés, les restes macroscopiques sont beaucoup plus rares. Deux dents de daurades ont été trouvées à l'œil nu sur le terrain : une *Sparus auratus*, une *S. cinctus* sur scutelle. Les restes microscopiques (observables uniquement sous loupe binoculaire) sont plus abondants. Les Sparidae (canines, molaires), les dents pharyngiennes isolées de *Trigonodon* sp., et les dents de requins (plus rares que les deux groupes précédents) dominent. Les restes les plus rares appartiennent à *Acanthurus* sp. (une dent) et à *Labrodon pavimentatum* (une dent pharyngienne isolée).

IV. Discussions

Datation relative

Selon Paris *et al.* (1976), les faluns du Quiou sont datés de l'Helvétien, soit de l'ensemble Langhien-Serravallien (de 15,97 à 11,62 Ma). Le Néogène de l'Ouest de

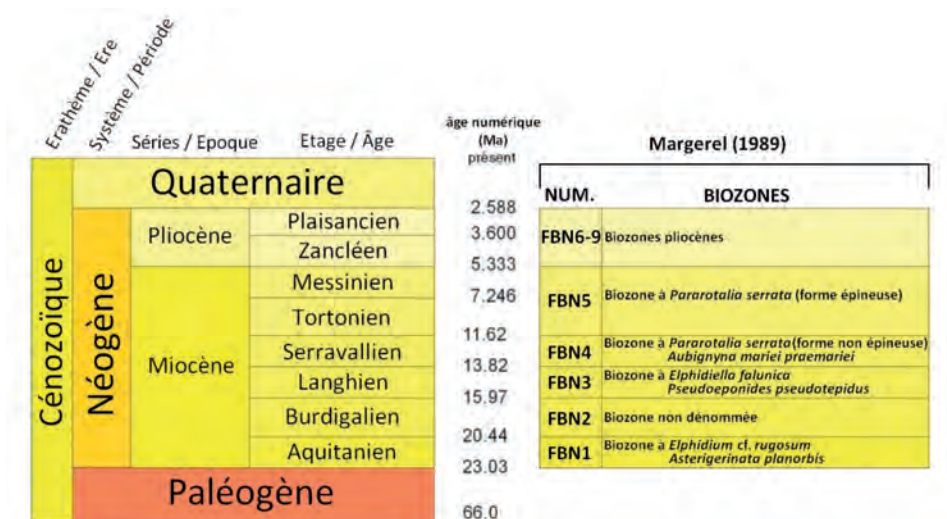


Fig. 13 - Échelle stratigraphique et biostratigraphique du Néogène de l'Ouest de la France (sources : International Commission on Stratigraphy, 2013 ; et Margerel, 1989 ; modifiées).

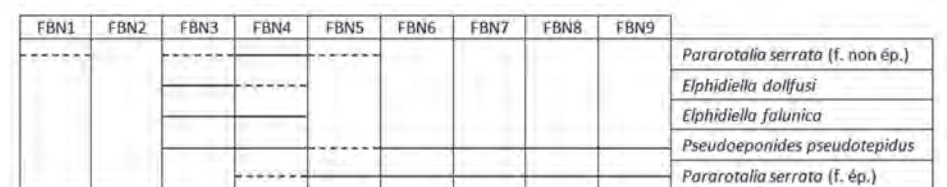


Fig. 14 - Distribution stratigraphique de quelques espèces de foraminifères trouvées à La Hazardière, Le Quiou. Les traits pleins représentent une grande abondance, les tirets une abondance moindre (Margerel, 1989 ; modifiée).

la France est caractérisé par des biozones de foraminifères benthiques (FBN), proposées par Margerel (1989) (Fig. 13). La datation des faciès étudiés s'est concentrée sur l'affleurement III.1, qui a livré un assemblage de foraminifères benthiques. Cet assemblage a été comparé avec un tableau présenté par Margerel (1989) (modifié et présenté en Fig. 14). La présence de *Elphidium dollfusi* est attestée dans les biozones FBN3 et FBN4 ; celle de *Pararotalia serrata* (forme épineuse) de FBN4 à FBN9. Cela signifie que le niveau C2 est plutôt situé dans la biozone FBN4, soit du Serravallien (de 13,82 à 11,62 Ma). Cette biozone est la zone à *Pararotalia serrata* (forme non épineuse), d'où l'extrême abondance de cette forme. Les niveaux au-dessus de celui-ci (C3-5, D1-2) n'ont pas livré de *P. serrata* (forme épineuse), mais présentent tout de même un assemblage identique de foraminifères (aucune nouvelle espèce par rapport au précédent). Il est donc logique de les dater du Serravallien également. D'un point de vue stratigraphie séquentielle, un conglomérat (en l'occurrence le niveau C1 qui est en continuité latérale, situé juste en dessous du niveau serravallien) est caractéristique d'une fin de séquence. Les données récoltées ne permettent pas d'établir s'il s'agit d'une séquence au cours du Serravallien, ou s'il s'agit d'une séquence entre deux époques à savoir, ici, le Langhien et le Serravallien. De plus, la faune de foraminifères benthiques reste globalement la même et dans les mêmes proportions, mais les changements de populations entre deux

époques peuvent être brutaux comme progressifs. De ce fait, les niveaux inférieurs au niveau C2 (à savoir : A, B1-2, C1) resteront datés de l'Helvétien indifférencié.

Le Serravallien comprend plusieurs biozones. La biozone RN5 pour les radio-laires, D18 pour les dinoflagellés, fin M7 à M10 pour les foraminifères planctoniques et fin NN5 à NN7 pour les coccolithophoridés (Gradstein *et al.*, 2004). La biozone NN5 (zone à *Sphenolithus heteromorphus*) a été confirmée dans les niveaux argileux de plusieurs forages réalisés dans le Bassin de Tréfumel (Guillocheau *et al.*, 2003). Une analyse plus poussée sur les micro- et nannofossiles des boues calcaires pourrait donner un âge plus précis. Le Serravallien compte aussi l'intervalle allant de la fin de la biozone MN6 à la fin de la biozone MN8 pour les mammifères (Ginsburg & Mornand, 1986).

Paléoenvironnement

Les faluns sont caractéristiques d'un environnement de mer peu profonde (Foucault & Raoult, 2010), ce qui est confirmé par les structures sédimentaires observées et la faune trouvée. Il est admis actuellement que la Mer des Faluns en Bretagne était un couloir connectant La Manche et l'Atlantique (via le Golfe de la Mer des Faluns, secteur Vendée-Anjou-Touraine) (Guillocheau *et al.*, 2003 ; Fig. 15). La Bretagne formait une grande île, isolée du continent.



Fig. 15 - Reconstitution paléogéographique de la Mer des Faluns au cours du Miocène moyen (Courville & Bongrain, 2003 ; modifiée)

Les stratifications obliques traduisent un ancien système de dunes sous-marines. Chaque lamine oblique est une ancienne pente de dépôt (*lee side*) d'une dune. Deux orientations différentes de ces stratifications signifient un changement dans le sens du courant : dans la première phase le courant allait du NO au SE, dans la seconde le courant allait d'Est en Ouest. Toutefois, la configuration actuelle des dépôts n'est peut-être pas la configuration originelle : des failles peuvent avoir été actives postérieurement au dépôt (Guillocheau et al., 2003). Les fossiles macroscopiques sont fragmentaires pour une grande partie d'entre eux (*e.g. Parascutella faujasi*) ; les comatules vivent actuellement dans les environnements avec du courant (espèces rhéophiles) (N. Améziane-Cominardi, com. orale). Ces indices traduisent un environnement agité.

Cependant, les dépôts de boue calcaire ne peuvent s'effectuer que de deux manières : soit l'environnement est devenu plus profond, soit les dunes peuvent avoir « abrité » des endroits localisés (donc un courant beaucoup plus faible). Ces boues, à première vue, sont azoïques. Cependant, les échantillons ont été analysés sous loupe binoculaire, il pourrait y avoir de la faune à l'échelle du nannofossile. Il est également possible que les espèces présentes dans les faluns ne tolèrent pas les environnements plus calmes et plus argileux, ce qui est le cas des comatules. De ce fait, aucune des deux hypothèses ne peut vraiment être validée. Le conglomérat pose également le même problème : soit il traduit une période où le courant était plus fort, avec une profondeur plus faible, soit il pourrait se former dans les chenaux interdunaires.

Le matériel sédimentaire peut être issu de plusieurs localités. Les fragments de roches (schiste, grès fin ou non) sont des matériaux qui se dégradent très vite en environnement agité. De plus, les lames minces ont révélé des feldspaths typiques des roches plutoniques et métamorphiques (microclines), ainsi que de la muscovite (minéral très fragile). La source de ces matériaux, généralement altérés en contexte détritique, devait donc être plutôt proche. La Mer des Faluns s'est installée sur du socle briovérien (remaniant des galets de schistes à la base des faluns, secteur du Besso ; Milon & Dangeard, 1922). En revanche, les graviers de quartz du niveau C1 sont majoritairement émoussés, leur transport a été assez long. Ces quartz proviennent de filons quartzeux, qui se retrouvent communément dans les schistes briovériens.

La faune de foraminifères a livré beaucoup de benthiques, très peu de planctoniques. Les foraminifères planctoniques ont une vie particulière : le jour ils sont proches de la surface, la nuit ils migrent en profondeur (50 m minimum) (E. Goubert, com. orale). Si la tranche d'eau est inférieure à 50 m, le foraminifère planctonique meurt. Leur faible quantité montre plutôt une tranche d'eau inférieure à 50 m (maximum 40 m), mais supérieure à 20 m (falun savignéen). Toutefois, *Entalophora proboscidea* (bryozoaire) est une espèce vivant à une profondeur moyenne de 100 m (Buge, 1957). De plus, il y a tout de même une présence de foraminifères planctoniques. Ces indices, bien que rares, montrent qu'il y a certainement eu une localité qui avait une profondeur supérieure à 50 m et de plus il devait y avoir un charriage d'un domaine plus profond.

Quant au climat, la température de l'eau devait être de l'ordre de $20 \pm 2^\circ\text{C}$ (Lécuyer et al., 1996), ce qui correspond à un environnement tempéré-chaud à subtropical. Ce climat est suggéré par la présence de mammifères marins Dugongidae, et surtout par l'abondance des bryozoaires (qui, actuellement, sont plus nombreux et plus diversifiés en climat chaud). La faune terrestre est moins représentée, il ne devait pas y avoir beaucoup de fleuves arrivant dans ce bassin. Cependant, la

présence de reptiles crocodiliens et chéloniens et de lissamphibiens est un lien avec la faune terrestre (ces groupes étant amphibiens). La présence d'îles (sableuses ou rocheuses) n'est donc pas à exclure (Plaine, 1985). Très peu de restes de mammifères terrestres ont été recensés (très rares dents de suidé, Coll. P. Racheboeuf) dans le Bassin de Tréfumel, mais des proboscidiens (*e. g. Deinotherium cuvieri*, *Gomphotherium angustidens*) ont été trouvés à Chartre-de-Bretagne (Royer, 2012). Des fragments d'arbres silicifiés de ce même site appartenant au genre *Taxodioxylon* montrent la présence de cyprès chauve (Plaine, 1985). L'environnement terrestre devait être sensiblement le même qu'en Anjou-Touraine (type savane), où les restes de mammifères sont plus abondants.

Après émergence (post-serravallienne) de ces dépôts, les fluides traversant la roche vont amener à reprécipiter de la calcite (en « dent de chien ») pour former des faciès plus durs et moins poreux, en l'occurrence de la pierre de jauge.

V. Conclusions

Les faluns bretons sont toujours un centre d'intérêt majeur pour l'histoire géologique de la commune du Quiou et de la Bretagne. La présente étude a montré que les faluns de La Hazardière (Le Quiou) peuvent se présenter sous cinq faciès différents : 1) un faciès conglomératique montrant une remobilisation locale du matériel détritique, 2) un faciès savignéen peu consolidé et montrant des stratifications obliques, 3) un faciès pierre de jauge qui est une variante du faciès précédent ayant eu une recristallisation de la calcite (augmentant sa cimentation), 4) un faciès de boue calcaire ne présentant apparemment pas de macro et microfossiles, et 5) un faciès à calcrètes post-dépôt. Les assemblages fauniques sont globalement les mêmes, sans changements majeurs. La faune de foraminifères benthiques a pu dater la fin de la série de La Hazardière du Serravallien.

Des analyses sur la boue calcaire, la calcimétrie et la granulométrie, ainsi que sur les ostracodes, pourraient permettre de préciser les conditions de dépôts, les sources de sédiments, et le paléoenvironnement du site.

Le site de La Hazardière est d'un grand intérêt géologique, paléontologique, historique, écologique et, par conséquent, patrimonial.

Remerciements

L'auteur remercie : Didier Néraudeau pour tous ses conseils bibliographiques, relationnels et ses expertises de certains fossiles ; Max Jonin pour avoir proposé ce stage, des discussions à propos du site et de son aide apportée à l'étude ; Romain Vullo pour son aide sur les microrestes de vertébrés ; Vincent Perrichot pour le support photographique et informatique ; Philippe Courville pour les discussions sur les faluns du Quiou et d'Anjou-Touraine ; Marie-Pierre Dabard pour ses précisions sur les roches remaniées dans le conglomérat et sur les lames minces ; Tahar Aïfa pour les discussions sur ce site ; Evelyne Goubert pour son aide précieuse sur les foraminifères, ainsi que le personnel du laboratoire attaché pour leur accueil ; le Conseil général des Côtes-d'Armor, en particulier Estelle Porcher et Cyrille Thevard, pour la location de la barque et pour les discussions sur le site ; M. et Mme Rage pour avoir fourni des références bibliographiques sur les bryozoaires ; Arnaud Carré, maire du Quiou, pour l'accueil sur la commune et les discussions échangées au sujet du programme de conservation ; Robert Goudé pour son témoignage en tant qu'ancien carrier sur la commune ; Nadia Améziane-Cominardi (Muséum national d'Histoire naturelle, Paris) pour les renseignements sur les comatules ; Pascal Tieffenbach (Université de Bretagne Occidentale, Brest) pour avoir fait les lames minces dans un laps de temps très court.

Bibliographie

- ALESSANDRI G. DE. 1908 - Les formes diverses de la vie dans les faluns de la Touraine – Cirrhipèdes fossiles des faluns de Touraine. *La Feuille des Jeunes Naturalistes*, 218-221.
- BAZIN M. 1883 - Sur les Echinides du Miocène moyen de la Bretagne. *Bulletin de la Société Géologique de France*, t. XII, 3^{ème} série, 35-48.
- BENOIST B. 2002 - *Travaux d'études et de recherche. La mer des faluns au Miocène-Pliocène inférieur, domaine Bretagne-Anjou-Touraine*. Mémoire de maîtrise Sciences de la Terre, 11pp.
- BUGE E. 1957 - Les Bryozoaires du Néogène de l'Ouest de la France. *Mémoire du Muséum National d'Histoire Naturelle*, nouvelle série, série C, t. VI, 447 pp.
- CARRIOL R.-P. 2005 - Re-examination and new species of Cirripedes (Thoracica, Tetracitidae, and Balanidae) from the Middle Miocene of the faluns of Touraine (France). *Annales de Paléontologie* 91, 117-126.
- CHEVALIER C. 1849 - Emploi du sable et du fahlun en agriculture. *Annales de la Société d'Agriculture et de Sciences d'Indre-et-Loire* 29 (1), 65-77.
- COUFFON O. 1908 - Sur quelques crustacés des faluns de Touraine & d'Anjou suivi d'un Essai de Prodrôme des crustacés podophtalmaires miocènes. *La Feuille des Jeunes Naturalistes*, série IV, n°457, 1-13.
- COURVILLE P. & BONGRAIN M. 2003 - Les Pectenidae miocènes des faluns (Ouest de la France) – Intérêts biostratigraphiques des associations. *Annales de Paléontologie* 89, 125-151.
- COURVILLE P. & CRONIER C. 2003 - Les faluns tortoniens (Miocène supérieur) de Noyant-la-Plaine (Ouest de la France) – Nouvelles données lithologiques et paléontologiques. *Annales de la Société Géologique du Nord*, t. 10, 2^{ème} série, 275-283.
- DURAND S. 1960 - Le tertiaire de Bretagne : étude stratigraphique, sédimentologique et tectonique. *Mémoire de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne*, t. XII, 389 pp.
- ELF-AQUITAINE 1975 - *Essai de caractérisation sédimentologique des dépôts carbonatés – 1. Eléments d'analyse*. Ed. Elf-Aquitaine, Centres de recherches de Boussens et Pau, 173 pp.
- FOUCAULT A. & RAOULT J.-F. 2010 - *Dictionnaire de géologie*, 7^{ème} édition. Ed. Dunod.
- GARDNER J.D. 1999 - Redescription of the geologically youngest albanerpetontid (?Lissamphibia ?) : *Albanerpeton inexpectatum* Estes and Hoffstetter, 1976, from the Miocene of France. *Annales de Paléontologie*, 85 (1), 57-84.
- GINSBURG L. & MORNAND J. 1986 - Les restes de Mammifères des faluns de l'Anjou-Touraine. *Société d'Études Scientifiques de l'Anjou*, mémoire n°6, 73 pp.
- GOBÉ J.-F., MORNAND J. & POUIT D. 1980 - Les restes de Reptiles des faluns de l'Anjou-Touraine. *Société d'Études Scientifiques de l'Anjou*, 29 pp.
- GRADSTEIN F.M., OGG J.G., SMITH A.G., BLEEKER W. & LOURENS L.J. 2004 - A new geologic time scale, with special reference to Precambrian and Neogene. *Episodes*, vol. 27, n°2, 83-100.
- GUILLOCHEAU F., BRAULT N., THOMAS E., BARBARAND J., BONNET S., BOURQUIN S., ESTÉOULE-CHOUX J., GUENOC P., MENIER D., NÉRAUDEAU D., PROUST J.-N. & WYNS R. 2003 - Histoire géologique du Massif armoricain depuis 140 Ma (Crétacé-actuel). *Bulletin d'Information des Géologues du Bassin de Paris*, vol. 40, n°1, 13-28.
- HOROWITZ A.S. & POTTER P.E. 1971 - *Intruductory petrography of Fossils*. Ed. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 302 pp.
- LECOINTRE C^{ESSE} P. 1909 - Les formes diverses de la vie dans les faluns de la Touraine – Les annélides fossiles des faluns. *La Feuille des jeunes Naturalistes*, série IV, n°467, 219-225.
- LECOINTRE C^{ESSE} P. 1910 - Les formes diverses de la vie dans les faluns de la Touraine (huitième suite) – Cirrhipèdes fossiles des faluns. *La Feuille des jeunes Naturalistes*, série IV, n°477, 137-141.
- LÉCUYER C., GRANDJEAN P., PARIS F., ROBARDET M. & ROBINEAU D. 1996 - Deciphering “temperature” and “salinity” from biogenic phosphates : the $\delta^{18}\text{O}$ of coexisting fishes and mammals of the Middle Miocene sea of western France. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 126, 61-74.
- LOGET N. 2000 - *Les faluns du Quiou : Inventaire géologique et paléontologique*. Mémoire de stage de fin de maîtrise, 34 pp.
- MARGEREL J.-P. 1989 - Biostratigraphie des dépôts néogènes de l'Ouest de la France – Consti-

