



THÈS'ART

Quand les sujets de thèse rencontrent l'art

Eau, océans et rivières

Thès'Art est de retour cette année avec une nouvelle thématique, celle des océans, des rivières mais aussi celle de l'eau sous d'autres formes. Ce projet, qui allie sujet de thèse et art de la bande dessinée regroupe neuf doctorants de toute la région des Pays de la Loire.

Pourquoi ce thème ? En 2025, la France accueillera la troisième conférence des Nations Unies sur l'Océan (UNOC). Cette conférence a pour objectif de travailler sur la protection des océans. La Fête de la Science et Thès'Art se mettent au diapason.

Les sujets que vous allez découvrir dans ce livret sont variés, intrigants pour certains, inattendus pour d'autres mais toujours avec une finalité bien définie, appelée à améliorer notre connaissance du monde et à aider à le protéger.

Ainsi, partez à la rencontre des foraminifères et leur bactérie acide, devenez expert de la sexualité des algues, initiez-vous à la vie des anciens marins, interrogez-vous sur la navigation des bateaux en 2050...

Merci à Maxime Daviray, Mascha Canaux, Nicolas Pajusco, Clémentine Labbé, Denis Le Guen, Laura Pageaut, Victor Bossard, Nour El Imène Boukortt et Arnaud Garnier d'avoir accepté de participer à cette aventure.

Merci à nos financeurs sans qui ce projet n'aurait pas pu exister, l'Université d'Angers, la Délégation régionale académique à la recherche et à l'innovation Pays de la Loire et la Région Pays de la Loire.

Je vous souhaite une belle découverte pour cette nouvelle édition.

SOMMAIRE

01. ARNAUD GARNIER - La décarbonation du transport maritime à l'horizon 2050. p 02 - p 05
02. MASCHA CANAUX - Comment les albums pour enfants façonnent-ils leur vision des mers et des océans ? p 06 - p 09
03. MAXIME DAVIRAY - L'impact des bactéries acidifiantes sur les foraminifères benthiques, marqueurs de santé du milieu marin.. p 10 - p 13
04. LAURA PAGEAULT - Étudier la reproduction sexuée de micro-algues en vue de produire des individus exceptionnels. p 14 - p 17
05. DENIS LE GUEN - La vie des marins à travers les archives et les objets archéologiques. p 18 - p 21
06. NOUR EL IMENE BOUKORTT - Comment la composition des sédiments impacte-t-elle la quantité d'oxygène dans l'eau de l'estuaire de la Loire ? p 22 - p 25
07. VICTOR IMBERT-BOSSARD - Les villes et leurs rivières, une histoire partagée. p 26 - p 29
08. CLÉMENTINE LABBÉ - Impact des microplastiques sur deux espèces à l'interface entre le sol et l'eau : *Scrobicularia plana* et *Caenorhabditis elegans*. p 30 - p 33
09. NICOLAS PAJUSCO - Déterminer la composition de la glace grâce aux ondes acoustiques. p 34 - p 37

INGÉNIEUR TRANSITION ÉCOLOGIQUE

La décarbonation du transport maritime à l'horizon 2050.

ARNAUD GARNIER est doctorant en 7^{ème} année au Laboratoire de Recherche en Hydrodynamique, Energétique et Environnement Atmosphérique à Centrale Nantes.

Titre de sa thèse : Décarbonation du transport maritime mondial : simulation énergétique long terme de la flotte mondiale en vue de l'élaboration de scénarios de transition.



Petit, quand je partais à la mer avec mes parents, je revenais toujours avec un petit bateau. Je les collectionnais.

Ce n'est absolument pas pour ça que mon sujet de thèse porte sur les bateaux. Mais je trouve ça amusant qu'il fasse un clin d'œil à ma passion d'enfant.

J'ai toujours été intéressé par les sciences. Tout naturellement je me suis orienté dans la filière scientifique au lycée avec pour objectif de devenir ingénieur. J'ai ensuite intégré l'école des Mines de Douai.



Je voulais découvrir l'étranger et de préférence y vivre un certain temps. C'est ainsi que j'ai poursuivi mes études à l'école Polytechnique de Montréal pendant deux ans.



C'est pendant cette expérience que j'ai davantage découvert la recherche. Au Canada, les enseignements ne sont pas donnés de la même façon. Il y a moins de cours mais plus de travaux de recherche. J'ai appris à travailler en autonomie pour comprendre par moi-même.



De retour en France, j'ai travaillé deux ans dans un bureau d'études sur la rénovation des bâtiments de bureaux à Lyon.



Ce métier ne me convenait pas tout à fait. Il faut traiter chaque dossier rapidement et cela ne me laissait à mon goût pas assez de place pour le reste. J'aime prendre le temps de comprendre, analyser finement les choses et innover.



En regardant quel autre poste je pouvais occuper, je me suis aperçu que le profil d'ingénieur recherche me plaisait beaucoup. J'ai donc postulé pour faire une thèse, porte d'entrée vers la recherche, et j'ai été retenu.

Mon sujet porte sur la décarbonation du transport maritime. Je m'intéresse depuis longtemps à l'environnement et à la transition énergétique.

Il faut savoir que 80% des marchandises transportées dans le monde passent à un moment par la mer.



2022

3%

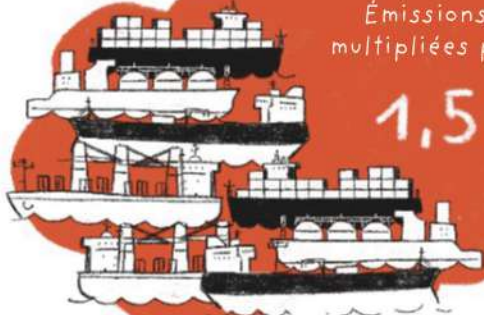
des émissions mondiales de gaz à effet de serre



2050

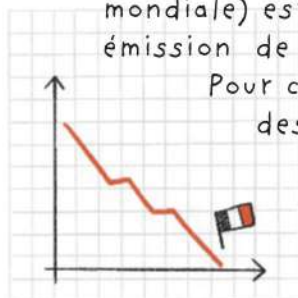
Émissions multipliées par

1,5



Ces bateaux fonctionnent grâce aux énergies fossiles (pétrole) et émettent beaucoup de CO₂ dans l'atmosphère.

L'objectif du gouvernement français (c'est aussi le cas à l'échelle mondiale) est de passer à zéro émission de carbone en 2050. Pour cela, il faut opérer des transformations.

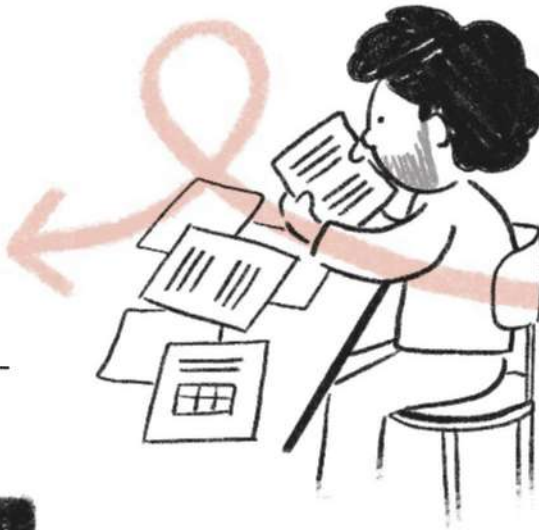


Avant cela, il faut connaître l'état de la flotte actuelle. J'analyse donc des données sur le transport maritime à l'échelle mondiale pour connaître et comprendre la situation à ce jour.



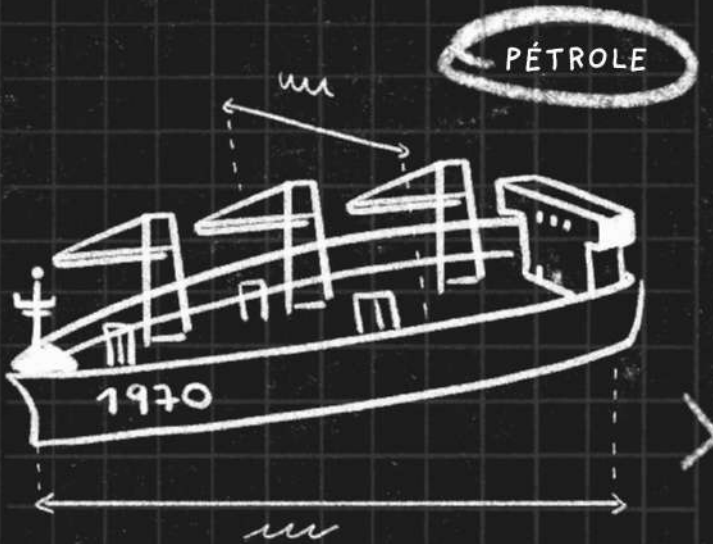


On estime qu'il y a dans le monde 55 000 bateaux qui transportent des marchandises sur les 200 000 à usage commercial (transports de passagers, services dans les ports...)



