

Réalisation d'un guide d'aide à la reconnaissance de
fossiles, appuyée par la révision d'une portion
callovienne des falaises des Vaches-Noires
(Houlgate, Normandie)

GODALLIER Cloé
M2 PPP – Université de Rennes 1
Année 2021 – 2022



Tuteur : PICOT Laurent
Référent : NERAUDEAU Didier

Table des matières

Introduction.....	1
I. Réalisation du log stratigraphique correspondant au platier de Houlgate	1
Contextes de l'étude	1
1. Contexte historique	1
2. Contexte géologique et paléogéographie :	3
a) Géographie globale	3
b) Evolution eustatique au cours du Jurassique aux falaises des Vaches-Noires	3
3. Objectifs de l'étude	4
Matériel et méthode	4
Résultats	4
1. Détermination de la nature du platier et identification du contenu paléontologique	4
2. Coupe stratigraphique du platier et des falaises des Vaches-Noires	4
Discussion	5
1. Identification de la formation et placement dans la colonne stratigraphique :	5
2. Environnement de dépôt de la formation étudiée	8
3. Contenu paléontologique	9
4. Remplacement de la formation étudiée au sein de la coupe complète des falaises des Vaches-Noires	10
II. Production d'un Carnet d'identification des fossiles des falaises des Vaches-Noires	13
La nécessité d'un ouvrage spécialisé pour le grand public	13
1. Le musée Paléospace.....	13
2. La librairie du musée Paléospace l'Odysée	14
La production du carnet	14
1. A qui s'adresse l'ouvrage ?	14
2. Conception du carnet : bases ; quels problèmes, quelles solutions ?.....	15
a) Format du guide	15
b) Obstacles constatés lors de la réflexion autour du contenu du guide	15
3. Contenu du guide	16
a) Le carnet dans sa globalité	16
b) La Géologie des falaises.....	17
c) L'aide à la reconnaissance des fossiles	17
Conclusion	19
Remerciements.....	19
Bibliographie.....	19
Annexes	21

Introduction

Les Falaises des Vaches-Noires s'étendent sur 4,5 km de long entre Houlgate au sud-ouest et Villers-sur-Mer au nord-est (fig.1). Pouvant atteindre par endroit presque 70 mètres de hauteur, elles sont en grande partie composées de marnes mais aussi de craies. La majorité de ces falaises est datée du Jurassique (fig. 1), plus précisément du Callovien (-166 Ma à -163,5 Ma) à l'Oxfordien (-163,5 Ma à -157,3 Ma). Quant au sommet, la craie glauconieuse ou série sablo-crayeuse (Roulland et al., 2019), est datée du Crétacé (fig. 1), plus précisément entre l'Albien (-113,0 Ma à -100,5 Ma) et le Cénomaniens (-100,5Ma à 93,9Ma) (Lebrun & Courville, 2013; Roulland et al., 2019)). Ces reliefs sont assez fossilifères, ils attirent donc les scientifiques depuis déjà deux siècles, et de plus en plus de personnes qui s'essayent à la récolte de fossiles chaque année sur les plages des falaises, de façon plus ou moins amateur. Ce contenu fossilifère est varié : des brachiopodes, de nombreux mollusques tels que des ammonites, bivalves, etc... ou encore des vertébrés, notamment des crocodiliens. Le cas des ammonites est particulièrement intéressant, puisque les holotypes d'espèces assez connues ont été originellement prélevés à Villers-sur-Mer (Lebrun & Courville, 2013). On notera la présence d'une faille (fig.1), localisée au niveau de Villers-sur-Mer (Lebrun & Courville, 2013).

Ce travail va d'abord présenter le log stratigraphique de la coupe des falaises au niveau de Houlgate, plus précisément en se focalisant sur la formation des Marnes de Dives, en abordant la sédimentologie, le contenu paléontologique et le paléoenvironnement de cette formation. Le travail de bibliographie et manuel réalisé pour cela, couplé à la médiation au sein du musée, a contribué à l'établissement de la deuxième partie, c'est-à-dire la réalisation d'un guide de reconnaissance des fossiles des falaises des Vaches-Noires à destination du grand public.

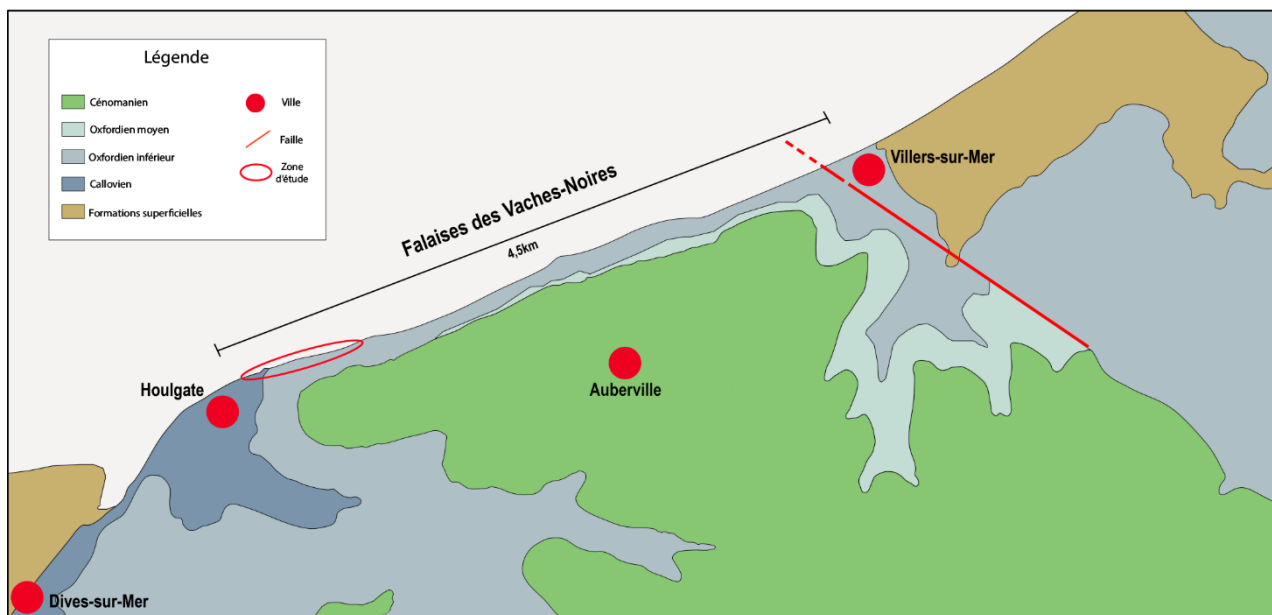


Figure 1 : Carte géologique des falaises des Vaches-Noires au 1/25 000ème, entre Houlgate et Villers-sur-Mer (modifiée d'après Infoterre BRGM)

I. Réalisation du log stratigraphique correspondant au platier de Houlgate

Contextes de l'étude

1. Contexte historique

Les fossiles des falaises des Vaches-Noires ont probablement été des objets de curiosité à récolter dès l'arrivée des populations dans la zone, les premières traces de découvertes paléontologiques remontant au Moyen-Âge, avec notamment une ammonite découverte par Frédéric Pluquet et exposée ensuite à la Cathédrale de Bayeux (Brignon, 2015). Mais des traces plus scientifiques de ces fossiles remontent au 18^e siècle, par exemple avec les écrits de l'Abbé Dicquemare, quant aux « os pétrifiés » des Vaches-Noires (Dicquemare, 1776). Au fur et à mesure du temps, les collectionneurs de tous horizons se sont intéressés aux fossiles remarquables de la

côte, les premières traces de signalements de fossiles concernant les ammonites remontant à 1720, et les restes de Vertébrés à 1760 (Brignon, 2020). Pour cette période-là, on pense aussi aux écrits de l'abbé Bacheley (Bacheley & De la Clôture, 1778) qui se constitua une véritable collection, ou encore Cuvier. Ce dernier présente notamment la première description de restes de dinosaures retrouvés à Honfleur, à savoir des vertèbres opisthocoeles (Brignon, 2016) qui selon lui appartiendraient à une espèce de crocodiles disparue (Cuvier, 1808). Ces vertèbres appartenaient en réalité à un spécimen de dinosaure théropode, qui sera plus tard décrit sous le nom de *Streptospondylus altdorfensis* par Meyer en 1832 (Brignon, 2016; Meyer, 1832). Ayant étudié la collection Bacheley d'où provenaient ces vertèbres, Cuvier publia sur ce qu'il appela « *les gavials de Honfleur et du Havre* » (Cuvier, 1808, 1824), et qui fut l'objet d'intenses études scientifiques pendant quelques temps. Un collectionneur de fossiles de reptiles des Vaches-Noires d'importance fut Pedro Franco Dávila (Brignon, 2020), un passionné qui se constitua notamment une collection de fossiles de Normandie impressionnante, et provenant surtout de Dives (Brignon, 2015). Du fait du lieu de découverte de ces fossiles et de leur nature, Brignon (2015) dit qu'il pourrait s'agir là de la plus ancienne mention de fossiles de reptiles dans les formations des Marnes de Dives et de Villers, soit de fossiles de reptiles datés du Callovien supérieur – Oxfordien moyen. Les écrits de Cuvier, des passionnés, et le développement de la géologie permettront d'accroître l'intérêt des collectionneurs pour les fossiles des falaises dès le 19^e siècle (Brignon, 2020), avec par exemple Jacques-Amand Eudes-Deslongchamps, considéré comme un acteur majeur de la paléontologie en Normandie (Brignon, 2015). Les recherches sur les falaises des Vaches-Noires s'emballent, l'intérêt pour cette richesse et cette diversité de fossiles s'accroît.

Cependant, la position stratigraphique de certains fossiles des falaises des Vaches-Noires était encore incertaine au début du 19^e siècle (Buffetaut, 2013). C'est avec l'arrivée en Normandie de Henry de la Beche, géologue britannique, que les choses vont commencer à se clarifier dans la zone. Venu étudier la géologie dans la région, il établit notamment une corrélation entre les falaises des côtes de Normandie avec celles du sud de l'Angleterre de l'autre côté de la Manche, datées du Callovien et aussi appelées « Blue Clay », ce qui sera confirmé par des études ultérieures (Buffetaut, 2013). Cette corrélation a été possible grâce à la présentation d'un poisson des « Blue Clay » trouvé dans les falaises des Vaches-Noires (Brignon, 2015; De la Beche, 1822). Dans cette publication, De la Beche établit une première clarification stratigraphique jurassique des falaises des Vaches-Noires, avec description et de la succession des différentes couches (De la Beche, 1822).

Tout au cours de ce 19^e siècle, la découverte de fossiles d'importance par des paléontologues amateurs ou confirmés permet de toujours plus documenter les études des falaises des Vaches-Noires, surtout celles concernant le Jurassique. Bien que la position des couches définie par Henry de la Beche dans la stratigraphie est établie, il y avait des incertitudes concernant les étages de cette colonne. De nombreux travaux ont été réalisés à la fin du 19^e siècle et le début du 20^e siècle concernant l'étude des différents niveaux. C'est ainsi que Edmond Hébert précise la succession des couches et décrit les différents niveaux visibles aux falaises des Vaches-Noires en 1860 (Hébert, 1860). C'est en 1881 que Henri Douvillé reprend la stratigraphie de la zone dans un travail plus important sur le Bassin parisien (Douvillé, 1881), et introduit alors, basé sur l'étude des ammonites, des subdivisions stratigraphiques que l'on connaît aujourd'hui sous les noms de formation tels que Marnes de Dives, Calcaire oolithique de Trouville, etc.

Dans le siècle qui suivit, des travaux d'importance de description de coupes, mais surtout de contenus paléontologiques, verront le jour (Buffetaut, 2013). Dugué publie une thèse en 1989 dans laquelle il décrit les différents niveaux des falaises des Vaches-Noires, du côté de Houlgate et de Villers-sur-Mer, en corrélation avec les niveaux d'Hébert (Dugué, 1989). Dans leur travail de 2013, Courville et Lebrun proposent une coupe stratigraphique des falaises du côté de Villers-sur-Mer, corrélant aussi les niveaux d'Hébert (Lebrun & Courville, 2013). Il s'agit de la coupe stratigraphique la plus récente publiée sur les falaises des Vaches-Noires. La zone est toujours étudiée, et est un lieu propice pour la formation d'étudiants de master 2, ce qui a permis la publication de mémoires variés : les Chondrichtyens (Furic, 2016), les Théropodes des Vaches-Noires (Monvoisin, 2019) ou encore l'étude d'un *Metriorynchus brachyrhynchus* ayant subi une prédation post-mortem (Le Mort, 2019). Ces mémoires viennent enrichir les connaissances sur les falaises des Vaches-Noires et sur les collections du Paléospace l'Odyssee.

2. Contexte géologique et paléogéographie :

a) Géographie globale

Au cours du Jurassique et du Crétacé, l'histoire de la Normandie a été assez mouvementée : épisodes de transgression et de régression importants conduiront à la mise en place de dépôts sédimentaires variés, et donc à la formation des falaises des Vaches-Noires.

La Normandie se situe sur la limite entre deux unités géographiques très distinctes (fig. 2) : l'Ouest se situe dans le Massif armoricain, tandis que l'Est et le Nord appartiennent au Bassin parisien (Dugué et al., 2016). En conséquence, la partie occidentale a été déformée par deux orogénèses différentes, l'orogénèse icartienne et l'orogénèse varisque ; en plus d'intrusions volcaniques et de plutons granitiques. La partie Est, quant à elle, est formée par des terrains jurassiques et crétacés appartenant au Bassin parisien (Dugué et al., 2016) (fig. 2). Le tout appartient au grand bassin sédimentaire anglo-saxon.

Plus localement, les falaises des Vaches-Noires appartiennent au Pays d'Auge, qui s'étend de l'est à l'ouest de Ouistreham à Honfleur (Merle, 2011).

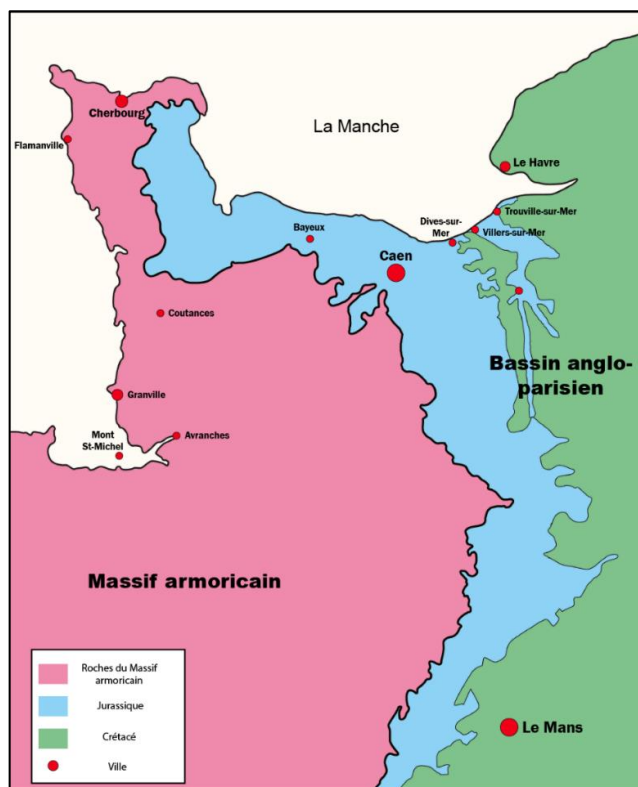


Figure 2 : carte géologique très simplifiée de la bordure occidentale du Bassin anglo-parisien (modifiée d'après Dugué et al., 2016)

b) Evolution eustatique au cours du Jurassique aux falaises des Vaches-Noires

De façon générale, au début du Jurassique, le supercontinent Pangée se divise, ce qui va entraîner la formation d'un début d'océan Atlantique nord (Merle, 2011). Au Jurassique, les deux-tiers de la France sont quasiment entièrement immergés. La Normandie, à cette période-là, correspond donc à des étendues d'eau : une mer s'étend d'est en ouest de l'Angleterre jusqu'à l'Alsace, ainsi que du nord au sud jusqu'au Massif central.