- tution de biozones de foraminifères benthiques. *Géologie de la France*, n° 1-2, 235-250.
- MARGEREL J.-P. 2009 - Les foraminifères benthiques des faluns du Miocène moyen du Blésois (Loir-et-Cher) et de Mirebeau (Vienne) dans le Centre-Ouest de la France. *Geodiversitas*, 31 (3), 577-621.
- MAZÈRES R. 1927 - Note sur la faune du Quiou, de Saint-Grégoire et de la Chaussairie. *Bulletin de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne*, t. VIII, 20-22.
- MILON Y. & DANGEARD L. 1922 - Notes d'excursions sur le bassin du Quiou. *Bulletin de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne*, t. III, fasc. 4, 320-328.
- MORNAND J. 1978 - Les restes de Poissons des faluns de l'Anjou-Touraine. *Société d'Etude Scientifiques de l'Anjou*, 30 pp.
- NÉRAUDEAU D. 2003 - Introduction – Les faluns, faciès fossilifères remarquables des domaines côtiers. *Annales de Paléontologie* 89, 111-112.
- NÉRAUDEAU D., DUDICOURT J.-C., BOUTIN F., CEULEMANS L. & NICOLLEAU P. 2010 - Les *Spatangus* du Miocène et du Pliocène de l'Ouest de la France. *Annales de Paléontologie* 96, 159-170.
- ORAIN V. & RIOULT J.-J. 2012 - La mise en œuvre de la pierre des faluns. In : En Haute-Bretagne, le Pays des Faluns – Géologie, archéologie et patrimoine bâti. Eds : Ouest-France, 17-29.
- PARIS F., JEGOUZO P. & ESTÉOULE-CHOUX J. 1976 - *Notice explicative de la carte géologique de Caulnes (1/50000°)*. Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Service géologique national, 29 pp.
- PICQUENARD CH. 1922 - Les Pectenidae du Miocène moyen de Bretagne. *Bulletin de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne*, t. III, 39-44.
- PLAINE J. 1985 - *Le Tertiaire du Pays de Rennes. Entre 45 et 2 millions d'années – Faune, flore et paysage*.
- PLAINE J. 1987 - *La mer des faluns. Chartres-de-Bretagne il y a 15 Millions d'années*.
- POIGNANT A. 1997 - Petits foraminifères benthiques et microproblematica du Miocène aquitain. Répartition biostratigraphique – Remarques taxinomiques et biostratigraphiques. *Revue de Micropaléontologie* 40, n° 1, 71-96.
- POIGNANT A. 1999 - Révision des taxons de petits foraminifères benthiques décrits dans l'oligocène et le Miocène d'Aquitaine (SO de la France) postérieurement à ceux cités par Orbigny en 1826. Description d'une nouvelle espèce et d'une nouvelle sous-espèce. *Revue de Micropaléontologie* 42, n° 2, 133-159.
- POUYET S. 1997 - Les bryozoaires du Pliocène de Normandie. *Geodiversitas* 19 (1), 7-59.
- ROYER J. 2012 - *Taphonomie des vertébrés des faluns miocènes de Bretagne et d'Anjou-Touraine*. Mémoire de stage de fin de maîtrise, 90 pp.

Annexe 1 :

Entretien oral avec l'ancien carrier du Quiou, Robert Goudé, le mercredi 29 mai 2013

1. Vous avez travaillé dans la carrière de la Hazardière, quelles en ont été les conditions ?

« J'y ai travaillé pendant 37 ans, jusqu'à l'âge de la retraite. Cette carrière était une entreprise familiale. Mon travail était seulement concentré sur l'extraction. La taille, le transport et le devenir du matériau ne me concernaient pas. »

2. Quels styles de matériaux extrayiez-vous ?

« Le plus souvent, nous avons extrait de la pierre de jauge. Ce matériaux est très résistant et se débite plutôt bien. Elle se caractérise par des grains plus serrés, et bien souvent une couleur différente. Les bancs peuvent faire au minimum 40-50 cm. Mais il nous arrivait d'extraire du falun meuble. Nous extrayions cette roche à la pelle mécanique. À force d'extraction, nous connaissions bien les premiers niveaux de pierres de jauge, mais nous avons remarqué un peu plus tard qu'il en existait également sous les niveaux argileux. »

3. Quels étaient les usages de ces matériaux ?

« La pierre de jauge servait à la fois pour la construction du bâtiment, et pour fabriquer de la chaux dans les fours de la commune. Le falun pouvait être criblé et sablonner les terres agricoles. L'usage de ces matériaux pouvait être local, mais il arrivait qu'ils soient exportés jusqu'à 35 km du site d'extraction. »

4. Trouviez-vous des fossiles ?

« Bien entendu. Bien que la grande majorité des fossiles soit petite, j'ai tout de même ramassé quelques fossiles de grande taille. J'ai récolté de grandes dents, des plus petites, des côtes et des vertèbres de baleines il me semble. J'avais pour habitude de cacher mes belles trouvailles durant la pause midi dans une cachette. Malheureusement, un homme a trouvé un jour cette cachette et il venait tous les midis pour mes les prendre. J'ai perdu de très belles pièces. »

Robert Goudé possède une collection remarquable qui comporte surtout des dents de requins (*Megaselachus megalodon*, *Isurus*, *Galeocerdo*, *Hemipristis*, *Carcharias*), des fragments de vertèbres et de côtes de dugong (*Metaxytherium medium*), et de gros invertébrés (*Conus*, *Ostrea*, *Spatangus*).

Annexe 2 :

Extrait de Buge (1957) (Pl. I)



1



2



3



4



5

- 01. Grande carrière du Quiou (Côtes-du-Nord) (lieu-dit La Hazardière).
- 02. Poches d'argiles rouges à la surface supérieure du falun du Quiou.
- 03. Surface des couches faluniennes après enlèvement des poches d'argile.
- 04. Stratifications du falun dans la carrière de la Hazardière.
- 05. Stratification entrecroisée typique du falun de la même carrière.

Annexe 3 :

Tableau de mesures des éléments présents dans l'échantillon du conglomérat II de l'affleurement III.1 (niveau C1)

Les longueurs, largeurs, hauteurs-épaisseurs sont exprimées en mm.

Roche	N°	Longueur	Largeur	Couleur	Qualité
Quartz	1	11	8	gris foncé	Emoussé
	2	6	3	gris	émoussé
	3	9	3	gris	émoussé
	4	10	7	gris	très émoussé
	5	6	5	gris	émoussé
	6	11	6	gris très clair	émoussé
	7	18	11	blanc	émoussé
	8	16	12	gris foncé	émoussé
	9	8	5	blanc	émoussé
	10	15	9	blanc/gris	émoussé
	11	12	7	gris clair	émoussé
	12	10	5	blanc	émoussé
	13	10	5	gris foncé	anguleux
	14	9	4	blanc	émoussé
	15	9	4	gris foncé	anguleux
	16	9	3	gris foncé	anguleux
	17	6	3	gris	émoussé
	18	8	3	blanc	émoussé
	19	7	4	gris clair	anguleux
	20	6	4	blanc	émoussé
	21	7	5	gris clair	émoussé
	22	7	3	blanc	émoussé
	23	5	4	gris	émoussé
	24	5	4	gris	anguleux
	25	4	3	gris	anguleux
	26	5	3	blanc	émoussé
	27	4	3	gris	anguleux
	28	4	3	blanc	émoussé
	29	11	4	gris clair	anguleux
	30	8	5	gris clair	émoussée
	31	7	1	gris	anguleux
	32	9	4	gris clair	anguleux
	33	5	2	blanc	émoussé
	34	15	7	gris	anguleux
	35	9	7	gris	anguleux
	36	12	5	gris	anguleux
	37	10	7	gris	émoussé
	38	12	4	gris sombre	émoussé
	39	11	6	gris	émoussé
	40	10	5	gris	émoussé
	41	10	6	gris	émoussé
	42	5	3	blanc	émoussé
	43	8	5	blanc	anguleux

Roche	N°	Longueur	Largeur	Couleur	Qualité
	44	7	4	blanc	émoussé
	45	5	3	blanc	émoussé
	46	4	4	blanc	anguleux
	47	6	3	gris	émoussé
	48	6	2	blanc	émoussé
	49	6	3	blanc	anguleux
	50	5	3	blanc	émoussé
	51	6	3	gris	émoussé
	52	5	3	gris	émoussé
	53	6	3	blanc	émoussé
	54	6	3	gris	anguleux
	55	6	3	gris	émoussé
	56	5	4	blanc	émoussé
	57	5	3	gris	émoussé
	58	5	4	gris	émoussé
	59	12	9	marron	émoussé
	60	12	5	marron	émoussé
	61	10	6	marron	émoussé
	62	13	6	blanchâtre	anguleux
Grès bleuté	1	12	4	gris-bleu	très friable
	2	9	4	gris-bleu	très friable
Grès fin	1	10	4	marron-ocre	friable
	2	9	5	marron-ocre	friable
	3	7	5	marron-ocre	friable
	4	7	3	marron-ocre	friable
	5	5	3	marron-ocre	friable
	6	8	3	marron-ocre	friable
	7	5	2	marron-ocre	friable
	8	7	5	marron-ocre	friable
	9	7	3	marron-ocre	friable
Schiste	1	11	8	verdâtre	émoussé, friable

Fossiles	N°	Longueur	Largeur	Hauteur épaisseur	Qualité
Dent <i>Myliobatis</i> cf. <i>microrhizus</i>		10	5	6	émoussée
Molaire <i>Sparus cinctus</i>		5	5	4	fraîche
Molaire de <i>Sparus auratus</i>		7	6	2	fraîche
Os roulé		9	5	3	très usé
Dent de <i>Negaprion magnus</i>		7	6	2	fraîche
Moule interne Gastropode (2 tours visibles)		?	15	6	fragmentaire
<i>Hippadenella deshayesi</i>		18	8	2	fragmentaire
<i>Ceriopora tumulifera</i>		14	10	7	peut-être entier
<i>Hornera radians</i>			2	12	fragmentaire
Radiole <i>Cyathocidaris</i>	1	15	6	?	fragmentaire
cf. <i>avenionensis</i>	2	11	3	?	fragmentaire

Fossiles	N°	Longueur	Largeur	Hauteur épaisseur	Qualité
	3	12	4	?	fragmentaire
	4	8	3	?	fragmentaire
	5	8	2	?	fragmentaire
	6	9	3	?	fragmentaire
	7	9	3	?	fragmentaire
	8	11	5	?	fragmentaire
	9	8	4	?	fragmentaire
	10	8	2	?	fragmentaire
	11	8	3	?	fragmentaire
Plaque de balane	1	18	11	6	fragmentaire
	2	16	11	5	fragmentaire
	3	13	9	6	fragmentaire
Bryozoaire indét.		7	4	3	fragmentaire
Bivalve	1	25	17	5	fragmentaire
	2	12	11	4	fragmentaire
Huitre indét.		30	13	13	fragmentaire



Photographies des lithoclastes rencontrés dans le conglomérat (niveau C1) (échelle : 1 cm)

- 1 - Quartz filonien blanc émoussé
- 2 - Quartz filonien gris émoussé
- 3 - Schiste verdâtre
- 4 - Grès bleuté
- 5 - Grès fin marron-ocre

Annexe 4 :

Photographies en lames minces de trois échantillons de roches

Ouvrages de référence : Elf-Aquitaine (1975), Horowitz & Potter (1971).

Planche A

Lames minces de quelques éléments d'une concrétion calcaire prélevée sur l'affleurement III.1 (niveau C4)

01. Micrite

L'essentiel de la concrétion calcaire est constitué de micrite, les fossiles y sont très rares.

02. Objet indéterminé

Trouvé dans la micrite.

03. Transition entre la micrite de la concrétion et le falun

Vue d'ensemble de la concrétion calcaire (en haut, composée de micrite) et du falun meuble (en bas, texture grainstone). Ce dernier comporte des quartz (monocristallins pour la plupart) et surtout de la sparite en mosaïque.

04. Coupe transversale d'un foraminifère (Rotalidae)

Coupe transversale d'un foraminifère de la famille des Rotalidae. Sans l'ensemble du test, l'espèce ne peut pas être discernée. Une muscovite apparaît dans le coin supérieur gauche de la photographie (en bleuté).

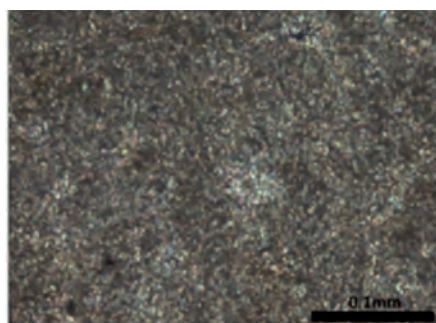
05. Coupe transversale d'un foraminifère (Rotalidae)

Seule les dernières loges sont visibles.

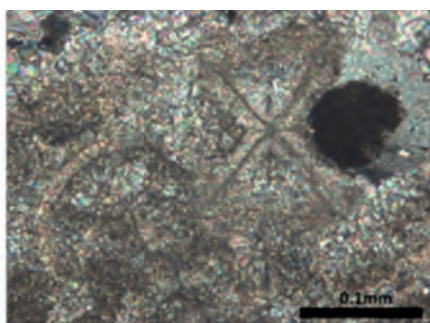
06. Glauconie

Minéral argileux vert, se formant habituellement dans des profondeurs moyennes de 50 à 500 m. Il s'agit ici d'un grain probablement remanié provenant soit d'un domaine plus profond (proche, amenée par des courants), soit d'une couche sédimentaire antérieure (*e. g.* Cénomaniens).

Nota : Par défaut, le haut de chaque photographie est le haut de la roche.

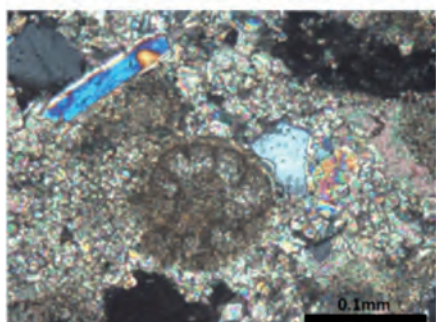
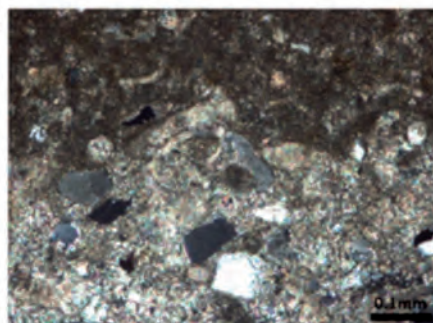


01

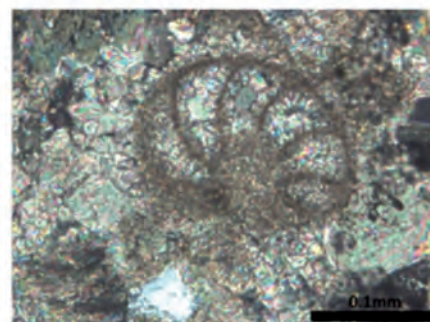


02

03



04



05

06

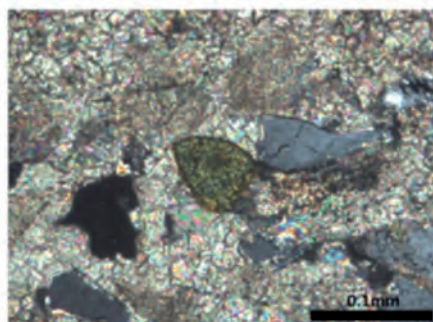


Planche B

Lames minces de quelques éléments d'un niveau pierre de jauge sur l'affleurement III.1 (niveau C4)

01. Quartz polycristallin et oxydes de fer

Quartz à plusieurs cristaux (ayant des extinctions différentes). Les oxydes de fer (en orangé) parcourent ce quartz.