Trouver des données publiques est l'une des grandes difficultés de ma thèse. Heureusement, de nombreux rapports et données sont mis à disposition par des structures comme l'Organisation Maritime Internationale, la Banque Mondiale ou encore l'Union Européenne.

Je cherche à savoir quel est leur âge, quel type de moteur ils ont et le trajet qu'il font.



Un axe efficacité en améliorant par exemple le design de la coque des navires ou en utilisant des technologies qui consomment moins d'énergie.

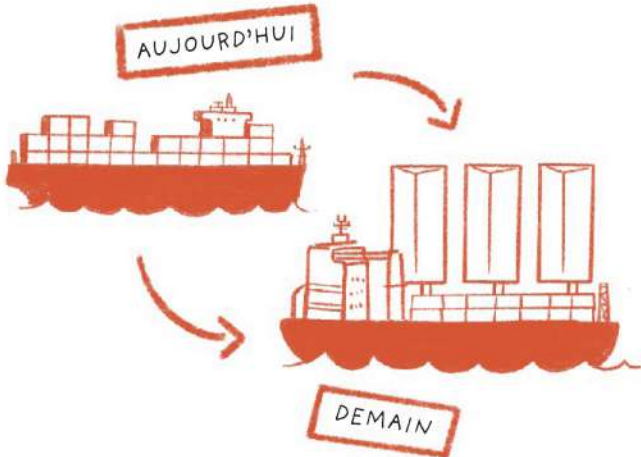


L'étape suivante sera d'analyser les solutions envisagées pour réduire les émissions de carbone. Plusieurs axes sont envisagés.



Un axe sobriété qui comprend par exemple la réduction de la vitesse du navire pour réduire les émissions.

Ou encore l'adaptation de la trajectoire en fonction du vent, des vagues, du courant pour optimiser la consommation de carburant.

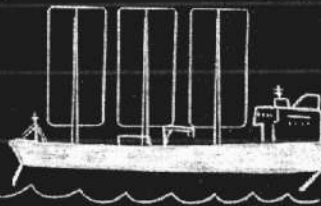


Un axe appelé « substitution » qui consiste à remplacer le carburant actuel par une énergie propre (carburant vert, électricité, navire à voile, etc.).



J'évalue chaque solution afin de déterminer quelles sont les plus pertinentes selon les caractéristiques de chaque navire.

Et si j'ajoutais des navires à hydrogène ?



Enfin j'essaie d'imaginer quelle combinaison de ces solutions permettrait d'atteindre les objectifs de réduction des émissions d'ici 2050 puis d'évaluer les impacts (combien ça coûte par exemple).

Mon travail étant de faire des projections du futur, il sera intéressant de confronter ceci avec la réalité. Cela permettrait notamment de voir si les actions mises en place réellement sont suffisantes ou non.



Tiens, intéressant, une annonce pour la transition écologique dans le transport routier.



Je souhaiterais continuer dans la recherche. Dans le public, ou dans le privé.

Pas forcément dans le transport maritime mais ce qui est certain dans la transition écologique pour participer à faire bouger les choses.

FIN

ÉCOPOÉTIQUE ET BIOLOGIE MARINE

Comment les albums pour enfants façonnent-ils leur vision des mers et des océans ?

MASCHA CANAUX est doctorante en première année au laboratoire 3LAM à l'Université d'Angers et CEFREM à l'Université de Perpignan.

Titre de sa thèse : « Sea More Blue », Pour une éco-poétique bleue : analyser, restaurer et rénover la perception du vivant en zones marines et littorales par le biais d'approches transdisciplinaires en France et aux États-Unis.

J'ai grandi à la campagne et je rendais souvent visite à ma grand-mère dans sa ferme. C'était une petite femme rustique et très cultivée. Elle m'emmenait souvent voir des spectacles, et m'offrait de beaux albums pour enfants.



Je passais aussi beaucoup de temps couchée dans l'herbe à regarder les insectes ! J'organisais d'ailleurs des activités artistiques autour de ces petites bêtes lorsque je travaillais en centre de loisirs.



Après le lycée, j'ai fait une licence « littératures et cultures du monde » à Bordeaux. La formation idéale pour une personne curieuse et touche à tout !



J'ai ensuite pu partir étudier à Salzburg, entourée des Alpes autrichiennes, c'était une expérience incroyable.



J'ai voulu continuer mes études à Perpignan, avec le Master d'études culturelles, interprétation et valorisation des environnements, un parcours trilingue.



J'aimais l'idée de créer des ponts entre la nature et la culture.



Après tout, je suis passionnée d'art sous toutes ses formes, et j'ai toujours mon carnet de dessins à la main ! Mon mémoire de Master portait d'ailleurs sur les insectes dans la littérature jeunesse.

Le gouffre entre l'importance biologique et culturelle des insectes est immense ! Seule une poignée d'entre eux ont une place dans la littérature. Du coup, les espèces connues et appréciées du grand public sont mieux protégées.



Pourtant je trouve toutes les petites bêtes mal-aimées merveilleuses. Elles nous offrent une infinité de formes, de couleurs, de particularités étonnantes... C'est ainsi que le plancton s'est imposé comme objet de ma thèse.



Mon sujet répond à un appel national lancé par le CNRS et l'IFREMER sur l'océan et le climat. Il fait partie de 8 projets retenus sur 600 ! Après un entretien de 3h, je suis choisie pour le mettre en œuvre. J'ai toujours du mal à y croire !



Leur diversité de formes et de couleurs est infinie : certains ont des dentelles magnifiques, d'autres comme les siphonophores peuvent mesurer jusqu'à 40 mètres de long !

Indicateurs de l'état de santé de leur écosystème

Plancton : 98% des êtres vivants dans la mer.

Garde-manger des océans

Produit 50% de notre oxygène



Ce projet, nommé Sea More Blue, rentre dans le domaine de l'écopoétique, un nouveau sujet consacré à l'étude des œuvres littéraires et culturelles avec un regard écologique.

C'était à l'origine un projet tentaculaire visant à sonder les imaginaires marins et à les comparer à la réalité scientifique.

C'est bien trop vaste pour une seule personne !



Pour les besoins de ma thèse, j'ai donc décidé de me concentrer sur les albums jeunesse, qui aident les enfants à construire leurs représentations du monde, et leur rapport à l'environnement !



Mes terrains d'étude se trouvent tout le long de la côte française, de Calais à Nice. Cela me permettra d'avoir une vision d'ensemble de mon sujet sur tout le pays.

J'étudie à la fois les petites et les grandes villes, à distance régulière, pour des résultats plus précis !



Bretagne

Golfe du Lion

Golfe de Gascogne

Golfe du Mexique



Pour chaque zone, j'organise des entretiens dans des écoles en bord de mer avec des enfants qui ont entre 6 et 10 ans. Je leur fais répondre à un questionnaire anonyme pour comprendre leur rapport avec la mer et les livres.

Puis je leur demande de dessiner des êtres vivants dans la mer. Je compte alors le nombre d'animaux, de plantes, d'espèces locales ou non locales.



En réalité, sur la plage, les enfants voient surtout des bigorneaux. Mes résultats indiquent donc une influence culturelle, car les baleines sont extrêmement présentes dans les albums jeunesse.



Je m'entretiens aussi avec des scientifiques qui travaillent sur le plancton. Le but est de m'immerger dans ce milieu où je n'ai pas fait d'études, afin de mieux comprendre les enjeux écologiques actuels.



Ces œuvres pourraient ensuite être mises en avant dans les programmes scolaires, les collectivités locales ou les musées.

Enfin, je cherche des albums jeunesse qui pourraient participer à améliorer la représentation du plancton. Ils sont trop peu nombreux !



Après ma thèse, j'aimerais continuer dans la recherche-action, tout en explorant des applications concrètes dans des musées ou des écoles. Je veux continuer à sensibiliser le public à ce type de biodiversité en faisant le lien entre les arts et les sciences !



Et s'ils connaissent le plancton, c'est seulement en tant que nourriture de la baleine.

FIN

GÉOSCIENCES

L'impact des bactéries acidifiantes sur les foraminifères benthiques, marqueurs de santé du milieu marin.

MAXIME DAVIRAY est doctorant en 3^{ème} année au LPG (Laboratoire de Planétologie et de Géosciences) à l'Université d'Angers.

Titre de sa thèse : Fonctionnement biogéochimique des écosystèmes transitionnels colonisés par les bactéries filamenteuses électriques : impact sur la méiofaune benthique.



Enfant, j'avais pour passion les insectes et autres petites bêtes. Avec mes parents nous allions souvent en forêt, c'était un terrain d'observation formidable.

Au moment de mon orientation, j'ai choisi de me lancer dans des études pour devenir vétérinaire. Je voulais être au plus près des animaux, dans un zoo ou un parc animalier.



J'ai fait un lycée agricole puis une prépa pour passer le concours de vétérinaire. Malheureusement, je n'ai pas décroché ce concours.

À la place, j'ai été admis à l'institut agro Rennes Angers. Mais une spécialisation dans le domaine des plantes ne me convenait pas.



