

Océans : mythes et réalité

Quels sont les liens entre océan, climat, pollution, et alimentation ?

EDITION SPECIALE « OCÉANS » NUMÉRO 8

MAI 2016

David O'Bleu

SOMMAIRE

1	Edito
2	- Focus sur un enseignant-chercheur : Hélène Howa - Les foraminifères, c'est quoi ?
3	- Les foraminifères, tous différents
4	- Zoom sur le couple Océan-Atmosphère
5	- CO ₂ 'quilles
6 / 7	- Visite du laboratoire BIAF de l'Université d'Angers
8	- Maldives : un paradis sur le point de disparaître ? - Le JOIDES Resolution en mission
9	- L'exploitation des carottes sédimentaires
10	- Les foraminifères et la pollution - L'océan nourricier
11	- Océans : mythes et réalité
12	- Jeux, contacts et sources

EDITO



Aujourd'hui, notre planète bleue doit faire face à un enjeu majeur : le réchauffement climatique. En effet, il faut continuer de nourrir des populations toujours plus grandes tout en essayant de respecter l'environnement et de limiter la pollution. La Terre est un joyau, abritant le miracle de la vie, notamment grâce à une réserve naturelle à ciel ouvert : les Océans. Cette ressource de taille, recouvrant 70% de la surface du globe, est pourtant fragile. Face aux relations complexes liant les océans, le climat, la pollution et l'alimentation, nous allons démêler le vrai du faux et essayer de voir comment la préservation de cette richesse est possible, en particulier par l'étude du passé. Au cours de la lecture de ce numéro spécial Océan «David'O Bleu», vous pourrez comprendre les différentes causes du réchauffement et leurs conséquences. Vous pourrez vous informer sur le métier d'enseignant-chercheur grâce à Hélène Howa, une océanographe que nous avons eu la chance de rencontrer, mais également découvrir le JOIDES Resolution, un navire de recherche scientifique capable de réaliser des forages en pleine mer avec lequel nous avons établi une visioconférence et enfin vous pourrez vous immerger dans le laboratoire BIAF (qui étudie des bio-indicateurs vivants et fossiles) de la faculté des Sciences de l'Université d'Angers. En un mot, quels sont les liens océans-climat-pollution ? Il restera à s'interroger : l'Homme est-il capable de réagir face aux complications environnementales que subissent nos océans ?



Directeur de publication : Jacques GRAVELEAU, Proviseur du Lycée David d'Angers, 1 rue Paul Langevin, 49035 ANGERS CEDEX

Rédacteurs : Vingt élèves de Première S en Accompagnement personnalisé

Sous la responsabilité de M. Cassagne, professeur de physique-chimie et K. Leriche, professeure de SVT

Hélène étudie les Foraminifères

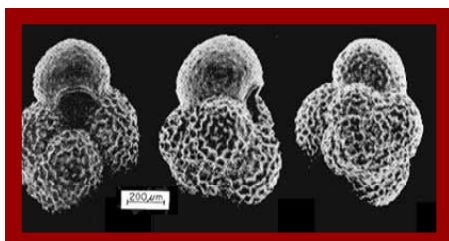
Focus sur un enseignant-chercheur : Hélène Howa

Hélène Howa est professeure à l'Université d'Angers. Elle a 55 ans, est passionnée par la mer et voulait dans un premier temps devenir météorologue.

Après une licence et un master, elle a fait une thèse d'océanographie puis de 27 à 31 ans, des stages post-doctoraux à Chypre, en Egypte et aux USA. Son travail initial sur les sables de plage a évolué vers la haute mer et les hautes latitudes. Elle enseigne actuellement à l'Université d'Angers et étudie les Foraminifères au laboratoire BIAF (voir pages 6 et 7). Elle a travaillé récemment à bord du Marion Dufresne, un carottier, pendant deux mois dans l'Océan Indien au bord de l'Antarctique.

Le Marion Dufresne est un navire de 120 m de long avec un équipage de 110 personnes (personnel, chercheurs, touristes). Il assure des missions scientifiques et la logistique des îles australes françaises. Hélène Howa a échantillonné des colonnes d'eau pour savoir comment fonctionne l'océan. En retrouvant différents paramètres (température, salinité, concentration en O₂, chlorophylle, plancton...) elle est parvenue à localiser les fronts subantarctique et polaire ce qui donne accès aux climats. Mais la grande passion d'Hélène ce sont les foraminifères. Elle essaye d'associer un foraminifère à une eau de l'actuel ou du passé.

Valentin



Hélène Howa sur le Marion Dufresne

• Le foraminifère, c'est quoi ?

Les foraminifères, **organismes unicellulaires**, vivent dans océans entre 0 et 500 mètres de profondeur. Leur coquille (appelée « test ») est constituée de calcaire correspondant à un squelette minéral perforé. Ils la fabriquent en prélevant des ions Calcium, Carbone et Oxygène dissous dans l'eau de mer. Leur **cytoplasme extensible** permet à des « tentacules » appelées pseudopodes de se déployer afin de **capturer le phytoplancton** (ensemble des espèces photosynthétiques) nécessaire à leur nutrition.

Les foraminifères appartiennent à la famille du **zooplancton** (ensemble des espèces animales) et se nourrissent de **diatomées**, catégorie de phytoplancton producteur primaire de la chaîne alimentaire océanique. Les Foraminifères sont donc proches de la base cette chaîne alimentaire et permettent ainsi **le maintien et l'équilibre des écosystèmes**. Ils diffèrent en fonction de la qualité de l'eau et **s'adaptent à leur environnement**. En se décomposant, leur corps est éjecté en dehors de la coquille qui chute dans la colonne d'eau et s'accumule pour fossiliser dans les fonds abyssaux.

