

5.6 Epreuve de travaux pratiques de contre-option du secteur C : Sujet et commentaires

5.6.1 Présentation de l'épreuve

L'épreuve comportait trois parties indépendantes illustrant différents types d'étude de fossiles en Sciences de la Terre :

I – l'étude paléontologique et sédimentologique d'un échantillon de fossile permettant d'identifier le fossile et de reconstituer l'histoire de sa mise en place.

II – l'étude géochimique ($\delta^{18}O$) d'un échantillon permettant de reconstituer les conditions de vie (t°) de l'organisme et de proposer une hypothèse paléo-climatique.

III – l'étude d'assemblages fossilifères et de leur contexte sédimentaire permettant de discuter leur synchronisme et de mettre en évidence un changement latéral de faciès.

5.6.2. Commentaire général

Les exercices proposés s'appuyaient sur des objets et documents des plus courants en paléontologie (tels une ammonite ou un assemblage récifal) et en sédimentologie (tels la carte de Vermenton, située dans le Bassin de Paris dès l'en-tête de la partie concernée, et des faciès carbonatés simples), ou encore faisaient appel à l'outil biogéochimique type des études paléo-climatiques : le $\delta^{18}O$. L'objectif était de faire la part belle aux observations/ informations tirées des documents et à leur exploitation pour la construction d'une interprétation cohérente.

Il apparaît néanmoins que pour certains candidats, les connaissances nécessaires à minima pour traiter le sujet n'étaient pas maîtrisées. Globalement, bon nombre de candidats a plutôt réussi un seul des trois exercices pour ce qui concerne l'observation/ l'acquisition des données, et la qualité de l'interprétation est généralement meilleure pour la partie I que pour la partie III (peu de profils de dépôt cohérent) ; elle est généralement absente pour la partie II.

On ne peut que souligner la faible maîtrise d'exercices simples tels :

- la description d'un fossile,
- la réalisation d'une coupe géologique simple,
- la compréhension d'une équation classique telle celle reliant la valeur du $\delta^{18}O$ dans un carbonate à celles du $\delta^{18}O$ et de la température du milieu.

Si des qualités artistiques ne sont pas attendues, les schémas, coupes, et diagrammes doivent être précis et légendés.

5.6.3. Sujet et commentaires de détail

Dans le sujet ci-après, des indications sur un traitement possible de chaque question sont fournies mais elles ne constituent en aucun cas un corrigé complet. Des commentaires spécifiques sur les prestations des candidats y figurent a

NOM :

Prénom :

Salle :

AGRÉGATION DE SCIENCES DE LA VIE - SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

CONCOURS EXTERNE – ÉPREUVES D'ADMISSION – session 2017

TRAVAUX PRATIQUES DE CONTRE-OPTION DU SECTEUR C CANDIDATS DES SECTEURS A ET B Durée totale : 2 heures

Les fossiles : des outils en géologie

Les fossiles au sens large recouvrent l'ensemble des traces d'organismes conservées dans les archives sédimentaires, que ce soit une partie diagenétisée de leurs restes, le moulage de certaines de leurs structures, leurs empreintes et les autres traces de vie y compris des modifications de paramètres chimiques de l'environnement. Outre les informations qu'ils apportent sur la paléobiodiversité, les fossiles sont des outils précieux pour le géologue : pour la datation des terrains sédimentaires, pour la reconstitution des paléoenvironnements depuis la connaissance des paléobiocénoses à celle des paléoclimats, pour les reconstitutions paléobiogéographiques, et pour la connaissance des milieux de dépôt et de l'évolution des sédiments déposés y compris leur diagenèse et leurs déformations. A travers le sujet, différents types d'utilisation des fossiles assez classiques en Sciences de la Terre sont visités. Suivant les cas, les fossiles sont pris en compte seuls ou dans leur contexte sédimentaire.

Le sujet comporte 3 parties (I à III) indépendantes. La première partie implique de se déplacer à un poste d'observation pour un temps de 7 minutes maximum suivant le planning indiqué dans la salle.

Partie I : Etude d'un fossile indicateur des conditions de sédimentation, du dépôt à la diagenèse page 2

Durée conseillée : 40 minutes – barème : 40/120

Partie II : Etude isotopique dans une coquille fossile indicatrice de paléoclimat page 7

Durée conseillée : 40 minutes – barème : 40/120

Partie III : Fossiles stratigraphiques et fossiles de faciès :
des outils pour les corrélations et l'interprétation des paléoenvironnements page 11

Durée conseillée : 40 minutes – barème : 40/120

**La qualité des illustrations et la précision des argumentations seront prises en compte.
Les réponses aux questions figureront dans les cadres réservés à cet effet.**

**AVANT DE REMETTRE VOTRE DOSSIER, VÉRIFIEZ QUE VOUS AVEZ BIEN INDIQUÉ VOS
NOM, PRÉNOM ET NUMÉRO DE SALLE EN TÊTE DE TOUS LES DOCUMENTS.**

Vous devez rendre la totalité des feuilles du dossier (18 pages)

NOM :	Prénom :	Salle :
-------	----------	---------

Partie I :
Etude d'un fossile indicateur des conditions de sédimentation, du dépôt à la diagenèse

Cette partie consiste en l'étude d'un échantillon de fossile (Figure 1), dans son ensemble : étude des restes de la coquille fossilisée et des matériaux sédimentaires associés.