Au Callovien, la zone connaît un épisode de transgression marine. A ce moment-là, le milieu correspondant à des vasières à brachiopodes peu profondes (Dugué et al., 2016) s'ouvre à un milieu de plus en plus marin. Des dépôts marneux traduisent ces incursions marines.

Du Callovien supérieur à l'Oxfordien inférieur, ces vasières persistent, et la faune est dominée par des espèces de zones sous influence subboréales, bien que des ammonites traduisent des apports épisodiques de faunes de zones sous influence téthysienne (Dugué et al., 2016). Par moment, on constate des ralentissements de sédimentation et de la subsidence du bassin, ce qui se traduit ici par la formation de l'Oolithe ferrugineuse de Villers et des séries condensées (Dugué et al., 2016).

A l'Oxfordien inférieur, les conditions hydrodynamiques changent rapidement et fréquemment. On observe alors un changement de milieu des vasières vers des milieux moins profonds, où la sédimentation est issue de l'érosion des vieux massifs armoricains (Dugué et al., 2016). Ces changements vont conduire à une nouvelle paléogéographie permettant d'entrevoir la future plateforme carbonatée de l'Oxfordien.

A l'Oxfordien moyen, la plateforme carbonatée se met en place, avec un ralentissement des apports terrigènes et un milieu plus calme. Dugué et al. (2016) disent que l'on trouve de façon simultanée, dans les dépôts marins de cette période, des faunes vagiles boréales et téthysiennes. La plateforme connaît trois étapes principales de formation : (1) la formation d'une plate-forme oolithique, (2) la mise en place de constructions récifales au sommet des reliefs sous-marins, qui rendent compte de tendances à l'émersion de la série sédimentaire ; (3) tendances qui s'arrête à cause d'une déformation régionale lors du passage de l'Oxfordien moyen à supérieur.

Sur la partie normande de la plateforme oolithique, il y a donc plusieurs secteurs paléogéographiques, du nord au sud. Le secteur externe ouvert sur le large, qui correspond au nord du pays d'Auge, correspond à des environnements marins, et soumis aux influences à la fois subboréales et téthysiennes (Dugué et al., 2016), en plus d'être des milieux favorables à la prolifération d'organismes fouisseurs.

L'Oxfordien supérieur n'est pas présent aux falaises des Vaches-Noires, du fait de la reprise rapide et surtout très soudaine de la subsidence du bassin, et de l'érosion des terres émergées de l'époque, ce qui entraîne la destruction de la plateforme carbonatée (Lebrun & Courville, 2013).

3. Objectifs de l'étude

Comme énoncé précédemment, il existe des coupes stratigraphiques bien documentées sur les falaises des Vaches-Noires. Ces coupes stratigraphiques sont soit globales, soit localisées principalement du côté de Villers-sur-Mer, bien qu'il existe une coupe stratigraphique des Marnes de Dives du côté de Houlgate dans la thèse de Dugué de 1989. L'un des objectifs de ce mémoire est d'établir une coupe stratigraphique plus récente de la base des falaises des Vaches-Noires du côté de Houlgate, avec un focus sur la formation des Marnes de Dives à travers l'étude du platier de la plage du côté de Houlgate. Cette étude comprendra notamment l'analyse du contenu paléontologique de cette coupe, afin de restituer le paléoenvironnement correspondant ainsi que l'environnement de dépôt.

Matériel et méthode

Tout d'abord, il a été question de procéder à l'étude du platier du côté de Houlgate pour la construction de la coupe. Il a donc été nécessaire de se rendre sur la plage de Houlgate. Les 10 et 11 février 2022, mon collègue Simon Beauvils et moi-même nous sommes rendus là-bas accompagnés de Damien Gendry, qui nous a aidé dans la récolte de fossiles, l'identification de ces derniers, ainsi que notre début de réflexion quant à la coupe stratigraphique.

Au cours de ces deux journées, nous avons donc : (1) identifié le nombre de couches successives au sein du platier ; (2) identifié la nature des successions et mesuré les épaisseurs de chacune ; (3) récolté des fossiles au fur et à mesure dans le but de procéder à une identification du contenu paléontologique de la formation, et possiblement identifier des fossiles stratigraphiques. Les fossiles ont été répartis dans des sachets numérotés selon la couche. Le travail a ensuite consisté à préparer, dégager le matériel étudié, puis l'identification du contenu paléontologique et l'établissement au fur et à mesure de la coupe stratigraphique.

Résultats

1. Détermination de la nature du platier et identification du contenu paléontologique

Tout d'abord, on a pu observer macroscopiquement que les différentes couches du platier étaient de même nature lithologique, à savoir une marne. Les différentes successions au sein de la formation ont pu être identifiées grâce à une alternance de marnes plus argileuses et de marnes indurées pour la plupart. En tout, onze couches successives ont été repérées. La couche la plus ancienne sera la n°1, et la couche la plus récente sera la n°11. Les contenus fossilifères de chaque formation ont été étudiés, et les fossiles identifiés si possible jusqu'au genre, voire jusqu'à l'espèce (pl.1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8). Cependant, du fait de la sédimentation marneuse et de leur aspect endommagé, beaucoup de fossiles sont restés indéterminés, pouvant seulement être identifiés au niveau du groupe (ex : Ammonoidea).

2. Coupe stratigraphique du platier et des falaises des Vaches-Noires

Il a été représenté dans la coupe stratigraphique (fig. 3 sur deux pages) l'âge des couches, la zone concernée, la couleur de la roche pour chacune d'elles, ainsi que la lithologie. Dans cette dernière colonne, étant donné que la formation étudiée est de même nature, marneuse, il a été décidé de représenter les différentes successions par leur indice de dureté surtout, en plus d'un figuré propre à la nature plus ou moins argileuse de la formation. Il fut ajouté à cela une colonne intitulée « Fossiles identifiés », au sein de laquelle la correspondance entre les espèces identifiées dans le tableau de l'annexe 1 et les couches ont été notées. Il a été choisi d'incorporer dans la coupe stratigraphique l'abondance relative des différents groupes : en effet, des groupes étaient présents bien que les espèces restaient non-identifiées. De ce fait, il semblait important de préciser la présence de ces fossiles. De plus, noter la présence d'un taxon ne renseigne pas sur son abondance au sein de la formation (ou l'abondance du grand groupe auquel il appartient). C'est pourquoi cette colonne a pour but de rendre compte de la proportion d'un grand groupe au sein de la couche étudiée, et ce indépendamment des espèces identifiées dans nos échantillons fossiles.

Discussion

1. Identification de la formation et placement dans la colonne stratigraphique :

Log stratigraphique du Callovien supérieur de la base des Falaises des Vaches-Noires à Houlgate

Age	Couleur	Nombre des couches	Abondance relative	Lithologie	Fossiles identifiés
Callovien supérieur Zone à Lamberti	Gris	7			<i>Hecticoceras mendipunctatum</i> <i>Komoceras duncanii</i> <i>Propertysphinctes borneris</i> <i>Quensiediceras hantckii</i> <i>Quensiediceras prudenberti</i> <i>Mivaltes hasinus</i> <i>Avalala sp.</i> <i>Bilobesa dilatata</i> <i>Gervilla enciculales</i> <i>Kogonon mytiloides</i> <i>Kogonon sp.</i> <i>Mypharida sp. cf. regularis</i> <i>Nuculonia cf. longicauda</i> <i>Nuculonia sp. callope</i> <i>Nuculonia sp.</i> <i>Procecygna sublingulata</i> <i>Radiolopecten sp.</i> <i>Bathromorua sp.</i> <i>Nalaeolites bernardina</i> <i>Thurmonella obrita</i> <i>Eryma sp.</i> <i>Milliceras sp.</i> <i>Ternens pyrithalis</i>
	Gris	8			
	Gris	9			
	Marron	10			
	Gris à nodules roses	11			

Il a tout d'abord fallu replacer la formation étudiée au sein de la colonne stratigraphique générale des falaises des Vaches-Noires. Etant donné la nature de la formation étudiée, à savoir

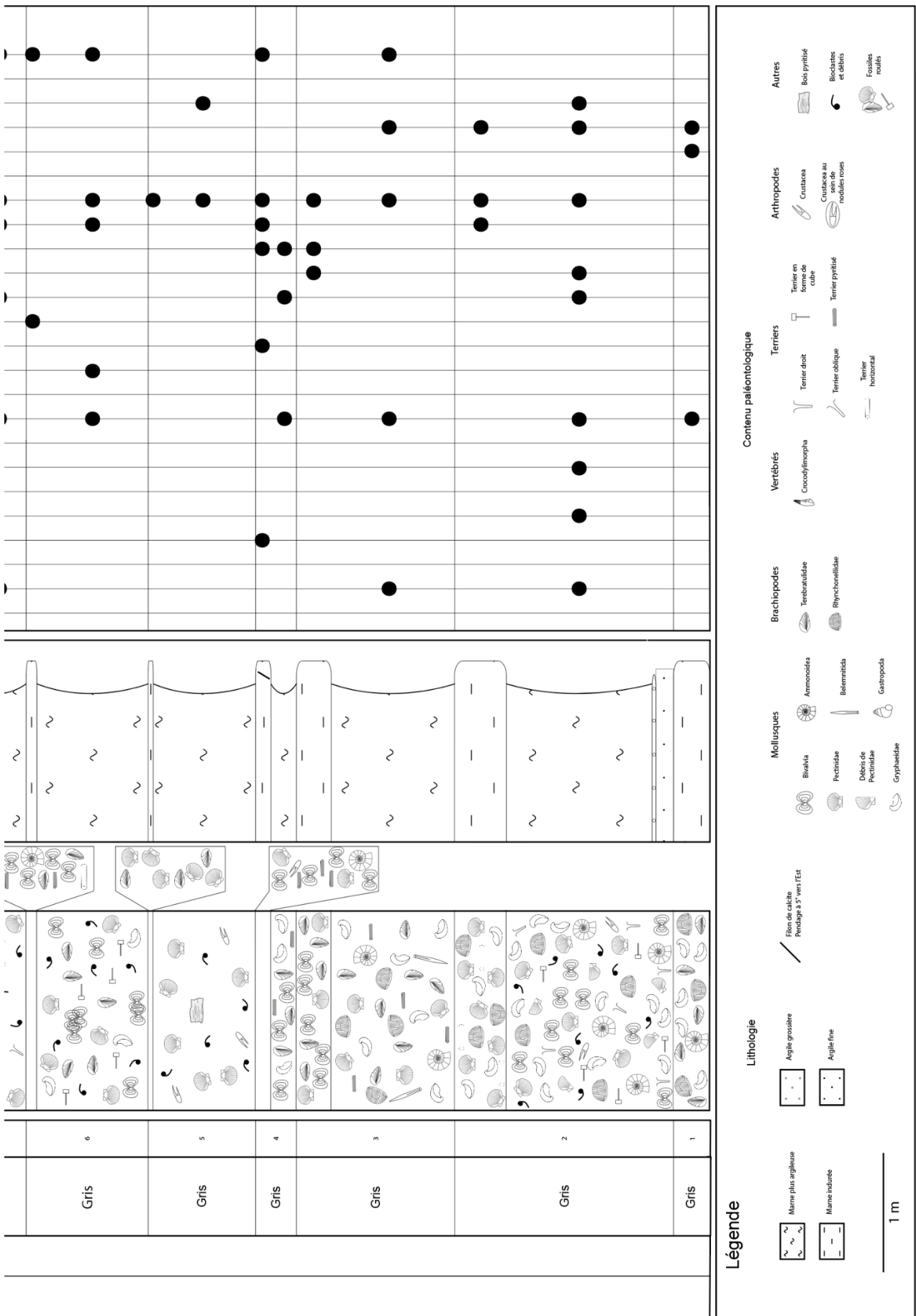


Figure 3 : Log stratigraphique de la formation étudiée au niveau du plateau de Houlgate

une formation marneuse très basale, il en a été déduit que nous devions être au niveau de la formation des Marnes de Dives ou de Villers. L'étude du contenu paléontologique a révélé qu'aucune des couches successives n'a donné de fossiles datés de l'Oxfordien, mais plutôt du Callovien supérieur. On peut noter aussi l'identification de Kosmoceratinae (ex : *Kosmoceras spinosum*), or selon Courville et al. (2013), ces ammonites disparaissent à partir de l'Oxfordien dans les falaises des Vaches-Noires. De ce fait, la formation du platier n'appartient pas la formation des Marnes de Villers, mais à la formation des Marnes de Dives, et est datée du Callovien supérieur.

Ensuite, il a été nécessaire de comparer la zone étudiée avec les formations numérotées d'Hébert. Au sein de la formation des Marnes de Dives, il y a plusieurs niveaux d'Hébert, de H0 à H5 (tab. 1).

Tableau 1 : Niveaux d'Hébert (1860) avec description et correspondance avec les zones à ammonites (d'après Dugué, 1989)

Zone	Formation	Description
Zone à Lamberti	H5	Ponctué à ses base et sommet par des bancs calcaires silteux et lumachelliques
	H4	Grandes marnes pyriteuses avec ammonites et gastéropodes écrasés
	H3	Sommet : bancs calcaires argilo-silteux
	H2	Marnes grises ponctuées à leur sommet par des nodules calcaires rosâtres (diamètre <10cm)
Zone à Athleta	H1	Marnes à bancs calcaires argilo-silteux
	H0	Non-visible

Dans les échantillons, il n'a pas été relevé la présence de *Peltoceras athleta*, plutôt des espèces postérieures à cette période, on peut donc exclure l'appartenance de la formation à la zone à Athleta, et l'attribuer à la zone à Lamberti. Le niveau H3 comprenant la sous-zone à Lamberti (Courville, 2011), le niveau H4 appartient lui pleinement à cette sous-zone. Plusieurs hypothèses se sont donc posées.

La première grande hypothèse suggérait que la formation étudiée correspondait à un seul niveau d'Hébert, notamment par son aspect monotone. En effet, le platier étudié présente une succession d'alternances assez monotone de marnes plus argileuses et marnes indurées, simplement traversées par des filons de calcite. Il restait alors à définir quels niveaux d'Hébert étaient concernés, les plus probables étant H2 et H4, qui sont tous les deux marneux, et riches en débris de lignite, soit l'équivalent de nos morceaux de bois fossiles. Le niveau H2 correspond à la sous-zone à *Quenstedtoceras henrici*, tandis que le niveau H4 correspond à la sous-zone à *Quenstedtoceras lamberti*. La première sous-hypothèse suggérait que le platier correspondrait au niveau H2 d'Hébert. Cette hypothèse s'appuyait sur la présence, au sein de la couche n°10, d'un fossile de ce qui semblait être une *Quenstedtoceras henrici* (pl.1 : 2a et 2b). En effet, l'échantillon étant assez endommagé, il y a eu une forte hésitation d'attribution soit à cette espèce, soit à *Quenstedtoceras praelamberti*. La seconde sous-hypothèse tendait à suggérer que le platier appartenait au niveau H4. Comme précisé, les deux niveaux sont assez similaires, et bien qu'il n'ait pas été identifié de *Quenstedtoceras lamberti*, il n'est pas possible de prouver par le simple échantillonnage qui a été fait du platier qu'il n'y en a pas dans la formation.

La deuxième hypothèse importante était que la formation s'étendait bien sur plusieurs niveaux d'Hébert, et que les structures tels que les bancs calcaires argilo-silteux ne soient tout simplement pas visibles à l'endroit où le platier a été prospecté. Si tel était le cas, on pouvait supposer, à la nature de la roche du platier, que ce dernier s'étendait des niveaux H2 à H4.