Claire et Pauline

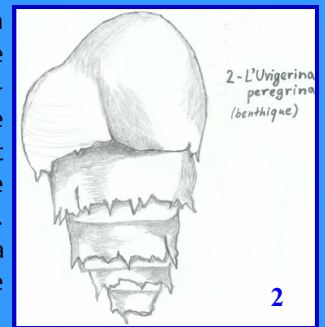
Les foraminifères, tous différents

On sait déjà qu'il y a des espèces d'êtres vivants qui sont invisibles ou quasi-invisibles pour l'œil humain. En particulier, on trouve de multiples espèces de foraminifères dans les océans. Grâce à leurs formes variées et leurs exigences de milieu de vie on peut les classer comme « bio-indicateurs ». Ils sont utilisés pour comprendre les changements climatiques d'aujourd'hui et d'il y a plusieurs millions d'années.

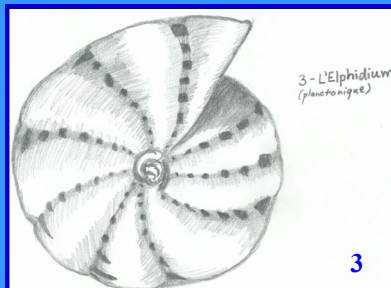
Certains scientifiques comme Hélène Howa, sont passionnés par les foraminifères, et il y a de quoi ! Il existe plus de 5000 formes de foraminifères. Ceux-ci sont classés en deux types : les benthiques et les planctoniques. Pour bien les comparer, nous allons utiliser quelques exemples d'espèces assez courantes.



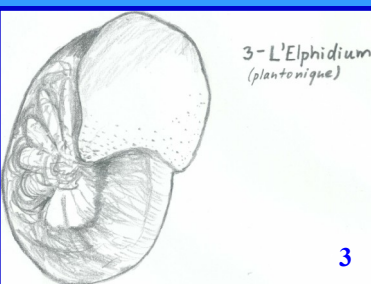
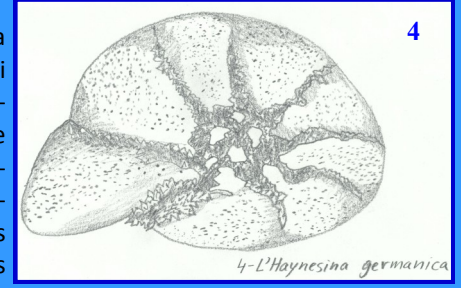
Dans les mers épicontinentales (= connectées aux océans) et à proximité des rivages, ce sont les benthiques qui dominent. Ils vivent le plus souvent au fond de l'eau, au dessus ou directement dans les sédiments. Parmi les espèces de foraminifères benthiques, on retrouve le *Bolivina*⁽¹⁾, de forme allongée en plate-forme externe et en enroulement bisérié. Cette espèce vit dans des milieux confinés, et dans lesquels on ne trouve que très peu d'oxygène. Les *Bolivina* mesurent en général ½ mm. C'est également le cas des *Uvigerina peregrina*⁽²⁾, qui se trouvent au-delà de 200m de profondeur. L'oxygène y est moindre et le carbone organique très important, ce qui lui donne une forme en enroulement trisérié.



Les foraminifères planctoniques vivent en suspension dans les océans ou dans des marais dont l'eau est souvent chaude. L'*Elphidium*⁽³⁾ est une espèce vivant près des côtes.

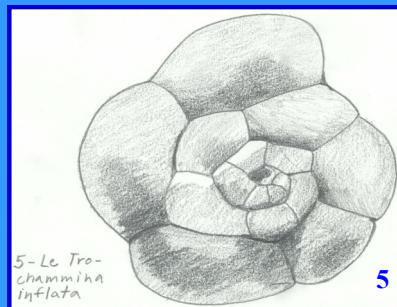


L'*Haynesina germanica*⁽⁴⁾ est aussi planispiralé, mais mesure ½ mm. On le trouve dans des environnements transitionnels tels que des chenaux de marais maritimes.



On le retrouve dans des sites sableux, et peu riches en matières organiques. Cet environnement lui permet de se construire selon une forme planispiralée (qui s'enroule autour de lui-même dans un seul

plan). Il mesure environ ¼ mm.



Le *Trochammina inflata*⁽⁵⁾ est lui de forme trochospiralé (en spirale non-plane) et mesure ½ mm. Il se trouve sur les côtes et dans les marais végétalisés et est présent dans des zones riches en matières organiques.

Les foraminifères benthiques et planctoniques sont tous différents selon le lieu où l'on peut les trouver, et donc selon la salinité ou la température de l'eau, la quantité de matière organique ou bien d'oxygène dans le milieu... Tous ces facteurs différencient les multiples espèces, qui évoluent rapidement et sont donc caractéristiques de leurs temps et de leurs milieux. Cela permet aux scientifiques de retrouver, grâce aux sédiments, le climat d'une époque ainsi que la composition de l'eau d'un océan à un endroit précis.

Zoom sur le couple océan-atmosphère

Sur Terre, il y a des échanges permanents entre les océans et l'atmosphère. Ces échanges ont des conséquences sur la faune et la flore sous-marine. De nos jours, le taux en CO_2 de l'atmosphère ne cesse de croître ce qui modifie également l'équilibre océanique.