02. Glauconie corrodée

Minéral argileux vert, se formant habituellement dans des profondeurs moyennes de 50 à 500 m. Il s'agit ici d'un grain probablement remanié provenant soit d'un domaine plus profond (proche, amenée par des courants), soit d'une couche sédimentaire antérieure (*e.g.* Cénomanién). Les contours sont irréguliers, comme « rongés » par endroits.

03. Muscovite

Mica blanc, assez bien conservé. Sa présence est inattendue du fait du fort hydrodynamisme de dépôt et de la fragilité du minéral. Le mica provient probablement d'une source proche et a été enfoui rapidement.

04. Microcline

Feldspath potassique triclinique. Sa présence est également inattendue, pour les mêmes raisons que la muscovite. Son origine est une roche plutonique ou métamorphique ; ces roches sont abondantes dans le secteur.

05. Coupe transversale d'un radiole

Section circulaire. Un canal central bien visible et une structure rayonnante typique des radioles. Le remplissage est micritique.

06. Coupe transversale d'un radiole

Section circulaire. Probablement le même type de radiole que précédemment, mais à un endroit différent : le canal est plus petit, les structures pleines plus imposantes.

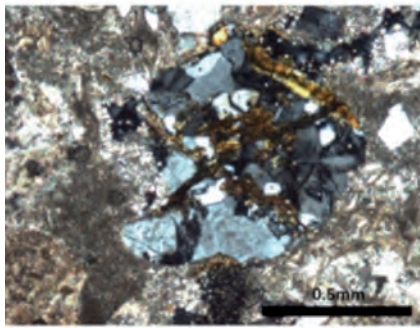
07. Fragment de bivalve et de bryozoaire

L'aspect de la coupe transversale du bivalve (sur la gauche) est fibreux, ondulé d'un côté et plat de l'autre. Le bryozoaire est en quadrillage losangique, dont les loges sont remplies de micrite.

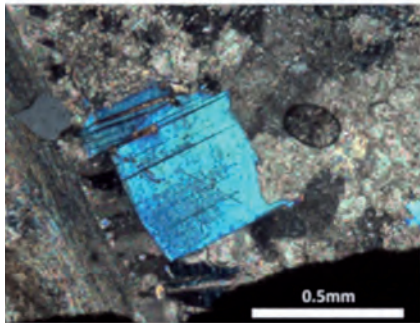
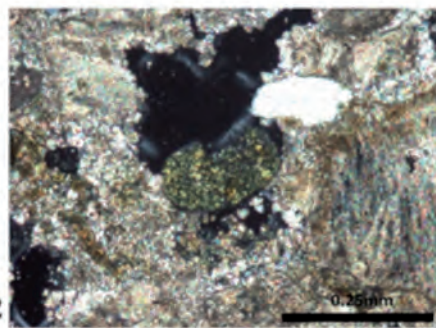
08. Coupe transversale d'un ostracode

L'ostracode contient un grain de quartz monocristallin. Dans le test (possédant les deux valves connectées), il y a de la sparite en « dent de chien » ayant une croissance à la fois depuis le test de l'ostracode et depuis le grain de quartz. L'extérieur du test possède une palissade fibreuse de calcite.

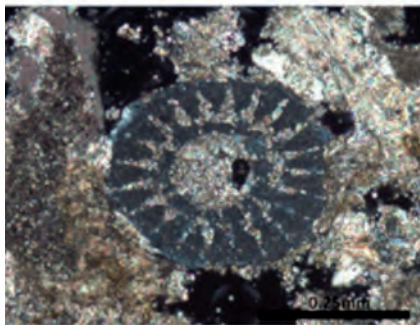
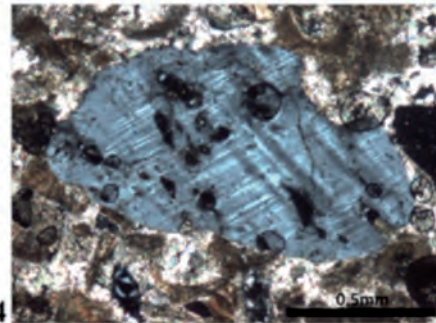
Nota : Par défaut, le haut de chaque photographie est le haut de la roche.



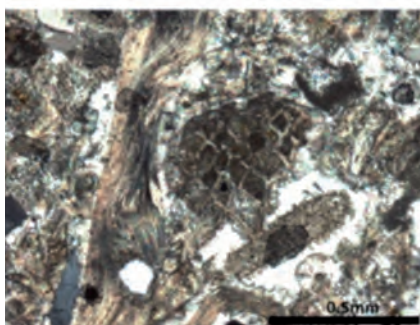
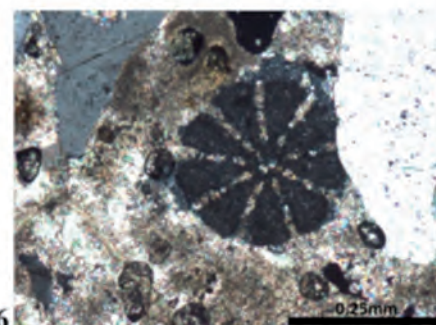
01 02



03 04



05 06



07 08

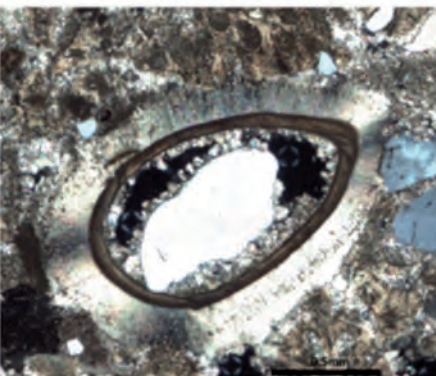


Planche C

Lames minces de quelques éléments d'une pierre de jauge (bloc ; secteur I)

01. Quartz monocristallin corrodé

Ce quartz est formé d'un seul cristal. Les contours sont très irréguliers, comme « rongé ». La sparite l'enveloppant est plutôt palissadique.

02. Quartz polycristallin et monocristallins

Au centre un quartz formé de plusieurs cristaux ; en haut, deux quartz formés d'un seul cristal. Les trois quartz sont entourés de sparite en « dent de chien ».

03. Fragment bioclastique avec recristallisation de sparite

La sparite est dite en « dent de chien ». Il s'agit d'un cas particulier de calcite en frange fibreuse, à croissance radiale centripète dans une vacuole.

04. Fragment de bivalve

Le fragment de bivalve présente un aspect ondulé d'un côté et plat de l'autre. La coquille a un aspect fibreux.

05. Fragment de zoarium de bryzoaire

Quatre loges sont coupées probablement dans la hauteur du zoarium. Elles sont rectangulaires. Une des loges est remplie par de la micrite, les autres par de la sparite en palissade.

06. Fragment de zoarium de bryzoaire

Plusieurs loges sont visibles. Les microstructures des parois (minces) sont laminées. Une des loges est remplie de micrite, les autres de sparite palissadique.

07. Fragment de zoarium de bryzoaire

Section transversale d'un segment de zoarium. Les loges sont organisées en structure rayonnante. Pas de canal central.

08. Fragment de zoarium de bryzoaire

De gauche à droite, les loges paraissent de plus en plus grosses. La paroi est simple, les loges sont remplies de sparite.

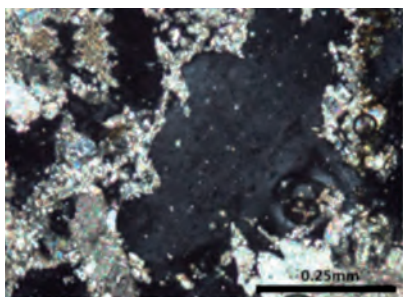
09. Fragment d'algue calcaire

Fragment ovoïde, avec un très fin quadrillage typique des algues calcaires.

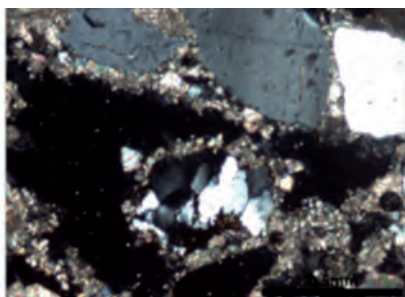
10. Foraminifère (Rotalidae)

Coupe transversale d'un foraminifère de la famille des Rotalidae. Sans l'ensemble du test, l'espèce ne peut pas être déterminée.

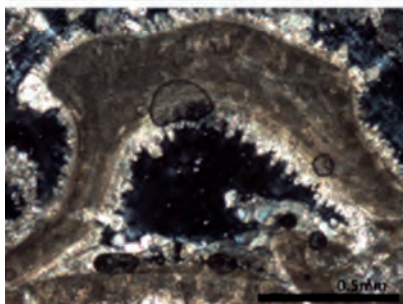
Nota : L'échantillon prélevé provient d'un bloc de pierre de jauge. N'étant donc pas en place sur l'affleurement, la polarité a été perdue. Cet échantillon est le référentiel « pierre de jauge ».



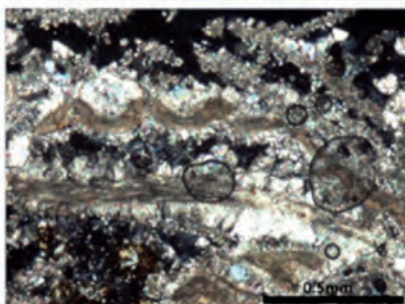
01



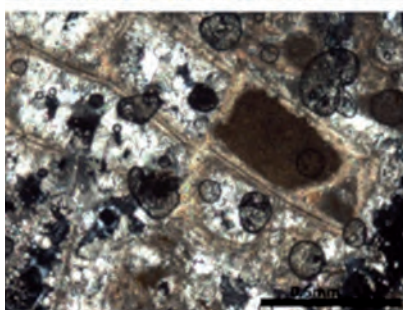
02



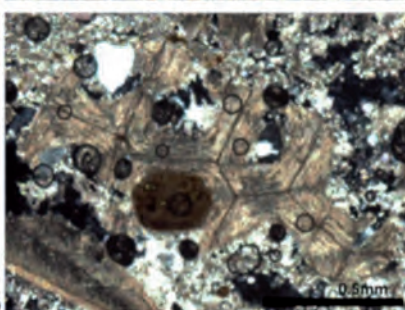
03



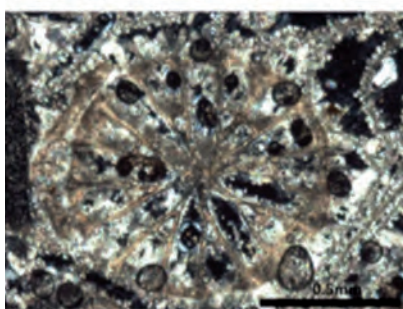
04



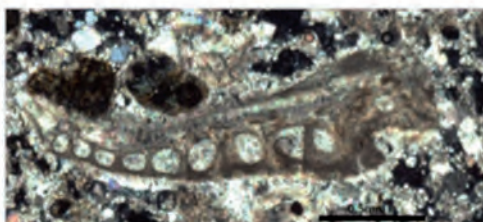
05



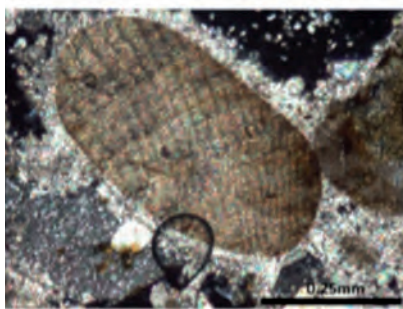
06



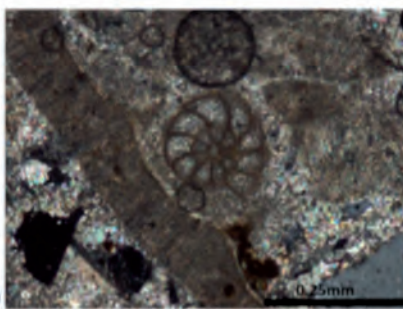
07



08



09



10

Annexe 5

Inventaire faunique et répartition géographique et stratigraphique des restes trouvés dans les faluns du Quiou (tas de sablon : Tas) et par niveaux sur l’affleurement III.1 (A, B2, C1-C3, C5). Les niveaux A, B2 et C1 ainsi que le tas de sablon sont datés de l’Helvétien indifférencié (Langhien-Serravallien) ; les niveaux C2, C3 et C5 du Serravallien.

Ouvrages de référence : Alessandri (1908), Bazin (1883), Benoist (2002), Buge (1957), Carriol (2005), Couffon (1908), Courville & Bongrain (2003), Courville & Cronier (2003), Gardner (1999), Ginsburg & Mornand (1986), Gobé *et al.* (1980), Lecointre (1909), Lecointre (1910), Loget (2000), Margerel (1989), Margerel (2009), Mornand (1978), Néraudeau *et al.* (2010), Poignant (1997), Poignant (1999), Pouyet (1997), Royer (2012).

	Tas	A	B2	C1	C2	C3	C5
PROTOZOA							
RHIZARIA							
FORAMINIFERA	X						
BULIMINIDA							
Bolivinidae							
<i>Bolivina</i>			X		X		X
Buliminidae							
<i>Stainforthia fusiformis</i>					X		
GLOBIGERINIDA							
Globigerinidae							
<i>Globigerinoides ruber</i> ?			X		X		X
LAGENIDA							
Ellipsolagenidae							
<i>Oolina citrifomis</i>			X		X		X
<i>Oolina</i> sp.			X		X	X	X
<i>Oolina</i> sp. D <i>sensu</i> Margerel, 2009			X		X		X
Lagenidae							
<i>Lagena</i>			X		X		X
Polymorphinidae							
<i>Globulina gibba</i>			X		X		X
MILIOLIDA							
Hauerinidae							
<i>Quiqueloculina</i> sp. A <i>sensu</i> Margerel, 2009			X		X	X	X
ROTALIIDA							
Elphidiidae							
<i>Elphidiella dollfusi</i>			X		X		X
<i>Elphidiella falunica</i>			X		X	X	X
<i>Elphidium</i> cf. <i>macellum</i>			X		X	X	X
Epistomariidae							
<i>Pseudoeponides pseudotepidus</i>			X		X		X
<i>Pseudoeponides repandus</i>			X		X	X	X
Gavelinellidae							
<i>Hanzawaia variolata</i>			X		X		X
Glabratellidae							
<i>Pileolina patelliformis</i>			X		X	X	X

	Tas	A	B2	C1	C2	C3	C5
Rosalinidae							
<i>Rosalina millettii</i>			X		X	X	X
Rotaliidae							
<i>Ammonia</i> sp.			X		X		
<i>Pararotalia serrata</i> (non ép.)			X		X	X	X
<i>Pararotalia serrata</i> (ép.)					X		
INVERTEBRATA							
MOLLUSCA							
BIVALVIA							
ARCOIDA							
Glycymerididae							
<i>Glycymeris</i> sp.	X						
OSTREOIDA							
Ostreidae				X			
<i>Crassostrea gryphoides</i>							X
<i>Ostrea tegulata</i>	X						
<i>Saccostrea sacculus</i>	X						
Pectinidae		X					
<i>Pecten subarcuatus</i>	X						
<i>Pecten praebenedictus</i>	X						
<i>Crassadoma multistriata</i>	X			X			
<i>Aequipecten radians</i>	X						
GASTROPODA (en cours)	X	X	X	X		X	X
CERITHIOIDEA							
Turritellidae							
<i>Turritella</i> sp.	X						
NEOGASTROPODA							
Conidae							
<i>Conus</i> sp.	X						
SCAPHOPODA							
DENTALIIDA							
Dentaliidae							
<i>Dentalium</i> sp.	X	X					
ECTOPROCTA							
STENOLAEMATA							
CYCLOSTOMATA							
Heteroporidae							
<i>Entalophora proboscidea</i>			X				
Heteroporidae							
<i>Ceriodora balavoinei</i>	X						
<i>Ceriodora tumulifera</i>	X			X			
Horneridae							
<i>Hornera reteporacea</i>	X	X				X	X
<i>Hornera frondiculata</i>	X						
<i>Hornera radians</i>	X			X		X	X
CHEILOSTOMATA							
ANASCA							
Calpensiidae							
<i>Calpensia nobilis</i>		X	X			X	
<i>Calpensia andegavensis</i>							X
Cellariidae							
<i>Cellaria sinuosa</i>	X	X				X	