Un argument important à prendre en compte est le niveau à nodules calcaires rosâtres observé au sommet de notre formation, et qui peuvent contenir des fossiles de Crustacés (fig. 3, pl. 6 : 2a, 2b et 4). Or il s'avère que la coupe présentée par la thèse de Dugué (1989) suggère la présence au sommet du niveau H2 d'une couche à nodules calcaires rosâtres de diamètre inférieur à 10 cm (pl.6 : 3a et 3b), que l'on retrouve également au sein de la coupe stratigraphique de Lebrun et Courville (2013), et défini comme le « toit » du H2. Observant cette couche au sein du platier étudié, on peut donc déduire qu'il appartient au niveau H2 d'Hébert. Après confirmation auprès de M. Courville, l'échantillon d'ammonite s'avérait être une microconque de *Quenstedtoceras henrici*, soit un fossile stratigraphique important pour l'attribution du platier à la sous-zone à *henrici* (fig. 4).

Coupe synthétique des falaises des Vaches-Noires au sein de laquelle le log du platier de Houlgate est replacé

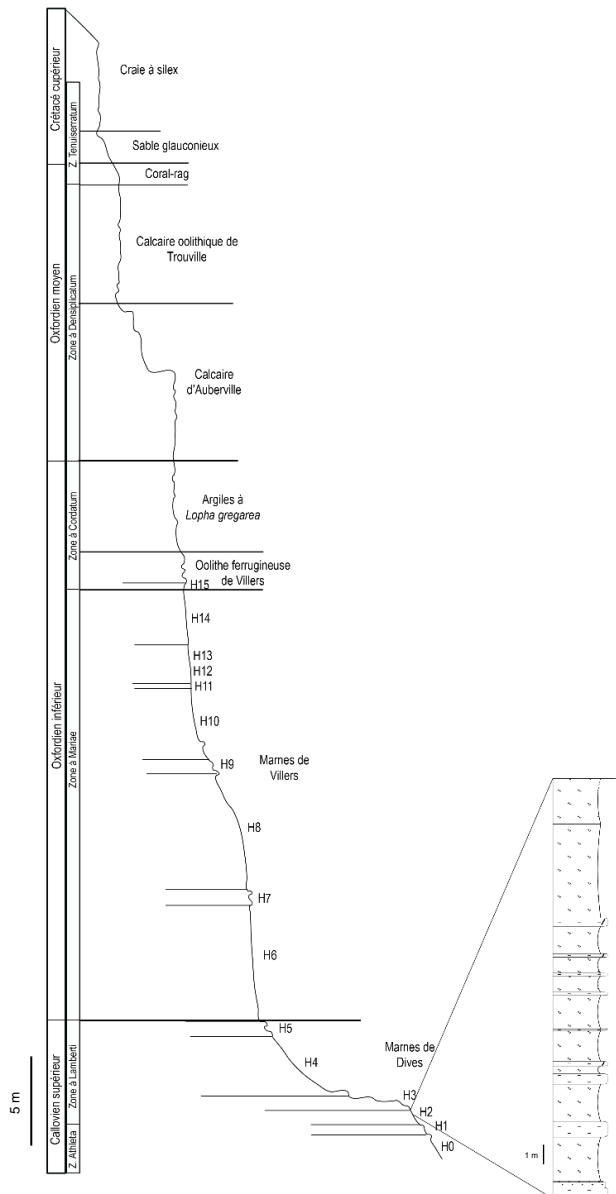


Figure 4 : Coupe stratigraphique générale des falaises des Vaches-Noires dans laquelle le log de Houlgate a été replacé. (Modifié d'après Dugué (1991))

argileuses des différentes formations des falaises (Dugué, 1989). Le platier étudié faisant partie de la formation des Marnes de Dives, on peut donc considérer qu'il est composé d'illite et de kaolinite dominante. Or, selon Dugué (1989), la présence de la kaolinite tend à confirmer d'anciens climats chauds, des climats de tropicaux ou méditerranéens, surtout ici où la kaolinite coexiste avec l'illite ou les produits ferrugineux issus des falaises. On peut donc supposer que le climat associé à la zone étudiée est celui d'un climat chaud tropical ou méditerranéen (Dugué, 1989).

Concernant l'environnement de la formation des Marnes de Dives, elles correspondaient à une zone sous influence marine (faunes pélagiques), mais aussi sous influence continentale (spores, débris de bois...) (Dugué, 1989). Cet environnement de dépôt est visible avec l'échantillonnage que nous avons fait du platier : en comparant avec notre coupe, on retrouve en effet une faune marine, mais également la présence en quantité importante de bois pyritisés, ce qui corrobore l'influence continentale sur le platier et sur la formation des Marnes de Dives. Notons, en plus de cela, la présence d'une graine, observée par M. Gendry sur le platier, qui m'a fait part de sa découverte, qui tend à conforter l'influence terrestre du contenu fossile.

Cependant, la présence de *Quenstedtoceras praelamberti* (fig. 3, pl. 1 : 6) dans la couche n°11 tend à réattribuer la formation à la sous-zone à Lambert. Ainsi, par la présence de notre *Quenstedtoceras henrici*, la présence de cette couche à nodules calcaires dans le log, et la *Quenstedtoceras praelamberti*, on peut suggérer que la formation étudiée appartient à la partie supérieure du niveau H2 d'Hébert et est à la limite de la sous-zone à *henrici* et la sous-zone à *lamberti*.

2. Environnement de dépôt de la formation étudiée

Rappelons qu'au Callovien, l'environnement correspondant aux falaises des Vaches-Noires est celui d'une mer épicontinentale, proche du continent (Hua et al., 2021). Une transgression marine avait été mise en place au Bathonien, et s'est poursuivie tout au long de cette période (Lebrun & Courville, 2013), jusqu'à l'Oxfordien moyen.

Les Marnes de Dives sont donc une des formations principales et très fossilifères des falaises des Vaches-Noires (fig. 4). Sur l'estran, la formation des Marnes de Dives sont des argiles assez meubles et riches en pyrite et en débris de lignite, intercalées avec des bancs silteux (Dugué, 1989; Lebrun & Courville, 2013). Cela corréle ce qui a été observé lors de la prospection du platier, à savoir des bancs marneux plus ou moins indurés. Le platier ici étudié est dorénavant considéré pour cette étude comme caractéristique de la zone à Lambert, comme la majorité de la formation des Marnes de Dives (Alméros et al., 2013).

La zone a connu plusieurs phases de sédimentation différentes, qu'il s'agisse de phases de sédiments grossiers ou marneux, et on peut considérer que le platier étudié comprend une phase de sédiments marneux importante par rapport aux autres phases, puisque la nature principale de la formation étudiée sont des marnes. Les sédiments de minéraux argileux sont composés d'illite et de kaolinite, la kaolinite étant généralement dominante dans toutes les phases

3. Contenu paléontologique

La faune de la formation des Marnes de Dives est abondante et diversifiée, peut également être pyritisée, et peut même composer des lumachelles. Cette faune, surtout callovienne (fig. 4) (Courville, 2011), se constitue par exemple d'ammonites de tailles variables, ce qui est un atout considérable pour la détermination stratigraphique des bancs étudiés. Ces ammonites sont d'ailleurs en grande majorité, selon Dugué (1989), des *Cardioceratidae* et des *Kosmoceratidae*. Ces deux familles ont en effet été observées au sein du platier, on peut donc établir une corrélation entre la faune de la zone à Lamberti de notre coupe et l'affirmation de Dugué (1989). Au Callovien, comme évoqué plus tôt, il y a une transgression marine, qui permet un maximum de diversification. A cette période-là, il existe plusieurs domaines fauniques (Cariou et al., 1985). Le premier est le domaine boréal, et comprend : (1) la province boréale, correspondant à des zones froides comme l'Arctique, peuplée en grande majorité de *Cardioceratidae* (Callomon, 1985). A l'Oxfordien supérieur, la sous-famille la plus représentative présente dans la zone est celle des *Cardioceratinae*, avec le genre *Quenstedtoceras* ; (2) la province subboréale : correspondant plutôt à des zones d'Europe du Nord par rapport aux continents actuels. Les *Kosmoceratidae* y sont très abondants pendant toute la durée de l'Oxfordien, mais sont aussi associés à des *Cardioceratinae*. On peut aussi y retrouver des éléments téthysiens. Au Callovien moyen et supérieur, l'aire de répartition des *Kosmoceratidae* s'étend encore en France pour atteindre les régions du Midi. Les *Cardioceratidae* s'étendent aussi vers le sud au Callovien supérieur, mais de façon beaucoup moins importante que les *Kosmoceratidae*, et de façon décalée dans le temps (Cariou et al., 1985). Au Callovien supérieur, les deux groupes sont présents jusque dans le Midi en France (surtout *Quenstedtoceras*), leurs aires de distribution s'étendent donc jusqu'à la zone téthysienne. Cela a été possible grâce à cette transgression callovienne, favorisant les déplacements fauniques et les communications entre les deux provinces. Le fait de retrouver simultanément les représentants de ces deux familles au sein de notre échantillonnage (fig.3, annexe 1, pl.2) tend à confirmer ces affirmations. Les *Cardioceratidae* et les *Kosmoceratidae* étant étendus jusque dans des régions basales, il n'est pas étonnant de constater la présence de ces deux groupes en même temps et en abondance aux falaises des Vaches-Noires au Callovien supérieur. Cependant, bien que nous ayons pu récolter des *Kosmoceratidae* et des *Cardioceratidae*, nous avons également eu la chance de prélever et identifier deux représentants différents de la famille des *Opeliidae*, par exemple *Hecticoceras pseudopunctatum* (fig.3, pl.1 : 4a et 4b).

Au sein de la formation étudiée, il a été observé dans certaines couches des fossiles de Crustacés (couche n°2, 4, 5) (fig.3 ; pl.6). Certains ont été identifiés comme *Eryma* sp. (fig. 3, pl.6 : 1), d'autres appartiennent probablement au genre *Glyphea* (Glyphées). Cela corrobore les propos de Gendry (2020) selon lesquels les faciès du Callovien de Normandie sont plutôt à *Eryma* et *Glyphea*, correspondant à des vasières distales. Il n'est donc pas surprenant de trouver ces spécimens dans notre échantillonnage aux falaises, bien qu'ils soient présents en faible quantité dans nos récoltes. Leur présence vient confirmer les propos de Dugué (2016) sur l'évolution du milieu vers des vasières s'ouvrant à une influence de plus en plus marine. Selon Gendry et Pezy (2016), Les *Eryma* et les *Glyphea* n'occupaient probablement pas les mêmes habitats, comme en témoignent les restes rares de Glyphées par rapport aux restes d'Erymides. Au sommet de la couche H2, comme précisé plus haut, il y a un horizon de nodules roses calcaires contenant des Crustacés. Selon Gendry et Pezy (2016), la plupart des nodules que l'on peut trouver dans ces horizons sont formés par des spécimens de *Mecochirus*. Or, la présence de ces nodules, dans un niveau bioturbé et eux-mêmes traversés par des terriers, et surtout pauvre en faune, indiquerait un fond marin à conditions dysoxiques dans la formation des Marnes de Dives (Gendry & Pezy, 2016). Cependant, nous avons pu constater une abondance d'ammonites et de bivalves dans la couche n°11, ce qui suggère un milieu peu dysoxique, sauf si l'on envisage un transport post-mortem des organismes. Néanmoins, certains nodules retrouvés sont bioturbés (pl.6 : 3a, 3b et 4), ce qui laisse supposer que la couche n°11 peut correspondre au niveau dysoxique, ou un début de niveau dysoxique. Certains niveaux étant pauvres en fossiles, on peut supposer une augmentation de la fréquence des épisodes dysoxiques tout au long de la formation. Cette information peut être confirmée par l'analyse du log stratigraphique, qui révèle une augmentation de la fréquence des niveaux riches en terriers horizontaux, au détriment des couches riches en terriers verticaux et obliques.

Comme observé sur le log stratigraphique et le tableau n°1, la présence de brachiopodes est attestée dans la formation des Marnes de Dives. Il s'agit principalement, selon notre échantillonnage, de Terebratulidae telles qu'*Aulacothyris* (fig. 3, pl. 4 : 2a et 2b), et de Rhynchonellidae du genre *Thurmanella* (fig. 3, pl. 4 : 1a et 1b). Ce qui peut conditionner la présence de ces deux grandes familles dans un substrat est notamment la présence d'un substrat plutôt mou, et ils sont associés à des faciès côtiers calmes et profonds (Lefort, 2011). Des épisodes de sédimentation importants et rapides ne sont pas exclues, la plupart des *Thurmanella* récoltées étant écrasées.

En plus de ça, on a pu également trouver d'autres Mollusques tels des bivalves épibiontes, notamment des *Bilobissa dilatata* (fig.3, pl.5 : 4a et 4b), dans de nombreuses couches et en grande quantité lorsqu'elles étaient présentes. En plus de ces bivalves-là, on a pu noter la présence de bivalves endobiontes, notamment des nucules (Courville, 2013) (fig.3, pl.5 : 2a, 2b, 3a, 3b et 3c), mais aussi *Myophorella irregularis* (fig. 3, pl.5 : 6). Comme précisé par Courville (2013), la distribution de ces bivalves est assez hétérogène, et leur représentation au sein de la formation des Marnes de Dives est souvent de l'ordre de la densité d'individus que de la diversité d'espèces. Nos résultats correspondent : peu d'espèces identifiées, mais beaucoup de spécimens récoltés, souvent trop marneux et endommagés pour pouvoir les identifier clairement. Ainsi, nous ne pouvons nier que les bivalves étaient présents en quantité au sein de notre formation. Il peut également être noté l'identification de *Gervilia aviculoides* (pl.5 : 8), présentes seulement dans les deux plus hautes couches de la formation, les n°9 et 10, et non dans les autres. Cela pourrait suggérer soit une absence sur une certaine période, soit une apparition dans le milieu plus proche de la fin du Callovien.

Il est possible d'émettre un parallèle entre des faunes de l'Oxford Clay ainsi que notre faune, puisque des niveaux datés du callovien sont présents dans ces formations anglaises. Dans nos échantillons, on constate la présence d'animaux nectoniques (ammonites), des animaux faisant partis de l'épifaune (Gryphées, brachiopodes...), et certains bivalves sont plutôt à classer chez l'infra-faune (organismes vivant dans le sédiments) (Hudson & Palframan, 1968). La plupart de ces animaux étaient suspensivores, le fond de l'eau devait donc être suffisamment oxygéné pour permettre une nutrition par suspension, malgré un taux de sédimentation plus ou moins fort. Or, si l'on peut établir un parallèle de faune ainsi que leur sédimentation chez les Oxford Clay, on peut établir des liens entre l'environnement de cette zone avec celle de notre formation. Cependant, il est important de noter qu'au fur et à mesure de la formation, on constate une diminution des formations présentant une faune benthique (bivalves, brachiopodes...) au profit de formations présentant une faune plutôt nectonique (ammonites).

Ainsi, il a été observé, sur certaines couches, que les fossiles étaient roulés, en désordre ; sur d'autres couches, seuls certains sont roulés ; et enfin sur d'autres couches, les fossiles sont globalement posés à plat sur le sol (comme beaucoup de pectens) ; le tout sans orientation particulière. Des fossiles roulés suggèrent alors que le courant des eaux de fond, donc l'énergie du milieu pouvaient être assez importants pour remanier le sédiment. A l'inverse, des fossiles à plat laissent suggérer des courants de fond plutôt faibles (Hudson & Palframan, 1968).

Un point important à prendre en compte également est la sédimentation, plus particulièrement la pyritisation. En effet, au sein de notre assemblage, il n'a pas été rare d'échantillonner différents types de fossiles, par exemple des ammonites en grande majorité pyritisées. On peut se référer à l'article de Hudson et Palframan (1968) sur les origines de cette pyrite. Cette pyrite proviendrait en fait de sulfures présents dans le sédiments, et qui aurait été dérivé des sulfates par des réductions bactériennes des sulfates (Hudson & Palframan, 1968), et ce à l'interface eau-sédiment. Cela signifie que l'activité bactérienne était prolifique au sein du sédiment. Cela peut coïncider avec le fait que les nodules de pyrite ne sont pas choses rares au sein des falaises des Vaches-Noires, en plus de la présence de nombreux fossiles pyritisés.