Le dioxyde de carbone atmosphérique se retrouve dans les océans. Une fois dans ce milieu, il se produit deux types de réactions entre l'eau (H_2O) et le dioxyde de carbone (CO_2).



Cette première réaction entraîne la formation d'ions carbonates (CO_3^{2-}). Elle permet également une seconde réaction qui est la plus présente dans les océans.



La seconde réaction contribue à la diminution des ions carbonates. Une dernière réaction accentue ce phénomène et est à l'origine de la formation de calcaire (CaCO_3), matériau indispensable à certains organismes marins dont les foraminifères. Il se forme de la manière suivante :

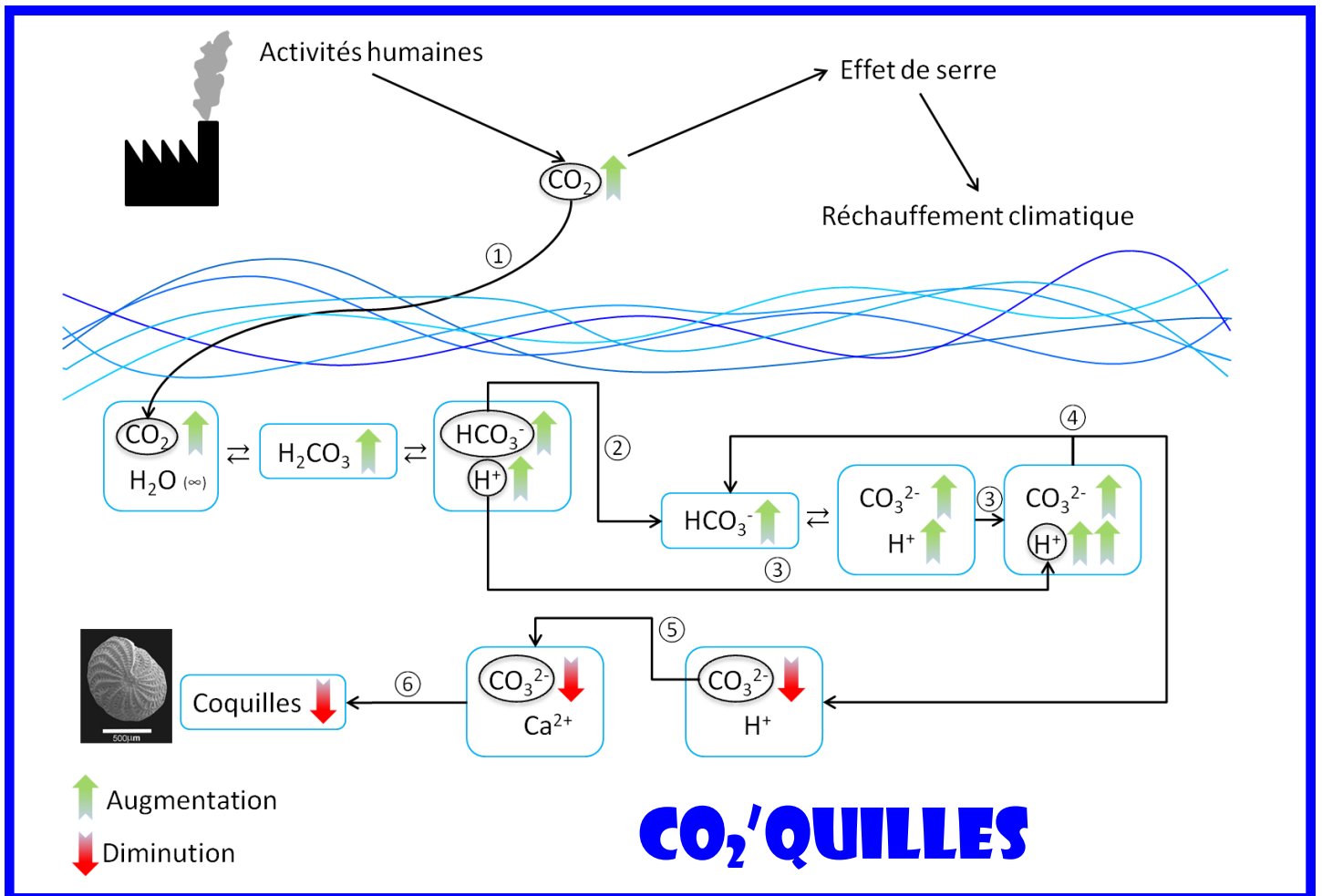


Ces différentes réactions pourraient laisser penser à une augmentation du taux de calcaire dans les océans à cause de l'augmentation du taux de CO_2 atmosphérique. Cependant, toutes ces réactions sont des échanges d'où un résultat contradictoire. En effet, le taux de calcaire dans les océans diminue à cause de différents paramètres. D'une part, l'acidification des océans entraîne une dissolution spontanée du calcaire créé (voir encadré page ci-contre). Il en est de même lorsque la concentration en ions carbonates est trop faible. L'augmentation du CO_2 accentue ces phénomènes. Cette diminution est d'autant plus forte en profondeur car le dioxyde de carbone issu de la respiration des organismes s'accumule, faute de photosynthèse.

La diminution du taux de calcaire dans les océans a une influence directe sur les foraminifères. En effet, ce sont des organismes biocalcifiants c'est-à-dire qu'ils fabriquent leur squelette ou leur coquille appelée « test » grâce au calcaire.