Je me suis donc orienté en Licence 3 de Géosciences à l'Université d'Angers.

Plan B : devenir paléontologue.

Pour cela, j'ai poursuivi mes études avec un Master à l'École Normale Supérieure de Lyon.



C'est à ce moment-là que j'ai su : je voulais faire de la recherche. Être au plus près des dernières découvertes scientifiques me passionne.

Il faudrait que je pense à m'adapter, les aiguilles de ce pin abîment mes belles ailes !

J'aurais voulu faire une thèse sur l'évolution des insectes lors de la transition entre le Carbonifère et le Permien, à un moment où la flore connaît des changements importants.



La difficulté, c'est qu'il n'est pas toujours facile de trouver un financement pour sa thèse. Et ce n'est pas en recherche **fondamentale*** dans le domaine de la paléontologie qu'il y a le plus d'opportunités.

Oui on peut envisager un stage.

Super !

Mais je ne t'ai pas encore donné le sujet !

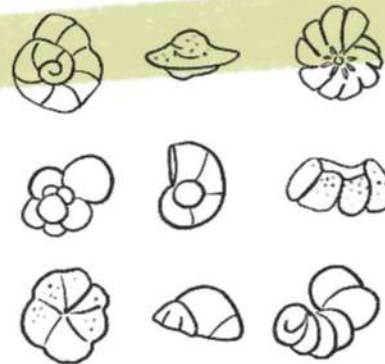
Pas grave, ce que je veux, c'est faire de la recherche.



J'ai travaillé quelques mois dans un lycée comme prof de SVT. Mais la recherche me tenait vraiment à cœur. J'ai contacté mes anciens enseignants de l'Université d'Angers pour savoir si à tout hasard il n'y aurait pas une offre de stage pour moi.

Qu'est-ce qu'un foraminifère ?

C'est un être unicellulaire capable de se construire une coquille en mélangeant du calcium et du bicarbonate qu'il capte dans son environnement. Ils mesurent quelques centaines de micromètres (10^{-6} mètres).



Quelques centaines de micromètres ; composition variable selon le type de foraminifères (calcaires ou agglutinés).

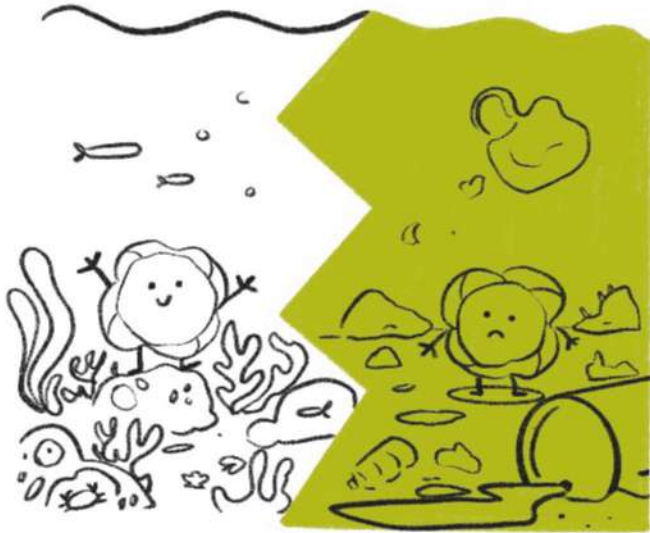
Mon sujet de thèse découle de ce stage qui m'a énormément plu. J'étudie les foraminifères benthiques, c'est-à-dire ceux qui vivent dans les sédiments marins.

Ça oui

Ça non

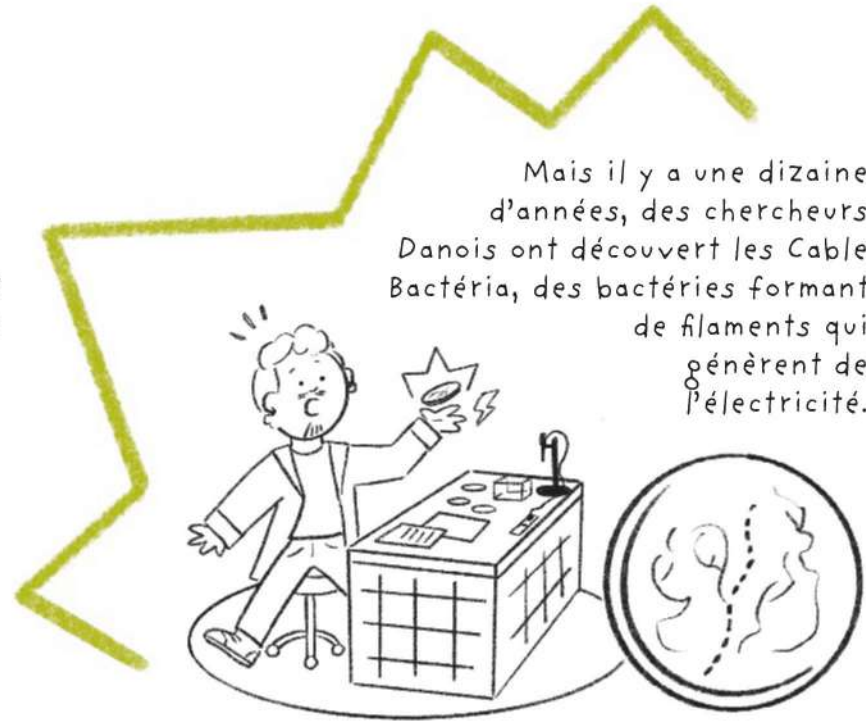


* Recherche pour laquelle il n'y a pas d'application définie. 11



Quelle utilité d'étudier les foraminifères ?

Ce sont de bons indicateurs des changements environnementaux et climatiques. On peut analyser les particules emprisonnées dans leur coquille. On peut donc comprendre les milieux et leurs évolutions en les étudiant.



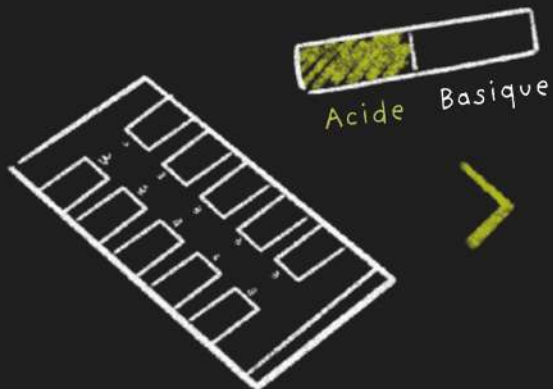
Mais il y a une dizaine d'années, des chercheurs Danois ont découvert les Cable Bactéria, des bactéries formant de filaments qui génèrent de l'électricité.

Or, dans les milieux où l'on trouve ces Cable Bactéria, on constate une forte acidification des sédiments.



La question est aussi de savoir si ces Cable Bactéria sont apparues récemment ou si elles existent depuis longtemps. C'est pour cela que j'étudie aussi bien des foraminifères vivants que morts.

Imaginez ce que peut faire un milieu acide sur les coquilles composées de calcaire des foraminifères. Et bien, c'est mon travail de le déterminer.





Les Cable Bactéria se retrouvent dans tous les milieux marins peu profonds du globe. Pour ma part, je mène cette étude à l'embouchure de la rivière d'Avray en Bretagne (Golfe du Morbihan). Je fais régulièrement des prélèvements dans la vase.

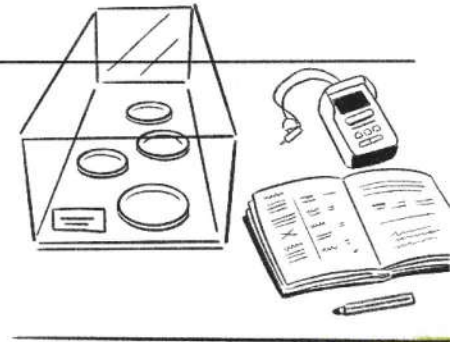


Nous partons toujours à deux pour faire les prélèvements. Le secteur est dangereux, nous pouvons nous enliser et rester coincés quand la marée remonte.



Je tamise pour séparer les foraminifères des sédiments et j'observe l'état de dissolution de leur coquille. C'est un travail de fourmi. Puis je compare ces résultats morphologiques aux taux d'acidification des sédiments.

Et pour compléter mon étude, j'éleve des foraminifères dans des milieux dont je gère toutes les conditions physico-chimiques dont l'acidité. Il faut être précis et pour cela venir prendre des mesures même le weekend.



Je mets à incuber les carottes de sédiment au laboratoire, c'est-à-dire que je les mets en condition pour que les bactéries se développent.



Ensuite, je réalise une série d'analyses chimiques dessus pour voir leur activité et quel est le niveau d'acidification des sédiments qui en découle.



J'adore ce que je fais. Faire de la recherche c'est être relativement libre sur l'organisation de son projet. On alterne terrain et laboratoire, ce n'est jamais monotone. C'est aussi partager ses découvertes. J'espère donc continuer comme enseignant chercheur.