[4. Remplacement de la formation étudiée au sein de la coupe complète des falaises des Vaches-Noires](#)

La sédimentation qui prend place dans la formation des Marnes de Villers (fig. 4) est celle d'une vasière toujours sous la dualité marine et continentale. Les faciès terrigènes que l'on peut observer sont fins et pyriteux, et liés à l'érosion du Massif armoricain, qui a participé au comblement du Bassin anglo-parisien. Le taux de sédimentation de cette formation est élevé par rapport à la formation des Marnes de Dives (Dugué et al., 2016). Ainsi, du Callovien à l'Oxfordien inférieur

(Marnes de Villers), il y a tout d'abord une transgression marine, puis l'érosion du Massif armoricain au Callovien supérieur permet l'apport de sédiments terrigènes fins se déposant sur des fonds vaseux peuplés par les huîtres. Les ammonites sont plutôt rares, et celles que l'on peut trouver présentent des formes d'affinité boréales (Cardioceratidae). On note tout de même la présence aussi des Aspiroceratidae, avec notamment des taxons tels que les *Peltoceratidae williamsoni*, qui sont « habituels » (Courville, 2011).

L'Oxfordien inférieur débute avec la formation de l'Oolithe ferrugineuse de Villers (fig. 4). La formation est le témoin d'un ralentissement de la sédimentation parfois avec arrêt, témoignant de potentielles régressions (Lebrun & Courville, 2013). Le ralentissement favorise une forte bioturbation par les organismes fouisseurs (Lebrun & Courville, 2013), ce qui, par remaniement des couches boueuses, conduira à la formation des galets intraformationnels de calcaire argileux avec oolithes ferrugineux. Ces oolithes étaient probablement formées en milieu littoral (Dugué et al., 2016). La formation de l'Oolithe ferrugineuse de Villers comprenait toujours une influence marine (ammonites et proto-globigérines), et une influence continentale forte, en témoignent les apports en solution ferrugineuse, et les fossiles terrestres (spores...) (Dugué et al., 2016). Il est à noter que périodiquement, une sédimentation carbonatée remplace la sédimentation essentiellement terrigène de cette séquence (Lebrun & Courville, 2013).

La formation de l'Oolithe ferrugineuse de Villers est caractérisé par une macrofaune benthique dominée par des bivalves de type moules ou huîtres (*Modiolus* ou *Isognomon*) (Dugué, 1989), et des fouisseurs profonds. Les ammonites souvent encroûtées, sont surtout des Aspidoceratidae (Courville, 2011), mais on note la présence de Perisphinctidae qui témoignent du réchauffement des eaux (Lebrun & Courville, 2013). Le reste de la faune présente est sensiblement similaires la formation des Marnes de Villers. La faune témoigne en tout cas d'un milieu proche du littoral mais aussi profond, riche en oxyde de fer, au sein d'une mer chaude oscillant entre calme et agitée (Merle, 2011), et à taux de sédimentation assez élevé.

La formation des Argiles à *Lopha gregarea* (fig. 4) présentent une sédimentation terrigène rapide et dominante (Dugué et al., 2016; Lebrun & Courville, 2013), ce qui lui donne un « aspect » de vasières telles qu'on pouvait les trouver dans les formation antérieures callovo-oxfordiennes ; excepté qu'il s'agit ici d'une vasière à huîtres. Concernant l'environnement, il devait probablement s'agir d'une zone soumise à « action des houles permanentes » (Dugué et al., 2016), à faible influence marine et proche des rivages armoricains. On y trouve alors moins d'ammonites, essentiellement des espèces à affinités boréales (Cardioceratinae), et une disparition des proto-globigérines. Selon Courville (2011), les ammonites de ces niveaux supérieurs sont par exemple des représentants des Perisphinctidae (*Arisphinctes*) ou des Cardioceratidae (*Cardioceras*...). La diminution du nombre d'espèce de bivalves est si drastique qu'il est estimé que 95% des bivalves décomptés au sein de la formation appartiennent aux deux genres dominants *Actinostreon* et *Nanogyra* (Dugué et al., 2016).

Ce changement de faune et de diversité est à rattacher aux conditions du milieu (Dugué et al., 2016; Lebrun & Courville, 2013). En effet, les changements physico-chimiques sont provoqués par des arrivées turbiditiques de sédiments détritiques grossiers, surtout des sables, de façon répétée. En plus, la sédimentation est saccadée et rapide. Il s'agit là de caractéristiques auxquelles les *Actinostreon* sont bien adaptées (Dugué et al., 2016; Lebrun & Courville, 2013).

C'est au niveau de la formation du Calcaire d'Auberville (fig. 4) que l'on constate le passage de séries sédimentaire de régime terrigène à un régime de plate-forme carbonatée (Dugué et al., 2016). Cette formation rend état d'une sédimentation saccadée, discontinue, alternant des moments caractéristique de forte énergie, notamment par les traces et la bioturbation, tantôt caractéristiques de moments de très forte énergie (sédimentation détritique grossière, etc...) (Dugué et al., 2016). Ces changements hydrodynamiques sont en lien avec les changements paléogéographiques de la zone : on a une régression marine qui débute, une sédimentation carbonatée se met en place (Lebrun & Courville, 2013), et la subsidence du bassin est ralentie. De ce fait, le niveau marin diminue progressivement, passant de vasières à huîtres à un milieu marin côtier, subtidal, avec une forte influence de la houle. On a donc des apports détritiques forts et soudains, puis des ralentissements, voire mêmes des érosions, mais surtout des encroûtements.

La tendance à la raréfaction des ammonites dans les couches est toujours dominante, bien que l'on trouve des espèces d'affinités boréales, comme des Cardioceratinae, de moins en moins

dominantes dû fait d'eaux chaudes littorales, qui favorisent la venue des *Perisphinctidae* (*Arisphinctes* encore) sub-téthysiennes (Lebrun & Courville, 2013). Les fousseurs deviennent également plus nombreux, comme en témoignent les galeries creusées par les *Thalassinoïdes* (Dugué, 1989). Dans le membre supérieur, les communautés de gastéropodes et d'échinodermes se développent et remplacent les communautés de Bivalves : *Nucleolites scutatus* est par exemple très commun (Saucède & Gendry, 2013). Tout cette faune certifiée d'une diminution du niveau d'eau dans le milieu de dépôt (Dugué et al., 2016), un milieu littoral sous l'action de la houle de tempête (Lebrun & Courville, 2013).

La formation du Calcaire oolithique de Trouville (fig. 4) consiste en un calcaire oolithique, bioclastique, bioturbé, et se présentant sous forme de bancs massifs qui sont entrecoupés par des cordons de galets intraformationnels (Lebrun & Courville, 2013). Le régime carbonaté s'impose et domine (Lebrun & Courville, 2013), l'environnement devenant alors une plateforme carbonatée oolithique peu profonde. L'épisode de bioturbation indique un ralentissement de la sédimentation très important, voire un arrêt, traduit par exemple par des encroûtements voire des épisodes d'érosion (Dugué et al., 2016). Les apports terrigènes fins et grossiers se rarifient, et les influences mésogéennes amorcées dans la formation du Calcaire d'Auberville s'affirment davantage. La formation est à l'abri des influences du large, mais aussi de celle des terres émergées. Le remplacement de la faune bivalve par la faune d'oursins se poursuit (Dugué et al., 2016), et comme évoqué plus tôt, les ammonites ont des affinités toujours plus mésogéennes, plus précisément des affinités à dominance téthysienne (*Perisphinctes*) (Lebrun & Courville, 2013). Le milieu de vie des organismes était probablement celui d'un milieu côtier qui était alors peu profond (Lebrun & Courville, 2013).

Enfin, la formation du Coral-rag (fig. 4) correspondait à un milieu de forte énergie et peu profond. La texture des faciès rappelle des dépôts de tempête, bien que des épisodes de calme soient possibles, permettant le développement des polypiers, bien que les récifs coralliens soient souvent détruits par l'énergie du milieu, alimentant les faciès périrécifaux (Dugué, 1989). Pendant cette période, les terrains sont tectoniquement stables, la sédimentation est donc essentiellement contrôlée par les apports terrigènes réduits, les taux de sédimentation sont fluctuants. L'environnement de dépôt est très proche d'une émergence caractérisée par une érosion des dépôts carbonatés, avec à l'ouest un domaine côtier où l'on accumule des débris coquilliers, et un domaine à l'est plus calme, où on dépose des boues (Dugué, 1989).

La formation du Coral-rag est un calcaire lumachellique composé de mollusques et d'échinodermes. Également, on peut retrouver dans la formation des morceaux de polypiers tels que les *Thecosmilia* ou *Isastrea* (Lebrun & Courville, 2013), les cnidaires anthozoaires étant parmi l'une des faunes importantes de la formation du Coral-rag. Les ammonites sont toujours plus rares, quoique sont connues au sein de la formation les *Perisphinctidae* (*Perisphinctes parandieri*) (Lebrun & Courville, 2013).

A ce moment-là de l'Oxfordien, le milieu de vie des organismes du Coral-rag devait être celui d'eaux chaudes peu profondes d'un milieu tropical, avec de petits récifs coralliens (Lebrun & Courville, 2013), qui sont épisodiquement soumis à des événements de démantèlements, surtout à cause des tempêtes (Merle, 2011). A ce moment-là, la plateforme carbonatée est très proche de l'émergence.

On peut supposer que l'environnement des falaises des Vaches-Noires était un environnement globalement calme et bien oxygéné, mais constatant une augmentation des épisodes dysoxiques et de la fréquence d'une faune nectonique au fur et à mesure de la formation en conséquence. En effet, une dysoxie du fond de l'eau est délétère et pour les faunes benthiques, et pour l'infaune, entraînant une horizontalisation des terriers dans le sédiment. L'occurrence de fossiles roulés laisse tout de même supposer un hydrodynamisme parfois plus important des eaux. L'environnement était ouvert aux influences terrestres (bois) ; mais aussi aux influences marines boréales et téthysiennes, en témoigne la présence des *Kosmoceratidae* et des *Cardioceratidae* de façon simultanée. La couverture bactérienne était riche tout au long de la période, puisque la réduction des sulfates a permis la formation de fossiles en pyrite telles que les ammonites. Tout cela s'inscrit parfaitement dans l'idée d'une transgression callovienne au niveau de cette mer épicontinentale, transgression qui prendra fin à l'Oxfordien.

II. Production d'un Carnet d'identification des fossiles des falaises des Vaches-Noires

La nécessité d'un ouvrage spécialisé pour le grand public

1. Le musée Paléospace

Les falaises des Vaches-Noires ont toujours attiré du public intéressé par la récolte de fossiles : amateurs, collectionneurs confirmés, paléontologues et géologues (Riout, 1978). L'artiste photographe Ferdinand Postel, produisait par exemple des cartes postales à partir des fossiles, et Petit-Gillet, un de ses amis, produisait des bijoux à partir de ses récoltes. Cela permis notamment à Postel de rentrer en contact avec des scientifiques tels que Robert Douvillé, qui publiera des monographies sur les ammonites de Villers-sur-Mer. Les familles de Postel et de Petit-Gillet feront don, aux alentours de 1917, des collections et vitrines de fossiles, qui seront ensuite exposées au public, et Henri Douvillé produira alors une notice géologique des falaises des Vaches-Noires et sur ce premier musée de Villers-sur-Mer (Riout, 1978).

Par la suite, des réorganisations vont conduire au déplacement des collections tout au long de ce XXe siècle (Riout, 1978), jusqu'à l'ouverture du musée actuel, le Paléospace l'Odyssée, le 20 avril 2011. Le musée offre actuellement la possibilité aux visiteurs de revisiter l'histoire ainsi que la faune jurassique et crétacé des falaises des Vaches-Noires (Galerie Jurassique, dinosaures de Normandie, Exposition temporaire « CROC' ! Histoire évolutive »), d'en apprendre davantage sur le méridien de Greenwich (Salle du Méridien), en plus de disposer d'un espace consacré au marais de Villers-Blonville (Alcôve du marais).

Tableau 2 : Nombre de visiteurs "individuels" du Paléospace l'Odyssée pour l'année 2019. Les groupes étant exclus, le nombre de visiteurs est très probablement plus important.

Type de public (individuel)	Nombre d'entrées pour l'année 2019
Adulte (15 et +)	24 738
Enfant (5-15 ans)	13 000
Réduit : - Personnes à mobilités réduites - Demandeurs d'emploi - Etudiants et – 26 ans	1 605
Gratuit (- 5 ans)	6 912
Famille (2 adultes + 2 enfants ; 2 adultes + 3 enfants)	10 316
Non définie	1 881
Total	58 452

Les visiteurs du Paléospace l'Odyssée sont comptabilisés comme « individuels » (visiteurs libres), soit comme des groupes, comprenant donc les « scolaires », les centres de loisirs, les entreprises, etc. Par ses activités diverses, le musée s'assure un visitorat conséquent et surtout très varié (tab. 2 et fig. 5). L'équipe de médiation du Paléospace l'Odyssée assure différentes visites guidées du musée ou des Vaches-Noires, ouvertes au grand public comme aux groupes, dans le but de faire connaître le patrimoine naturel local. Depuis quelques années, la sortie géologique guidée est très populaire et demandée. En effet, elle peut permettre aux visiteurs d'apprendre à identifier les fossiles sur le terrain, et d'en récolter. Il est d'ailleurs fréquent que des personnes viennent au Paléospace l'Odyssée afin de demander aux équipes du musée une identification des fossiles qu'ils ont récoltés. Conforté par le nombre important de visiteurs curieux chaque année et par l'explosion de

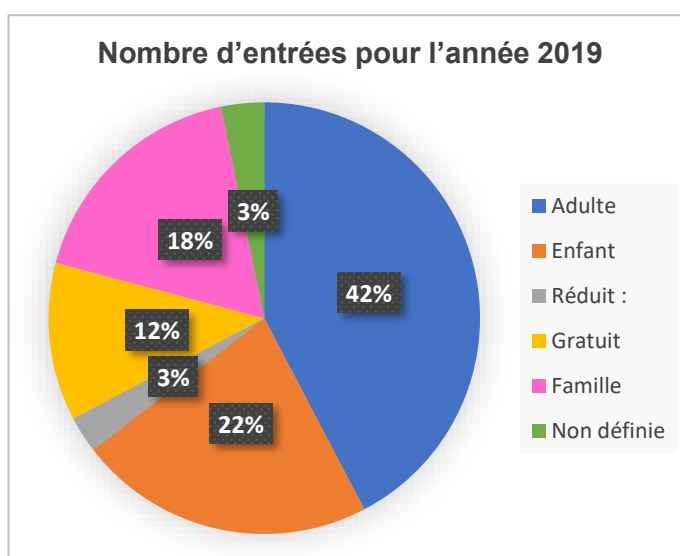


Figure 5 : Proportion des différents types de visiteurs du Paléospace l'Odyssée pour l'année 2019. Les visiteurs les plus nombreux sont les adultes, les enfants, et les familles.

demandes de visites des falaises, le musée m'a proposé la production d'un carnet d'identification des fossiles des Vaches-Noires à destination du grand public. Le Paléospace l'Odyssee ayant à cœur de contribuer à la diffusion de la culture scientifique auprès de son public, ce projet consiste à permettre au grand public de reconnaître par lui-même les fossiles qu'il peut récolter sur la plage, en plus de permettre à ce dernier de faire preuve d'esprit critique par curiosité et autonomie. La conception de ce guide nécessite de prendre en compte deux paramètres importants : les attentes du musée sur le contenu scientifique du carnet, et les attentes du grand public ce que l'on va pouvoir lui transmettre (Saurier & Ghlamallah, 2015). Cette problématique trouve sa réponse au fur et à mesure des activités de médiation effectuées dans le cadre du stage au musée Paléospace l'Odyssee, et de discussions avec l'équipe du musée. Le contenu doit être clair, pédagogique, concis, tout en étant synthétique pour du grand public.