Dumortier Lyse & Esseau Apolline





Dans l'air, on trouve du CO₂. L'augmentation de sa concentration due aux activités humaines (le réchauffement climatique) crée un déséquilibre entre atmosphère et océan. Par conséquent, la concentration de dioxyde de carbone (CO₂) augmente dans les océans jusqu'à ce qu'il y ait à nouveau équilibre. Une fois dans l'océan, le dioxyde de carbone réagit avec l'eau (H₂O) pour former de l'acide carbonique (H₂CO₃), c'est-à-dire qu'il est capable de donner un proton (H⁺). Lorsqu'il donne un proton, il évolue en ion bicarbonate (HCO₃⁻). S'il réagit davantage, on obtient un ion carbonate (CO₃²⁻) ainsi qu'un autre proton. Ces protons influencent le pH (c'est la mesure de la concentration en protons dans une solution, qui détermine son acidité). Or, puisque la concentration de CO₂ augmente, il y a plus d'acide carbonique dans l'eau, et ainsi, on trouve de plus en plus de protons. Cependant, l'eau est neutre électriquement, en raison des ions carbonates, qui sont négatifs, et présents également. C'est lorsque ces derniers se combinent avec les ions calcium (Ca²⁺) pour former du calcaire (CaCO₃) que cet équilibre est rompu. Ce calcaire est utilisé pour la fabrication des coquilles des différents animaux marins dont les foraminifères.

M. Flamant & B. Loreau

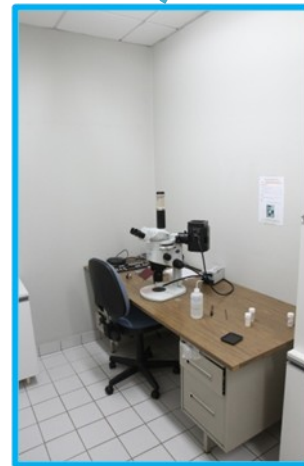
Notre visite du laboratoire BIAF

Bureaux et labos

Salle d'analyse des sédiments

Loupe et balance de précision

Le traitement des sédiments représente une part importante du travail des chercheurs. Récoltés en mer, ils contiennent de nombreux microorganismes vivants ou morts. Des nettoyages au tamis permettent de séparer le sable des coquilles, et ensuite on procède à diverses opérations d'identification : on les pèse, les photographie pour connaître leur taille et leur morphologie...



Couloir de bureaux



Bureaux et labos

Tous les chercheurs et doctorants ont des bureaux personnels, qui leur permettent de travailler dans un cadre plus calme, ainsi qu'un espace qui leur est approprié. Ils sont majoritairement présents dans ce couloir ci.

Ce laboratoire plus petit offre un autre espace de travail pratique pour les chercheurs. Ils peuvent effectuer y d'autres analyses.



Dans ce laboratoire stérile, on effectue des extractions de l'ADN des foraminifères recueillis préalablement dans le but d'établir une comparaison entre deux types de foraminifères plus précise que celle de leur morphologie.



Salle de piquage

A l'aide de la loupe binoculaire, les chercheurs et doctorants observent les foraminifères, récupérés antérieurement, pour pouvoir les classer par morphologie selon les différentes espèces grâce à des encyclopédies, regroupant les 1500 espèces connues.



Salle de culture et d'étude des Foraminifères vivants

L'étude basée sur la composition des foraminifères permet une reconstitution du passé. On effectue ici des cultures de ceux-ci avec des coquilles calcaires, avec différentes conditions contrôlées, pour étudier leur évolution. Le but est donc de comprendre comment les conditions physico-chimiques influencent la chimie de la coquille du foraminifère, donc de découvrir l'évolution passée des océans.

Bureau 1

Chambre froide

Microscope à épifluorescence

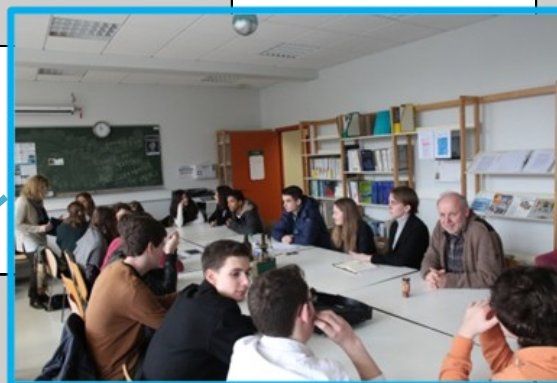
Lorsqu'on veut prélever des foraminifères benthiques, on prélève d'immenses carottes dans les couches de sédiments (voir pages 8 et 9), qu'on analyse ensuite en laboratoire. Cette salle à 6°C est l'endroit où sont conservées les carottes, en attendant leur analyse.

Bureau 2

Laboratoire de génétique

Bureau 3

Salle de repos-caféteria-Salle de réunion



Bureau 4

Lieu de convivialité et d'échanges entre les membres du laboratoire. Ils s'y retrouvent lors de leur pause (café/déjeuner) et ont la possibilité de s'entretenir lors de réunions. C'est le foyer du laboratoire BIAF.

Marie FINAS et Capucine BEAUSSIER

MALDIVES

UN PARADIS SUR LE POINT DE DISPARAÎTRE ?