FIN

BIOLOGIE MARINE

Étudier la reproduction sexuée de micro-algues en vue de produire des individus exceptionnels.

LAURA PAGEAULT est doctorante en 3^{ème} année au laboratoire GENomique des microALGues (GENALG, Ifremer).

Titre de sa thèse : *Décryptage du cycle de vie de la microalgue haptophyte *Tisochrysis lutea* : vers l'obtention de lignées hybrides de microalgues.*



J'ai grandi sur la côte d'Azur. J'adore la mer depuis toute petite. Mes parents l'ont vite compris. Il y avait un dauphin sur à peu près tout ce que j'achetais.

Pourtant, quand j'étais jeune, j'imaginai devenir pharmacienne comme ma mère pour aider les gens. Mais j'ai appris qu'il y avait une formation en biologie marine près de chez moi et je n'ai pas hésité un instant à m'y inscrire.



J'ai découvert les algues au cours de mes études. D'abord à travers les cours puis lors de travaux pratiques sur le terrain. Et j'avoue que j'ai eu un vrai coup de cœur pour elles.



J'étais intriguée par ce monde marin que je ne comprenais pas.

La vie me paraissait si complexe sous l'eau.



J'ai pu observer leur fragilité et comment elles évoluent. Elles ont chacune un rôle à jouer. Une part reste un mystère, on ne comprend encore pas encore tout de leur fonctionnement.



Je fais des recherches sur une algue unicellulaire, c'est-à-dire qui est composée d'une seule cellule.

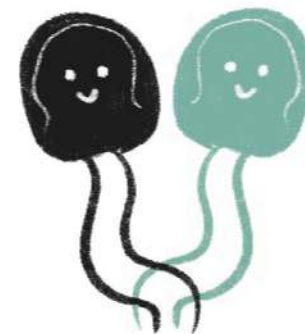
Elle mesure 3 micromètres (on ne la voit pas à l'œil nu). Elle est toute ronde et brune avec deux flagelles (équivalent à des nageoires).

Je veux savoir si elle est capable de se reproduire de façon sexuée et non par clonage. Ce qu'elle fait ordinairement.

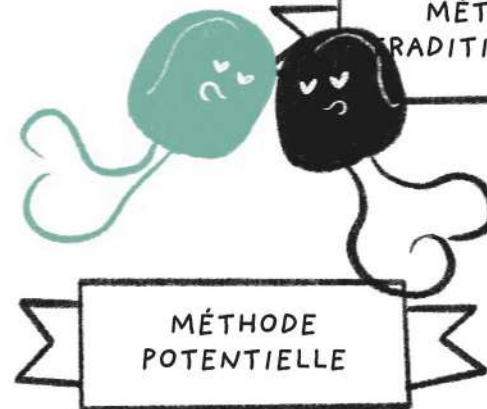
Pour quelle raison ? Je veux pouvoir donner naissance à une algue qui a les capacités que l'on trouve chez l'un ou l'autre de ses parents.



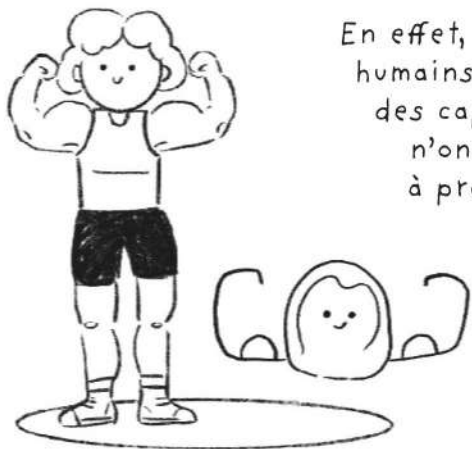
Ayant appris que l'Ifremer proposait une thèse sur les micros-algues, j'ai posé ma candidature. Acceptée, j'ai quitté mon sud pour Nantes.



MÉTHODE TRADITIONNELLE



En effet, comme chez les êtres humains, certaines algues ont des capacités que les autres n'ont pas. Moi, je cherche à produire une algue qui a toutes ces capacités en même temps.



Quelles sont ces capacités ?

Certaines produisent beaucoup d'acide gras qui peut servir dans la fabrication d'hydrocarbure ou de produits alimentaires.

D'autres développent des pigments. Ceux-ci servent à la photosynthèse pour les micro-algues mais ont la capacité à lutter contre le cancer ou le diabète chez l'être humain.

Et oui, si petite et pourtant capable de faire beaucoup de choses !



Arrêtez de me voler mes pigments, j'en ai besoin moi aussi !

Je n'ai pas choisi n'importe quels sujets. Il me faut les meilleures microalgues. Ce travail de sélection a été réalisé par d'autres chercheurs. C'est une espèce que l'on retrouve en effet partout dans le monde. J'ai choisi une souche issue de Tahiti.

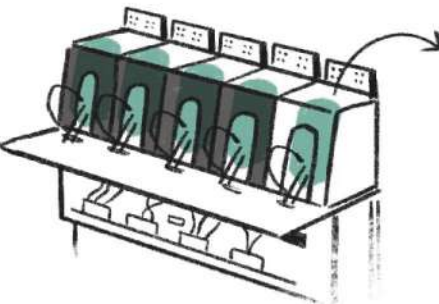


Les chercheurs supposent que ces microalgues dans certaines conditions peuvent produire des gamètes femelles et des gamètes mâles qui sont disséminés dans l'eau et qui vont féconder d'autres individus.

J'essaye de trouver quelles sont ces conditions. Je suis partie du principe qu'il y avait deux environnements propices à la reproduction sexuée.

Alors voyons, dans quelle condition je serai prête à avoir un bébé ?





Bouteille avec souches d'algues.

Je travaille en laboratoire pour créer les conditions que j'ai définies. Je les fais évoluer en fonction des résultats obtenus. Une expérience dure environ une semaine.



Je dois continuer mes expériences. L'objectif est de trouver une combinaison qui impose une reproduction obligatoire.

Après ma thèse, j'aimerais continuer la recherche dans le domaine des algues. C'est un sujet d'avenir. Pourquoi pas développer l'utilisation des algues dans l'industrie.



J'ai testé en premier lieu des conditions favorables. J'ai marié deux algues dans un espace lumineux, chaud et où la nourriture est disponible. Eh bien, ces conditions parfaites n'ont pas donné le résultat escompté.



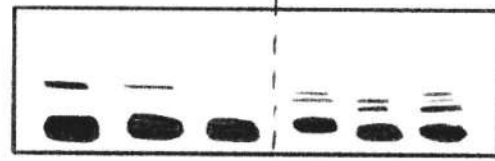
Les résultats sont encore à valider mais tout laisse à penser qu'un ou deux individus sont nés.

Il semblerait que l'instinct de survie de l'espèce soit l'élément déterminant.



Finalement, tout ce qui touche à la mer me convient. Pour moi, elle reste une fascination.

Alors, j'ai tenté l'expérience inverse : privation de nourriture, exposition au froid et au noir.



Lorsqu'il y a deux bandes, cela suggère un bébé.

FIN

HISTOIRE

La vie des marins à travers les archives et les objets archéologiques.

DENIS LE GUEN est doctorant en sixième année au laboratoire Temps Mondes et Sociétés à l'Université d'Angers.

Titre de sa thèse : La culture matérielle des gens de mer en Bretagne (1680-1720). Croisement entre les archives judiciaires et l'archéologie sous-marine.



Mon intérêt pour l'histoire n'est pas mystérieux, ma mère étant professeure d'histoire-géo. Pendant mes études en fac d'histoire, je travaillais chaque été sur des chantiers de fouilles car l'archéologie me passionnait déjà.

J'ai poursuivi en Maîtrise d'histoire à l'université de Rennes 2 (équivalent Master 1). Par admiration pour le travail d'un de mes professeurs, j'ai décidé d'étudier les archives judiciaires de Saint-Malo sous un angle culturel.



L'idée de croiser les archives et l'archéologie sous-marine a commencé à me trotter dans la tête.

Pendant ces recherches, j'ai été très marqué par une exposition sur les objets retrouvés dans les épaves corsaires au large de la ville.



Mes études terminées, j'ai été longtemps enseignant à Paris, avant de m'installer à Nantes avec ma famille.





Ce professeur a ensuite accepté ma proposition d'encadrer une thèse croisant l'archéologie sous-marine et les archives judiciaires !

J'ai donc débuté ce travail, dans un labo en lien avec le pôle d'histoire maritime de Lorient.

Des années plus tard, un ancien professeur m'a encouragé à reprendre mes études en Master 2. J'y ai fait un mémoire sur l'alimentation des marins.



J'ai embarqué pour six ans de recherches, en parallèle de mon métier d'enseignant et de ma vie de famille ! Ce n'est d'ailleurs pas facile de concilier les trois. Je m'en sors bien, mais j'ai parfois l'impression de négliger certaines choses.



Mes recherches déteignent parfois sur mes cours !

Mes élèves sont particulièrement friands de l'histoire d'un mousse de leur âge qui a trahi son capitaine pour rejoindre le pirate Barbe Noire.