2. La librairie du musée Paléospace l'Odyssee

Le musée Paléospace l'Odyssee a ouvert ses portes le 20 avril 2011, et dispose depuis cette ouverture d'une boutique de souvenirs comprenant des rayons consacrés à la littérature. Cette librairie propose à la vente des ouvrages autour de thèmes culturels variés mais toujours rattachés à la science et au patrimoine naturel : astronomie, paléontologie, écologie, patrimoine de Dives... Cependant, la librairie du musée ne dispose que de quelques ouvrages consacrés aux falaises des Vaches-Noires pour le grand public, le reste de cette littérature étant consacrée davantage à des connaisseurs. A son ouverture, le musée a édité un livre sur les falaises des Vaches-Noires, intitulé « Les falaises des Vaches Noires – de Cuvier au Paléospace », par Barbara Merle et aux Editions des falaises. L'ouvrage retrace l'histoire géologique des falaises des Vaches-Noires, l'histoire de la découverte des fossiles de la zone et la difficulté d'identification de certains, et présente également quelques fossiles essentiels que l'on peut reconnaître et récolter aux falaises. Un deuxième livre édité par le musée est un livre jeunesse, consacré aux dinosaures de Normandie, intitulé « La Normandie racontée aux enfants – Les dinosaures » à la Petite boîte édition.

Cependant, le livre de Merle est un ouvrage, encombrant, assez complet même s'il reste assez didactique pour des non-connaisseurs, et non axé sur les fossiles seulement. De ce fait, il n'est pas un outil adapté pour être un guide de reconnaissance des fossiles lorsque les visiteurs sont en visite aux falaises des Vaches-Noires. En comparaison, il existe un nombre important de guides d'aide à la reconnaissance et la collecte de fossiles des côtes anglaises pratiques, transportables et exploitables sur le terrain. La plupart des livres consacrés à la reconnaissance de fossiles pouvant être achetés au Paléospace l'Odyssee, peuvent être très généraux sur les fossiles (mélange des sites fossilifères) ou au contraire complexes. Il s'agit pour ceux-là d'ouvrages de passionnés, très bien documentés et très complets, mais justement trop complexes pour être accessibles à des enfants, ou à des non-connaisseurs, dont le niveau de connaissance peut être insuffisant pour comprendre les mots de vocabulaires employés, les schémas, etc... En plus d'être encore encombrants.

Ainsi, dans l'optique de renouvellement régulier de la librairie, ainsi que sa volonté de transmettre au grand public les connaissances nécessaires à la reconnaissance et à la collecte de roches et de fossiles en amateur aux Vaches-Noires, le musée a pour projet l'édition d'un guide simple et synthétique sur la reconnaissance des roches et fossiles des falaises des Vaches-Noires. Ce projet à destination du grand public était un projet de longue date pour Mme Boutillier et M. Picot, un projet qui malheureusement fut impacté par l'épidémie de la Covid-19, dû être reporté à plus tard, et m'a été confié.

Ainsi, il va être présenté quelles ont été les différentes étapes qui ont été nécessaire pour la conception et production du support de médiation consacré à la reconnaissance de fossiles et roches des falaises des Vaches-Noires.

La production du carnet

1. A qui s'adresse l'ouvrage ?

Cet ouvrage de médiation se destine au « grand public ». On peut considérer la description par Saurier et Ghlamallah (2015) comme une définition : il peut s'agir d'un groupe, une audience, l'ensemble des personnes d'une population qui deviennent usagers d'un bien ou d'un service, sans distinction particulière ; il s'agit d'un ensemble vaste, dispersé, et varié. Ceux qui sont susceptibles d'utiliser ce support de médiation peuvent donc être aussi bien des enfants que des adultes (tab. 2

et fig.4), des profanes comme des connaisseurs spécialisés. Les usagers visés sont donc un ensemble vaste et diversifié de tranches d'âges et de niveaux de connaissances (fig. 5).

L'avantage de la production d'un ouvrage spécifique à la récolte de fossiles accessible pour du grand public est qu'il favorise l'esprit critique de l'utilisateur qui choisit de s'en servir, il se rend actif et critique dans l'acte de réception du savoir qui sera transmis par l'ouvrage (Saurier & Ghlamallah, 2015). En effet, le récolteur va faire preuve de curiosité, d'envie de découvrir, et de reconnaître par lui-même les fossiles qu'il va trouver grâce aux informations de l'ouvrage. L'avantage de cet outil de médiation demandé est qu'il pourra à la fois être suffisant pour les usagers qui veulent simplement récolter des fossiles en les reconnaissant ; mais aussi être une ouverture pour d'autres usagers vers une envie d'en savoir davantage sur le fossile récolté ; voire encore une ouverture pour l'utilisateur qui pourrait considérer commencer une collection de fossiles.

2. Conception du carnet : bases ; quels problèmes, quelles solutions ?

L'ouvrage s'adresse donc au grand public, il doit donc pouvoir brasser un nombre suffisant mais dosé de connaissances, suffisamment claires pour être accessibles à ces différents niveaux.

Comme nous l'avons évoqué précédemment, il existe des guides consacrés à la reconnaissance et la collecte de fossiles pour le grand public, mais il s'agit pour beaucoup d'ouvrages anglais sur les fossiles des côtes anglaises. Cependant, ces guides sont adaptés à différents publics, dont du grand public, et de ce fait ont servi de base de réflexion pour la conception de notre propre guide.

a) Format du guide

Il a tout d'abord été nécessaire de définir les limites du guide, notamment par le format. Deux options se sont posées, à la lecture des guides anglais, qui ont été d'une grande aide. Il y avait par exemple les formats « livret », tels que le Lyme Bay Fossil (Clarke, 1981), le guide de Dr. Coram, Where to find fossils in Southern England (Coram, 1989), et le British Fossil (Thackray, 1984). Mais un autre format trouvé dans les ouvrages anglais était aussi le format « dépliant », tel que le guide Fossil Hunting Guide (Charmouth Heritage Coast Centre, s. d.). Plusieurs questions se sont posées, la principale étant la praticité du format livret ou dépliant sur le terrain. En effet, il a été nécessaire de considérer l'encombrement, le risque de prise au vent, et la possibilité de ranger le carnet dans une poche. Un guide au format dépliant avait un trop grand risque de prise au vent, son utilisation aurait été difficile sur le terrain, de plus d'être potentiellement encombrant selon ses dimensions. De plus, il a été craint que ce format dépliant soit un obstacle à la quantité d'informations pouvant être transmises par le guide au grand public. Mais ces questions se sont aussi posées pour le format « livret ». En effet, il a été évoqué plus tôt les difficultés rencontrées avec l'ouvrage de Merle (2011), qui est un format de grand livre, et peut donc tout aussi bien être un obstacle sur le terrain, pour l'encombrement, et son rangement. Il semblait évident que pour emmener le guide sur le terrain et pouvoir s'en servir sans qu'il soit encombrant, il fallait un format plus réduit. C'est ainsi qu'il a été proposé que le guide de reconnaissance des fossiles et roches des falaises des Vaches-Noires soit au format « livret », plus précisément un carnet. En effet, ce format propose moins de prise au vent pour une utilisation sur le terrain, d'être moins encombrant à transporter et à l'usage, et d'être rangé aisément. Il a été proposé deux formats : (1) très proche du carnet de Coram (1989) (L = 10,5 cm ; H = 14,5 cm), ou un format davantage intermédiaire (L = 11,5 cm ; H : 17 cm). Le premier format est davantage adapté pour être de poche, mais le second permet plus d'illustrations et d'informations mais moins pratique. Il a été proposé que le papier utilisé soit un papier mat, ce qui permet aux usagers d'annoter directement le carnet, et donc leur permettre de s'approprier entièrement l'ouvrage. Un papier brillant, en comparaison, peut dissuader les usagers de s'en servir sur le terrain, ce type de papier étant associé à des ouvrages beaux et précieux. Un papier mat sera davantage considéré comme pouvant être salis, mouillé... Soit un carnet dont on pourra se servir dans toutes les situations.

b) Obstacles constatés lors de la réflexion autour du contenu du guide

Le guide se présentant donc sous un format de carnet, il a été nécessaire ensuite de considérer les informations qui allaient être incorporées et transmises au grand public. Les guides anglais ont été d'une grande aide pour développer les idées de contenu du carnet pour le Paléospace l'Odysée, surtout le « Lyme fossil Bay » (Clarke, 1981) et le « Where to find fossil in Southern England » (Coram, 1989). Fossil Hunting Guide (Charmouth Heritage Coast Centre, s. d.) a été lui particulièrement utile comme aide à la simplification du contenu scientifique, ainsi que pour

les idées d'illustrations du carnet. Au fur et à mesure de la conception et de la réflexion autour du contenu du carnet, plusieurs questions se sont posées, plusieurs obstacles sont apparus, auxquels il a été nécessaire de répondre. La formulation de ces problèmes et de leur résolution fait échos aux propos de Eastes dans son article Les pièges de la médiation scientifique (2004).

Un premier obstacle est celui de la compréhension de termes scientifiques par le grand public. Certes, cette notion de grand public comprend les connaisseurs, mais aussi les profanes, pour qui des termes tels que « fossilisation », voire « bivalves », sont des termes spécifiques, difficiles, étrangers. La solution pour cet obstacle est l'utilisation de définition, ou de termes plus simples (Eastes, 2004). Il serait aisé d'user de métaphores et analogies pour définir, expliciter les idées scientifiques, mais cette solution peut elle-même s'avérer être un obstacle : elles peuvent induire des idées fausses (Eastes, 2004). La solution pour cet obstacle, s'il en devient un, est de rester vigilant sur les idées que peuvent introduire ces métaphores et analogies.

Un deuxième obstacle identifié est le décalage qu'il y a entre le scientifique et le public non-initié. Des liens entre des notions ou des concepts paraissent évidents au connaisseur qui les maîtrise, mais ne le sont pas pour le public qui ne les connaît pas. C'est par exemple le cas lorsque l'on évoque les phalanges des reptiles marins en visite guidée : pour la plupart du grand public, cela signifie que les reptiles marins se « préparaient à devenir terrestres », alors qu'il s'agissait du phénomène inverse. La résolution de cet obstacle s'est déroulée au fur et à mesure de la médiation scientifique au sein du musée. Par maîtrise de la discussion avec le public, de l'évaluation du niveau de culture, des questions posées par les visiteurs, il a été de plus en plus possible d'identifier les différents méthodes et liens à établir entre les notions pour les rendre le plus accessible possible. Cet exercice reste cependant complexe et incomplet, du fait de la grande diversité des âges et des niveaux de culture à qui s'adresse le carnet.

La réflexion autour de figures, schémas, dessins, symboles à incorporer au carnet a soulevé un autre obstacle : sont-ils compréhensibles pour le grand public ? Les notions auxquels ils font référence sont-elles assez explicitées ? Ce qui semble iconique pour le connaisseur le sera-t-il pour un non-initié ? La solution, bien que complexe, est d'envisager un maximum de possibilités à l'interprétation d'une figure, et de prendre conscience des difficultés du groupe visé à comprendre, visualiser les concepts. Il est pour cela nécessaire de bien expliciter les définitions, ne pas surcharger une figure, s'assurer qu'elle est visuellement claire, etc (Eastes, 2004).

Ces obstacles sont tous liés à un même gros problème en médiation scientifique : l'acquisition de savoirs scientifiques complexes est un phénomène qui prend du temps (Eastes, 2004), de l'espace, ce qu'un guide au format carnet peut difficilement fournir. Cela appuie encore l'importance de la didactisation du contenu scientifique que l'on souhaite partager, mais surtout l'importance de choix à faire quant au contenu à partager. Il va être nécessaire de simplifier, mais aussi de ne pas se perdre en détail (Eastes, 2004), tout en s'assurant que cette perte de détail ne va pas entacher la compréhension du contenu que l'on souhaite partager.

3. Contenu du guide

a) Le carnet dans sa globalité

Avant toute chose, ce carnet se destinant au grand public, il est nécessaire de prendre en compte le fait que parmi ce public, certains ne lisent pas, peu, mal, etc. Le risque d'un carnet rédigé sans illustration, figure, schéma, est que l'on perde le lecteur dans le flot d'informations rédigées. Cela s'observe par exemple dans le Lyme Bay Fossil (Clarke, 1981) et le Where to find fossil in Southern England (Coram, 1989), qui comprennent des pages très visuelles, et d'autres très chargées textuellement. Le but ici est d'éviter au maximum cette surcharge de de texte. C'est pourquoi il a été pensé d'aérer les paragraphes et d'incorporer des images, pour casser ces textes trop chargés, et qui pourront servir aussi bien de support que d'illustrations des propos tenus. Cet ajout d'éléments visuels peut permettre de recentrer l'attention du lecteur sur les notions qu'on tient à lui transmettre tout en étant une pause visuelle et mentale. Ainsi, le guide tend à ressembler par exemple au British Fossil (Thackray, 1984), bien que ce dernier, s'adressant davantage à un public de connaisseurs, reste généreux en textes très explicatifs plus ou moins complexes malgré ses nombreuses images. Il a été donc été choisi d'incorporer des images mais aussi des photographies de fossiles au sein du guide. Il s'agit pour certaines de photos issues : (1) de fossiles issus des collections du musée Paléospace l'Odyssée ; (2) des fossiles récoltés par moi-même ou mes collègues du Paléospace l'Odyssée, et prêtés généreusement par ces derniers.

Dans les grandes idées générales à incorporer dans le carnet (Annexe 9), il a tout d'abord été pensé de le débiter par une présentation des falaises des Vaches-Noires, de façon très générale, comme un contenu qui pourrait se lire dès l'entrée dans un musée. Ainsi, le lecteur peut rentrer progressivement dans le carnet, sans que le contenu scientifique plus poussé lui soit imposé trop rapidement. Cependant, il a été choisi, contrairement aux Lyme Bay Fossil (Clarke, 1981), Where to find fossil in Southern England (Coram, 1989) et le British Fossils (Thackray, 1984), d'aborder dès les pages suivantes les interdictions et consignes de sécurité liées aux promenades aux falaises. En effet, il a été pensé que si ce contenu était placé en début de guide, alors il serait davantage consulté par les lecteurs du carnet.

C'est ensuite que les notions scientifiques plus poussées sur les falaises des Vaches-Noires ont été abordées. Il a été choisi de prendre exemple sur le Lyme Bay Fossils (Clarke, 1981), qui abordent des points de géologie avant d'aborder les fossiles. En effet, le but ici est de construire un chemin de réflexion, de partir d'une grande échelle globale jusqu'à se focaliser sur des éléments plus petits dépendants des éléments globaux. C'est pour cela que l'on débute par une carte globale des falaises de la côte normande, avant de zoomer sur les falaises (généralités et histoire géologique simplifiée), puis les roches, et enfin les fossiles (Annexe 9).

b) La Géologie des falaises

La première grande notion scientifique à aborder fut celle de la paléogéographie de la Normandie à l'époque. Cette idée, inspirée du British Fossil (Thackray, 1984), était importante à incorporer déjà par soucis de culture, et pour qu'aucun doute ne soit laissé au grand public quant à la présence des fossiles aux falaises des Vaches-Noires. Il a été décidé de rester très général sur cette notion, et compter sur l'effort volontaire du lecteur de croire à la notion que l'on souhaite lui expliquer, soit ici le fait que la Normandie était un environnement marin, et donc propice à la fossilisation ; afin de ne pas se perdre dans des notions et détails complexes (dérive des continents, eustatisme...), tout en étant une porte aux plus curieux qui souhaiteraient en apprendre davantage sur la période concernée. Il a donc été choisi de remédier aux obstacles n°1 et n°2.