Aujourd'hui, malgré les nombreuses études réalisées et les résultats critiques indiquant une augmentation du niveau de la mer d'environ 3mm/an, peu de réactions sont observées. L'archipel des Maldives est un archipel corallien résultant de l'activité d'un point chaud volcanique et dont le point culminant atteint seulement les 2,3m d'altitude, d'où sa grande vulnérabilité à la montée des eaux... Nous avons eu l'occasion de nous intéresser aux Maldives lors d'une visioconférence avec une scientifique embarquée sur le Joides Resolution, navire de forage scientifique de 144m, lors d'une mission nommée : « Expedition 359 : Maldives Monsoon and Sea Level », soit une étude des moussons du passé et du niveau de la mer à travers l'analyse de carottes et la réalisation du profil stratigraphique (structure de la plateforme carbonatée et organisation des couches sédimentaires) de la région des Maldives.



Sans réaction majeure ce paradis terrestre risque de disparaître d'ici une cinquantaine d'années...

DEFOIS-KEREBEL Enzo

Le JOIDES Resolution, Joint Oceanographic Institutions for Deep Earth Sampling est, comme son nom l'indique un bateau à usage scientifique utilisé pour de nombreuses recherches dans différents programmes d'exploration et de reconstitution océanographique. Il est aujourd'hui engagé dans l'Integrated Ocean Discovery Program (IODP) et a pour principal but la réalisation de forages permettant entre autre, l'étude de micro-organismes, les foraminifères.

Derrick (tour soutenant le dispositif de forage) de 60m de haut qui permet l'extraction de carottes qui peuvent mesurer jusqu'à 90m de long.

Le programme 359 a pour but la découverte des changements climatiques et environnementaux de notre planète. L'équipage, composé de femmes et d'hommes du monde entier, compte 20 scientifiques et 66 membres d'équipage. Unique en son genre, le JOIDES Resolution peut accomplir jusqu'à 6 missions par an, chacune d'une durée d'environ deux mois. Il est spécialisé dans les forages profonds et est régulièrement utilisé dans de multiples zones du monde : Maldives, Costa Rica, Inde, Alaska, mer Arabique...

Andréa et Juliette

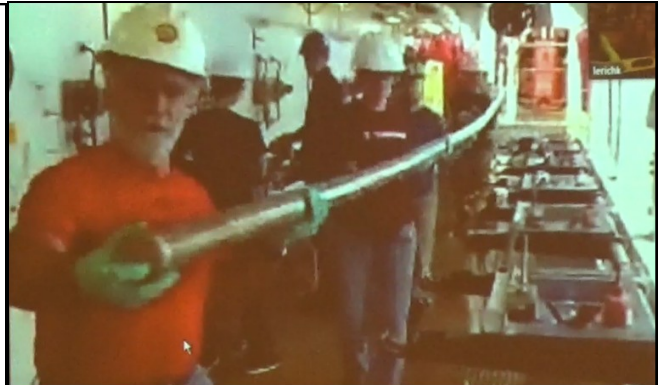
JOIDES RESOLUTION : UN LABORATOIRE SUR LA MER

L'exploitation des carottes sédimentaires

Qu'est-ce qu'une carotte sédimentaire ?

C'est un échantillon de sédiments tirés du sous-sol grâce à un appareil de forage. Il permet d'obtenir de nombreuses informations sur le passé et le climat.

Voici une carotte tout juste extraite lors de notre visio-conférence avec le Joides Resolution le 23/11/2015.



Comment sont-elles récoltées ?

A bord du JOIDES Resolution, les carottes sédimentaires sont récoltées par un forage en pleine mer. C'est une opération difficile, car le bateau doit rester en position au-dessus du point de forage, malgré les vents et les courants, afin de ne rien casser en dessous du bateau. 12 propulseurs situés sur les côtés du bateau lui permettent de rester stable. Le forage est réalisé grâce à une tête de forage (qui creuse), un catcher (tube qui s'enfonce dans les sédiments) et un liner qui emprisonne l'échantillon de sédiments. Cependant le coût d'un forage en pleine mer est extrêmement élevé : certains laboratoires ont donc décidé de réaliser leurs prélèvements sur les côtes. C'est le cas du laboratoire BIAF, qui prélève ses carottes à pied sec, souvent dans la baie de Bourgneuf. Les chercheurs se rendent à marée basse sur l'estran afin d'obtenir des carottes plus petites mais tout aussi riches en foraminifères.

Comment sont-elles exploitées ?

Après avoir été récoltées, les carottes sédimentaires subissent de nombreux tests et mesures afin de pouvoir en tirer le maximum d'informations (voir encadré). Sur le JOIDES Resolution, ces opérations sont réalisées au sein même du bateau, dans un grand laboratoire très bien équipé.

Tout d'abord, les carottes sont coupées en plusieurs tronçons et le liner (tube en plastique qui contient les sédiments) est étiqueté (nom du site, profondeur, etc.) Ensuite la carotte sédimentaire, toujours enveloppée dans le liner, va subir une première série de mesures qui permettent de déterminer quels types de sédiments elle contient. Une mesure est réalisée tous les 5cm, ce qui est assez précis.

Après cette série de mesures, de nombreuses informations ont été récoltées sur la nature des sédiments de la carotte. Mais les carottes sont ensuite coupées en deux dans le sens la longueur : une partie est conservée dans les archives, l'autre permet de continuer les expériences, de manière plus précise.