Mon profil est différent de la plupart des doctorants. Mes années en plus sont parfois une force, mais je me sens en décalage avec la vie universitaire.

Heureusement au fil des rencontres, j'ai construit mon propre réseau !



Ils faisaient aussi office de tribunal de justice en cas d'altercation à bord des navires, souvent au moment des repas. Dans ces dépositions, on trouve des détails sur la nourriture et les raisons du conflit.



Les archives sur lesquelles je travaille nous viennent des tribunaux d'amirauté qui se trouvaient dans chaque port dès la fin du 17^{ème}, pour traiter les autorisations de départ ou les rapports écrits par les capitaines.



Ce sont des informations précieuses, envoyées dans des documents difficiles à déchiffrer. En parallèle, je travaille avec les archéologues sous-marins qui plongent dans les épaves corsaires.

Je consulte leurs rapports de fouille, et lorsque c'est possible, je manipule directement les objets exposés.



De petits objets ont ainsi été ramenés de l'épave de la Natière au large de Saint-Malo. Pas de coffres précieux, mais des objets du quotidien qui racontent l'histoire de matelots anonymes, à qui je souhaite redonner la parole.

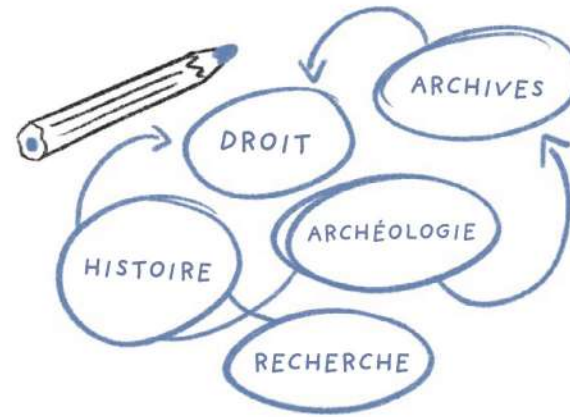
1492, découverte du tabac



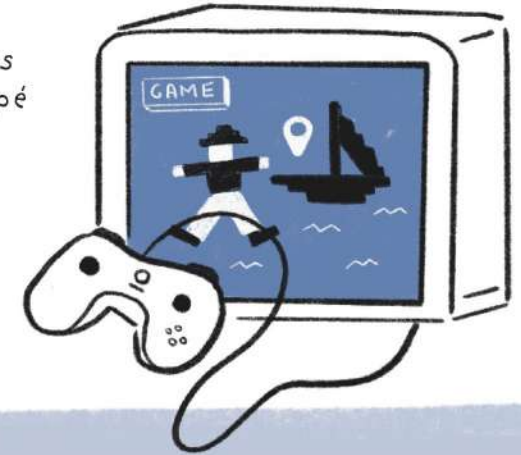
Des personnes de milieux très différents cohabitent dans un navire, ce qui en fait un microcosme de la société de l'époque. Les marins sont témoins de grandes découvertes ! ✓

L'archéologie permet d'étudier en profondeur les objets mentionnés dans les archives.

À l'inverse, les archives mettent ces objets inanimés en mouvement, et à travers eux, les hommes qui les manipulent.



Comme lors des Rendez-vous de l'Histoire, où j'ai participé à la création d'un jeu vidéo qui met en scène un petit mousse en quête d'objets pour sauver son équipage de la maladie.



Ma thèse ne vise pas à être une conclusion mais à montrer l'intérêt de croiser les disciplines, ce qui permet de raconter l'histoire autrement !



Une fois ma thèse terminée, je pense candidater à des postes dans le patrimoine, ou comme maître de conférences. Sinon, je resterai enseignant, car j'aime mon métier ! Cette thèse était pour moi un moyen de voir d'autres horizons.

FIN

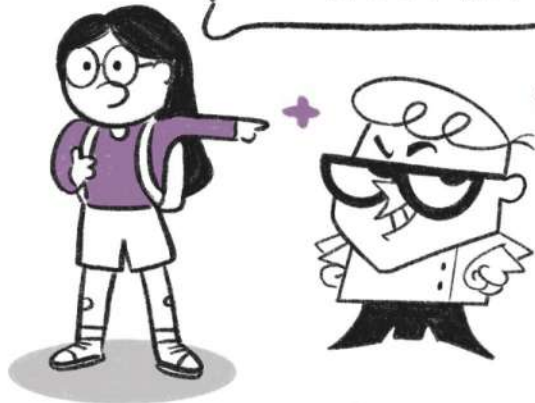
GÉOSCIENCE MARINE

Comment la composition des sédiments impacte-t-elle la quantité d'oxygène dans l'eau de l'estuaire de la Loire ?

NOUR EL IMENE BOUKORTT est doctorante en troisième année de thèse au LPG (Laboratoire de Planétologie et de Géoscience) à l'Université d'Angers.

Titre de sa thèse : Biogéochimie d'un estuaire soumis aux hypoxies : processus benthiques de recyclage des nutriments et métaux associés dans la Loire.

Je veux être chimiste dans un laboratoire, comme Dexter !



J'ai toujours aimé la science et l'école ! À 5 ans, j'étais la seule à ne pas pleurer lors de la rentrée. Lorsqu'on me demandait ce que je voulais faire plus tard, inspirée par mon dessin animé préféré, je répondais toujours la même chose.

Pourtant, j'ai fait un bac en mathématiques et techniques spécialisé en génie électrique, puis une école d'ingénieurs dans ce même domaine...



Mais pendant mes deux ans de classe prépa, je suis retombée amoureuse de la chimie.

J'ai donc choisi de changer de voie et suivre ma passion.



Études de danger dans des bureaux d'études



Microbiologie à l'Institut Pasteur



Recherche en laboratoire

J'ai commencé un parcours en génie des procédés pour l'environnement, des études qui cherchent à résoudre les problèmes environnementaux. Grâce aux stages obligatoires, j'ai pu explorer divers domaines.



J'ai vite réalisé qu'un travail classique avec des horaires imposés n'était pas pour moi. Je voulais la liberté d'explorer et répondre à de nombreuses questions ! Pour mon projet de fin d'étude, j'ai donc choisi le laboratoire de recherche.

Ma thèse s'inscrit dans un projet européen, LIFE REVERS'EAU, dont l'objectif est d'améliorer la qualité de l'eau en Loire-Bretagne. Je travaille sur l'hypoxie, la baisse d'oxygène dans l'eau (moins de 2mg/L), dangereuse pour les organismes vivants comme les poissons !

Mon sujet portait sur la pollution liée aux panneaux solaires, et comment la limiter. Cette possibilité d'avoir un impact direct sur la qualité de l'eau et de l'environnement m'a convaincue de faire une thèse. J'ai alors décidé de quitter mon pays, l'Algérie.



Pour découvrir la recherche en France, j'ai refait un master 2 à Paris, en chimie de l'environnement. Mon stage sur les conséquences des rejets volcaniques m'a appris de nombreuses techniques d'analyse. C'est là que j'ai trouvé l'offre pour mon futur sujet de recherche !

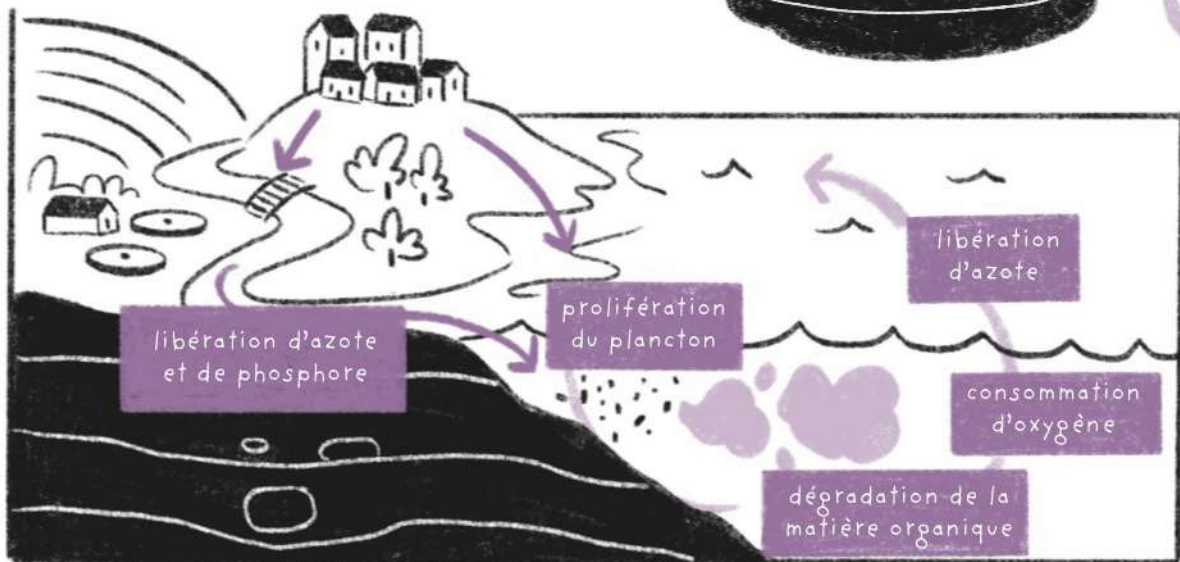


Je veux aider à faire changer les choses !