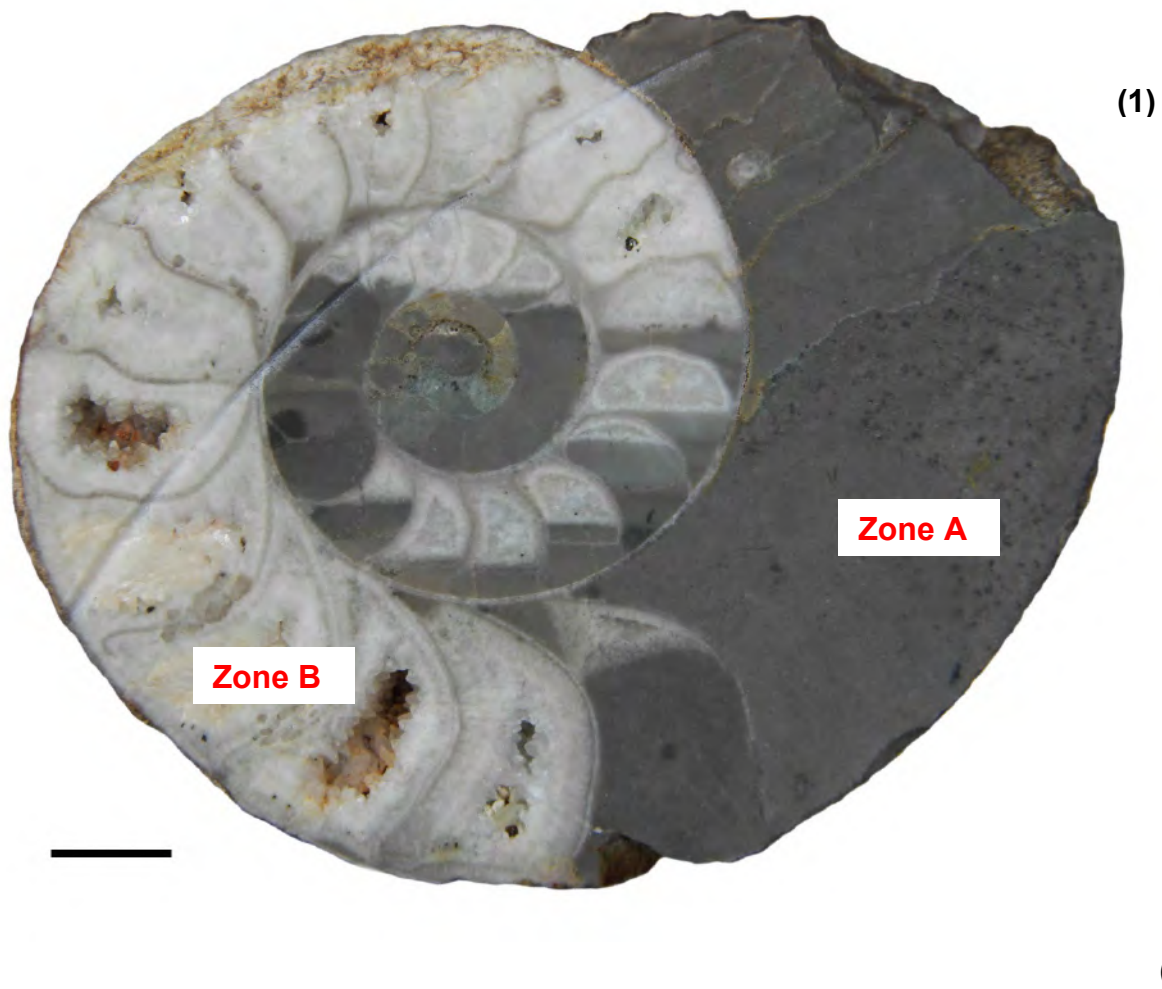


Figure 1.
Photographie d'un fragment d'ammonite.
(1). coupe sagittale, échelle de 1cm ;
(2). détail externe de l'échantillon,
zoom sur le dernier tour.
(by courtesy of S. Lallemand)



NOM :

Prénom :

Salle :

I-A- Etude pétrographique des zones A et B pointées sur la figure 1 (POSTE D'OBSERVATION)

Décrivez et déterminez la nature pétrologique des zones A et B de la Figure 1, à partir de l'étude de l'échantillon du poste d'observation. **Vous disposez de 7 minutes maximum au poste d'observation.**

Réponse à la question I-A

Echantillon A :

Test acide : effervescence

Test dureté : rayé par l'acier, ne raye pas le verre

On ne distingue pas d'élément figuré hormis quelques ooïdes ferrugineuses (teinte rouille) noyées dans une matrice gris moyen.

La matrice fait effervescence à l'acide ; la réaction est vive : la matrice est carbonatée.

C'est une micrite/ une boue carbonatée lithifiée, un mudstone.

Remarque : suivant la salle, l'échantillon présentait des éléments figurés qui pouvaient différer.

Echantillon B :

Test acide : effervescence

Test dureté : rayé par l'acier, ne raye pas le verre

On distingue des cristaux blanchâtres, plus ou moins translucides, infra-millimétriques à millimétriques, avec une augmentation de la dimension des cristaux depuis le bord fixe constitué par les parois des loges de la coquille vers la lumière de la loge. Dans certains cas, la lumière n'est pas comblée.

Les cristaux font effervescence à l'acide ; la réaction est vive : ce sont des cristaux de sparite/calcite.

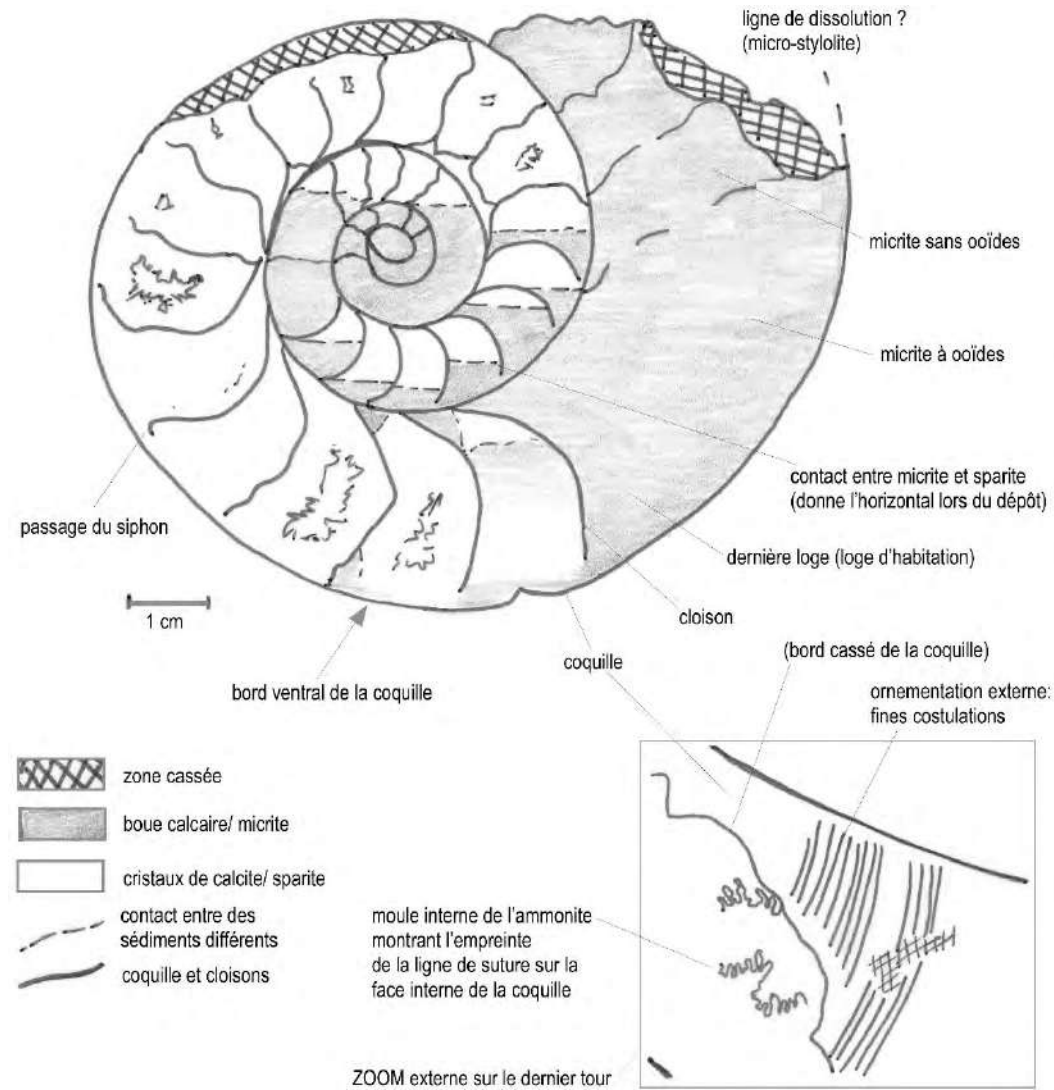
C'est un ciment sparitique/calcitique, un packstone.