Mesures réalisées sur les carottes :

- ◆ La **densité** des sédiments contenus dans la carotte :
Des rayons gamma sont envoyés sur la carotte et un capteur compte le nombre et l'intensité des rayonnements qui la traversent, ce qui permet d'obtenir des renseignements sur la porosité des roches traversées et donc sur le type de roche.
- ◆ Le **potentiel de magnétisation** des sédiments :
On envoie un champ magnétique déterminé sur la carotte. Si le champ magnétique augmente c'est que ce sont des argiles, sinon ce sont des carbonates ce qui permet d'obtenir un renseignement sur l'empilement carbonates-argiles dans la carotte.
- ◆ La **vitesse des ondes P** dans les sédiments
On enregistre le temps que les ondes P mettent à traverser la carotte, ce qui nous donne un renseignement sur la vitesse de propagation des ondes P, qui est différente selon la nature de la roche.
- ◆ La **radioactivité naturelle**
Plusieurs compteurs Geiger enregistrent la radioactivité émise naturellement par les sédiments.
- ◆ Le **potentiel de transfert de chaleur**
On place une aiguille chauffante dans la roche : la roche va d'abord être portée à une certaine température par la résistance, puis on mesure le temps qu'elle met à revenir à sa température de départ grâce au thermomètre.

Anaëlle, Loanne et Joani

Les foraminifères et la pollution

I - Les différents types de foraminifères

Les foraminifères ont été classés en 2 catégories, les sensibles et les opportunistes, eux-mêmes classés en 3 sous-groupes de marqueurs selon la pollution environnante.

Les groupes dits "foraminifères opportunistes", sont des groupes vivants avec la pollution de leur environnement. Ils seront moins sensibles à l'environnement lorsque celui-ci sera pollué.

L'indicateur qui suit les groupes (3, 2 ou 1) est décroissant, ainsi le groupe « opportuniste 3 » sera le plus sensible à la pollution et le 1 sera le moins sensible.

- Le 1^{er} groupe est dit "foraminifères sensibles", ils vivent dans des zones non polluées voir très peu polluées.
- Le 2^{ème} groupe est dit "opportunistes 3", ils vivent dans des zones peu polluées.
- Le 3^{ème} groupe est dit "opportuniste 2", ils vivent dans la plupart des zones polluées.
- Le 4^{ème} groupe est dit "opportunistes 1", ils vivent dans des zones à forte pollution.



II - Mise en relation avec la pollution

Les foraminifères sont des bio-indicateurs par leur durée de vie courte. Ils sont utiles pour comparer les conditions des alentours au moment de la vie du foraminifère.

Les conditions physico-chimiques (la température, la salinité, le pH) nous permettent d'en savoir plus sur l'environnement. La pollution (dont les gaz à effet de serre de la planète) réchauffe les océans ce qui change les conditions physico-chimiques.

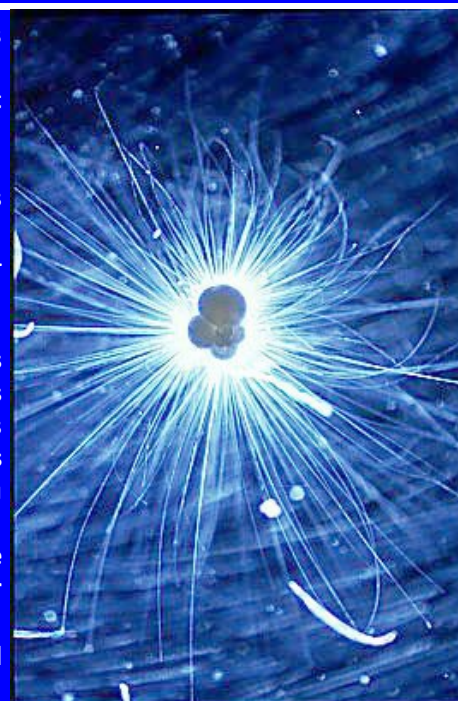
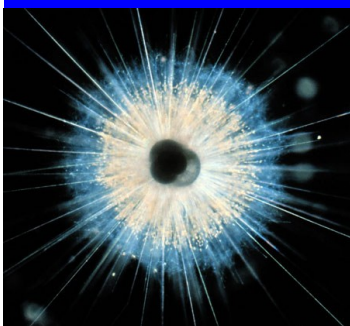
En partant du fait que les conditions physico-chimiques changent, les foraminifères seront amenés à évoluer.

L'évolution des foraminifères sera donc influencée par la pollution car celle-ci réchauffe les océans et donc augmente la température.

Plus la pollution environnante sera élevée, moins les foraminifères qui vivent dans la zone seront sensibles à la pollution. A l'inverse plus les foraminifères seront dans des zones non polluées plus ils seront sensibles aux changements climatiques. Très peu des foraminifères existants ne sont pas confrontés à la pollution car très rares sont les endroits où l'eau n'est pas polluée.

Les foraminifères sont donc des bio-indicateurs d'une pollution environnementale qui servent à démontrer une pollution en hausse.

Gaëtan Gledel



• L'Océan nourricier, une ressource inépuisable ?

L'Océan reste un lieu de ressources non-négligeables dans l'alimentation des Hommes. En effet, malgré l'augmentation incessante de la population qui nécessitera de plus en plus de ressources d'ici les prochaines années, il constitue une des **principales sources nourricières** de la planète. On estime qu'il y aurait plus d'espèces animales dans les abysses que sur l'ensemble du reste de la planète, ce qui signifie que **80% des espèces ne sont pas encore découvertes**. Si aujourd'hui, l'Homme puise essentiellement algues et poissons dans les océans pour subvenir à ses besoins, d'ici quelques années, l'humanité sera nourrie **d'espèces marines inconnues ou de plancton**.