	Tas	A	B2	C1	C2	C3	C5
ASCOPHORA							
Hippoporinidae							
<i>Hippadenella deshayesi</i>	X			X			
Smittinidae							
<i>Porella cervicornis</i>							X
Celleporariidae							
<i>Celleporaria palmata</i>	X						
CNIDARIA							
HEXACORALLIA							
SCLERACTINIA							
Rhizangiidae							
<i>Culicia parasitica</i>	X						
PORIFERA							
CALCAREA					X		X
ECHINODERMATA							
ASTEROIDEA					X		
CRINOIDEA							
COMATULIDA	X	X	X		X	X	X
ECHINOIDEA							
CIDAROIDA							
Cidaridae							
<i>Cyathocidaris avenionensis</i>	X		X	X			
CLYPEASTEROIDA							
Echinocyamidae							
<i>Echinocyamus lebescontei</i>	X				X		
Scutellidae							
<i>Parascutella faujasi</i>	X	X	X	X	X	X	X
SPATANGOIDA							
Spatangidae							
<i>Spatangus britannus</i>	X		X	X	X	X	X
TEMNOPLEUROIDA							
Temnopleuridae							
<i>Arbacina monilis</i>	X						
ANNELIDA							
POLYCHAETA							
PALPATA							
Serpulidae							
<i>Serpula ficsa</i>	X						
CRUSTACEA							
CIRRIPIEDIA							
BALANOMORPHA							
Balanidae		X	X		X	X	X
<i>Megabalanus tintinnabulum</i>	X			X			
DECAPODA	X	X					
PLEOCYEMATA							
Portunidae							
<i>Scylla michelini</i>	X						
Cancridae							
<i>Cancer macrochellus</i>	X						
OSTRACODA			X		X	X	X

	Tas	A	B2	C1	C2	C3	C5
VERTEBRATA							
CHONDRICHTHYES							
ELASMOBRANCHII	X	X	X	X	X	X	X
CARCHARINIFORMES							
Carcharhinidae							
<i>Isogomphodon acuarius</i>		X					
<i>Negaprion magnus</i>				X			
<i>Rhizoprionodon cf. fischeuri</i>							X
Scyliorhinidae							
<i>Scyliorhinus distans</i>		X				X	X
HETERODONTIFORMES							
Heterodontidae							
<i>Heterodontus</i> sp.							X
MYLIOBATIFORMES							
Myliobatidae							
<i>Rhinoptera cf. studeri</i>				X			
Dasyatidae							
<i>Dasyatis</i> sp.		X				X	
RAJIFORMES							
Rhinobatidae							
<i>Rhinobatos</i> sp.							X
ACTINOPTERYGII							
TELEOSTEI							
PERCIFORMES							
Labridae							
<i>Labrodon pavementatum</i>	X	X				X	X
Sparidae	X	X	X		X	X	X
<i>Dentex fossilis</i>							X
<i>Diplodus jomnitanus</i>	X						
<i>Diplodus intermedius</i>	X	X	X			X	X
<i>Sparus cinctus</i>	X	X		X		X	X
<i>Sparus auratus</i>		X		X			X
Sphyraenidae							
<i>Sphyraena cf. olisiponensis</i>			X			?	X
Acanthuridae							
<i>Acanthurus</i> sp.	X	X	X				X
TETRAODONTIFORMES							
Trigonodontidae							
<i>Trigonodon oweni</i>	X	X	X			X	X
AMPHIBIA							
LISSAMPHIBIA						X	
SAUROPSIDA							
ARCHOSAUFOMORPHA							
CROCODYLIA		?					?
MAMMALIA							
THERIA							
CETACEA							
Acrodelphidae							
<i>Pomatodelphis stenorhynchus</i>			?				

Annexe 6

Planches photographiques de quelques fossiles de La Hartzardière, Le Quiou (22)

Planche 1 - Foraminifères

01. *Oolina* sp.

Test uniloculaire hyalin, en forme évasée, à parois lisses. Ouverture centrale, tube entosolénien axial présent.

02. *Oolina citriformis*

Test uniloculaire hyalin, ovoïde à parois lisses. L'ouverture est centrale, circulaire. Présence d'un tube entosolénien axial.

03. *Oolina* sp. D (*sensu* Margerel, 2009)

Test uniloculaire hyalin, ovoïde. Les parois sont ornées de grosses épines courtes. Ouverture centrale.

04. *Globulina gibba*

Test ovoïdes, pluriloculaire. Ouverture centrale, parois lisses.

05. *Lagena* indéterminé

Test uniloculaire hyalin, globulaire, orné de plusieurs côtes épaisses. L'ouverture étant absente, il est impossible de déterminer l'espèce.

06. *Bolivina* sp. A

Test à plusieurs loges, empilées les unes sur les autres dans un seul plan. Test à parois lisses.

07. *Bolivina* sp. B

Test à plusieurs loges, empilées les unes sur les autres dans un seul plan. Test à parois lisses.

08. *Stainforthia fusiformis*

Test pluriloculaire. Les loges sont disposées dans différents plans, les unes sur les autres. Les parois du test sont lisses.

09. *Quicheloculina* sp.

Test pluriloculaire. Les loges sont disposées dans différents plans, avec deux loges par spirale. Les parois sont lisses.

10. *Globigerinoides ruber* ?

Test pluriloculaire, globuleux. Ouverture grande, plus ou moins rectangulaire, ou en « goutte d'eau ». Cette forme est planctonique.

11. Remplissage des loges

Vue semi-latérale (11a) et vue en coupe (11b). Le premier spécimen montre une cassure du test d'un *Elphidiella falunica* sur 3 loges dévoilant le remplissage de celles-ci par de la glauconie. Le second spécimen est une coupe d'un individu indéterminable, il montre néanmoins que toutes les loges des foraminifères peuvent se remplir de glauconie.

Barres d'échelles : 500 μ m (01-11b).

Zones de prélèvement : niveau C2 (01-11a), niveau C5 (11b).

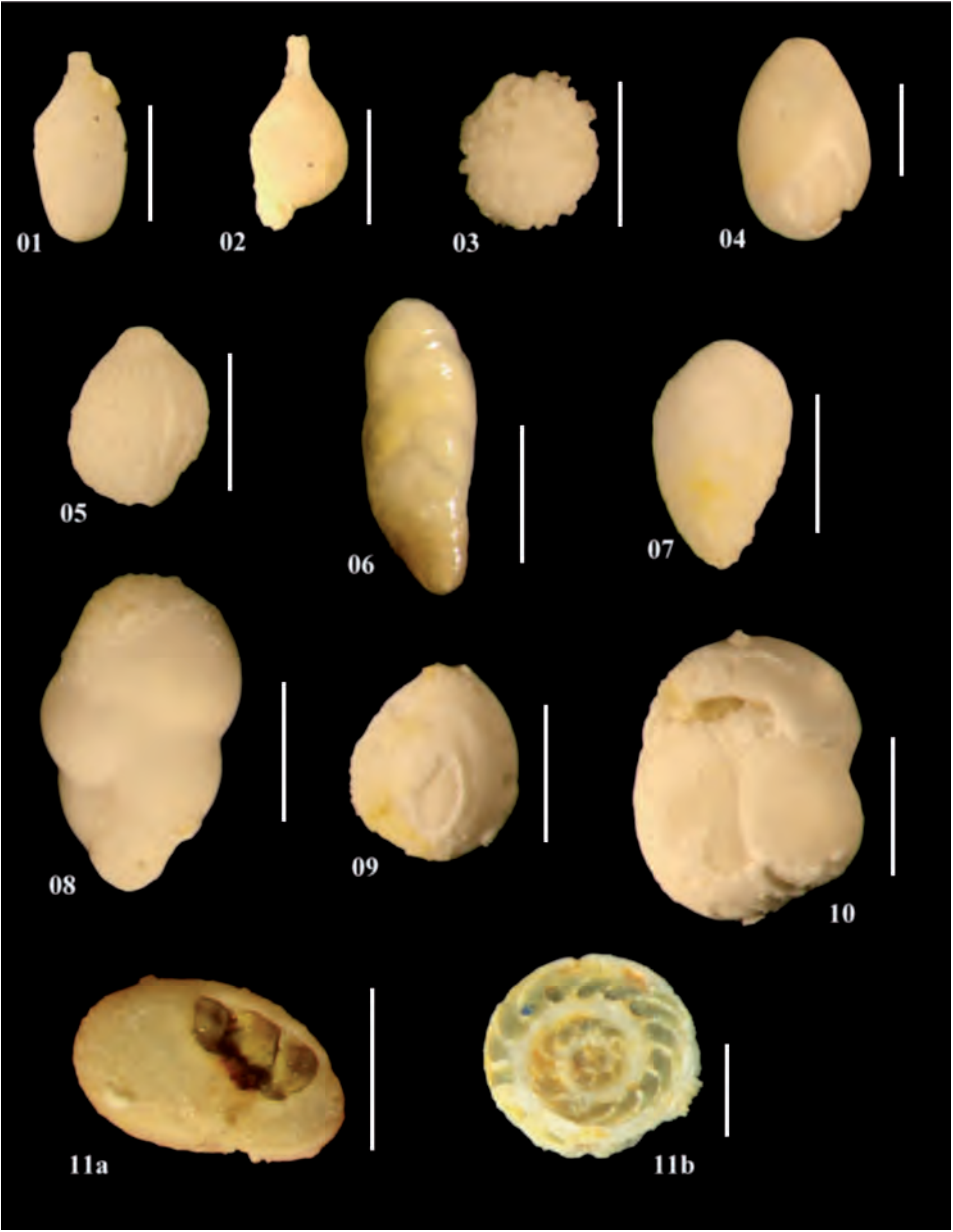


Planche 2 - Foraminifères (*suite*)

01. *Pararotalia serrata* (forme non épineuse)

Test pluriloculaire, trochospiralé, en vue ombilicale (01a), latérale (01b) et apicale (01c). L'espèce présente un test avec les côtés ombilical et apical convexes, arrondis, avec des bords antérieurs anguleux. L'ombilic est en relief, peu à très prononcé. Les loges sont parfaitement visibles en vue ombilicale, la dernière loge est souvent cassée. L'ouverture est simple, centrée, contre la carène. Cette dernière est lisse.

02. *Pararotalia serrata* (forme épineuse)

Test pluriloculaire, trochospiralé, en vue ombilicale (02a), latérale (02b) et apicale (02c). Exactement la même description que précédemment avec une particularité : la carène porte des épines au niveau de chaque loge. Ces épines sont souvent cassées.

03. *Ammonia* sp.

Test pluriloculaire, trochospiralé, en vue ombilicale (03a), latérale (03b) et apicale (03c). Le test présente un côté ombilical concave et un côté apical convexe, arrondis, avec des bords antérieurs anguleux à arrondis. L'ombilic est en creux. Les loges sont parfaitement visibles en vue ombilicale, mais très peu en vue apicale. La dernière loge du spécimen est cassée, mais l'ouverture de la loge suivante est simple, arrondie et centrée contre la carène. Cette dernière est lisse et assez prononcée.

04. *Elphidium* cf. *macellum*

Test pluriloculaire, planispiralé, en vue de profil (04a) et latérale (04b). Le test possède des bords antérieurs très anguleux, avec des bords latéraux convexes, presque plats. La carène est prononcée. De très nombreuses loges sinusoides sont visibles, formant un angle droit avec la carène, et avec de quelques ponts à peine visibles entre chacune d'elles. L'ouverture de la dernière loge est faite de plusieurs points ; cependant, la qualité du spécimen n'est pas suffisante pour en être certain.

05. *Elphidiella dollfusi*

Test pluriloculaire, planispiralé, en vue de profil (05a) et latérale (05b). Le test possède des bords antérieurs anguleux, avec des bords latéraux convexes, arrondis. La carène est prononcée. De très nombreuses loges sinusoides sont visibles, formant un angle aigu avec la carène, et avec de nombreux ponts entre chacune d'elles. L'ouverture de la dernière loge est circulaire et décentré.

06. *Elphidiella falunica*

Test pluriloculaire, planispiralé, en vue de profil (06a) et latérale (06b). Le test possède des bords antérieurs arrondis, avec des bords latéraux plats. Pas de carène visible. Une dizaine de loges sinusoides sont visibles, formant un angle aigu (presque droit) avec la carène, et avec de nombreux ponts, peu prononcés, entre chacune d'elles.

07. *Pileolina patelliformis*

Test pluriloculaire, trochospiralé, en vue ombilicale (07a), latérale (07b) et apicale (07c). Le test présente un côté ombilical plat, avec un ombilic creux très prononcé, et un côté apical convexe. Les bords antérieurs sont anguleux. Les loges et la carène ne sont pas visibles. L'ouverture est simple, rectangulaire, contre la carène.

08. *Rosalina millettii*

Test pluriloculaire, trochospiralé, en vue apicale (08a), latérale (08b) et ombilicale (08c). Le test possède des bords antérieurs très anguleux, avec une carène très prononcée. La partie ombilicale est plate, la partie apicale convexe. L'ombilic n'est pas prononcé. Les loges sinusoides sont visibles sur la partie apicale, et forment un angle aigu avec la carène. L'ouverture est simple, rectangulaire, contre l'ombilic.

09. *Hanzawaia variolata*

Test pluriloculaire, trochospiralé, en vue ombilicale (09a), latérale (09b) et apicale (09c). Le test présente une partie ombilicale concave et une partie apicale convexe (voire plate). Les bords latéraux sont arrondis. L'ombilic est peu prononcé et est en relief. Peu de loges droites sont visibles (7 ici), pas de ponts. Toute la surface du test possède une ornementation ponctuée. L'ouverture est simple, rectangulaire et centrée vers l'ombilic.

10. *Pseudoeponides repandus*

Test pluriloculaire, trochospiralé, en vue ombilicale (10a), latérale (10b) et apicale (10c). Le test a un côté ombilical plat, voire légèrement convexe. Le côté apical est convexe. Les bords antérieurs sont très anguleux, la carène est peu prononcée. Les loges sont légèrement sinusoidales en face ombilicale, peu d'entre elles sont visibles (7 ici) et forment un angle aigu avec la carène. En face apicale, les loges sont très sinusoidales, et beaucoup plus d'entre elles sont visibles. L'ouverture est ponctuée de façon régulière. L'ombilic est en creux et continue en sillon au devant de la dernière loge.



11. *Pseudoeponides pseudotepidus*

Test pluriloculaire, trochospiralé, en vue ombilicale (11a), latérale (11b) et apicale (11c). La partie ombilicale du test est plate voire légèrement concave, tandis que la partie apicale est convexe, arrondie. Les bords antérieurs sont arrondis. La carène n'est pas visible. L'ombilic est peu prononcé. Les loges sont droites et forment un angle droit avec la carène. En vue ombilicale, elles couvrent toute la surface du test jusqu'à l'ombilic. Tandis qu'en vue apicale, elles forment plusieurs tours : le dernier est très visible, l'avant-dernier peu visible, les premiers très rarement visibles. L'ouverture de la loge est simple, centrée au niveau de l'ombilic.

Barres d'échelles : 500 μ m (01-11). Zones de prélèvement : niveau C2 (01-11).

Planche 3 - Mollusques

01. *Crassadoma multistriata* (Bivalvia, Pectenidae)

Valve droite en vue interne (01a) et externe (01b). La coquille présente une ornementation avec des fines stries radiales. Tout comme les Ostreidae, les Pectenidae n'ont qu'un seul muscle adducteur (monomyaire).

02. Remplissage d'un terrier (Bivalvia)

Ce remplissage de terrier a typiquement la forme de remplissage d'un terrier de bivalve lithophage.

03. *Pecten subarcuatus* (Bivalvia, Pectenidae)

Valve droite en vue interne (03a) et externe (03b). L'espèce présente une valve bombée (droite) et une valve plate (gauche). L'ornementation est constituée de stries radiales. Il n'y a qu'un seul muscle adducteur (monomyaire).

04. *Ostrea tegulata* (Bivalvia, Ostreidae)

Valve droite (vue interne : 04a ; vue externe : 04b) et valve gauche (vue de profil : 04c ; vue interne : 04d). La famille des Ostreidae présente une coquille à lamelles concentriques, monomyaire, avec une valve bombée et une valve plate (operculaire). La plupart des individus est capable de créer de véritables colonies en s'agglomérant sur des objets (coquilles, os, rochers...) ou les uns sur les autres (04c). La charnière est dysodonte.

05. *Conus* sp. (Gastropoda)

Moule interne, dernier tour absent. Le genre *Conus* est caractérisé par une forme de coquille conique, l'ouverture est simple (= holostome). La coquille est lisse, voire avec de fines côtes axiales selon les espèces.

06. *Turritella* sp. (Gastropoda)

Réplica, peut-être le dernier incomplet. L'ornementation est constituée de fines côtes suturales (4 visibles ici). Le genre présente une spire élevée, avec les côtes suturales visibles sur toute la hauteur. L'ouverture est holostome.