Le guide en tant que tel prend ensuite forme avec des pages consacrées aux roches des Vaches-Noires. Cette section, qui fait le lien entre la géologie des falaises et bientôt les fossiles, est importante car les nombreux débris de falaise présents sur les plages où l'on récolte sont avant tout des morceaux de roches issus de différentes couches de la falaise. Ils sont donc de couleur, de texture, de formes différentes. La présence de ces différences peut rendre difficile pour les visiteurs de faire la distinction entre des « cailloux » et un fossile distinct. Plus d'un visiteur s'est questionné sur le terrain en se demandant si des roches issues des formations du Calcaire d'Auberville ou même Coral-rag étaient « un fossile » ou bien « rien du tout ». Il semblait donc important de commencer le processus de reconnaissance et identification des fossiles par une aide à la reconnaissance des roches du terrain, tel qu'observé dans le Fossil Hunting Guide (Charmouth Heritage Coast Centre, s. d.), tout en restant simple et très concis, le corps du carnet restant les fossiles. Associé à une coupe stratigraphique générale des falaises, chaque roche a été nommée individuellement, décrite globalement selon des termes simples, et associée à une photo de la roche. L'objectif ici est de permettre à un usager du guide de reconnaître les roches qu'il observe sur le terrain, et de se référer à la colonne stratigraphique pour comprendre d'où viennent ces morceaux de falaises, et quel est leur âge. Un premier jet proposé de la coupe stratigraphique, associée à un code couleur, était trop complexe et chargé visuellement. Il a donc été proposé, lorsque le graphiste du musée travaillera sur le carnet, de faire correspondre les couches (nommées) avec une photo de falaise en correspondance à côté, pour que les usagers aient une représentation réelle de cette coupe stratigraphique qui est en général très abstraite pour eux, ce qui permet de répondre à l'obstacle n°3 (Eastes, 2004).

c) L'aide à la reconnaissance des fossiles

Vient ensuite quelques notions sur les fossiles. Il a été constaté que les non-initiés, surtout, distinguaient parfois mal la différence entre des animaux actuels (coquillage) et des fossiles (en pierre). Comme dans les trois carnets cités (Clarke, 1981; Coram, 1989; Thackray, 1984), et du fait de la destination à du grand public, il a donc été jugé nécessaire de définir ce qu'était un fossile et de renseigner en plus sur le processus de fossilisation, comme un tout indissociable. Cela a été expliqué de façon la plus simple possible, sans faire usage de métaphore ou analogies risquant d'induire de fausses idées (Eastes, 2004). Ces explications sont suivies d'une page consacrée aux différents types de fossiles : moulages internes, empreintes, fossiles en pyrite ou en d'autres roches

des falaises... En effet, certains visiteurs peuvent ne pas prêter attention à certains moules externes ou autre, du fait d'une non-connaissance de leur existence et possibilité. De ce fait, si un visiteur ne sait pas quels types de fossiles peuvent exister, ses chances de les identifier sont diminuées. De plus, il n'est pas rare que des visiteurs récoltent par exemple une roche sur laquelle se trouve une empreinte de *Myophorella*, tandis qu'un autre en récolte un moule interne, ce qui démontre les diversités de formes aux falaises des Vaches-Noires. Pensons aussi aux ammonites pyriteuses la formation des Marnes de Dives (côté Houlgate) et les ammonites par exemple issues de la formation de l'Oolithe ferrugineuse, soit des fossiles de différentes compositions. Il est nécessaire que les usagers soient informés que les fossiles se présentent sous différentes formes, avec des textures différentes, pour optimiser leurs chances de récolte.

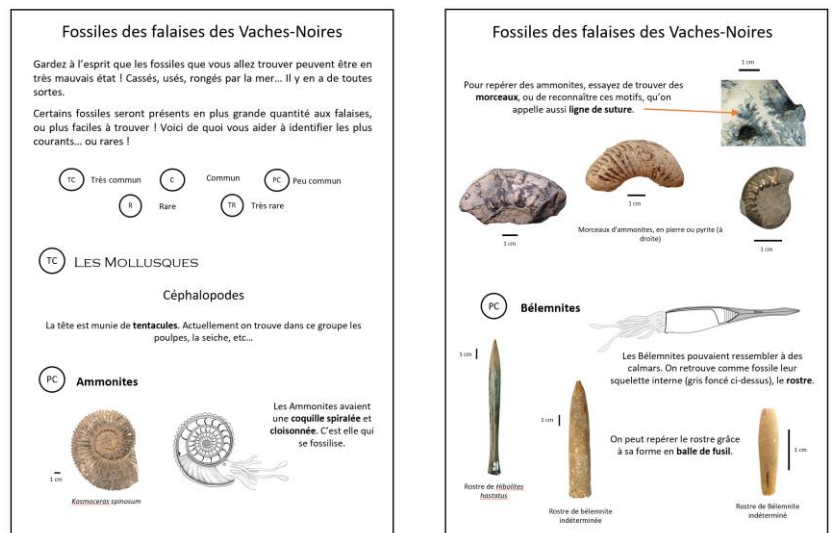


Figure 6 : Exemple de pages d'identification de fossiles du carnet à destination du grand public

Il est nécessaire que les usagers soient informés que les fossiles se présentent sous différentes formes, avec des textures différentes, pour optimiser leurs chances de récolte.

La plus grosse partie du carnet est ensuite consacrée à l'identification des fossiles. Par soucis de clarté et de logique, il a été décidé d'aborder un certain nombre de groupes, les triant par grands groupes et « ordre » d'importance ». Ainsi, les mollusques, groupe le plus diversifié et abondant aux falaises des Vaches-Noires a été décrit en premier, et les ammonites et bélemnites ont été décrits l'un à la suite de l'autre car appartenant tous deux aux céphalopodes. Il a été choisi aussi d'incorporer à côté de chaque groupe abordé un indicateur de rareté, afin que les usagers aient connaissance de la probabilité qu'ils ont de récolter tel ou tel fossile. Plus d'une fois, de jeunes visiteurs ont espéré « trouver des crânes de dinosaures », et ont été déçu de leur récolte en conséquence. Il est donc nécessaire de renseigner à l'usager, par cet indice de rareté, qu'il n'est pas « mauvais en recherche », simplement que certains fossiles sont plus courants que d'autres. Cet indicateur est aussi une réponse à l'obstacle n°2.

De nombreuses fois, les visiteurs peinent à reconnaître des fossiles, car l'association entre la forme du fossile et l'animal vivant à son origine peine à être établie (obstacle n°2). Pour répondre à ce problème, il a été proposé pour certains groupes, comme dans le Fossil Hunting Guide (Charmouth Heritage Coast Centre, s. d.), d'y incorporer une représentation de l'animal tel qu'il pouvait être de son vivant, une représentation simplifiée et majoritairement sans légendes, pour ne pas alourdir ni le visuel ni le contenu à transmettre, offrant ainsi une vision très globale de l'animal. Cela peut permettre au grand public de comprendre quelles parties du corps de l'animal fossilisent, et donc de comprendre ce qu'ils peuvent identifier et récolter, tout en prenant en compte les risques de l'obstacle n°3. Par exemple, des dessins d'ammonites et de bélemnites de Michel Fontaine ont été utilisés et simplifiés si nécessaire.

Dans cette même idée, il a été choisi, pour les fossiles pour lesquels cela était le plus pertinent, d'incorporer des figures ou photos de fossiles usés, cassés, etc... tel qu'on peut en trouver dans Fossil Hunting Guide (Charmouth Heritage Coast Centre, s. d.). En effet, au fur et à mesure des visites guidées, il a été constaté que beaucoup de visiteurs se concentraient sur les formes générales qu'ils peuvent connaître des fossiles, par exemple des ammonites grandes, complètes, lisses et bien visibles. Or, sur le terrain, il n'est pas rare de retrouver plutôt : (1) des morceaux d'ammonites ; (2) des ammonites encroûtées ou sales ; (3) des ammonites érodées ; etc. Ainsi, pour faire prendre conscience au grand public de la difficulté d'identifier et récolter un fossile propre et complet, ces photos ont pour objectif de contrebalancer les idées du fossile parfait, en plus d'être un deuxième support à la reconnaissance de fossiles, potentiellement moins beau mais plus abondants. En effet, les visiteurs ont plus de chances de trouver des morceaux de *Myophorella*, ou encore d'ammonites, que des spécimens parfaitement conservés et propres. Comme précisé en 3.a, il a donc été utilisé pour illustrer les groupes en général, et les fossiles usés des photos de fossiles issues des collections du musées, de collections amateurs personnelles, etc. Cela permet

de répondre aux problèmes n°2 et n°3. Toujours dans l'optique de résoudre les trois obstacles qui peuvent se poser lors de l'élaboration du carnet, il a été inclus dans les descriptions des indications sur les structures, formes, motifs à repérer sur les fossiles lors de la recherche. Par exemple, il a été recommandé de repérer si possible les lignes de sutures des ammonites pour en reconnaître des fossiles.

Le carnet a été réalisé en étudiant au possible la didactisation du contenu et sa transmission, les images utilisées, la position de ces derniers, etc... en vue d'être soumis ensuite à un infographiste travaillant avec le musée, qui aura alors la charge de le mettre en valeur visuellement pour le grand public.

Conclusion

De façon très globale, le log a révélé que la zone étudiée était un environnement calme ayant permis le dépôt d'argiles, bien que les fossiles roulés témoignent d'épisodes de changements hydrodynamiques plus ou moins importants. Le taux de sédimentation reste moyen tout au long de la période, et l'environnement était ouvert aux influences terrestres ; mais aussi aux influences marines boréales et téthysiennes, en témoigne la présence de certains groupes d'ammonites. C'était un milieu stable, bien que la zone ait connu une augmentation des épisodes de perturbation (dysoxie...). Ce travail, couplé à la médiation au sein du Paléospace l'Odysée, a aidé à la réflexion sur le guide, et sa conception. Ce carnet a été pensé pour être accessible à tous les publics, bien qu'il puisse paraître trop simple pour des connaisseurs. Il est une porte d'entrée à des non-initiés qui souhaiteraient simplement s'amuser à identifier et collecter des fossiles, et qui pourraient bien devenir les collectionneurs de demain. Il peut aussi être une base de connaissances scientifiques simples ou globales pour aller vers des connaissances plus poussées. La volonté d'être le plus médiatique possible se traduit par la simplification des connaissances, mais aussi par le format, les photographies d'illustration, la mise en forme... Des éléments pour permettre au guide d'être le plus accessible pour des adultes comme des enfants, des connaisseurs comme des non-initiés.

Remerciements

Je tiens à remercier mon tuteur Laurent Picot ainsi que l'ensemble de l'équipe Paléospace pour le soutien et les précieux conseils qu'ils m'ont apportés tout au long du stage. Je remercie les médiateurs pour les fossiles prêtés afin d'illustrer le carnet, et pour leurs conseils lors de l'élaboration de ce dernier. Je remercie également Damien Gendry pour l'aide qu'il m'a apporté lors de l'étude du platier, que ce soit sur le terrain ou lors de l'élaboration de ma coupe stratigraphique. Je remercie mon collègue Simon Beaufiles pour ses conseils sur la stratigraphie et l'élaboration de la coupe stratigraphique.

Bibliographie

- Almèras, Y., Cougnon, M., & Gendry, D. (2013). Les autres invertébrés jurassiques des Vaches-Noires—Les brachiopodes. *Fossiles - Revue Française de Paléontologie, Hors-série(4)*, 71-73.
- Bacheley, C., & De la Clôture, L. (1778). Notice des pétrifications & autres faits d'histoire naturelle qui se trouvent le long [des] côtes du Pays d'Auge. *Collection d'observations sur les maladies et constitutions épidémiques* (357-359). Rouen: Imprimerie privilégiée.
- Brignon, A. (2015). Les débuts de la paléoichthyologie en Normandie et dans le Boulonnais. *Fossiles - Revue française de Paléontologie(21)*, 43-62.
- Brignon, A. (2016). L'abbé Bacheley et la découverte des premiers dinosaures et crocodyliens marins dans le Jurassique des Vaches Noires (Callovien/Oxfordien, Normandie). *Comptes Rendus Palevol*, 15(5), 595-605. <https://doi.org/10.1016/j.crvp.2015.10.004>
- Brignon, A. (2020). Les premières découvertes de vertébrés jurassiques aux Vaches Noires (Calvados, France). Actes du premier colloque de l'APVSM, « Paléontologie et Archéologie en Normandie », 5-6 octobre 2019. *Bulletin de l'Association paléontologique de Villers-sur-Mer*, 7-40.
- Buffetaut, E. (2013). Deux siècles et demi de recherche scientifique aux Vaches Noires. *Fossiles - Revue Française de Paléontologie, Hors-série(4)*, 5-12.
- Callomon, H. (1985). The evolution of the Jurassic ammonite family Cardioceratidae. *Special Papers in Paleontology(33)*, 49-90.
- Cariou, E., Contini, D., Dommergues, J. L., Enay, R., Geyssant, J. R., Mangold, C., & Thierry, J. (1985). Biogéographie des ammonites et évolution structurale de la Téthys au cours du Jurassique. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 1(5), 679-697. <https://doi.org/10.2113/gssgfbull.1.5.679>
- Charmouth Heritage Coast Centre. (s. d.). *Charmouth Heritage Coast Centre : Fossil Hunting Guide*. 8 p.
- Clarke, N. J. (1981). *Lyme Bay Fossils : Beach Guide*.
- Coram, R. (1989). *Where to find Fossils in Southern England* (British Fossils). 52 p.