Commentaire sur la prestation des candidats : exercice plutôt réussi avec un bémol sur la description des éléments figurés dans la matrice carbonatée, et plus encore sur la géométrie des cristaux de sparite. La grande majorité des candidats a proposé des identifications justes.

I-B- Etude de l'échantillon fossile d'ammonite (Figure 1)**I-B-1- Description de l'échantillon de la Figure 1**

Décrivez le plus complètement possible l'échantillon de la Figure 1 (à partir de schéma).

Réponse à la question I-B-1



Commentaire sur la prestation des candidats : La description de l'échantillon est généralement très incomplète et associe rarement des détails sur le fossile et sur les sédiments. En outre, les caractères anatomiques de base sont peu maîtrisés (ex : confusion entre l'ornementation externe et les lignes de suture), et le vocabulaire peu précis (ex : soudure pour suture, paroi pour cloison...). Des détails complémentaires (dimension et distribution des cristaux, éléments figurés, traces d'oxydation, etc.) étaient bienvenus et valorisés.

NOM :

Prénom :

Salle :

I-B-2- Critères d'identification du fossile (Figure 1)

Présentez les caractères diagnostiques observés et commentez leur valeur diagnostique (l'identification n'est pas attendue).

Réponse à la question I-B-2

Plusieurs traits visibles sur la coquille ont une valeur diagnostique :

- une coquille cloisonnée, la position du siphon, l'orientation des cloisons (opisthocoele) et la complexité des lignes de suture (des cloisons sur la coquille) ont une valeur supra-familiale ;
- les proportions de la coquille, le degré d'enroulement (coquille plus ou moins involute), la morphologie générale et l'ornementation externe de la coquille permettent de reconnaître des familles et même une attribution générique, voire spécifique.

Commentaire sur la prestation des candidats : rarement plus de 3 caractères sont proposés. Il apparaît aussi que les niveaux systématiques sont peu maîtrisés.

I-B-3- Histoire de l'échantillon (figure 1) depuis la mort de l'organisme jusqu'à sa mise à l'affleurement

Interprétez les différents traits observés en termes de conditions de leur mise en place et replacez-les chronologiquement (vous pouvez les numéroter en I-B-1 et y faire appel).

Réponse à la question I-B-3

- la mort et la décomposition des tissus mous ;
- le dépôt sur le fond marin et le début de l'enfouissement :
 - la micrite pénètre dans les loges accessibles et le toit du dépôt donne l'horizontale au moment du dépôt ;
 - certaines loges, intactes, restent vides, tandis que d'autres sont partiellement voire totalement comblées ;
 - la micrite dénote un environnement calme, certainement au-dessus de la CCD ;
- l'enfouissement se poursuit :
 - il induit des phénomènes de compaction et de circulations de fluides qui conduisent à la lithification de la boue carbonatée et à la précipitation de sparite dans les loges vacantes ;
- l'exhumation de l'échantillon ;
- l'altération chimique et mécanique (bien visible sur la bordure supérieure).

Commentaire sur la prestation des candidats : la mise en lien avec les observations sur l'échantillon est pratiquement absente excepté pour les candidats qui font référence à la relation géométrique entre sparite et micrite dans certaines loges.

Nb : une page supplémentaire permettait de répondre à cette question.

NOM :	Prénom :	Salle :
-------	----------	---------

Partie II :
Etude isotopique d'une coquille d'ammonite indicatrice de paléoclimat

Cette partie consiste en l'analyse d'un jeu de données géochimiques d'isotopes stables de l'oxygène (Tableau 1) et son interprétation.

Sample	$\delta^{18}\text{O}$ (‰) (PDB)	ventral length (mm)	Sample	$\delta^{18}\text{O}$ (‰) (PDB)	ventral length (mm)	Sample	$\delta^{18}\text{O}$ (‰) (PDB)	ventral length (mm)
G1	-1.25	325.0	G23	-1.69	222.5	G57	1.65	87.3
G2	-1.29	321.2	G25	-1.71	213.5	G59	1.83	81.0
G3	-1.37	314.0	G27	-1.80	204.5	G61	1.59	74.6
G4	-1.26	307.0	G29	-1.70	196.3	G63	1.94	68.5
G5	-1.11	302.5	G31	-1.74	188.4	G65	-1.36	61.6
G6	-1.32	298.0	G33	-1.77	180.2	G67	-1.18	55.6
G7	-1.12	294.0	G35	-1.61	172.5	G69	-1.28	50.2
G8	-1.31	289.4	G37	-1.47	163.0	G71	-1.38	44.4
G9	-1.21	285.5	G39	-1.62	156.0	G73	-1.27	38.6
G10	-1.35	280.8	G41	-1.68	148.0	G75	1.42	33.0
G11	-1.28	277.6	G43	1.67	140.6	G77	1.24	27.6
G12	-1.55	273.1	G45	1.69	133.0	G79	1.40	22.2
G13	-1.25	268.0	G47	-1.24	125.7	G81	1.39	17.6
G14	-1.33	263.0	G49	-1.14	118.3	G83	1.14	13.0
G15	-1.32	258.5	G51	-1.07	108.7	G85	1.32	8.4
G16	-1.34	253.4	G53	-1.24	101.0	G87	1.11	3.8
G17	-1.58	248.8	G55	-1.28	94.6	G89	1.41	0.0
G19	-1.85	240.0						
G21	-1.81	230.8						