BAUNE Claire BROSSAS Pauline

Océans : mythes et réalités

Depuis toujours, les océans ont fasciné les peuples du monde entier. Chacun peut y voir une source de mal ou de bien, mais tous y voient des monstres ou des divinités, que ce soit Charybde et Scylla dans la mythologie romaine, ou alors les Sirènes et Neptune dans la mythologie grecque.

Aujourd'hui, tous ces mythes sont en danger. Pour cause, un aggraveur terrible de la situation, bel et bien réel : le réchauffement climatique. Tout le monde est concerné, aussi bien les hommes que les animaux. En effet, comment ces derniers pourront s'adapter s'il advenait qu'un de leurs mets favoris venait à disparaître ? Certaines espèces sont en voie d'extinction, comme le koala ou l'ours polaire. Ces espèces mourront très probablement à cause d'une réduction de leur territoire ou d'un manque de nourriture. Le problème s'étend aussi aux océans. En effet, avec le réchauffement climatique de très nombreuses espèces (poissons, crabes...) vont migrer vers d'autres territoires. Cela entraîne donc un profond dérèglement de la répartition actuelle des espèces. Beaucoup d'espèces sont incapables de cohabiter et certaines espèces vont donc éliminer ou repousser tous les représentants d'une autre espèce.

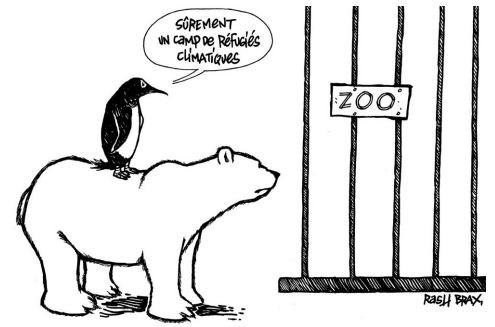
Le phénomène naturel, a été aggravé par l'activité industrielle humaine. Ce phénomène a commencé au XIX^{ème} siècle.

De nombreuses villes et de nombreux villages utilisent directement l'eau des mers et océans. Si les eaux s'acidifient ou montent de par le réchauffement climatique, il risque d'y avoir de nombreuses maladies, parfois nouvelles, qui pourraient faire des ravages s'il advenait que les populations n'aient pas les remèdes nécessaires ; ou alors ces mêmes villes et villages pourraient être engloutis.

Une catastrophe sociale est donc en train de se produire : l'émigration climatique. La montée de température fait fondre la glace, l'eau fait monter le niveau des océans, et donc les îles ayant un niveau proche de celui de la mer ont tendance à être submergées. C'est notamment le cas de la Polynésie française, des Maldives, mais aussi de Venise, en Italie. Ces lieux seront donc les premiers à disparaître.

Leurs habitants seront donc obligés de partir pour aller se réfugier dans d'autres pays. Dans le monde et par an, il y aurait environ 230 millions de réfugiés de ce type, et chaque année ce chiffre augmenterait. Ce chiffre vient s'ajouter au nombre de plus en plus grand des réfugiés de guerre et politiques.

Cette crise migratoire peut amener des problèmes sociologiques.



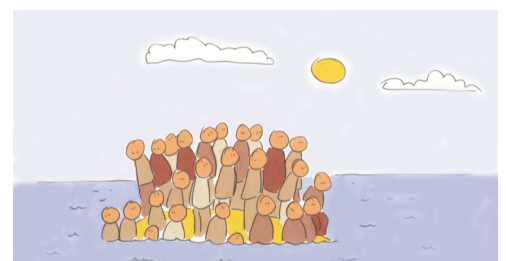
En effet, de nombreuses personnes ne souhaitent pas que ces immigrés soient accueillis. Elles le font savoir par des manifestations parfois violentes, et cela crée un problème politique. C'est pour ces raisons que les gouvernements européens ont décidé de faire des quotas, afin de réguler ces flux. L'un des problèmes de ces flux est le taux de mortalité, parfois élevé, des traversées. Il y a souvent des enfants, et ces migrants sont parfois abandonnés, voir oubliés sans soins ni nourriture.

Les Etats gèrent ce problème d'une manière réactive comme après une catastrophe naturelle. Les réfugiés climatiques sont toujours perçus par les Etats comme des bombes à retardement. Les migrations doivent donc devenir un enjeu de coopération internationale : les pays développés doivent reconnaître leur responsabilité et financer les stratégies d'adaptation au changement climatique des pays en développement.

Il est donc nécessaire que les grands pays industriels, tel que la France, les USA ou la Chine, réagissent dès aujourd'hui afin de limiter, de ralentir voir de stopper cette avancée. Car d'ici 2050, des statistiques montrent qu'au niveau de la surface du globe, la température devrait augmenter de 2°C (voir de 5°C dans le pire des cas) ; mais qu'il serait cependant possible de la ralentir, à savoir qu'elle n'augmente que d'1°C voir de 1,5°C.

Nous avons donc vu que ces changements climatiques avaient des conséquences dans beaucoup de domaines, qu'ils soient environnementaux ou humanitaires. Aussi pour que nos descendants comprennent le monde dans lequel nous vivons aujourd'hui, il est donc important de prendre soin de notre planète afin de nous assurer un futur meilleur.

PAUL D.