- Courville, P. (2011). Un gisement jurassique remarquable : La falaise des "Vaches Noires"(Calvados). *Fossiles - Revue Française de Paléontologie*(6), 28-30.
- Courville, P. (2013). Huîtres, moules, escargots et autres mollusques. *Fossiles - Revue Française de Paléontologie, Hors-série*(4), 69-71.
- Courville, P., Bonnot, A., & Raynaud, D. (2013). Les Ammonites, princesses de Villers-sur-Mer. *Fossiles - Revue française de Paléontologie, Hors-série*(4), 34-65.
- Cuvier, G. (1808). Sur les ossemens fossiles de crocodiles, et particulièrement sur ceux des environs du Havre et de Honfleur, avec des remarques sur les squelettes des sauriens de la Thuringe. *Annales du Muséum d'histoire naturelle*(12), 73-110.
- Cuvier, G. (1824). *Recherches sur les ossemens fossiles où l'on rétablit les caractères de plusieurs animaux dont les révolutions du glob ont détruit les espèces* (nouvelle édition, 5). G. Dugour et E. d'Ocagne. 648 p.
- De la Beche, H. T. (1822). On the geology of the Coast of France, and of the inland Country adjoining ; from Fecamp, Department de la Seine Inferieure, to St. Vaast, Department de la Manche. *Transaction of the Geological Society of London* 2(1), 40-47. <https://doi.org/10.1144/transgslb.1.1.73>
- Dicquemare, J.-F. (1776). Ostéolithes. *Observations sur la Physique, sur l'Histoire Naturelle et sur les Arts*(7), 406-414.
- Douvillé, H. (1881). *Note sur la partie moyenne du terrain jurassique dans le bassin de Paris et sur le terrain corallien en particulier* (9). Bulletin de la Société Géologique de France.
- Dugué, O. (1989). *Géodynamique d'une bordure de massifs anciens. La bordure occidentale du Bassin anglo-parisien au Callovo-Oxfordien. Pulsations épirogénétiques et cycles eustatiques* [Thèse de Doctorat, Université de Caen]. 593 p. (043888534).
- Dugué, O. (1991). Comportement d'une bordure de massifs anciens et cortèges de minéraux argileux : L'exemple de la bordure occidentale du Bassin Anglo-Parisien au Callovo-Oxfordien. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 81(3), 323-346. [https://doi.org/10.1016/0031-0182\(91\)90153-I](https://doi.org/10.1016/0031-0182(91)90153-I)
- Dugué, O., Benabdellouahed, M., & Gérard, J. (2016). Le Jurassique de Normandie : Falaises du Bessin et du pays d'Auge. *RST 2016*, 1-120.
- Eastes, R.-E. (2004). Les pièges de la médiation scientifique. *L'actualité chimique*(6), 280-281.
- Furic, M. (2016). *Les chondrichthyens de la série callovo-oxfordienne (Jurassique moyen-supérieur) de Normandie (France)* [Mémoire]. Université de Rennes 1. pp 21.
- Gendry, D. (2020). Les crustacés fossiles : Découvertes d'hier et d'aujourd'hui. Actes du premier colloque de l'APVSM, « Paléontologie et Archéologie en Normandie », 5-6 octobre 2019. *Bulletin de l'Association paléontologique de Villers-sur-Mer*, 73-86.
- Gendry, D., & Pezy, J.-P. (2016). Biostratigraphy and paleoecology of the decapod fauna from the Jurassic of the Vaches Noires cliffs (Calvados, France). *6th Symposium on Mesozoic and Cenozoic Decapod Crustaceans*, 35-36. <https://hal-insu.archives-ouvertes.fr/insu-01450751>
- Hébert, E. (1860). Du terrain jurassique supérieur sur les côtes de la manche. *Bulletin de la Société Géologique de France*(17), 300-316.
- Hua, S., Pannetier, E., & Pannetier, G. (2021). A juvenile *Steneosaurus* in the Callovian of Normandy (France); a genus too hastily consigned to the wastebasket?. *Carnets Natures*(8), 1-8.
- Hudson, J. D., & Palframan, D. F. B. (1968). The ecology and preservation of the Oxford Clay fauna at Woodham, Buckinghamshire. *Quarterly Journal of the Geological Society*, 124(1-4), 387s-418. <https://doi.org/10.1144/gsjgs.124.1.0387>
- Le Mort, J. (2019). *Etude d'un Metriorhynchus brachyrhynchus (Thalattosuchia; Metriorhynchidae) des Falaises des Vaches Noires (Normandie, Calvados)* [Mémoire]. Université de Rennes 1. 21 p.
- Lebrun, P., & Courville, P. (2013). Le Jurassique des falaises des Vaches-Noires. *Fossiles - Revue Française de Paléontologie, Hors-série*(4), 16-28.
- Lefort, A. (2011). *La limite Oxfordien-Kimméridgien (Jurassique Supérieur) : Stratigraphie et paléoenvironnements dans les domaines Téthysien (Est et Sud du Bassin de Paris, France) et Boréal (Ile de Skye, Ecosse)* [Thèse de Doctorat, Université Henri Poincaré – Nancy I]. 304 p. http://docnum.univ-lorraine.fr/public/SCD_T_2011_0006_LEFORT.pdf
- Merle, B. (2011). *Les falaises des Vaches Noires : De Cuvier au Paléospace*. Editions des Falaises. 128 p.
- Meyer, H. von. (1832). *Palaeologica zur Geschichte der Erde und ihrer Geschöpfe*. S. Schmerber.
- Monvoisin, E. (2019). Diversité des dinosaures théropodes dans le Jurassique des Falaises des Vaches Noires (Calvados, Normandie) [Mémoire]. MNHN, CNRS, Sorbonne Science Université. 36 p.
- Riout, M. (1978). Villers-sur-Mer. Son site. Ses falaises. Sa plage. Son musée. Syndicat d'initiative de Villers-sur-Mer. 33 p.
- Roulland, T., Maquaire, O., Costa, S., Compain, V., Davidson, R., & Medjkane, M. (2019). Dynamique des falaises des Vaches Noires : Analyse diachronique historique et récente à l'aide de documents multi-sources (Normandie, France). *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, (25), 37-55. <https://doi.org/10.4000/geomorphologie.12989>
- Saurier, D., & Ghlamallah, S. (2015). Souplesse et permanence de la médiation culturelle. *Questions de communication*, (28), 251-272.
- Thackray, J. (1984). *British Fossils*. Her Majesty's Stationery Office for the British Geological Survey.

Annexes

Annexe 1 : tableau de résultats de l'échantillonnage fossile des couches 1 à 10

Couche	Sachets récoltés	Identification du contenu paléontologique	Remarque sur le contenu fossile de la couche
N°1	C100	<p>Bivalvia :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Bilobissa dilatata</i> Sowerby, 1816 <p>Brachiopoda :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Aulacothyris bernardina</i> (d'Orbigny, 1850) - <i>Thurmannella obtrita</i> (Defrance, 1828) 	<p>Présence d'ammonites indéterminées</p> <p>Les Gryphées sont en position de vie sur la valve bombée</p>
N°2	C90b	<p>Ammonoidea :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Kosmoceras cf. duncani</i> (Sowerby, 1817) - <i>Quenstedtoceras henrici</i> (Douvillé, 1913) <p>Belemnitida :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Hibolites hastatus</i> Montfort, 1818 <p>Bivalvia :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Bilobissa dilatata</i> Sowerby, 1816 - <i>Nuculoma cf. longiuscula</i> Merian, 1900 - <i>Nuculoma gr. calliope</i> d'Orbigny, 1859 - <i>Radulopecten</i> sp. <p>Brachiopoda :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Thurmannella obtrita</i> (Defrance, 1828) <p>Crustacea :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Eryma</i> sp. 	<p>Couche inférieure de marnes molles se divise en plusieurs horizons.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. horizon supérieur de marnes molles : fragments de pectens et débris en grande quantité, terriers cubiques en haltères anecdotiques, terriers horizontaux à stries concentriques pyritisés 2. horizon moyen d'argiles grossières sur quelques centimètres : contenu peu repéré 3. horizon d'argiles douces sur une quinzaine de centimètres. <p>Horizons (2) et (3) : terriers cubiques en haltères, terriers droits et débris.</p>
	C90a	<p>Bivalvia :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Praeexogyra subrugulosa</i> Morris et Lycett, 1853 - <i>Radulopecten</i> sp. <p>Brachiopoda :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Thurmannella obtrita</i> (Defrance, 1828) 	<p>Gryphées en position de vie, posées sur la valve bombée. Beaucoup de pectens. Terriers creusés par des Crustacés, potentiellement <i>Eryma</i>.</p>
N°3	C80b	<p>Ammonoidea :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Choffatia</i> sp. Spath, 1930 <p>Bivalvia :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Bilobissa dilatata</i> Sowerby, 1816 - <i>Radulopecten</i> sp. <p>Brachiopoda :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Thurmannella obtrita</i> (Defrance, 1828) 	<p>Gryphées roulées. Présence ammonites indéterminées. Présence de Térébratules endommagés indéterminés et roulées. Présence de bélemnites indéterminés morcelés. Terriers pyritisés.</p>
	C80a	<p>Bivalvia :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Nuculoma gr. calliope</i> d'Orbigny, 1859 - <i>Nuculoma</i> sp. - <i>Radulopecten</i> sp. 	<p>Térébratules à plat sur la valve brachiale, d'autres à la verticale, crochet vers le haut. Bivalves en grandes quantités.</p>

			Pectens : les deux valves en position horizontales.
N°4	C70b	Bivalvia : - <i>Bilobissa dilatata</i> Sowerby, 1816 - <i>Nuculoma</i> cf. <i>longiuscula</i> Merian, 1900 - <i>Nuculoma</i> sp.	Bivalves en grandes quantités. Térébratules indéterminées roulées.
	C70a	Ammonoidea : - <i>Properisphinctes bernensis</i> (Loriol, 1898) Bivalvia : - <i>Isognomon</i> sp. - <i>Nuculoma</i> sp. - <i>Praeexogyra</i> cf. <i>subrugulosa</i> Morris et Lycett, 1853 - <i>Radulopecten</i> sp.	Présence de Térébratules indéterminées morcelées. Bivalves en grande quantité avec présence d'huîtres <i>Isognomon</i> à espèce non identifiée. Pectens à valve bombée à l'horizontale. Crustacés : potentiellement des Glyphées. Terriers pyritisés.
N°5	C60b	Bivalvia : - <i>Radulopecten</i> sp Crustacea : - <i>Eryma</i> sp.	Rare bois. Rares Pectens non identifiés. Nombreux débris. Couche fossilifère mais beaucoup de débris ou de fossiles très marneux, donc fragiles et peu identifiables.
	C60a	Bivalvia : - <i>Radulopecten</i> sp.	Présence de Térébratules. Couche moyennement fossilifère et beaucoup de fossiles marneux non-identifiables.
N°6	C50b	Bivalvia : - <i>Bilobissa dilatata</i> Sowerby, 1816 - <i>Isognomon mytiloides</i> Lamarck, 1836 - <i>Praeexogyra</i> cf. <i>subrugulosa</i> Morris et Lycett, 1853 - <i>Radulopecten</i> sp.	Térébratules présentes mais non-identifiées car morcelées. Bivalves de type <i>Isognomon</i> à espèce non identifiée soit en banc, soit isolées. Présence de terriers cubiques en haltères assez nombreux.
	C50a	Bivalvia : - <i>Isognomon</i> sp.	Présence d'ammonites indéterminées. Térébratules présentes mais non identifiées car morcelées. Beaucoup d'huître présentes, mais non identifiées jusqu'à l'espèce. Terriers pyritisés et terriers horizontaux.
N°7	C40b	Ammonoidea : - <i>Kosmoceras</i> cf. <i>duncani</i> (Sowerby, 1817) Bivalvia : - <i>Bilobissa dilatata</i> Sowerby, 1816 - <i>Praeexogyra</i> cf. <i>subrugulosa</i> Morris et Lycett, 1853 - <i>Nuculoma</i> cf. <i>longiuscula</i> Merian, 1900 - <i>Radulopecten</i> sp.	Beaucoup de bivalves difficilement identifiables. Terriers horizontaux et obliques. Débris et bioclastes.
	C40a	Ammonoidea : - <i>Kosmoceras spinosum</i> (Sowerby, 1826) Bivalvia :	Bivalves en grande quantité. Terriers pyritisés. Débris et bioclastes nombreux.

		<ul style="list-style-type: none"> - <i>Nuculoma</i> cf. <i>longiuscula</i> Merian, 1900 - <i>Nuculoma</i> gr. <i>calliope</i> d'Orbigny, 1859 - <i>Radulopecten</i> sp. Brachiopoda : <ul style="list-style-type: none"> - <i>Thurmannella obtrita</i> (Defrance, 1828) 	
N°8	C30b	Ammonoidea : <ul style="list-style-type: none"> - <i>Hecticoceras pseudopunctatum</i> (Lahusen, 1874) Belemnitida : <ul style="list-style-type: none"> - <i>Hibolites hastatus</i> Montfort, 1818 Bivalvia : <ul style="list-style-type: none"> - <i>Nuculoma</i> cf. <i>longiuscula</i> Merian, 1900 Brachiopoda : <ul style="list-style-type: none"> - <i>Aulacothyris bernardina</i> (d'Orbigny, 1850) 	Térébratules qui sont roulées. Bivalves en bonne quantité, soit isolés soit en bancs. Bois pyritisé à la base de la formation.
	C30a	Brachiopoda : <ul style="list-style-type: none"> - <i>Aulacothyris bernardina</i> (d'Orbigny, 1850) Bivalvia : <ul style="list-style-type: none"> - <i>Praeexogyra subrugulosa</i> Morris et Lycett, 1853 - <i>Radulopecten</i> sp. 	Dents de Crocodylomorpha très anecdotiques dans la formation.
N°9	C20b	Belemnitida : <ul style="list-style-type: none"> - <i>Hibolites hastatus</i> Montfort, 1818 Bivalvia : <ul style="list-style-type: none"> - <i>Gervilia aviculoides</i> (Sowerby, 1814) - <i>Radulopecten</i> sp. Brachiopoda : <ul style="list-style-type: none"> - <i>Aulacothyris bernardina</i> (d'Orbigny, 1850) Crinoidea : <ul style="list-style-type: none"> - <i>Millericrinus</i> sp. 	Gryphées en position de vie, valve bombée posée. Crinoïdes indéterminés présents. Bois pyritisé.
	C20a	Bivalvia : <ul style="list-style-type: none"> - <i>Radulopecten</i> sp. Brachiopoda : <ul style="list-style-type: none"> - <i>Thurmannella obtrita</i> (Defrance, 1828) 	Fossiles roulés. Terriers horizontaux et terriers pyritisés.
N°10	C10	Ammonoidea : <ul style="list-style-type: none"> - <i>Kosmoceras spinosum</i> (Sowerby, 1826) - <i>Properisphinctes bernensi</i> (Loriol, 1898) - <i>Quenstedtoceras henrici</i> (Douvillé, 1913) Bivalvia : <ul style="list-style-type: none"> - <i>Gervilia aviculoides</i> (Sowerby, 1814) - <i>Bilobissa dilatata</i> Sowerby, 1816 - <i>Isognomon</i> sp. - <i>Myophorella</i> sp. gr. <i>Irregularis</i> (Seebach, 1860) Brachiopoda :	Nombreux fossiles roulés. Ammonites en bonne quantité. Bivalves en bancs ou isolés. Dents de Crocodylomorpha présentes, mais indéterminées. Nombreux débris et bioclastes. Crinoïde

		<ul style="list-style-type: none"> - <i>Aulacothyris bernardina</i> (d'Orbigny, 1850) - <i>Thurmannella obtrita</i> (Defrance, 1828) <p>Crinoidea :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Millericrinus</i> sp. 	
N°11	Nodules	<p>Ammonoidea :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Quenstedtoceras praelamberti</i> Douvillé, 1912 <p>Belemnitida :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Hibolites hastatus</i> Montfort, 1818 <p>Bivalvia :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Praeexogyra</i> cf. <i>subrugulosa</i> Morris et Lycett, 1853 - <i>Avicula</i> sp. <p>Gasteropoda :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Bathrotomaria</i> sp. 	<p>Ammonites en bonne quantité. Certaines restent indéterminées. Crustacés présents au sein de nodules rosâtres. Gastéropodes présents.</p>

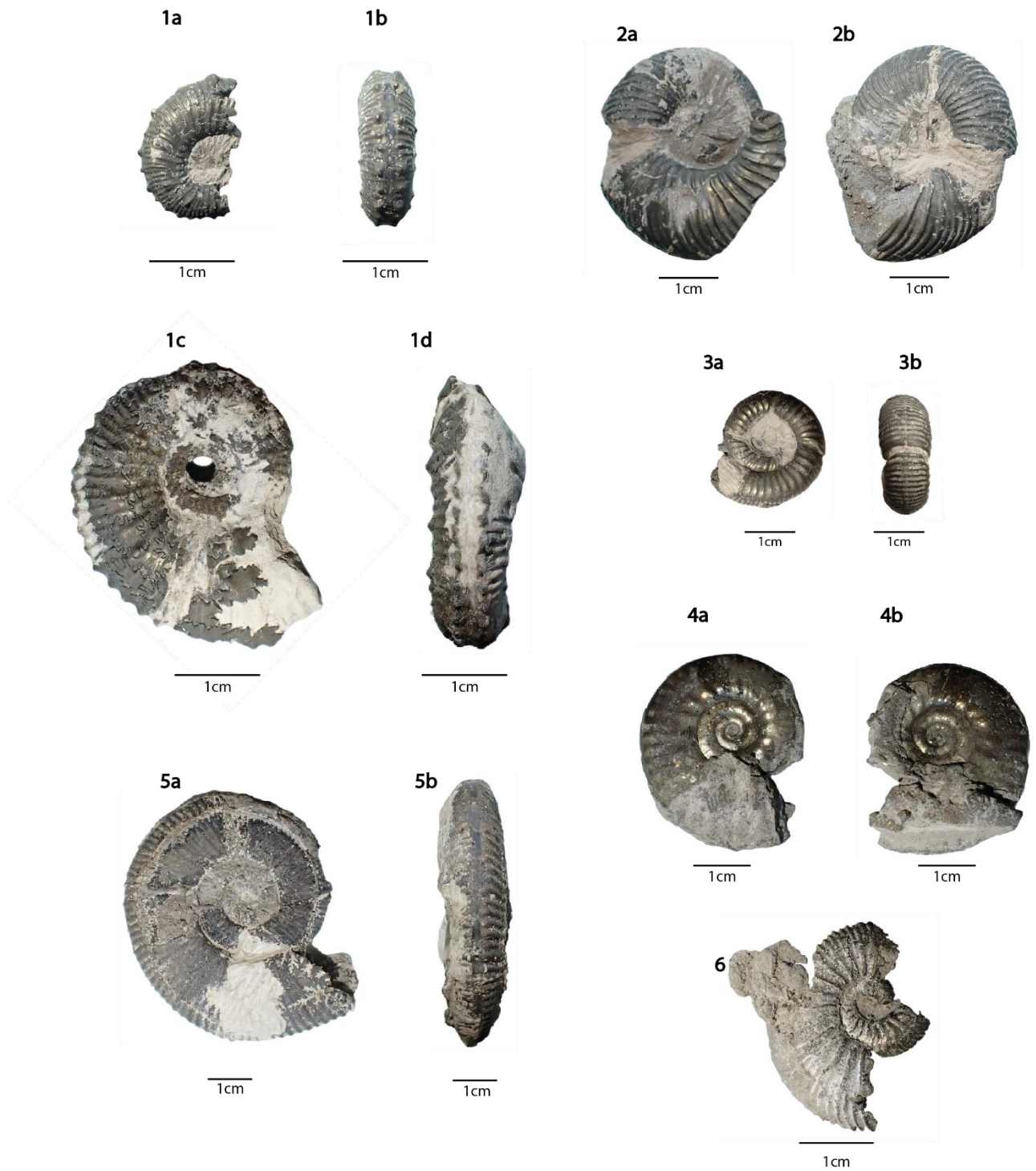


Planche 1 : Ammonoidea de la formation étudiée

1a, 1b, 1c et 1d : *Kosmoceras spinosum* (Sowerby, 1826) ; 2a et 2b : *Quenstedtoceras henrici* (Douvillé, 1913) ; 3a et 3b : *Properisphinctes* sp. gr. *bemensis* (Loriol, 1898) ; 4a et 4b : *Hecticoceras pseudopunctatum* (Lahusen, 1874) ; 5a et 5b : *Hoffatia* sp. Spath, 1930 ; 6 : *Quenstedcoeras praelamberti* Douvillé, 1912.