Tableau 1. Valeurs du $\delta^{18}\text{O}$ de l'aragonite de la coquille d'un spécimen de Perisphinctes de l'Oxfordien de Madagascar en fonction de la longueur ventrale (d'après Lécuyer & Bucher, eEarth, 1, 1-7, 2006). Les valeurs barrées correspondent aux mesures écartées de l'analyse par les auteurs de l'article car non significatives pour l'étude du paléoclimat.

Informations complémentaires :

- On considère qu'il n'y a pas d'effet vital lors de l'incorporation des isotopes de l'oxygène dans le carbonate, et qu'il n'y a eu aucun remaniement du matériel de la coquille ni au cours de la vie, ni à posteriori.

- La mesure du $\delta^{18}\text{O}$ de l'aragonite est faite avec une incertitude de 0.1‰.

- Les isotopes de l'oxygène sont incorporés suivant l'équation de fractionnement entre l'eau de mer (W) et l'aragonite (AR), en fonction de la température (Grossman & Ku, 1986) :

$$T (^{\circ}\text{C}) = 21,8 - 4,69 (\delta^{18}\text{O}_{\text{AR-pdb}} - \delta^{18}\text{O}_{\text{W-smow}})$$

- Une fonction cosinus permet de modéliser les données mesurées :

$$\delta^{18}\text{O}_{\text{AR-pdb}} = \{A \cdot \cos[(2\pi \cdot \text{longueur}/T) + P]\} + S$$

où A est l'amplitude (A= -0,283), T est la période (T=227,1), P est la phase (P=0,749), et S est une constante (S= -1,471) ; le R² est de 0,75.

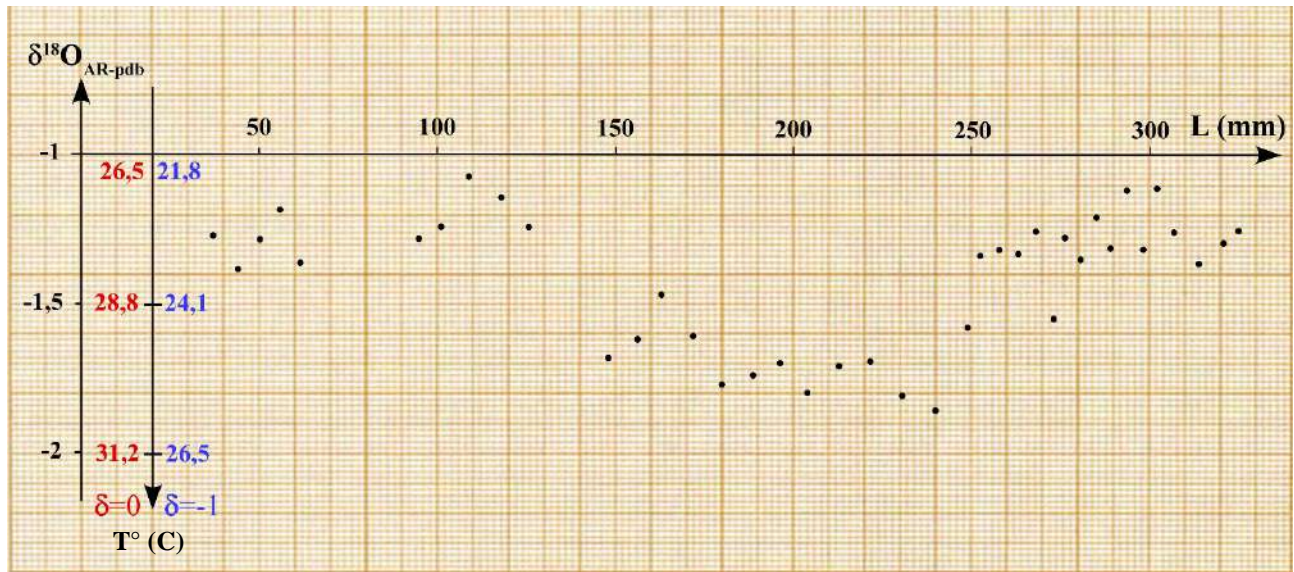
II-A- Etude de la variation de la valeur du $\delta^{18}\text{O}$ le long du bord ventral de la coquille

Présentez graphique les données mesurées et calculées et interprétation en termes de températures :