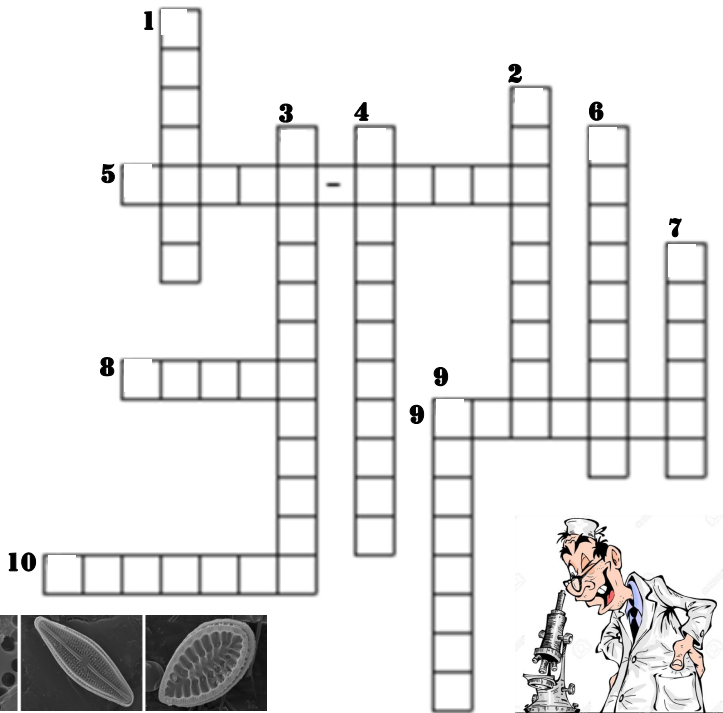
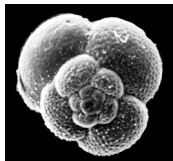
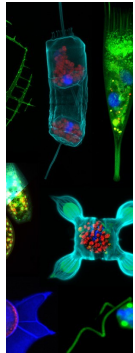


JEUX

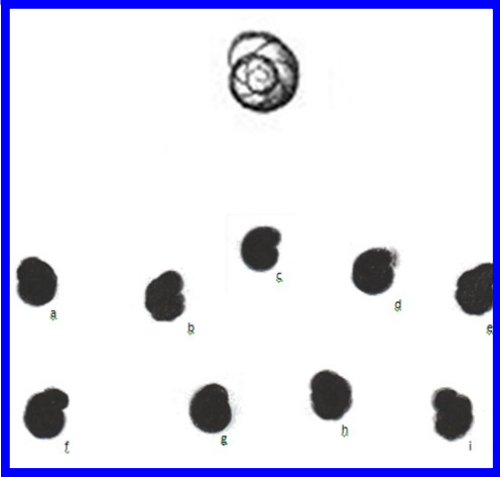
Retrouvez dans cette grille les mots cachés :



O	C	E	S	F	V	Y	C	O	N	D	N	I	S	O	(?)	ATMOSPHERE
G	X	O	G	E	F	C	C	K	N	A	E	C	O	B	(?)	BATEAU
T	T	F	Q	A	V	H	H	A	G	C	O	R	M	A	(?)	CALCAIRE
K	J	O	N	U	R	I	S	E	R	U	K	R	R	T	(?)	CAROTTE
Ç	Y	S	T	O	I	O	D	J	R	O	X	D	R	E	(?)	CHERCHEUR
L	T	S	J	J	T	L	F	L	Z	C	T	W	F	A	(?)	CLIMAT
J	O	I	D	E	S	F	L	N	A	C	H	T	T	U	(?)	COQUILLE
E	I	L	L	Y	D	U	H	E	X	M	F	E	E	J	(?)	EXPEDITION
L	A	E	R	I	O	T	A	R	O	B	A	L	U	K	(?)	FORAGE
W	E	C	Q	N	O	I	L	S	Z	C	Q	X	W	R	(?)	FORAMINIFERE
L	F	O	R	A	M	I	N	I	F	E	R	E	L	G	(?)	FOSSILE
N	I	P	A	T	M	O	S	P	H	E	R	E	X	F	(?)	JOIDES
P	G	L	N	Ç	S	E	D	I	M	E	N	T	V	C	(?)	LABORATOIRE
E	R	I	A	C	L	A	C	L	S	D	N	K	F	F	(?)	MALDIVES
T	A	M	I	L	C	P	C	B	R	E	K	R	N	Ç	(?)	OCEAN
L	N	O	I	T	I	D	E	P	X	E	Q	B	Z	T	(?)	SEDIMENT



Un chercheur a par erreur coloré tous ses foraminifères en noir.
Aidez-le à retrouver le foraminifère *Ammonia beccari* parmi toutes ces silhouettes !



Mots-croisés

Vertical

- Ancienne coquille de Foraminifère qu'on retrouve dans des carottes
- Il étudie les Foraminifères
- Micro-organisme se nourrissant de micro-algues
- Lieu dédié à l'étude des Foraminifères
- Les Foraminifères s'en nourrissent
- Bateau dans lequel on fore et on exploite les fonds marins
- Minéral constitutif des coquilles des Foraminifères

Horizontal

- Phytoplancton
- Large étendue d'eau où on récolte les Foraminifères
- Echantillon de sédiments qui donne des renseignements sur le passé
- Outil permettant de creuser les fonds marins



POUR EN SAVOIR PLUS :

- <http://www.univ-angers.fr/fr/recherche/unites-et-structures-de-recherche/pole-vegetal---environnement/biaf.html>
- <http://joidesresolution.org/>



COURRIER DES LECTEURS :

Vos remarques et suggestions sont les bienvenues ! Pour nous contacter : svt.david@ac-nantes.fr