07. Gastropodes indéterminés

Trois moules internes, un en calcaire (07a) et deux phosphatés (d'où leur aspect noir et brillant comme les restes de vertébrés) (07b et 07c). L'individu 07a et 07b appartiennent probablement au même genre : spire basse, ouverture holostome. L'individu 07c présente une spire élevée, et une ouverture holostome.

08. *Dentalium* sp. (Scaphopoda)

Individu fragmentaire. Coquille droite, creuse. Mise à part de légères stries de croissance, l'individu ne présente aucune ornementation.

Barres d'échelles : 1 cm (01-07a, 08), 1 mm (07b-c).

Zones de prélèvement : sol/tas (01-08).

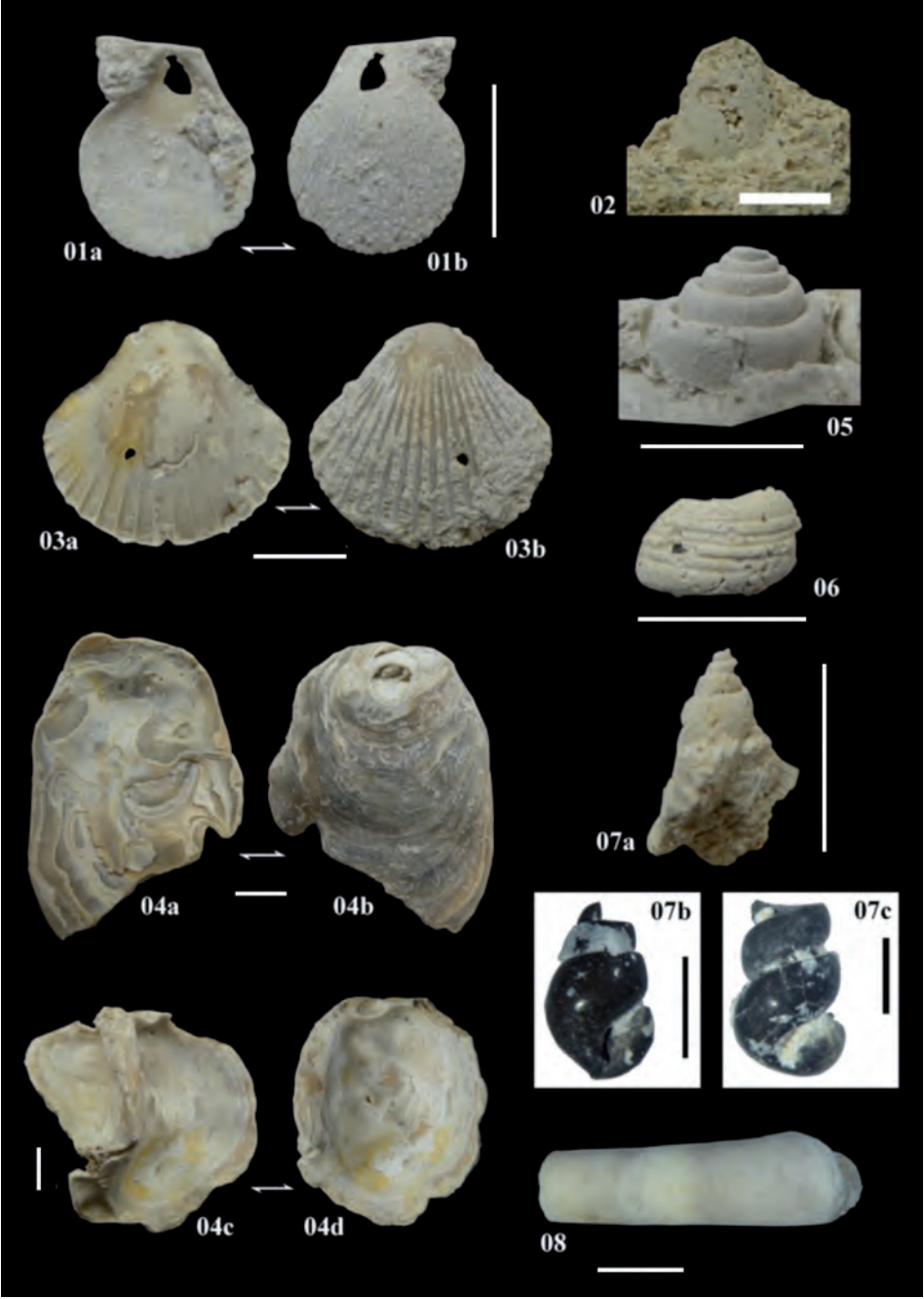


Planche 4 - Bryozoaires

01. *Cellaria sinuosa*

Segment (01a) et détail (01b). Le zoarium est érigé, en segment cylindrique. Les zoécies sont losangiques, pas trop allongées, avec le cadre zoécial visible. L'opésie est placée dans la partie distale de la zoécie. L'ovicelle est immergée endotoïchale.

02. *Porella cervicornis*

Fragment de colonie. Zoarium libre, bilamellaire, érigé. Zoécies généralement subquadrangulaires avec les angles supérieurs arrondis, disposées en files mises bout à bout. La surface frontale des zoécies est plate ou légèrement convexe, perforée de nombreux trémopores de taille variable.

03. Indéterminé

Fragment de colonie. Zoarium libre, érigé, rameux. Pas de face lisse. Grandes ouvertures, avec des péristomes simples. Peut-être présence de petites loges pouvant être attribuées à des chambres d'incubations endotoïchales (ovicelles).

04. Indéterminé

Fragment de colonie. Zoarium libre, érigé, rameux. Pas de face lisse. Les péristomes sont bien développés, les ouvertures sont régulières. En dehors des ouvertures, le zoarium est parcouru de sillons verticaux.

05. *Entalophora proboscidea*

Zoarium libre, érigé, cylindrique, ramifié. Les ouvertures sont disposées irrégulièrement, avec des péristomes isolés, bien développés pour la plupart.

06. *Hornera reteporacea*

Vue en face frontale. Zoarium libre, érigé, réticulé, à nombreux tractus réunissant les branches. Les tubes s'ouvrent sur la face frontale des branches. Espèce commune dans les faluns miocènes.

07. *Hornera frondiculata*

Vue en face dorsale. Zoarium libre, érigé, rameux, à tractus réunissant les branches plus rares. Les tubes s'ouvrent sur la face frontale des branches.

08. *Hornera radians*

Vue en face frontale. Zoarium libre, érigé, rameux, à tractus réunissant les branches plus rares, très occasionnels même. Les tubes s'ouvrent sur la face frontale des branches. Diamètre des orifices supérieur ou égal à 0,07 mm. Sulcis frontaux peu visibles, voire absents. Espèce commune dans les faluns miocènes.

Barres d'échelles : 1 cm (07), 2 mm (06), 1 mm (01a, 02-05, 08), 250 μ m (01b).

Zones de prélèvement : niveau B2 (05), niveau C5 (02-03, 06, 08), sol/tas (01, 04, 07).

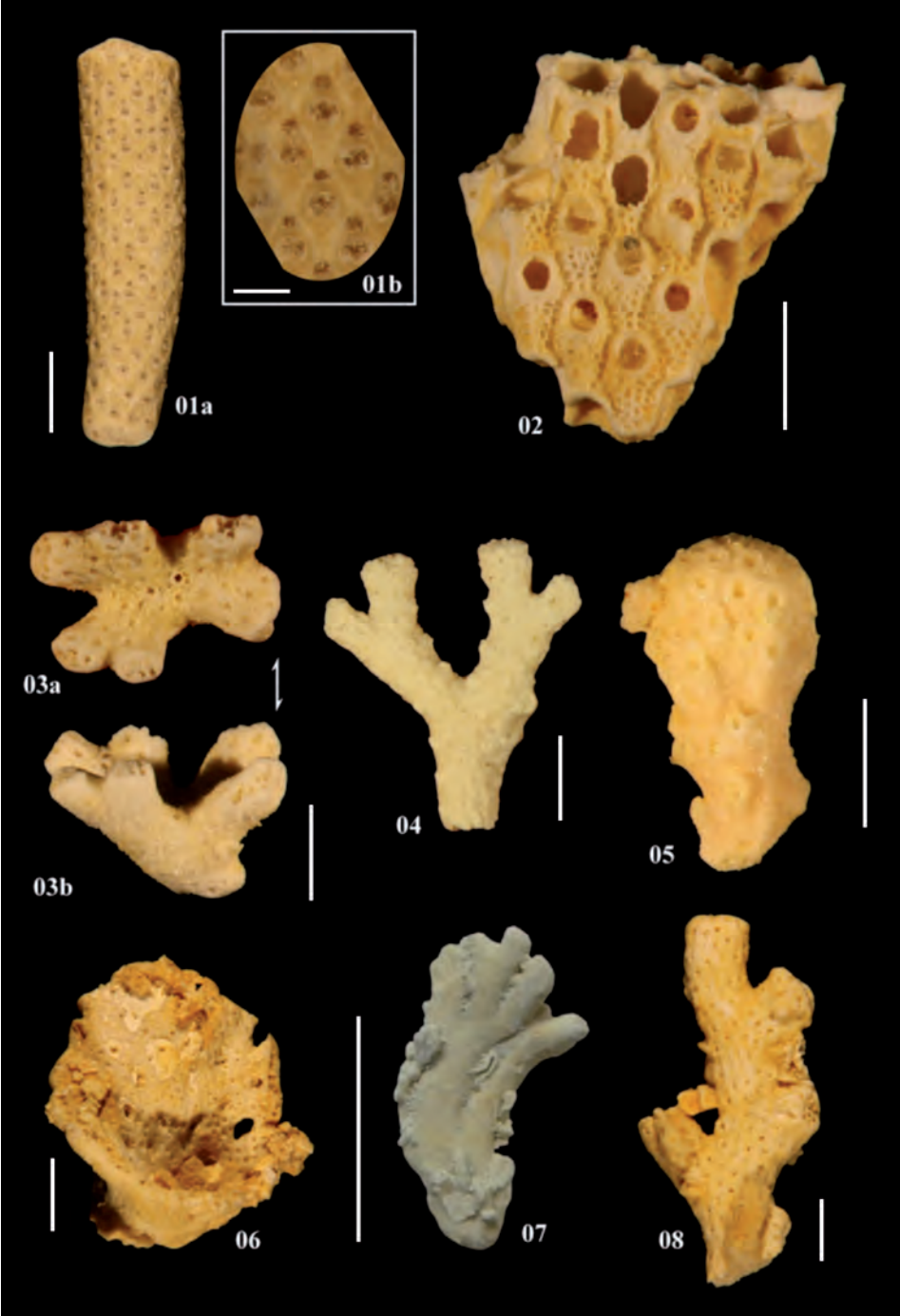


Planche 5 - Bryozoaires - suite

01. Indéterminé

Colonie fragmentaire. Zoarium libre, érigé, rameux, coupe elliptique. Les apertures s'ouvrent que sur les flancs du zoarium strié (comme des stries de croissances d'un bivalve). Le cryptocyste est développé et porte deux opésiules très distincts (selon l'état de conservation).

02. *Calpensia nobilis*

Deux fragments de colonies, l'un possède 3 zoécies (02a) l'autre 2 zoécies (02b). Zoarium encroûtant ou libre, érigé, en lames foliacées. Le cryptocyste est développé et porte deux opésiules très distincts (selon l'état de conservation). Septules uniporeuses présentes. Septules uniporeuses présentes. Largeur zoéciale supérieure à 0,37 mm.

03. *Calpensia andegavensis*

Vue du zoarium (fragmentaire) (03a) et détail (03b). Zoarium libre, érigé, en lames foliacées. Le cryptocyste est développé et porte deux opésiules très distincts (selon l'état de conservation). Septules uniporeuses présentes. Largeur zoéciale inférieure à 0,37 mm, longueur zoéciale supérieure à 0,60 mm.

04. *Hippadenella deshayesi*

Deux colonies différentes (04a et 04b). Zoarium libre, érigé, rameux, bilamellaire. Les zoécies ne sont que trop peu visibles pour en attribuer un nom spécifique (parmi 6 espèces citées par Buge, 1957). Ces espèces se distinguent par la largeur et la longueur des zoécies. Cependant, la forme bilamellaire est souvent attribuée à *H. deshayesi*.

05. *Ceriopora tumulifera*

Colonie complète. Zoarium massif, unilamellaire, de grande taille. Péristomes non épineux, orifices tous de même taille.

06. *Ceriopora balavoinei*

Fragment de colonie ? Zoarium branchu et érigé, unilamellaire, de grande taille. Péristomes non épineux, orifices nettement séparés en deux groupes de tailles voisines.

Barres d'échelles : 1 cm (04a-b, 05-06), 2 mm (03a), 1 mm (01, 02a-b, 03b).

Zones de prélèvement : niveau B2 (01, 02a), niveau C3 (02b), niveau C5 (03a-b), sol/tas (04a-b, 05-06).

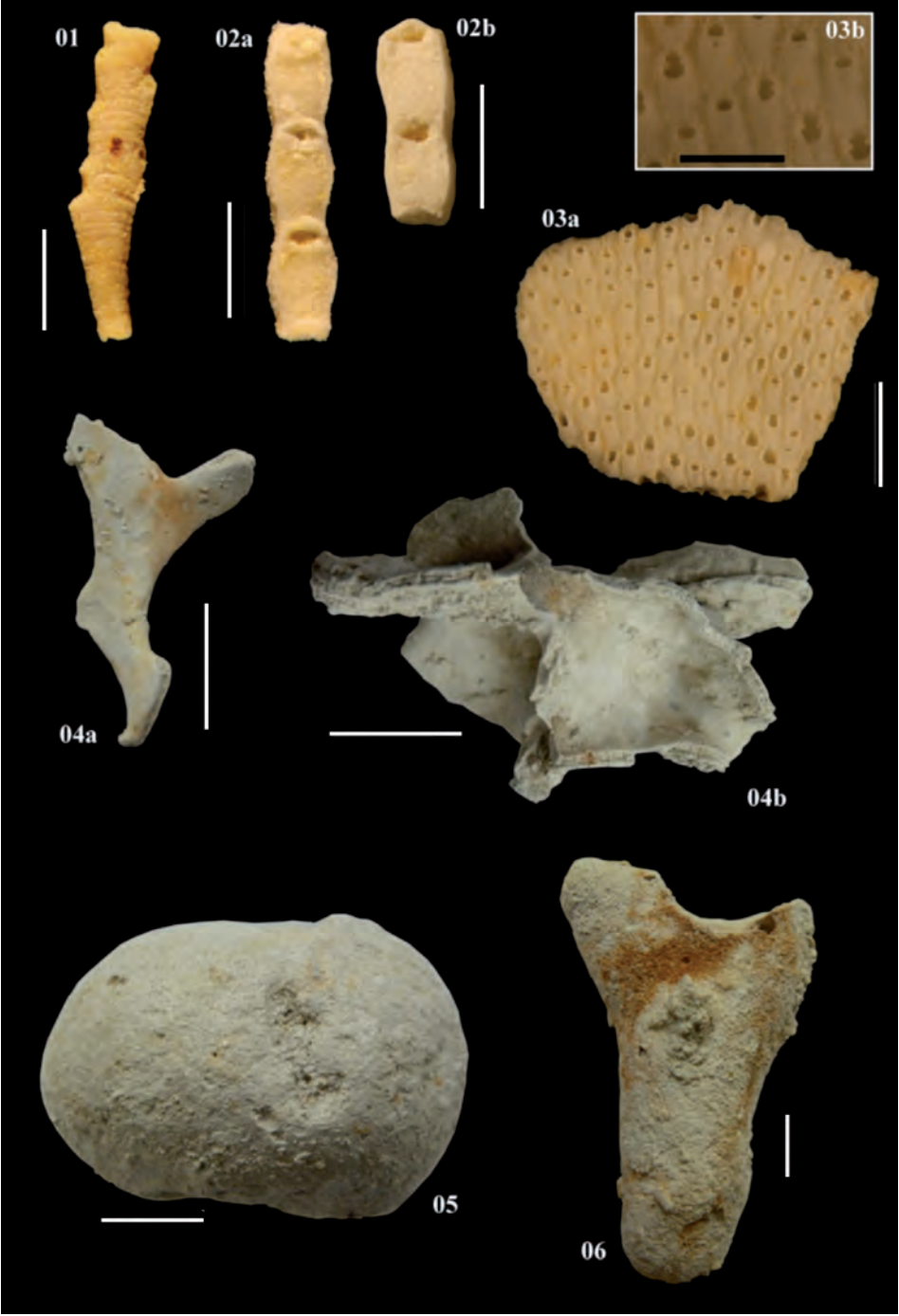


Planche 6 - Echinodermes

01. *Arbacia monilis*

Vue latérale. Test incomplet (moitié). L'espèce présente un test circulaire, avec la bouche à l'opposée de l'anus (oursin régulier, symétrie pentaradiée), cinq aires ambulacraires et cinq interambulacraires. Beaucoup de tubercules de trois tailles différentes.

02. *Parascutella faujasi*

Vue ventrale, individu complet (02a) ; vue dorsale, fragment de test (02b). L'espèce présente un test à symétrie bilatérale, l'anus est sur la même face que la bouche (centrée). Le petit individu est très mal conservé. Le fragment montre la fin des aires ambulacraires (ou « pétales »).