Planche 2 : Belemnitida de la formation étudiée

1 : *Hibolites hastatus* (Montfort, 1818).



Planche 3 : Gastropoda de la formation étudiée

1 : *Bathrotomaria* sp.



Planche 4 : Brachiopoda de la formation étudiée

1a et 1b : *Thurmannella obtrita* (Defrance, 1828) ; 2a et 2b : *Aulacothyris bernardina* (d'Orbigny, 1850).

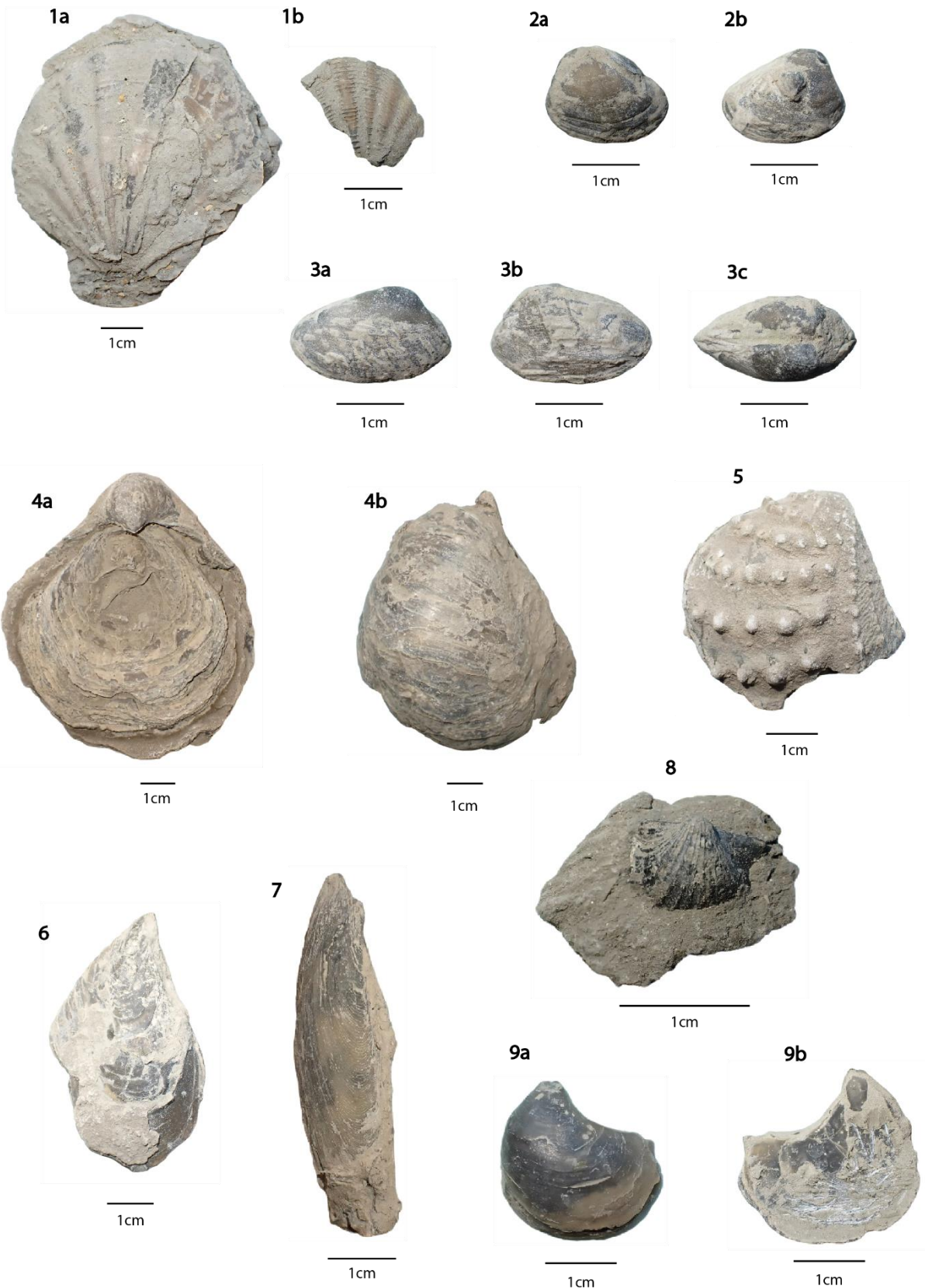


Planche 5 : Bivalvia de la formation étudiée

1a et 1b : *Radulopecten* sp. ; 2a et 2b : *Nuculoma* gr. *calliope* d'Orbigny, 1859 ; 3a, 3b et 3c : *Nuculoma* cf. *longiuscula* Merian, 1900 ; 4a et 4b : *Bilobissa dilatata* Sowerby, 1816 ; 5 : *Myophorella* sp. gr. *irregularis* (Seebach, 1860) ; 6 : *Isognomon* gr. *mytiloides* Lamarck, 1836 ; 7 : *Gervillia aviculoïdes* (Sowerby, 1814) ; 8 : *Avicula* sp. ; 9a et 9b : *Praexogyra* cf. *subrugulosa* Morris et Lycett, 1853.

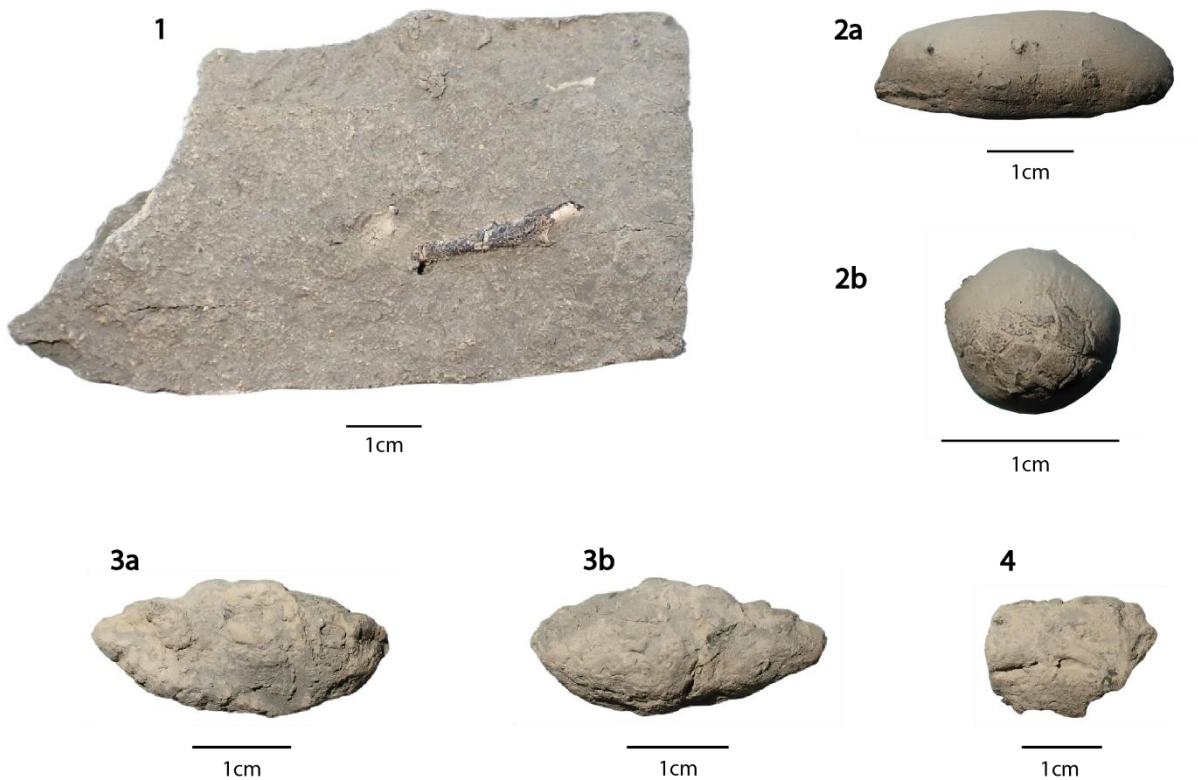


Planche 6 : Crustacea de la formation étudiée

1 : *Eryma* sp. ; 2a et 2b : Crustacea (potentiellement *Mecochirus* sp.) au sein d'un nodule de calcaire rosâtre ; 3a et 3b : nodule de calcaire rosâtre bioturbé ; 4 : Crustacea (potentiellement *Mecochirus* sp.) au sein d'un nodule de calcaire rosâtre bioturbé.



Planche 7 : Crinoidea de la formation étudiée

1 : *Millericrinus* sp.

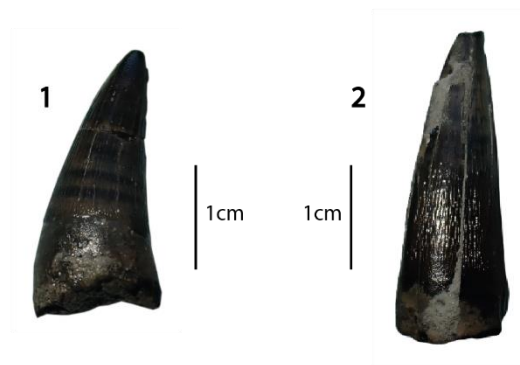


Planche 8 : Crocodylomorpha de la formation étudiée

1 et 2 : Crocodylomorpha indéterminés.

Page	Idée	Contenu
Les falaises des Vaches-Noires	Généralités sur les falaises des Vaches-Noires	<ul style="list-style-type: none"> - Carte générale de la côte normande avec différents sites - Âge des falaises - Erosion des falaises et donc éboulement des fossiles sur la plage - Anecdotes sur le nom des falaises
Protection des falaises	Interdictions et consignes de sécurité	<ul style="list-style-type: none"> - Les falaises sont une ZNIEFF, protection des falaises par le Conservatoire du littoral ➔ Interdictions en conséquence quant aux falaises - Consignes de sécurité liées à l'effondrement des falaises, aux marées, aux marnes pour les promenades et la récolte de fossiles
Géologie des falaises	Généralités sur la paléogéographie des falaises des Vaches-Noires	<ul style="list-style-type: none"> - La Normandie au Jurassique associée à une représentation de la zone - Les falaises étaient donc un environnement marin propice à la fossilisation
Roches des falaises	Généralités sur les roches des falaises et leur position dans la colonne stratigraphique	<ul style="list-style-type: none"> - Insertion d'un profil général des falaises avec âge et période - Description simple des roches issues des couches avec une photo de la roche - Ajout du silex
Qu'est-ce qu'un fossile ?	Différentes généralités sur les fossiles	<ul style="list-style-type: none"> - Définition d'un fossile - Définition et description simple de la fossilisation avec schémas explicatifs - Description simple avec photos des différents types de fossiles (moulages, empreintes, pyrite...)
Fossiles des falaises des Vaches-Noires	Présentation et description simple des différents principaux groupes de fossiles observables aux falaises (avec photos de fossiles et échelle de rareté)	<ul style="list-style-type: none"> - Les Mollusques : Céphalopodes (ammonites, bélemnites) ; bivalves, gastéropodes - Les serpules - Les éponges - Les coraux - Les échinodermes : crinoïdes, oursins - Les Brachiopodes - Le bois fossile - requins, poissons, crocodiles et Vertébrés dans une catégorie : « Si vous avez de la chance » - Catégorie « Extrêmement rare » : dinosaures

Résumé

Les **falaises des Vaches-Noires** doivent leur notoriété à la formation des Marnes de Dives (**Callovien** supérieur) qui affleurent sporadiquement sur l'estran. A cours des deux derniers siècles, différentes études stratigraphiques se sont succédées ; et cinq horizons sont aujourd'hui reconnus dans le **Callovien** des **falaises des Vaches-Noires**. L'étude d'une partie de la formation des Marnes de Dives affleurant côté Houlgate (Calvados, Normandie), a permis d'affiner le découpage du **Callovien**, notamment la partie supérieure du niveau H2. L'assemblage faunique et la lithologie ont permis de subdiviser onze niveaux distincts au sein de cet **horizon**. Cette étude a permis d'étoffer les précédentes études sur la **stratigraphie** et permet de mettre en évidence les différents **assemblages fauniques** au sein d'un même **horizon**. En plus de cette étude, le musée Paléospace l'Odyssée a souhaité accroître sa librairie par la commande d'un guide d'aide à la reconnaissance des fossiles des **falaises des Vaches-Noires**, à destination du grand public. Le travail réalisé précédemment, couplé à la médiation scientifique, ont permis de surmonter les différents obstacles rencontrés lors de la réalisation du guide, qui se présente sous la forme d'un carnet.

Mots-clés : Vaches-Noires, stratigraphie, falaises, allovien, assemblages fauniques, horizon.

Abstract

The **Vaches-Noires cliffs** owe their notoriety to the formation of the Marnes de Dives (upper **Callovian**) which sporadically outcrop on the foreshore. Over the last two centuries, various stratigraphic studies have been carried out and five horizons have now been recognised in the **Callovian** of the **Vaches-Noires cliffs**. The study of part of the Dives Marls formation outcropping on the Houlgate side (Calvados, Normandy), has made it possible to refine the division of the **Callovian**, particularly the upper part of the H2 level. The faunal assemblage and lithology made it possible to subdivide eleven distinct levels within this **horizon**. This study added to the previous studies on **stratigraphy** and made it possible to highlight the different **faunal assemblages** within the same **horizon**. In addition to this study, the Paleospace l'Odyssée museum wanted to increase its bookshop by ordering a guide to help recognise the fossils of the Vaches-Noires cliffs, intended for a very large public. The work carried out previously, coupled with scientific mediation, made it possible to overcome the various obstacles encountered during the production of the guide, which is presented in the form of a booklet.

Keywords : Vaches-Noires, stratigraphy, cliffs, Callovian, fauna assemblages, horizon.