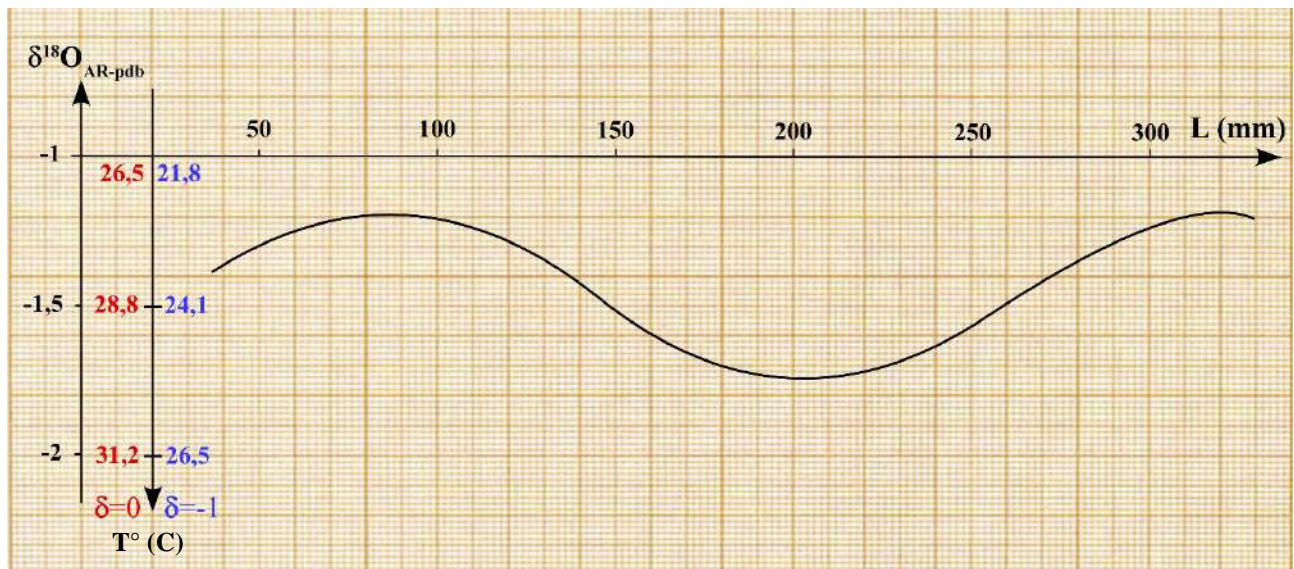
- Premier diagramme : valeurs du $\delta^{18}\text{O}_{\text{AR}}$ de l'aragonite en fonction de la longueur ventrale.
- Second diagramme : valeurs du $\delta^{18}\text{O}_{\text{AR}}$ de l'aragonite calculées suivant la fonction cosinus.
- Ajoutez sur les deux diagrammes une double échelle donnant la valeur de la température correspondant au $\delta^{18}\text{O}_{\text{AR}}$, pour un $\delta^{18}\text{O}_{\text{W}}$ de 0‰ et pour un $\delta^{18}\text{O}_{\text{W}}$ de -1‰.

Réponse à la question II-A

Premier diagramme :



Deuxième diagramme :



Commentaire sur la prestation des candidats : Les points ont été placés assez correctement sur le premier diagramme. En revanche, les échelles de température pour les deux valeurs de δ étaient parfois aberrantes (par exemple décalées d'un degré) et le second diagramme a souvent été négligé. Dans ces deux derniers cas, le sens des équations n'est pas compris.

II-B- Interprétation des variations observées

Les *Perisphinctes* sont reconnues comme des organismes nectoniques. Un organisme benthique du même niveau que l'échantillon de *Perisphinctes* de l'Oxfordien de Madagascar présente des variations du $\delta^{18}\text{O}$ comparables. Cela suggère que le signal isotopique correspondent à un signal paléoclimatique et non paléo-écologique.

Pour interpréter les variations mesurées chez le spécimen de *Perisphinctes* en termes de paléoclimat, des valeurs hypothétiques sont calculées pour une coquille aragonitique croissant dans les conditions de températures actuelles de l'Océan Indien à une latitude de 40° sud (position supposée de Madagascar à l'Oxfordien) et pour une valeur de $\delta^{18}\text{O}_w$ de -1‰ (valeur pour une Terre sans calotte polaire) : Figure 2.

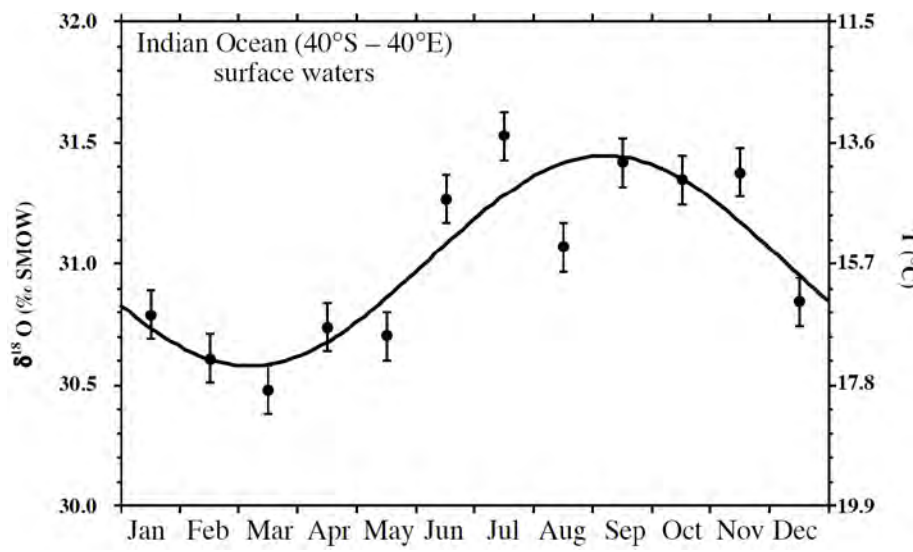


Figure 2. Valeurs du $\delta^{18}\text{O}$ de l'aragonite calculées pour les valeurs actuelles de température de l'eau de surface de l'Océan Indien à 40° de latitude sud et pour un $\delta^{18}\text{O}_w$ de -1‰ , au cours d'une année.
D'après Lécuyer & Bucher, *eEarth*, 1, 1–7, 2006.

En comparant votre courbe calculée (question II.A) et celle de la figure 2, faites votre propre analyse des conditions paléoclimatiques qui prévalaient lors de la vie du *Perisphinctes* à Madagascar, notamment en termes de paléosaisons. Déduisez-en aussi le taux de croissance moyen de ce spécimen (entre les points G1 et G75).

NOM :

Prénom :

Salle :

Réponse à la question II-B

On sait que :

- la coquille est construite par incréments (pas de remobilisation de matériel au cours de la vie de l'organisme) ;
- les fluctuations du δ 18O correspondent à des fluctuations de la température du milieu au long de la vie de l'animal (on exclut des variations du δ 18O de l'océan à cette échelle de temps).

On constate :

- que le signal enregistré dans la coquille suit une fonction cosinus : il correspond à une variation cyclique, relativement régulière de la température du milieu, au long de la vie de l'animal ;
- que l'amplitude de variation de la température enregistrée est d'environ 4,5°C ;
- que la forme et l'amplitude de ce signal sont comparables à ceux simulés dans le cas de variations de températures saisonnières (environ 4°C d'amplitude) de l'Océan Indien actuel (à 40°S et 40° E) enregistrées dans la coquille d'un organisme vivant dans les eaux de surface d'un océan dont le δ 18O serait de -1‰.

On en déduit que la variation de température enregistrée dans la coquille d'ammonite est saisonnière.