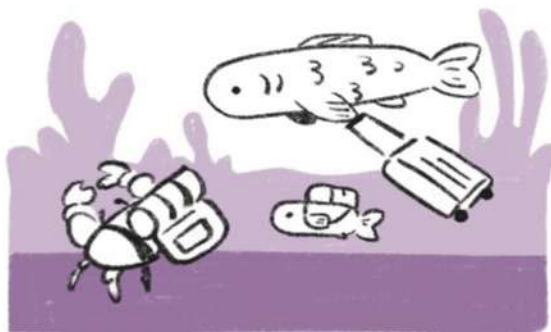


L'impact concret de cette thèse, qui cherche à trouver des solutions pour améliorer la qualité de l'eau, m'a convaincue.

L'hypoxie s'est intensifiée au 20ème siècle car les activités humaines apportent trop de nutriments (azote, phosphore...), qui poussent le plancton à se multiplier.



En se décomposant, ils consomment beaucoup d'oxygène, et n'en laissent pas assez pour les animaux aquatiques.



C'est très néfaste pour les poissons et autres organismes aquatiques. Ils ont besoin d'oxygène pour survivre, et lorsque le niveau baisse, ils doivent migrer, s'adapter ou risquent de mourir ! Cela perturbe l'équilibre de l'écosystème et menace la biodiversité.

Des lois récentes tentent de protéger nos rivières en réduisant l'apport de nutriments dans les eaux, et ça aide ! Mais pendant des années, ces nutriments se sont accumulés dans les sols et peuvent encore être relâchés dans l'eau, ce qui nourrit la croissance des algues et la consommation d'oxygène.



Avec ma thèse, je souhaite comprendre ce cycle vicieux de consommation d'oxygène, afin de guider la mise en place de solutions pour améliorer la qualité de l'eau et réduire l'hypoxie. Identifier comment les nutriments sont remobilisés par les sédiments est essentiel pour proposer des stratégies efficaces.

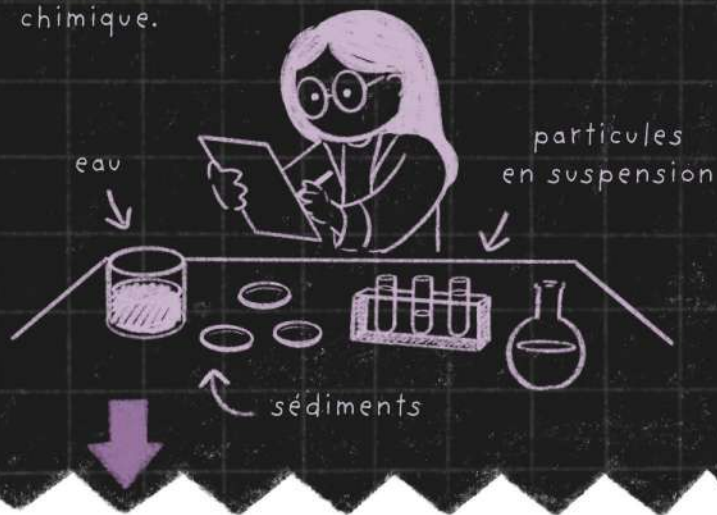


Dans les estuaires influencés par l'océan, on trouve une zone appelée bouchon vaseux où l'eau est très troublée. Le mouvement des marées et du fleuve met de nombreuses particules en suspension dans l'eau, et la matière organique y consomme beaucoup d'oxygène, pouvant créer des conditions d'hypoxie.

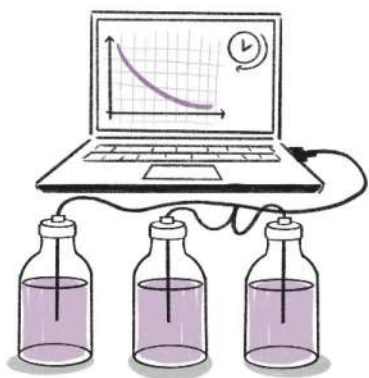
Dès mon arrivée en thèse, je me suis retrouvée sur le terrain. C'était la première fois que je patageais dans la vase, et c'était une expérience difficile physiquement mais très enrichissante !



Mes collègues avaient déjà collecté des échantillons qui attendaient mon arrivée pour être traités. Une grande partie de mon travail consiste donc à faire des analyses et enrichir ma base de données. Nous utilisons différents instruments pour mesurer l'oxygène, la température, et la composition chimique.



En juillet 2022 j'ai mis en place un suivi au niveau de la Loire, pour essayer de comprendre la consommation d'oxygène au cœur de ce bouchon vaseux et répondre à nos questions :



- Pourquoi ce phénomène s'accélère ?
- Est-ce que ça va s'améliorer tout seul ?
- Peut-on le contrôler ?



La science est le plaisir de partager mes découvertes avec mes pairs et les étudiants que j'ai eu le privilège d'enseigner. C'est un monde où j'ai absorbé autant de connaissances que j'en ai transmises. Ce chemin m'a permis de grandir aux côtés de mes encadrants et de bénéficier des précieux conseils de ceux qui m'entourent.

Ces trois années ont été incroyablement enrichissantes. Pour moi, le doctorat n'est pas seulement un parcours scientifique, c'est une immersion dans un monde fascinant où j'ai rencontré des thésards et chercheurs inspirants. Certains sont même devenus de véritables amis !



Hélas, tout a une fin !

En ce moment, je suis dans la phase finale de ma thèse : je rédige, je rédige et je rédige, en espérant finir pour décembre !



Après ça, j'aimerais continuer à explorer les mystères de la géochimie sédimentaire à travers un postdoctorat et ensuite pourquoi pas devenir enseignante chercheuse mais le plus important : continuer à faire ce que j'aime !

FIN

GÉOGRAPHIE

Les villes et leurs rivières, une histoire partagée.

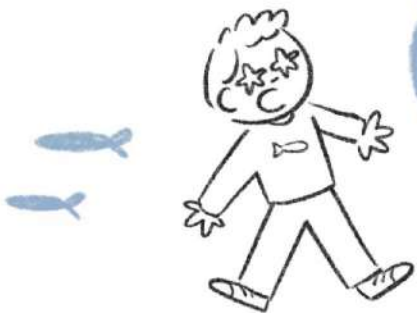
VICTOR IMBERT-BOSSARD est doctorant en troisième année au laboratoire Espaces et Sociétés à l'Institut Agro Rennes-Angers.

Titre de sa thèse : Mobiliser l'hydrodiversité urbaine et sa multifonctionnalité pour une adaptation au changement climatique : Analyse globale et études de cas de petites villes du Nord-Ouest de la France.



Enfant, j'étais très curieux, sans être baroudeur. J'avais souvent le nez dans un livre, et j'adorais regarder des documentaires sur la nature, peut-être parce que ma tante était chercheuse en biologie marine !

Je trouvais fascinant que son travail l'amène à plonger dans les fonds marins que je voyais à la télé.



Après un bac ES au lycée, j'ai fait une licence de géographie, poussé par cette envie de comprendre le monde qui nous entoure. Je voulais me spécialiser sur la relation entre la société et l'environnement, notamment dans les espaces littoraux.

Je me suis donc dirigé vers un Master de géographie appliquée à la gestion des littoraux à l'université de La Rochelle, au cours duquel j'ai pu faire deux stages de recherche. L'un portait sur l'île d'Oléron, l'autre sur les dunes de la côte Aquitaine.



On m'a alors proposé de poursuivre avec une thèse, mais j'ai préféré décliner.

Je ne voulais pas me précipiter en m'engageant dans un domaine sans être certain qu'il me convienne.



Je suis parti à la découverte d'un autre milieu avec une année de service civique dans une association de sensibilisation alimentaire.

J'ai compris que je voulais continuer dans la géographie, même si je ne me retrouvais pas vraiment dans les enjeux du littoral. J'ai donc fait un Master 2 à Montpellier, cette fois-ci en développement territorial.



C'était une formation généraliste, tournée vers les questions environnementales. Ce master a confirmé mon intérêt pour la recherche, car j'aime me questionner et expérimenter !



Ma thèse est née d'une réflexion commune entre mes directrices de thèse et la Direction Départementale des Territoires du Maine-et-Loire.



Je suis tombé sur une offre de thèse sur les petites rivières à Angers qui m'a tout de suite intéressé. Le sujet m'était familier, et cela me permettait de me rapprocher de ma famille. De l'océan, je suis passé à la rivière !



Je travaille sur quatre couples ville-rivière, assez similaires, afin de pouvoir les comparer entre eux. Chacune de ces villes comporte un centre historique, et se trouve dans une situation de confluence, au croisement de deux rivières.