03. *Echinocyamus lebescontei*

Test complet. Vue dorsale (03a), latérale (03b) et ventrale (03c). L'espèce ne dépasse pas le centimètre, rarement le cinq millimètre.

04. *Spatangus britanus*

Vue ventrale. Le test présenté n'est que la partie ventrale droite du test. Ce dernier est basé sur la symétrie bilatérale. La bouche n'est pas circulaire et est décentrée.

05. Radioles

Les radioles sont les piquants des oursins. Ceux-ci se détachent très souvent après la mort de l'animal. Plusieurs types sont reconnaissables. Le radiole d'*Echinopiteus* (larves d'Echinide) peut prendre deux formes : plat et crénelé sur les côtés (05a) ou bien plat et palmé (05b). Un radiole court, droit et circulaire appartient au genre *Parascutella* (05c). Tandis qu'un radiole circulaire (ou un peu aplatis) et présentant un angle près de l'attache appartient à *Spatangus* (05d). Seuls les radioles de *Cyathocidaris* cf. *avenionensis* peuvent atteindre une taille macroscopique (05e-f). Ces derniers sont longs, cylindriques, avec une base lisse jusqu'à la collerette et soit strié sur toute la longueur (05e), soit ponctué plus ou moins finement sur toute la longueur (05f).

06. Comatulida

Articles de cirres. Les articles de comatule peuvent être de deux formes. La première étant circulaire (06a), l'autre étant plutôt ovoïde (06b). Chaque article présente un relief sur une face et un creux sur l'autre. Il est très rare de retrouver les articles en connexion (06c) après la mort de l'animal, surtout dans un milieu agité.

07. Asteroidea

Osselet ambulacraire d'étoile de mer ayant une ornementation particulière.

Barres d'échelles : 1 cm (01-02b, 04, 05e-f), 2mm (03), 1 mm (05a-d, 06a, 06c, 07), 500 μ m (06b).

Zones de prélèvement : niveau B2 (05a, 05e, 06b), niveau C2 (03, 05b-d, 06c, 07), niveau C5 (06a), sol/tas (01-02b, 04, 05f).

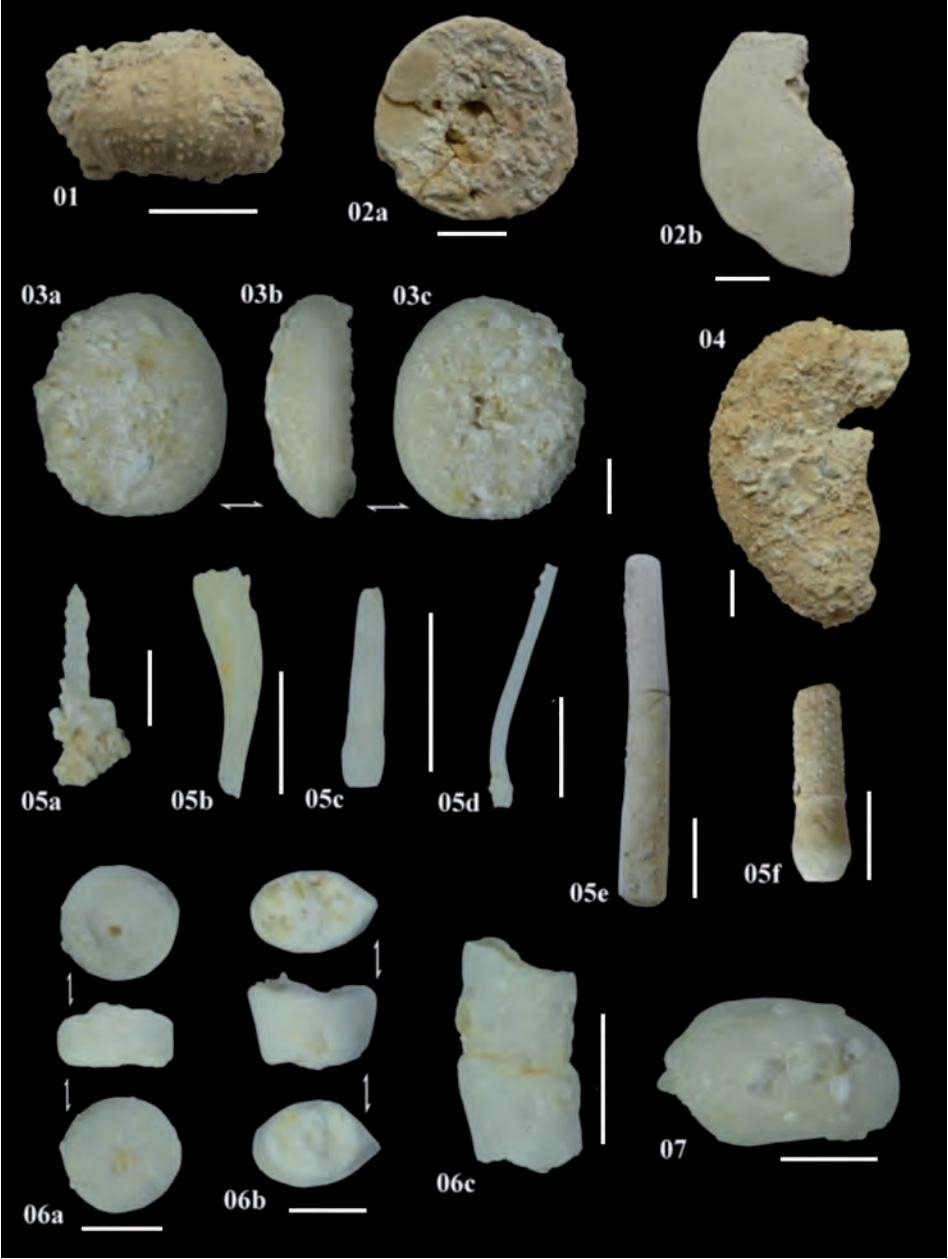


Planche 7 - Crustacés

01. *Scylla michelini*

Fragment de dactyle, vue palmaire (01a) et de profil (01b-c). Les dactyles de *Scylla* sont de type « coupeur ».

02. Dactyle indéterminé (Décapode)

Vue palmaire (02a), de profil (02b) et du dessous (02c). Ce fragment de dactyle (type « broyeur ») est phosphaté. Il s'agit probablement d'un fragment de dactyle de *Cancer*.

03. *Cancer macrochellus*

Fragment de dactyle, vue palmaire (03a) et de profil (03b). Les dactyles de *Cancer* sont de type « broyeur ».

04. Dactyle indéterminé (Décapode)

Fragment de dactyle, vue palmaire (04a) et de profil (04b). Ce fragment est usé, et semble assez épais en vue palmaire. Il pourrait donc s'agir d'un dactyle type « broyeur ».

05. Fragment indéterminé de Décapode

Le fragment est phosphaté, et est trop fragmentaire pour déterminer s'il s'agit d'un fragment de dactyle ou de carapace.

06. Balane indéterminée

Vue interne d'une loge. Cette balane diffère de *Megabalanus tintinnabulum* par sa petite taille et la présence de plaques vers l'ouverture.

07. *Megabalanus tintinnabulum*

Vues de profil. Les balanes en règle générale vivent en colonie (07b). L'individu solitaire (07a) a certainement été séparé du reste de la colonie après sa mort, car des restes des autres loges voisines sont visibles. La particularité du site – même des faluns de Bretagne en général – et la couleur naturelle de la loge qui peut se maintenir après la fossilisation. En comparant avec un spécimen actuel, il s'agit bien là de la couleur initiale de la loge : des lignes rosées parcourant la hauteur des loges et portant des ponts entre elles (d'où cet aspect rosé ponctué de blanc) (07b). Une loge ayant perdu sa couleur ressemble plutôt à l'individu 07a.

Barres d'échelles : 1 cm (01, 03, 06, 07), 5 mm (08), 1 mm (02, 05, 04).

Zones de prélèvement : niveau C5 (02, 05, 08), sol/tas (01, 03-04, 06-07).

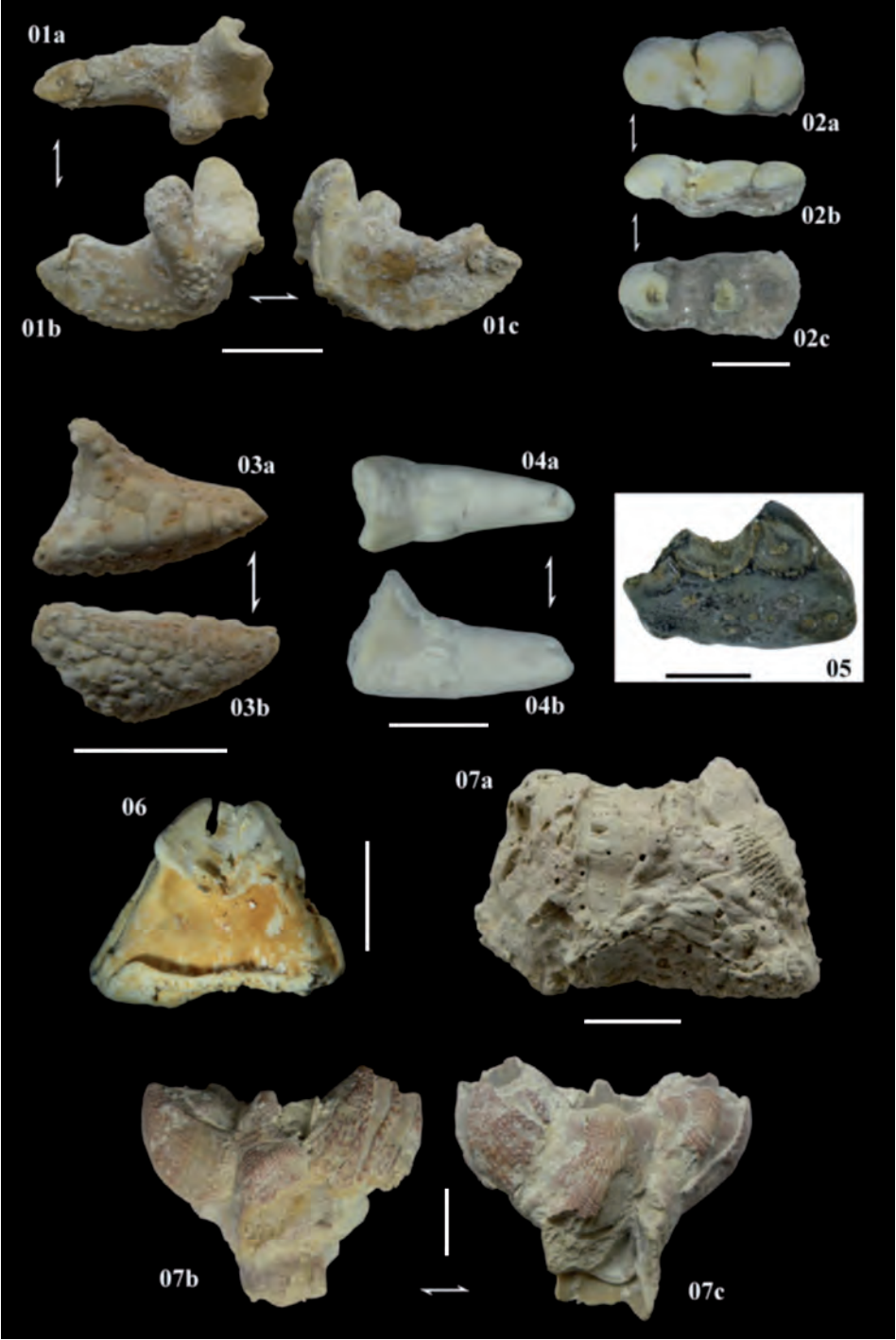


Planche 8 - Autres invertébrés et mixtes

01. Symbiose de *Celleporaria palmata* (Bryozoaire) et de *Culicia parasitica* (Corail)

Zoarium érigé, arborescent/rameux. La largeur des zoécies est supérieure à 0,15 mm. Cette espèce de bryozoaire est très connue dans les faluns de l'Ouest de la France pour être l'une des rares espèces qui puisse s'associer à un coelentéré.

02. *Megabalanus tintinnabulum* (Crustacé) et *Ceriodora tumulifera* (Bryozoaire)

Le zoarium a grandi normalement jusqu'à ce qu'un individu de balane vienne s'implanter sur la colonie. La colonie a continué de grandir sans que la balane la gêne : la balane semble comme « incrustée » dans la colonie.

03. *Serpula ficosa* (Annélide) isolé

Forme libre. Le tube est circulaire à l'intérieur, mais l'extérieur possède trois carènes. Perpendiculairement, des stries de croissance sur toute la paroi.

04. *Serpula ficosa* (Annélide) dans une loge de *Megabalanus tintinnabulum* (Crustacés)

Il n'est pas rare de retrouver des serpules encroûter n'importe quel objet, qu'il soit minéral ou biologique, comme cette loge de balane. Les formes biologiques colonies peuvent être aussi des coquilles de bivalves. Les serpules encroûtantes sont de très bons indicateurs taphonomiques : cela signifie que l'objet a certainement été enfoui après une phase d'exposition sur le fond assez longue (alors que l'individu encroûté est mort).

05. Spicules de spongiaire

Les spicules ont la forme de bâtonnets (siliceux ici). Ils peuvent prendre différents formes : simple (monoaxone : 05a) ou complexe (triaxone : 05b). Leurs assemblages constituent le tout ou une partie du squelette du spongiaire.

06. *Echinocyamus lebescontei* et *Spatangus britannus* (Echinides)

Il est très rare de retrouver des *Echinocyamus lebescontei* à l'œil nu. Ici, l'individu est « fixé » post-mortem sur un fragment de test de *Spatangus britannus*.

07. Dent molariforme de *Sparus cinctus* (Sparidae) sur un fragment de *Parascutella faujasi* (Echinide)

Les restes de vertébrés macroscopiques sont rares dans le lieu de la découverte. Cette dent de dorade (*Sparus cinctus* ; 07b) s'est retrouvée « fixée » sur un fragment de *Parascutella faujasi* (vue ventrale, 07a).

Barres d'échelles : 1 cm (01-04, 07a), 5 mm (06, 07b), 500 μ m (05a-b).

Zones de prélèvement : niveau C2 (05a-b), sol/tas (01-04, 06-07).

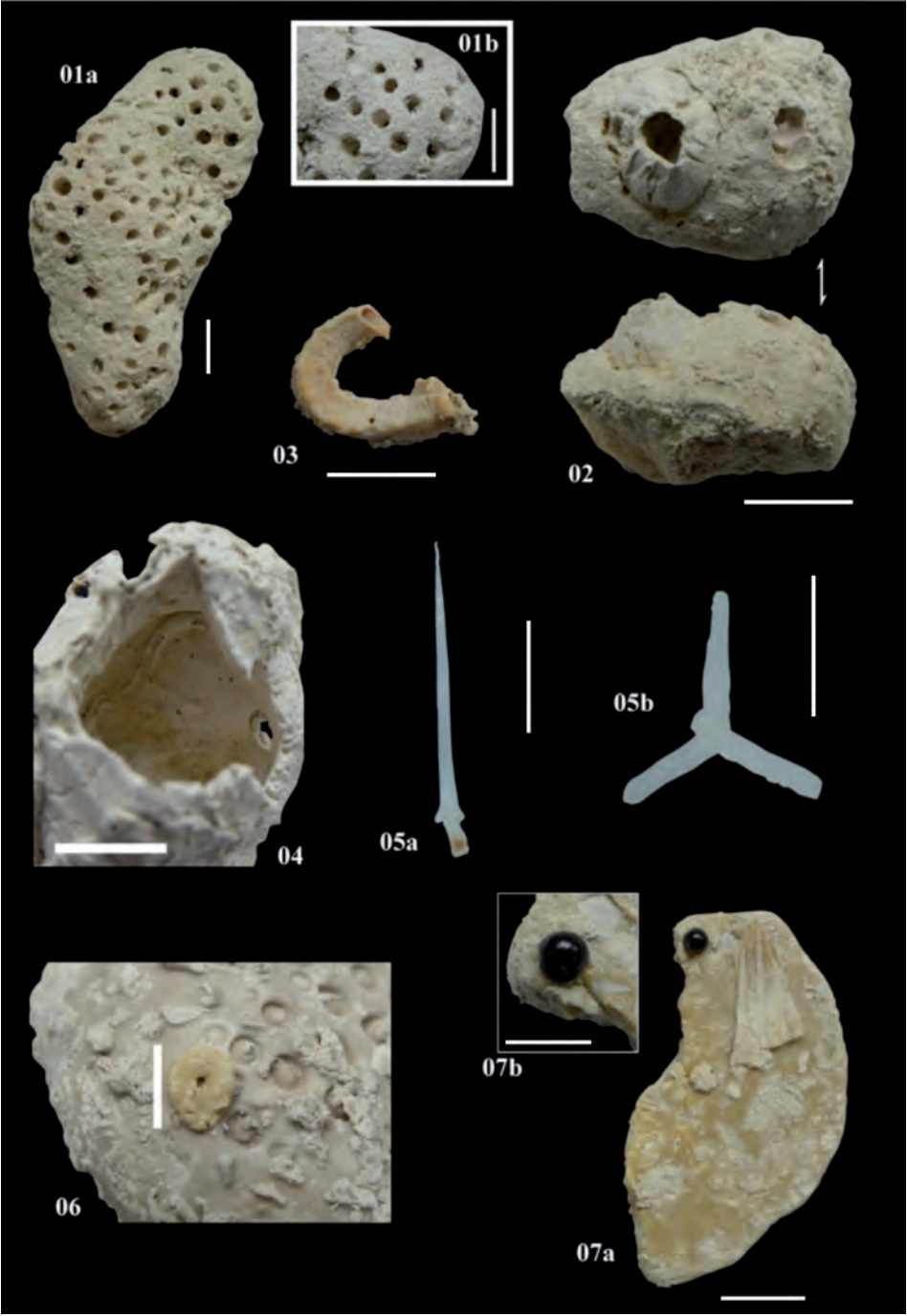


Planche 9 - Sélachimorphes

01. Dent indéterminée

Vue linguale (01a) et labiale (01b). Racine absente. Dent plate en vue latérale, avec des tranchants nets.