On pouvait aussi remarquer que plusieurs hypothèses sont possibles pour expliquer des variations saisonnières de la température de l'eau : soit la température de l'eau de surface fluctue de façon saisonnière, soit c'est l'animal qui se déplace de façon saisonnière. Néanmoins, un organisme benthique contemporain a enregistré les mêmes fluctuations de température que l'ammonite au cours de sa vie, ce qui permet d'exclure l'hypothèse de migration.

Il y a donc une saisonnalité marquée des variations de la température de l'Océan Indien à l'Oxfordien. En outre, les températures y étaient globalement plus élevées qu'à l'heure actuelle que l'on se place dans le cas d'une Terre avec un volume de glace équivalent à l'actuel (δ 18O de l'océan à 0‰) ou avec un volume de glace moindre (δ 18O de l'océan à -1‰). En l'occurrence pour un δ 18O de l'océan à -1‰, la différence de température est de l'ordre de 9°C à une même latitude. Ce sont des facteurs paléogéographiques et climatiques qui contrôlent la température à un endroit donné.

Pour conclure, on pouvait noter le poids de l'hypothèse sur la valeur du δ 18O de l'océan, c'est-à-dire sur le volume de glace qui prévalait à l'époque dans les interprétations du milieu de vie, ou suggérer que ce type de données doit justement permettre de discuter l'extension des volumes de glace pour des périodes de temps reculées.

Un autre intérêt de cette étude est de proposer une estimation de l'âge et donc du taux de croissance de l'ammonite. Si on considère un système avec 2 saisons par an, l'ammonite avait 1,5 an environ à sa mort et le taux de croissance entre G1 (325mm) et G75 (33mm) correspond au taux moyen sur plus d'une année (on aurait probablement des valeurs différentes à petite échelle, notamment en début de vie de l'animal). On pouvait donc proposer de prendre directement la valeur de la période de la courbe (227mm/an), ou la calculer à partir du premier diagramme.

Commentaire sur la prestation des candidats : C'est probablement la question la moins bien réussie et en fait rarement traitée. Un petit nombre de candidats a proposé une mise en regard cohérente des informations. Un nombre à peu près similaire a formulé des interprétations assez fantaisistes (par exemple : les ammonites vivent aujourd'hui dans des eaux plus froides). Pour ceux qui n'avaient pas tracé le second diagramme, le calcul du taux de croissance à partir d'une courbe tracée à main levée sur le premier a été considéré.

NOM :

Prénom :

Salle :

NOM :	Prénom :	Salle :
-------	----------	---------

**Partie III : Fossiles stratigraphiques et fossiles de faciès :
des outils pour les corrélations et l'interprétation des paléoenvironnements**

Cette partie est basée sur l'étude d'assemblages de fossiles et de faciès sédimentaires ; elle vise l'interprétation des relations géométriques de formations stratigraphiques et la construction d'un transect cohérent à travers ces formations.

La carte géologique de Vermenton est localisée au sud-est du Bassin de Paris dans l'auréole jurassique de ses dépôts sédimentaires. Les faciès d'intérêt sont ceux de l'Oxfordien supérieur et moyen du "Récif de Mailly-le-Château" et du "Calcaire de Vermenton". Ils présentent un contact Est-Ouest sur la carte et un faciès intermédiaire est observé à Mailly-La-Ville (Documents A et B).

L'identification de fossiles stratigraphiques et l'interprétation paléoenvironnementale des faciès et fossiles associés permettent de comprendre leur lien géométrique, et de réaliser le transect suivant le tracé présenté sur la carte (Document B).

III-A- Interprétation des assemblages fossiles et faciès sédimentaires de l'Oxfordien supérieur et moyen des environs de Vermenton

**TABLEAU DE CORRESPONDANCE ENTRE LES ETAGES
DEFINIS PAR LE COLLOQUE DE LUXEMBOURG
(1962) ET LES ANCIENS ETAGES**

		ETAGES	Datation par les Ammonites ZONES SOUS-ZONES		EQUIVALENCE ANCIENNE
KIMMERIDGIEN	SUPERIEUR		<i>pseudomutabilis</i>		"KIMMERIDGIEN"
	MOYEN		<i>mutabilis</i>		
	INFERIEUR		<i>cymodoce</i>		"ASTARTIEN"
		<i>baylei</i>		"SEQUANIEN"	
OXFORDIEN	SUPERIEUR		<i>bimammatum</i>	<i>bimammatum</i>	"RAURACIEN"
				<i>hypselum</i>	"ARGOVIEN"
	MOYEN		<i>transversarium</i>	<i>bifurcatus</i>	"ARGOVIEN"
				<i>transversarium</i>	
				<i>paradieri</i>	
	INFERIEUR		<i>plicatilis</i>	<i>plicatilis</i>	"OXFORDIEN"
				<i>tenuicostatum</i>	
INFERIEUR		<i>cordatum</i>	<i>cordatum</i>	"OXFORDIEN"	
			<i>mariae</i>		<i>mariae</i>

*Figure 3. Biozonations de l'Oxfordien dans le Bassin de Paris
(extrait de la notice de la carte géologique au 1/50 000 de Vermenton).*



Mailly le Château (j6a-5)

- biocalcaire construit.
- calcaires à bioclastes, tous généralement à ciment sparitique.
- grande diversité de polypiers avec des morphologies variées suivant les affleurements, comme par exemple le corail branchu, en boule (figuré ci-contre), ou encore des formes rameuses.
- nombreux organismes marins tels des brachiopodes, des oursins.
- présence de *Perisphinctes panthieri* (base de la la biozone à *transversarium*).
- présence des rudistes *Diceras* sp.



Mailly la Ville (toute bordure de j6a-5)

- calcaire oolitique à bioclastes non triés de coraux et de coquilles de mollusques, et ciment sparitique (tel celui présenté ci-contre).
- localement dans cette zone, on observe des interdigitations des deux autres faciès.

Vermenton (j6a-1 à 3)

- à la base des calcaires à spongiaires très massifs.
- alternances de bancs massifs (calcaire micritique) et de marnes à débits en feuillets; certains niveaux sont finement silteux.
- présence de foraminifères des genres *Planularia* et *Lenticulina*.
- (rare) présence de *Glochiceras nimbatum* correspondant à la sous-zone à *hypselum* dans sa partie supérieure au moins.