Les systèmes fluvial et urbain interagissent constamment, et forment un socio-écosystème complexe.

Les caractéristiques de chaque rivière influent-elles sur le développement de la ville ? Cela fait partie des questions que je dois me poser.

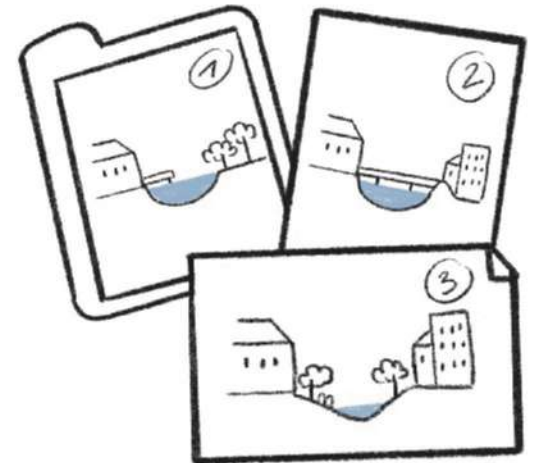
J'observe à quel point la rivière est visible depuis la ville, et si les habitants peuvent y accéder.



Une partie de mes recherches s'effectue sur le terrain. J'arpente chaque rivière en milieu urbain pour étudier les paysages, les aménagements et les usages.



Je dois aussi me plonger dans les documents historiques et les archives de la ville, car elle n'a pas été bâtie le long d'une rivière par hasard. J'étudie le passé pour comprendre le paysage que nous voyons aujourd'hui.





Enfin, je m'intéresse aux perceptions de la rivière et à la place qui lui est consacrée dans les projets territoriaux futurs. Je m'entretiens avec les personnes qui pensent la ville, et celles qui gèrent la rivière.

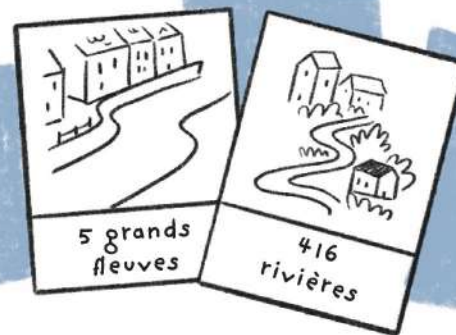
Une rivière ?
quelle rivière ?

Ah !

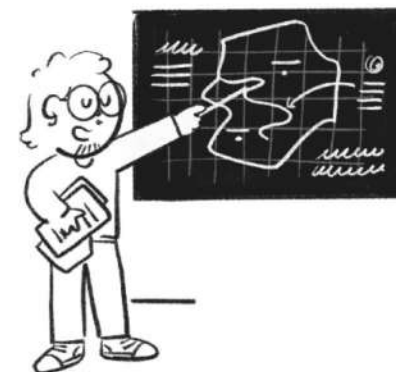
Certains élus locaux m'ont même avoué avoir presque oublié que leur ville était traversée par deux rivières. Discuter avec eux améliore la visibilité de mon sujet d'étude.



J'interroge les habitants pour comprendre leur rapport à la rivière. La plupart du temps, ils ne s'y sentent pas vraiment connectés.



J'étudie des petites rivières qui n'ont rien de remarquable, des paysages ordinaires auxquels on ne prête pas toujours attention. Lorsqu'on parle de thématiques fluviales, on pense aux grands fleuves. En réalité, les petites rivières sont majoritaires en France.



La recherche est un apprentissage permanent, et une source de curiosité inépuisable. J'aime cette liberté d'action, et la transmission de savoirs par la vulgarisation et l'enseignement. Après ma thèse, je me vois bien devenir enseignant-chercheur.

Nous devons arrêter de voir la ville et la nature comme deux concepts distincts. Il faut nous penser au sein des écosystèmes, plutôt qu'en dehors ou au-dessus.

FIN

ÉCOTOXICOLOGIE

Impact des microplastiques sur deux espèces à l'interface entre le sol et l'eau : *Scrobicularia plana* et *Caenorhabditis elegans*.

CLÉMENTINE LABBÉ est doctorante en 2^{ème} année au laboratoire de Biologie des Organismes, Stress, Santé, Environnement (BIOSSE - Le Mans Université / INERIS).

Titre de sa thèse : Ecotoxicologie des microplastiques d'origine continentale le long du continuum sol-milieu aquatique.



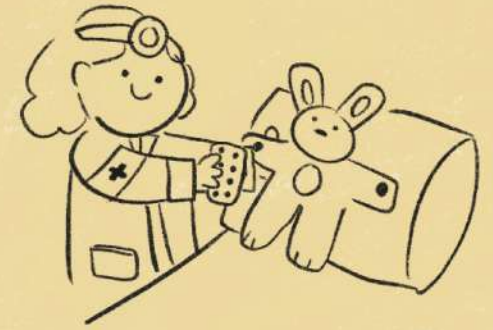
J'ai un parcours un peu particulier. Avant de me lancer dans une thèse, j'ai travaillé six ans comme pharmacienne en Bretagne.

Mais le travail en officine ne me permettait pas de répondre à mon besoin de découverte. J'adorais apprendre de nouvelles choses pendant mes études et j'avais envie que ça continue.

Qu'est-ce que tu cherches ?



Au moment de faire des études de pharmacie, je n'ai pas envisagé d'autres parcours professionnels. Je savais ce que je voulais faire depuis longtemps et je n'avais pas de raison de me renseigner sur autre chose.



J'ai donc repris mes études avec toutefois l'envie de mettre à profit les connaissances acquises en pharmacie.

J'ai par ailleurs toujours été sensible à l'écologie. Cependant, il n'y a pas si longtemps que je l'ai envisagé comme une porte d'entrée pour un métier et non plus seulement comme un acte du quotidien.



C'est ainsi que je me suis orientée vers un master en écotoxicologie (l'étude de l'impact des polluants sur les écosystèmes) à Sorbonne Université.





Dès ce master, j'ai vraiment orienté mes cours vers le milieu marin. J'ai grandi en Bretagne et la mer a toujours fait partie de ma vie.

Un stage à Brest est venu confirmer mon intérêt pour ce domaine de recherche. Je devais évaluer la toxicité des microfibrilles issues des produits textiles (vêtements en fibres synthétiques ou naturelles) sur les huîtres.

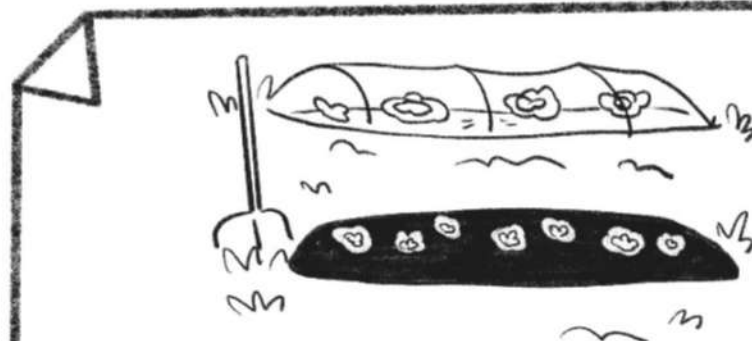


Je n'ai pas enchaîné directement sur un doctorat. Après mon master, j'ai participé à une campagne de prélèvement réalisé par le laboratoire LEMAR à Brest pour connaître le niveau de contamination en microplastiques des eaux de la rade de Brest et de la baie de Douarnenez.

De fil en aiguille, j'en suis arrivée à travailler sur ce sujet de thèse. Il correspond exactement à ce que je souhaitais réaliser comme recherche.

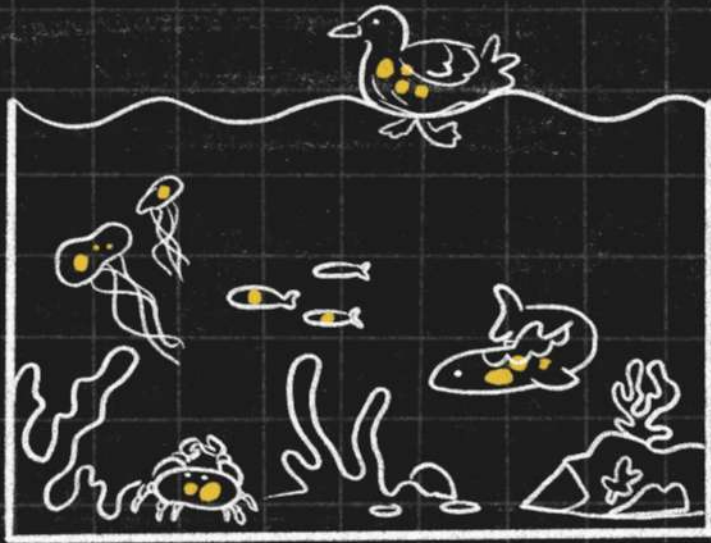


Je cherche à déterminer quel est l'impact des microplastiques (moins de 5 mm) provenant du continent et qui rejoignent la mer par le biais des rivières, du vent ou de la pluie. 80% des plastiques retrouvés en mer viennent des continents.