02. *Negaprion magnus*

Vue labiale (02a) et linguale (02b). Dent latérale. La face labiale est plate, la face linguale est convexe. La racine est massive. Les tranchants sont nets, non crénelés. La cuspide principale est séparée des talons par une encoche nette. Les talons portent habituellement des denticules (non visibles ici). Sillon nutritif visible.

03. *Rhizoprionodon cf. ficheuri*

Vue labiale (03a) et linguale (03b). Dent latérale. La face labiale est plate, la face linguale convexe. La racine est imposante. Les tranchants sont nets, non crénelés. La cuspide principale est séparée du talon proximal par une encoche. En revanche, la cuspide principale continue en prolongement avec le talon distal. Sillon nutritif visible.

04. Dent indéterminé

Il s'agit certainement d'une dent très latérale. La cuspide se prolonge en un très long talon. Le tranchant est net.

05. Dent indéterminée

La dent présente une cuspide à tranchants nets, peut-être de légères crénelures.

06. *Isogomphodon acurius*

Vue labiale (06a) et linguale (06b). La couronne est étroite, élançée vers la face linguale. Les talons sont courts et forment des sortes de petits denticules.

07. Dent indéterminée

Vue labiale (07a) et linguale (07b). Racine absente. La cuspide est droite et étroite.

08. *Scyliorhinus distans*

Vue labiale. Une cuspide principale et, habituellement, deux cuspides accessoires (une seule présente ici). Les cuspides sont droites et présentent à leurs bases des plis. La face racinaire est cordiforme.

09. *Scyliorhinus distans*

Vue occlusale (09a) et racinaire (09b). Une cuspide principale et une seule cuspide accessoire présente ici. Les cuspides sont droites et présentent à leurs bases des plis. Les apex ici sont blancs. La face racinaire est cordiforme.

10. Ecaille placoïde de Carcharhiniforme

Vue dorsale. Ces écailles sont constituées de dentine et couverte d'émail (comme les dents). L'écaille ici est cordiforme, avec des carènes très prononcées.

11. Ecaille placoïde indéterminée

Vue dorsale. L'écaille ici est losangique, avec des carènes prononcées.

Barres d'échelles : 5 mm (02), 1 mm (01, 03-08), 500 μ m (10-11).

Zones de prélèvement : niveau A (06, 08), niveau C1 (02), niveau C3 (11), niveau C5 (01, 03, 07, 09), sol/tas (04-05, 10).

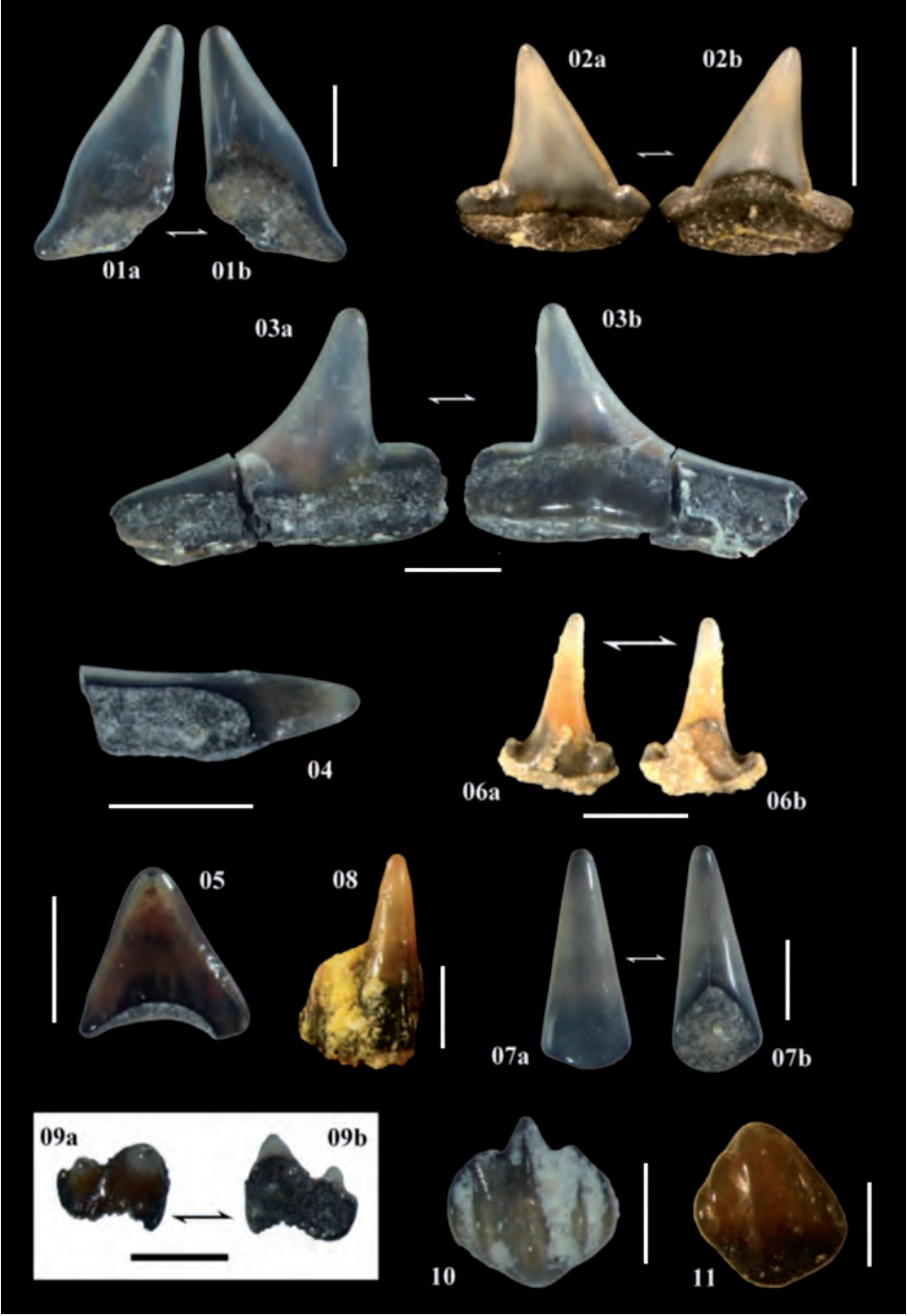


Planche 10 - Rajomorphes

01. *Rhinobatos* sp.

Vue occlusale (01a), latérale (01b) et racinaire (01c). Dent incomplète. La couronne est bombée, plus ou moins rectangulaire, et présente un côté latéral plat. Racine très simple.

02. *Dasyatis* sp.

Vue occlusale (02a), latérale (02b) et racinaire (02c). Dent incomplète. Couronne bombée, perforée de petits trous.

03. *Dasyatis* sp.

Vue occlusale (03a), latérale (03b) et racinaire (03c). Dent encore plus incomplète. Couronne bombée, perforée de petits trous.

04. *Rhinoptera* cf. *studer*

Vue occlusale (04a), latérale (04b) et racinaire (04c). Dent usée. La couronne est plus épaisse (en vue latérale) que la racine. Cordon assez saillant entre la racine et la couronne. Il est possible qu'il s'agisse d'une dent latérale : la couronne est plus haute d'un côté en vue latérale.

05. Aiguillon de Bathoïde

La section de l'aiguillon est ovale, formant un angle sur les bords latéraux. L'objet porte un canal central. La surface est parcourue de stries obliques. Un des deux bords latéraux porte une crénelure.

06. Boucle dermique de Bathoïde

Vue ventrale (06a), latérale (06b) et dorsale (06c). L'objet est plus ou moins ovoïde en vue dorsale et présente deux échancrures vers sa partie postérieure. La partie ventrale est concave, la partie dorsale convexe. L'apex est orienté vers l'arrière.

Barres d'échelles : 1 cm (04), 1 mm (01-03, 06), 500 μ m (05).

Zones de prélèvement : niveau A (03), niveau C1 (04), niveau C3 (02), niveau C5 (01, 05-06).

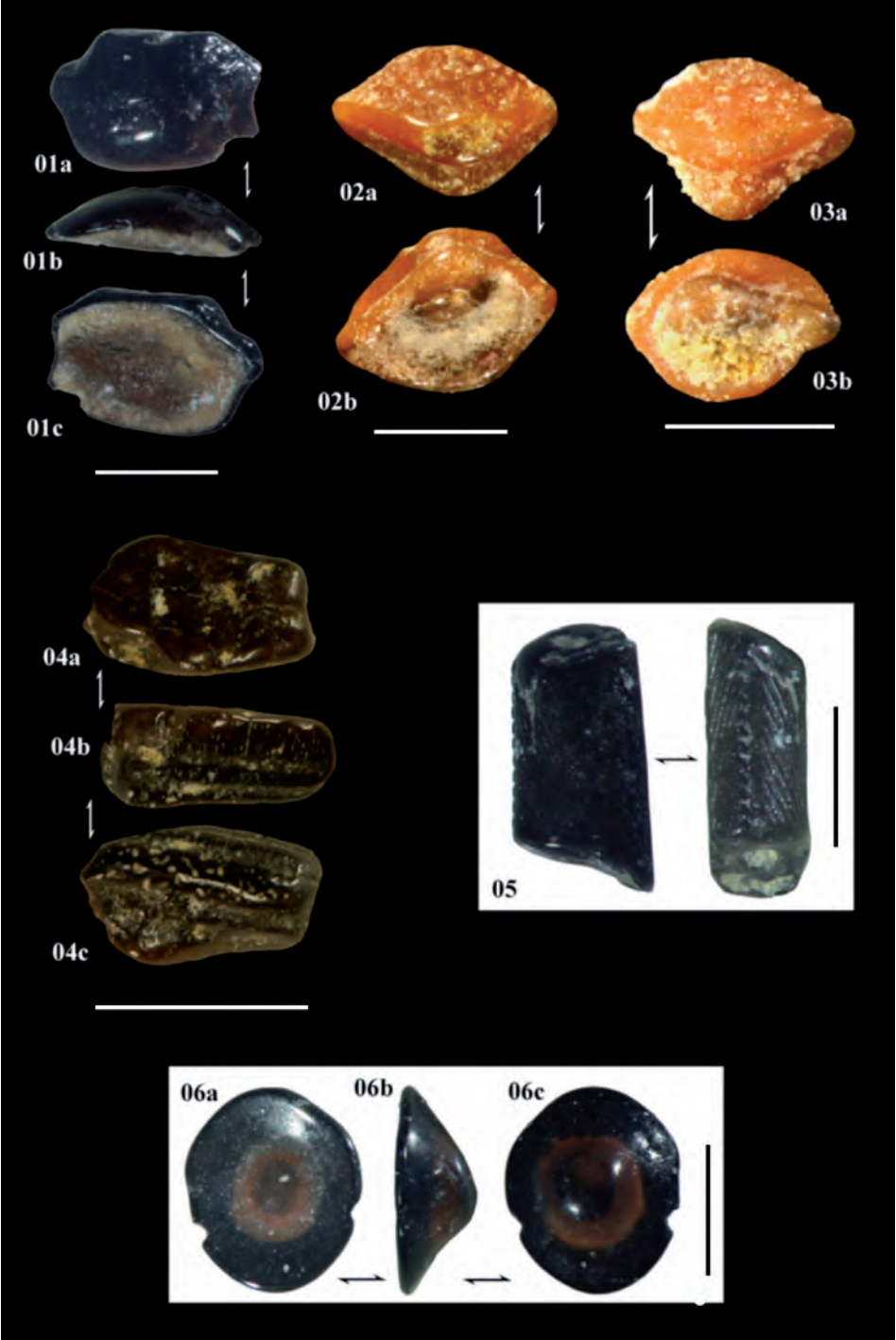


Planche 11 - Téléostéens

01. *Labrodon pavimentatum*

Vue occlusale (01a), latérale (01b) et racinaire (01c). Dent isolée de l'os pharyngien. Sans forme particulière, couronne convexe, racine plate et possédant une alvéole. La dent a un côté plus haut que l'autre. D'ordinaire, les dents s'organisent en pavé dentaire.

02. *Sphyraena cf. olissiponensis*

Vue latérale. Dent antérieure (dissymétrique), aplatie latéralement. Tranchant aigu, courbé.

03. *Trigonodon oweni*

Vue occlusale (03a), latérale (03b) et racinaire (03c), dent isolée du pharyngien supérieur. Dent ovoïde, convexe en face occlusale, concave en face racinaire. Prolongement d'un côté de la dent. D'ordinaire, de type de dents s'organise en pavé dentaire.

Vue linguale (03d), latérale (03e) et labiale (03f), dent incisiforme. Le tranchant est oblique par rapport au plan de base. Dent arquée en vue latérale et très épaisse à la base. La face linguale est concave, la face labiale convexe.

04. *Acanthurus sp.*

Vue labiale (04a, d), latérale (04b, e) et linguale (04c, f). Dents convexe en face labiale et concave en face linguale. Le tranchant est caractérisé par des grosses crénelures : 3 pour la 04a-c, 8 pour la 04d-f. La seconde dent aurait pu être la forme adulte de la première, seulement elles ont approximativement la même taille. De ce fait, il s'agit soit de deux espèces différentes, soit d'un dimorphisme dentaire au sein d'une même espèce.

Barres d'échelles : 1 mm (01, 03-06), 500 μ m (02).

Zones de prélèvement : niveau B2 (05), niveau C5 (01-03), sol/tas (04, 06).

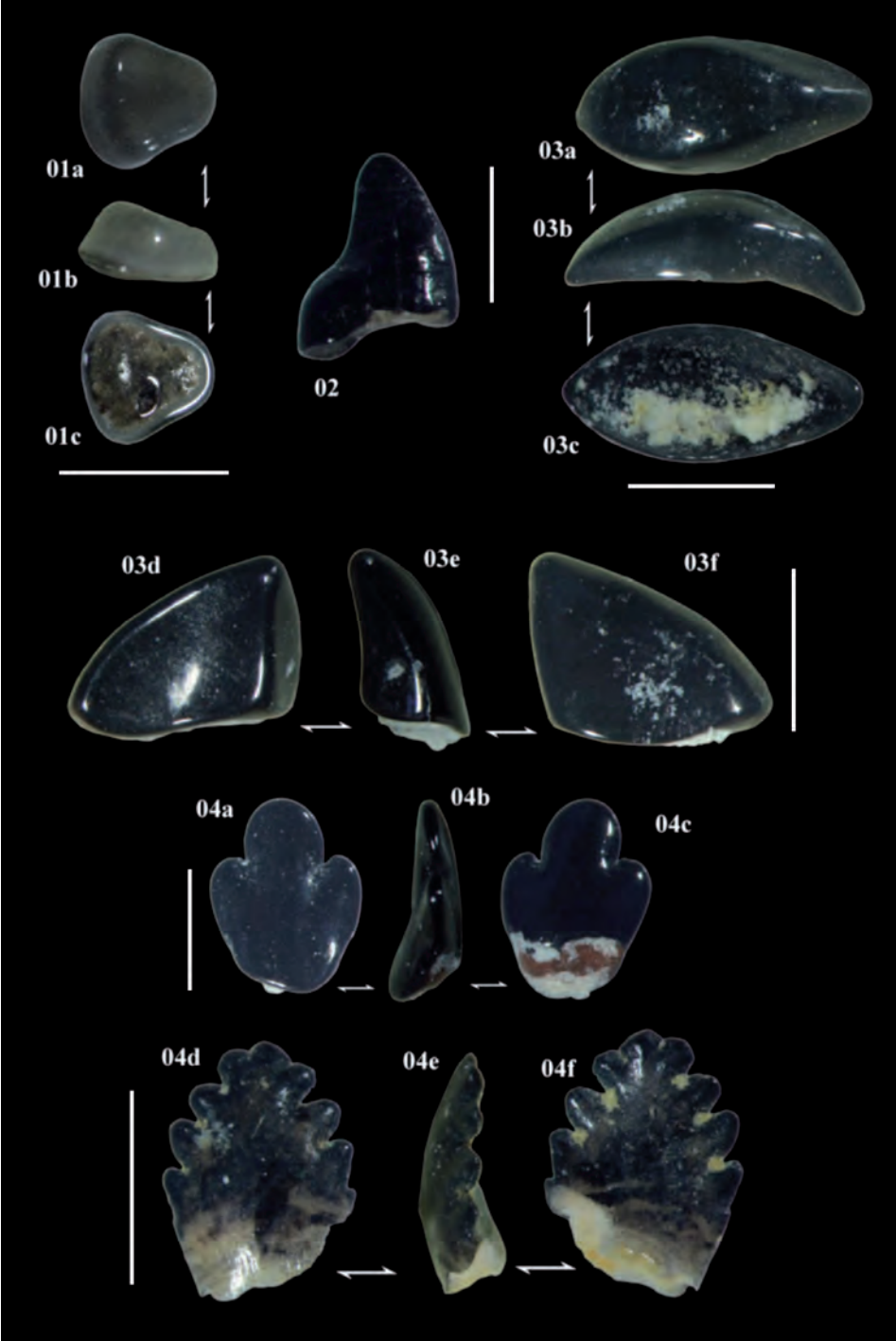


Planche 12 - Téléostéens (suite)

01. *Dentex fossilis*

Deux types de dents peuvent être attribuables à cette espèce : une dent molariforme (01a) et une dent caniniforme (01b). La caractéristique pour les dents de cette espèce est l'apex de la dent qui est blanc translucide.