Figure 4. Compléments aux données de la carte sur les caractéristiques sédimentaires et les fossiles des faciès à Mailly-le-Château, à Mailly-la-Ville et à Vermenton (extraits de la notice de la carte géologique au 1/50 000 de Vermenton ; photos E. Vennin). Ces trois localités sont positionnées sur la carte (p. 18).

NOM :

Prénom :

Salle :

III-A-1- Analyse stratigraphique

A partir des données de la légende de la carte (Document A) et des figures 3 et 4, donnez les âges des trois faciès de Mailly le Château, Mailly la Ville et Vermenton.

Réponse à la question III-A-1

Les ammonites sont d'excellents fossiles stratigraphiques du Jurassique.

Les faciès de Mailly-le-Château et Mailly-la-Ville (j6a-5) sont notés du Rauracien (base de l'Oxfordien supérieur) et de l'Argovien (sommet de l'Oxfordien moyen). Effectivement, les dépôts de Mailly-le-Château comportent des *Perisphinctes panthieri* qui sont typiques de la biozone à *transversarium* qui correspond à l'Argovien.

Le faciès de Vermenton (j6a-1 à 3) est noté (Rauracien) sur la carte. Effectivement, les dépôts comportent des *Glochiceras nimbatum* qui appartiennent à la sous-zone à *hypselum* qui correspond au Rauracien.

De plus, des interdigitations sont signalées entre le faciès de Mailly-la-Ville et les deux autres faciès.

Ainsi les faciès sont contemporains à sub-contemporains.

Commentaire sur la prestation des candidats : L'utilisation des ammonites comme marqueur stratigraphique a été généralement proposée.

III-A-2- Analyse paléoenvironnementale

A partir des données de la légende de la carte (Document A) et des figures 3 et 4, interprétez les faciès de l'Oxfordien moyen et supérieur et leur contenu fossilifère en termes de paléoenvironnements.

Réponse à la question III-A-2

Interprétation du faciès de Mailly-le-Château

C'est un récif carbonaté à coraux et rudistes avec une forte diversité de macro-organismes benthiques (oursins, brachiopodes...). Les coraux et les rudistes sont des fossiles de faciès qui caractérisent un environnement récifal marin relativement chaud, situé dans la zone photique, sous la limite de basse-mer (immersion continue). Le récif est un lieu de forte diversité.

La morphologie des coraux (en boules), et la présence de bioclastes et d'un ciment sparitique comme liant principal dans les calcaires indiquent un hydrodynamisme fort à moyen.

NOM :

Prénom :

Salle :

Interprétation du faciès de Mailly-la-Ville

On distingue des litages plans et obliques, voire des stratifications entrecroisées sur l'affleurement présenté. Les calcaires sont constitués d'oolites et de bioclastes non triés, liés par un ciment sparitique.

Tous ces éléments concordent avec un milieu marin de plateforme carbonatée à fort hydrodynamisme variant localement de façon rapide.

Cet environnement occupe une bande de terrain (« bordure de j6a-5 »). Sa position géographique et les interdigitations signalées le localisent à l'interface entre le faciès précédent et le suivant : il constitue la bordure externe et battue du récif.

Interprétation du faciès de Vermenton

Après une base de calcaires à spongiaires, les dépôts sont essentiellement constitués de dépôts de boue carbonatée (micrite) plus ou moins riches en argiles (marnes), à passées silteuses. La faune est principalement représentée par des foraminifères benthiques. La diversité est réduite par rapport au milieu récifal de Mailly-le-Château et doit correspondre à une moindre productivité.

Ces dépôts par décantation correspondent à un milieu de faible énergie sur une plateforme carbonatée avec plus ou moins d'apport détritique.

Commentaire sur la prestation des candidats : cet exercice a très souvent été traité mais les prestations sont très inégales. Certains candidats ont su présenter de façon cohérente les données sédimentaires et paléontologiques et leur interprétation environnementale. Des connaissances pointues sur les foraminifères n'était pas attendues mais un candidat a évoqué la possibilité d'une adaptation morphologique de certains foraminifères benthiques à un déficit d'oxygène.

NOM :

Prénom :

Salle :

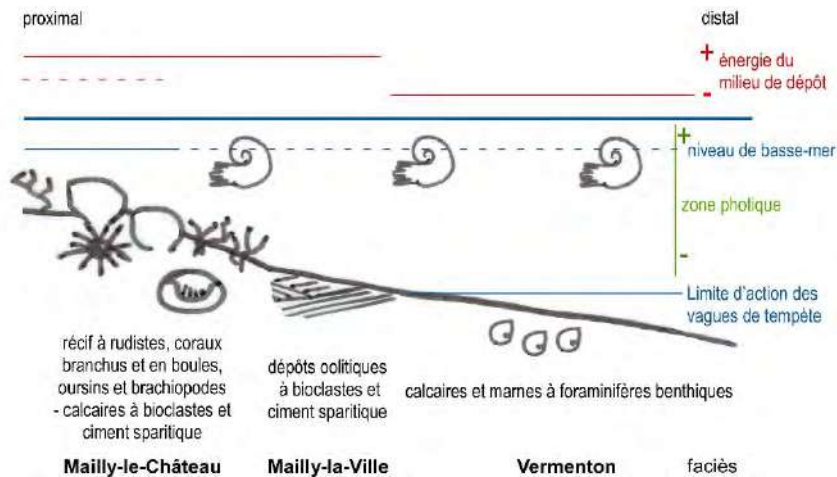
III-A-3- Profil de dépôt

Placez les environnements interprétés sur un modèle de dépôt hypothétique d'une plateforme. Indiquez la polarité par rapport au continent et le niveau relatif d'énergie le long du profil.

Réponse à la question III-A-3

Les trois faciès trouvent leur place sur un modèle de rampe barrée, dans sa partie infra-tidale.

Exemple de profil possible :



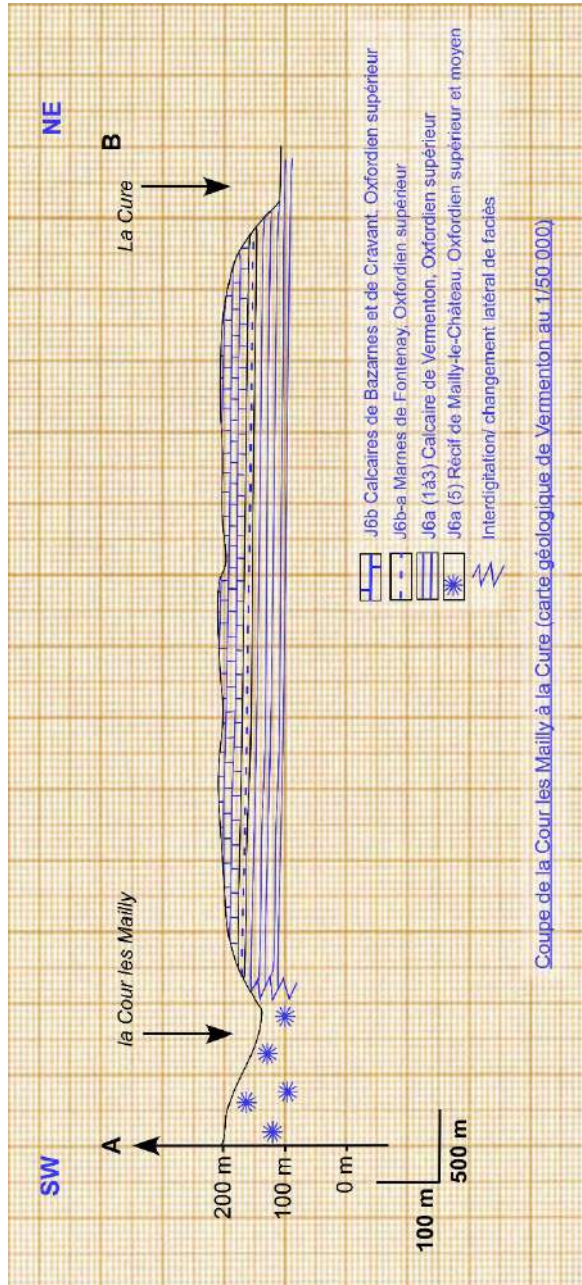
Commentaire sur la prestation des candidats : En plus d'un profil de plateforme carbonatée correctement légendé, la cohérence entre le modèle proposé et les interprétations précédentes était valorisée (par exemple avec une zone interne du récif de moindre énergie). Cette transposition a posé des problèmes à de nombreux candidats. Trop ont notamment voulu coller à un modèle de variation linéaire de l'énergie avec la distance à la côte (soit en augmentation, soit en baisse !), en contradiction avec leurs conclusions sur l'interprétation des faciès.

III-B- Coupe géologique

Réalisez la coupe localisée sur l'extrait de la carte géologique de Vermenton au 1/50 000 (Document B).

Réponse à la question III-B

La coupe montre la structure monoclinale à faible pendage (ou sub-tabulaire) ainsi qu'un changement latéral de faciès affectant au moins la base de l'Oxfordien supérieur.



Commentaire sur la prestation des candidats : une majorité de coupes figuraient une structure plissée, et même parfois la présence d'un accident (généralement un chevauchement) au contact entre le récif et le faciès de Vermenton. Outre la mauvaise lecture de la carte, cela laisse penser que les grands traits de la géologie du bassin de Paris ne sont pas connus. La notion de changement/variation latérale de faciès est peu connue.

NOM :

Prénom :

Salle :

Document A. Extrait de la légende de la carte géologique de Vermenton au 1/50 000ème.

FORMATIONS SUPERFICIELLES

X	Remblais
E	Eboulis
B	Couverture limoneuse
GP	Dépôts cryoclastiques de versant
F	Alluvions de vallées sèches
Fz	Alluvions modernes
Fy	Alluvions anciennes – Basses terrasses
Fx	Alluvions anciennes – Moyenne terrasse
Fw	Alluvions anciennes – Haute terrasse
Fy-x-w	Alluvions anciennes – Terrasses polygéniques
mp	Mio-Pliocène
Ra Rb	Formations résiduelles non datées : Ra : sableuses ou gréseuses, Rb : à chailles

TERRAINS SÉDIMENTAIRES

Les notations employées ici sont celles définies par le Colloque de Luxembourg (1967). Entre parenthèses figure la correspondance avec l'ancienne terminologie.

J ⁸	Kimméridgien supérieur et moyen (Kimméridgien) Marnes et calcaires
J ^{7b}	Kimméridgien inférieur – Calcaire à Astartes (Séquanien supérieur) •• Niveau terminal à glauconie
J ^{7a}	Kimméridgien inférieur – Calcaire de Tonnerre (Séquanien moyen)
J ^{6b}	Oxfordien supérieur – Calcaires de Bazarnes et de Cravant (Séquanien inférieur)
J ^{6b a}	Oxfordien supérieur – Marnes de Fontenay (Limite Séquanien-Rauracien)
J ^{6a}	Oxfordien supérieur – Calcaires de Vermenton (Rauracien) 3-Marnes de Frangey 2-Marnes de Moutot 1-Calcaires à spongiaires — Niveau marneux

J ^{6a-5}	Oxfordien supérieur et moyen – Récif de Mailly-le-Château* (Rauracien-Argovien)
J ⁶	Oxfordien moyen – Calcaires grumeleux et Calcaires à chailles (Argovien)
J ⁵	Oxfordien moyen et inférieur – Oolithe ferrugineuse (Oxfordien S.S.)
J ³	Callovien Chailles litées et calcaires oolithiques
J ^{2c-b}	Bathonien supérieur et moyen Calcaires, calcaires oolithiques et marnes
J ^{2b-a}	Bathonien moyen et inférieur – Marno-calcaires à Pholadomyes (faciès "Vésulien")
J ¹	Bajocien Calcaires marneux, marnes et calcaires à entroques
l ⁵	Toarcien Argiles et marnes noires
l ^{4c}	Domérien supérieur – Calcaire à Gryphées géantes
l ^{4b}	Domérien inférieur – Argiles micacées
l ^{4a}	Carixien – Marnes à Bélemnites
l ³	Lotharingien – Sinémurien Calcaires à Gryphées

* Récif

μ	Brèche de faille	Y	Formes rameuses	} Polypiers
<	Pendage local	*	Formes en boule	
F	Gîte fossilifère		Formes aplaties	
▲	Mardelle, aven, gouffre	⊙	Zones à édifices construits importants (Barrière récifale)	
∩	Grotte	∞	Nérinées	
		D	Dicéras	
		⌘	Térébratules	
		ℋ	Lumachelle à Huitres	

1	Contour géologique visible
2	Contour géologique masqué
3	Faille visible
4	Faille masquée