02. *Sparus cinctus*

Vue occlusale (02a), latérale (02b) et racinaire (02c). Dent molariforme, très connue dans les faluns de l'Ouest de la France. Elle est ronde, avec une couronne haute à apex arrondi, percé ou pointu (selon le degré d'abrasion).

03. *Sparus auratus*

Vue occlusale (03a), latérale (03b) et racinaire (03c). Dent molariforme, très connue dans les faluns de l'Ouest de la France. Elle est ovoïde (en forme de haricot), avec une couronne basse (arrondie sur les bords latéraux, plate sur l'apex).

04. « Canines » de Sparidae indéterminées

Plusieurs types de dent caniniformes de Sparidae existe. Malheureusement, pas toutes identifiables. En 04a, le type est plutôt en forme de pointe, arrondi à l'apex, circulaire en section. Le type 04bc (b : vue occlusale ; c : vue latérale) est comme la précédente avec une couronne moins haute, et l'apex a tendance à être percé (peut-être s'agit-il de la même dent que précédemment mais ayant plus servi). Le type 04d (vue latérale) est également en forme de pointe, apex très pointu, légèrement « boudinée » par endroit, à section circulaire. La dent 04ef (e : vue linguale ; f : vue latérale) est plus proche du genre *Diplodus* : légèrement courbée vers le côté lingual, en forme de « spatule » ; son apex est blanc laiteux, ce qui n'est pas typique des deux espèces ci-après.

05. *Diplodus intermedius*

Vue linguale (05a), latérale (05b) et labiale (05c). Les dents sont noires, hautes, effilées, sans symétrie (sauf pour les dents symphysaires), étant recourbées vers le côté lingual et présentant en vue linguale un « bourrelet » caractéristique. La vue labiale est intéressante, car elle présente des microstries étant sans doute des traces d'usures fonctionnelles.

06. *Diplodus jomnitanus*

Vue linguale (06a), latérale (06b) et labiale (06c). Les dents sont moins hautes, plus « carrées », plus symétriques que l'espèce précédente, étant recourbées vers le côté lingual.

Barres d'échelles : 5 mm (02), 1 mm (03-06), 500 μ m (01b), 250 μ m (01a).

Zones de prélèvement : niveau B2 (04b), niveau C1 (02), niveau C5 (01a-b, 04a), sol/tas (03, 04c-d, 05-06).

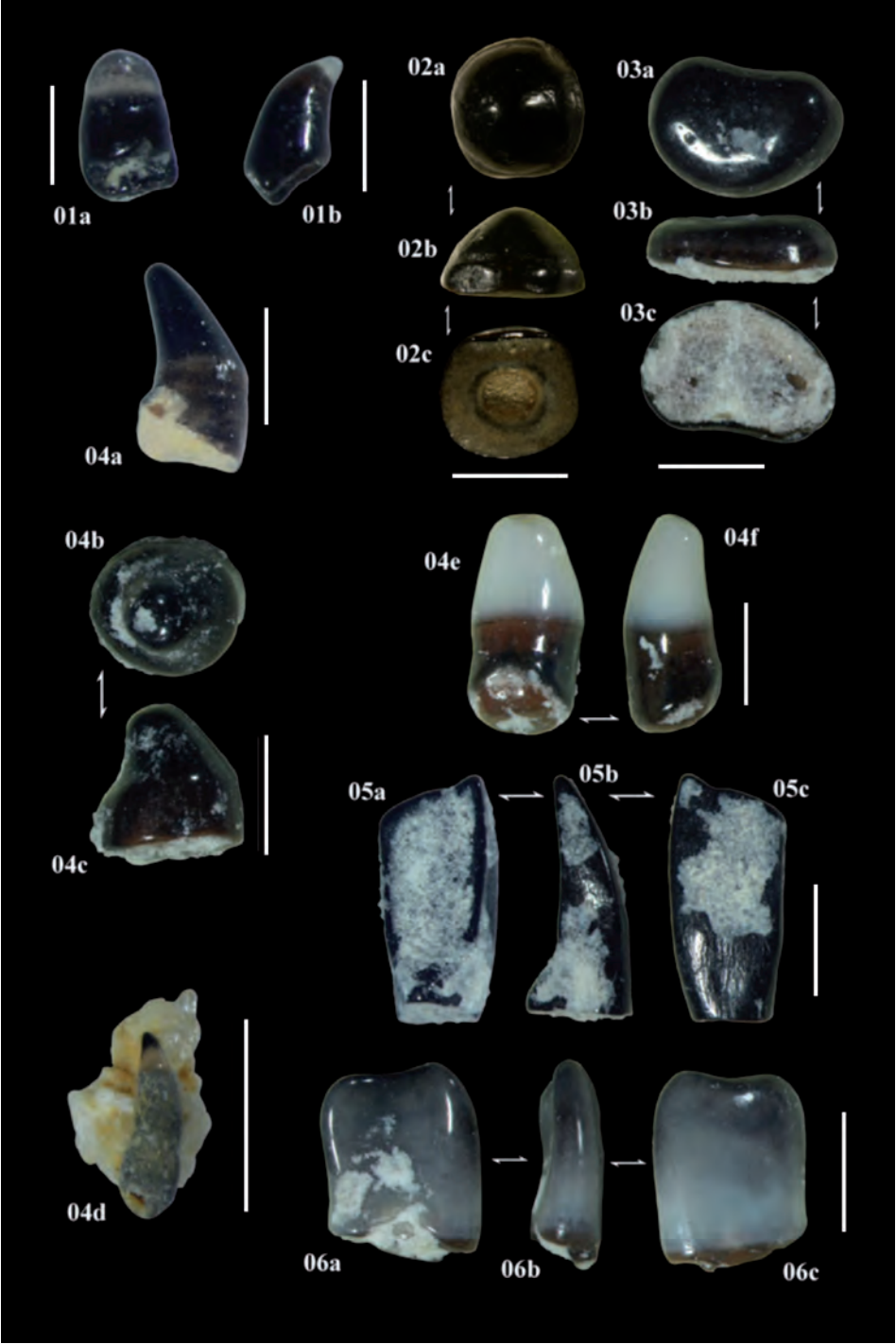


Planche 13 - Autres groupes et identifications incertaines

01. Heterodontus ?

Vue linguale (01a), latérale (01b) et labiale (01c). Dent antérieure de juvénile. La cuspidé principale est losangique, convexe en vue labiale, concave en vue linguale. Présence d'une cuspidé secondaire.

02. Heterodontus ?

Vue linguale (02a), latérale (02b) et labiale (02c). Dent antérieure de juvénile. La cuspidé principale est losangique, convexe en vue labiale, concave en vue linguale. Présence d'une cuspidé secondaire. La dent est plus complète que la précédente, mais est de la même taille.

03. Sparidae ?

Vue occlusale (03a) et latérale (03b). Dent pharyngienne isolée probablement. Une cuspidé principale recourbée vers le côté lingual.

04. Dent pharyngienne indéterminée

Vue latérale. La dent est plate et comme la précédente : elle est recourbée vers le côté lingual.

05. Fragment d'écaille ou de disque vertébral ?

L'objet, en grande abondance dans les niveaux, présente un côté lisse (05a) et un côté granuleux, avec plusieurs points alignés en courbure (05b).

06. Fragment de prémaxillaire de Lissamphibien

Les trois vues présentent un prémaxillaire portant des dents simples, faisant penser à du lissamphibien.

07. Fragment de vertèbre ?

Vue du dessus (07a) et vue latérale (07b). L'objet présente un appendice bombé, plat, dominant. La coupe de l'objet à la base fait penser à de l'os.

08. Fragment de dent de Crocodilia ?

Vue linguale/labiale ? Objet émaillé, il s'agit bien là d'une dent. Les stries sur la paroi font penser aux stries typiques des dents de crocodiliens.

09. Fragment d'ostéoderme de Crocodilia ?

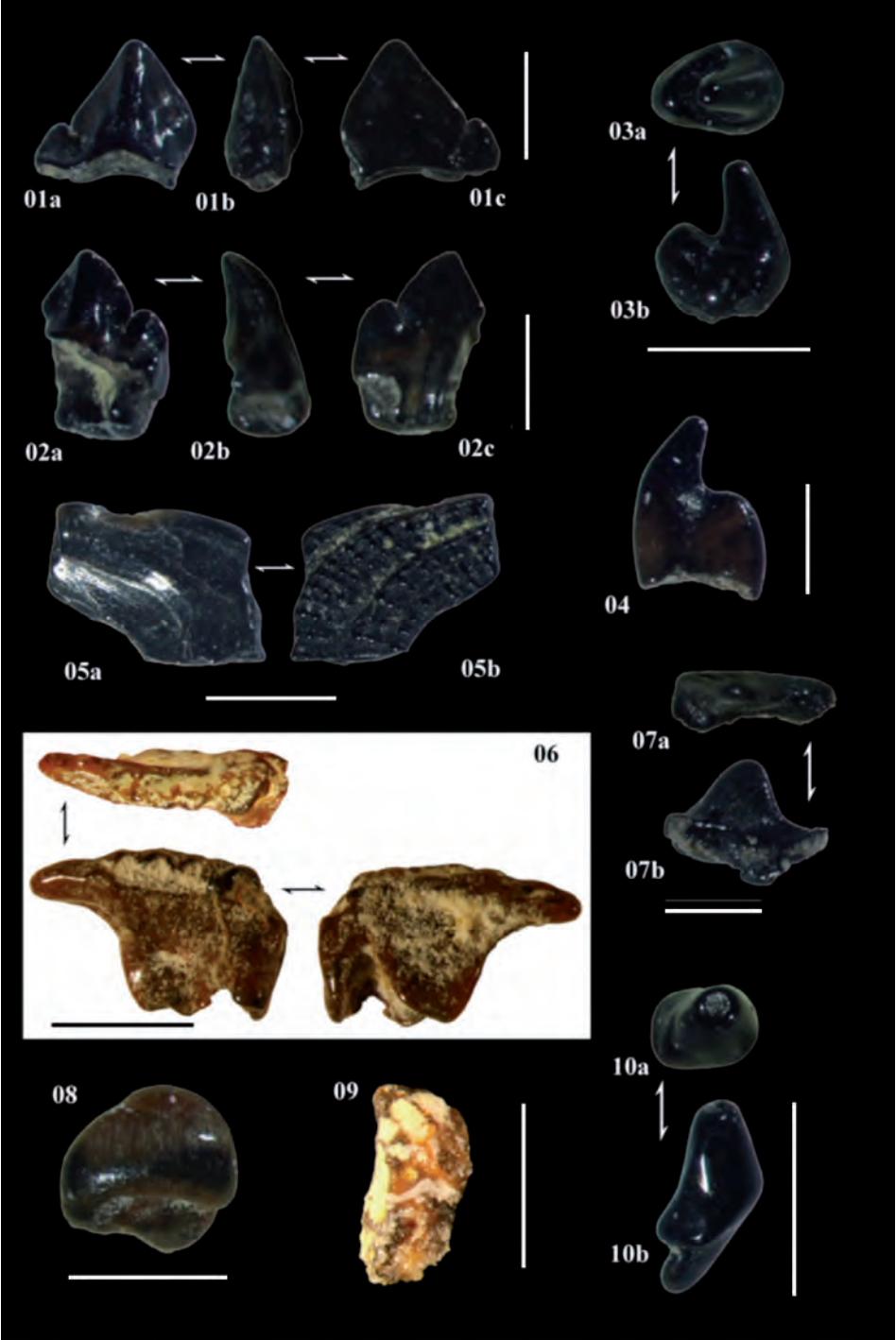
Objet informe, très fragmentaire. Les alvéoles laissent supposer qu'il pourrait s'agir d'un fragment d'ostéoderme de crocodilien.

10. Dent de Sparidae ou dent de Cétacé ?

Vue occlusale (10a) et latérale (10b). La forme globale de cette dent fait penser à une dent de Pomatodelphis. Cependant, il s'agit là d'une dent de très petite taille (500 µm de haut). Ce qui irait plus dans le sens d'une dent de téléostéen.

Barres d'échelles : 1 mm (03, 05-06, 09), 500 µm (01-02, 04, 07-08, 10).

Zones de prélèvement : niveau A (09), niveau B2 (10), niveau C2 (07), niveau C3 (06), niveau C5 (01-05, 08).



Annexe 7

Tableaux de comptages et de pourcentages des foraminifères présents dans les niveaux B2, C2 et C5, prélevés sur l’affleurement III. 1, secteur SE de La Hazardière, Le Quiou (22)

Les valeurs en rouges sont les pourcentages inférieurs à 1 %, regroupés dans Autres < 1 % dans cette étude.

Niveau B2		
Taxon	Comptage	%
<i>Pararotalia serrata</i> (non ép.)	396	56,5
<i>Pararotalia serrata</i> (ép.)	0	0,0
<i>Ammonia</i> sp.	1	0,1
<i>Elphidium</i> cf. <i>macellum</i>	80	11,4
<i>Elphidiella dollfusi</i>	3	0,4
<i>Elphidiella falunica</i>	53	7,6
<i>Pileolina patelliformis</i>	22	3,1
<i>Rosalina millettii</i>	2	0,3
<i>Hanzawaia variolata</i>	3	0,4
<i>Pseudoeponides repandus</i>	42	6,0
<i>Pseudoeponides pseudotepidus</i>	7	1,0
<i>Oolina</i>	10	1,4
<i>Globulina gibba</i>	4	0,6
<i>Lagena</i>	2	0,3
<i>Bolivina</i>	9	1,3
<i>Stainforthia fusiformis</i>	0	0,0
<i>Quiqueloculina</i> sp.	4	0,6
<i>Globogerinoides ruber</i>	2	0,3
Indéterminés	61	8,7
Total	701	100,0

Niveau C2

Taxon	Comptage	%
<i>Pararotalia serrata</i> (non ép.)	343	43,5
<i>Pararotalia serrata</i> (ép.)	2	0,3
<i>Ammonia</i> sp.	2	0,3
<i>Elphidium</i> cf. <i>macellum</i>	166	21,1
<i>Elphidiella dollfusi</i>	14	1,8
<i>Elphidiella falunica</i>	63	8,0
<i>Pileolina patelliformis</i>	20	2,5
<i>Rosalina millettii</i>	5	0,6
<i>Hanzawaia variolata</i>	13	1,6
<i>Pseudoeponides repandus</i>	29	3,7
<i>Pseudoeponides pseudotepidus</i>	8	1,0
<i>Oolina</i>	16	2,0
<i>Globulina gibba</i>	5	0,6
<i>Lagena</i>	3	0,4
<i>Bolivina</i>	5	0,6
<i>Stainforthia fusiformis</i>	2	0,3
<i>Quiqueloculina</i> sp.	6	0,8
<i>Globogerinoides ruber</i>	4	0,5
Indéterminés	82	10,4
Total	788	100,0

Niveau C5

Taxon	Comptage	%
<i>Pararotalia serrata</i> (non ép.)	359	49,3
<i>Pararotalia serrata</i> (ép.)	0	0,0
<i>Ammonia</i> sp.	1	0,1
<i>Elphidium</i> cf. <i>macellum</i>	88	12,1
<i>Elphidiella dollfusi</i>	3	0,4
<i>Elphidiella falunica</i>	32	4,4
<i>Pileolina patelliformis</i>	18	2,5
<i>Rosalina millettii</i>	18	2,5
<i>Hanzawaia variolata</i>	3	0,4
<i>Pseudoeponides repandus</i>	67	9,2
<i>Pseudoeponides pseudotepidus</i>	6	0,8
<i>Oolina</i>	21	2,9
<i>Globulina gibba</i>	3	0,4
<i>Lagena</i>	3	0,4
<i>Bolivina</i>	8	1,1
<i>Stainforthia fusiformis</i>	0	0,0
<i>Quiqueloculina</i> sp.	3	0,4
<i>Globogerinoides ruber</i>	12	1,6
Indéterminés	83	11,4
Total	728	100,0