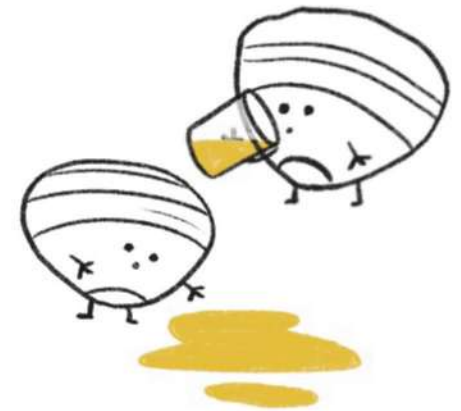
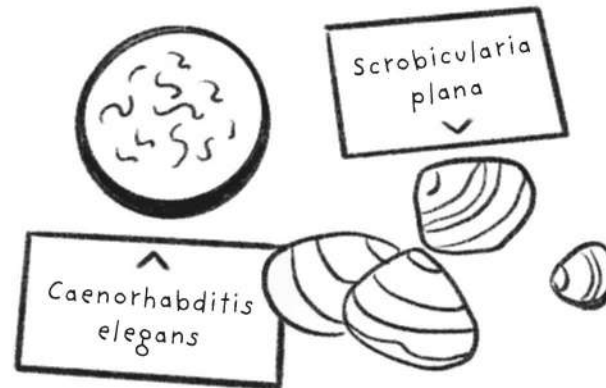


J'étudie plus particulièrement les plastiques liés aux pratiques agricoles comme les films de paillage. Ceux-ci sont souvent en polyéthylène, l'un des polymères les plus produits et les plus retrouvés dans l'environnement.

On sait que de nombreuses espèces terrestres et aquatiques absorbent ces microplastiques. Les scientifiques veulent donc savoir quel est l'impact de ces particules sur les écosystèmes.



Je fais des études sur deux espèces : des coquillages estuariens appelés *Scrobicularia plana* et des petits vers nématodes qui vivent dans les eaux du sol du nom de *Caenorhabditis elegans*.



Pourquoi eux ? Car ils vivent à la frontière sol/eau et sont donc doublement exposés aux microplastiques. Ils peuvent les capter dans les eaux comme dans les sédiments ou les sols.



Les coquillages sont prélevés dans les estuaires bretons et exposés aux microplastiques à Angers dans l'un des laboratoires où je travaille. Tandis que les vers vivent toute leur vie en laboratoire dans l'Oise où je travaille également.



Pour les mettre en conditions réelles, je produis moi-même des microplastiques à partir de gros morceaux de plastiques récupérés le long des cours d'eau ou vieillis sur du sol en laboratoire.

Je broie ensuite ces plastiques à différentes tailles, comme on pourrait les trouver dans la nature.





Une fois l'exposition aux microplastiques faite, j'observe comment ces petits animaux réagissent.

Pour les coquillages, je regarde par exemple si l'exposition a un impact sur la façon dont ils s'enfouissent dans le sol ou sur leur capacité à filtrer l'eau.

ENZYMES



Je regarde ensuite à l'échelle cellulaire s'il y a des modifications de fonctionnement des enzymes. Les enzymes sont des protéines qui aident aux réactions chimiques telles que la digestion.

Enfin, je recherche des modifications à l'échelle moléculaire, c'est-à-dire des modifications au niveau des gènes.



Je peux déjà relever quelques impacts des microplastiques à ce stade de mes recherches :

- Un ralentissement de la vitesse d'enfouissement des coquillages ce qui peut être un problème face aux prédateurs.
- Des cassures au niveau de l'ADN des branchies des coquillages.
- La diminution de la croissance des vers ce qui montre un impact sur leur énergie.



Étudier l'impact des microplastiques sur plusieurs espèces est important.

D'autres équipes travaillent sur des moules, des huîtres ou même des plantes.

Les résultats de toutes ces recherches peuvent nous renseigner sur la toxicité des microplastiques sur le corps humain.



Mais ça c'est un autre sujet. Pour ma part, je souhaite en troisième année de thèse, faire de la vulgarisation scientifique. En d'autres termes, expliquer aux personnes qui ne sont pas dans le domaine ce que je fais et pourquoi. Je verrai après ma thèse ce qui se présentera à moi.

FIN

ACOUSTIQUE PHYSIQUE

Déterminer la composition de la glace grâce aux ondes acoustiques.

NICOLAS PAJUSCO est doctorant en 2ème année au Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Mans (LAUM) - UMR 6613 Le Mans Université / CNRS/IAGS

Titre de sa thèse : Imagerie quantitative opto-acousto-optique 4D des transformations transitoires de matériaux.



Enfant, parmi d'autres choses, je faisais de la musique et je m'intéressais à l'électronique.



J'ai terminé mon lycée au Canada. J'ai décidé de revenir en France pour mes études supérieures.

Mais pas facile d'intégrer une formation en passant par Parcoursup quand on vient de l'étranger. J'ai réussi malgré tout à entrer en Licence Acoustique au Mans.



Ce sont les différents stages qui m'ont fait aimer l'acoustique et qui m'ont fait découvrir le champ des applications possibles.

J'ai fait un premier stage chez Orange Labs sur le contrôle des normes sonores au moment de la mise sur le marché de nouveaux téléphones.



J'ai par la suite fait un stage où je devais étudier le bruit des poulets. En écoutant leurs éternuements, leur toux et leurs râles, j'étais en mesure de dire celles qui avaient contracté la bronchite infectieuse.





Et puis, il y a eu le confinement. Sur proposition d'un géographe, j'ai travaillé à l'analyse des sons de la ville (pendant cette période et après). Toute personne ayant un enregistreur pouvait participer à ce projet. Celui-ci a vite pris énormément d'ampleur.

Objectif : relier les bruits à l'activité économique.

Les données sont maintenant en accès libre (nom du projet : silent cities) pour que des chercheurs puissent s'en saisir pour les analyser.

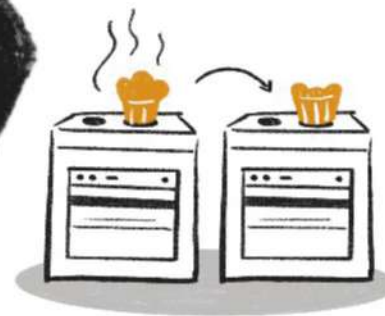


C'est à la même époque que l'on découvre l'effet thermoélastique engendré par laser. C'est-à-dire qu'une matière chauffée se dilate puis se rétracte quand elle se refroidit. Quand ce phénomène se produit très rapidement, la matière chauffée pousse et tire la matière voisine non chauffée, qui pousse et tire à son tour la matière voisine, etc.

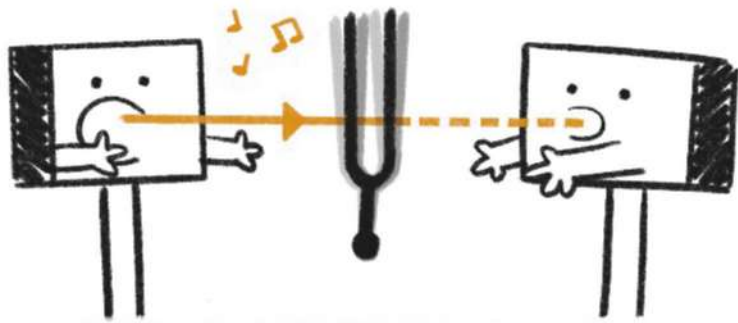


Lors de mon Master, j'ai étudié les oignons. Ses pelures ont des particularités acoustiques. Les oignons pourraient être utilisés à l'avenir comme matériau biosourcé en remplacement de matériaux rares dans nos téléphones par exemple.

Dans le cadre de ma thèse, je travaille avec des ultrasons laser. Le laser est un faisceau lumineux de très haute intensité. Il a été inventé dans les années 1960.

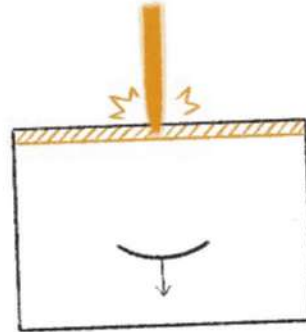


Cela crée une réaction en chaîne qu'on appelle une onde acoustique.

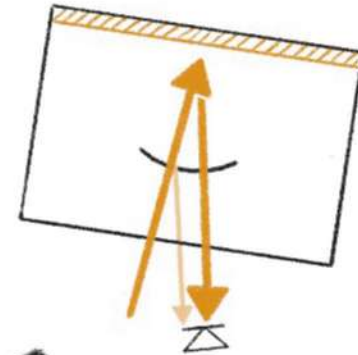


J'utilise deux types de laser, un qui génère des ondes acoustiques et un second qui est capable de les capter.

Si je projette le laser qui génère des ondes acoustiques sur un petit objet avec de l'or dessus, l'onde créée avance dans la matière.



Le second laser, qui capte les ondes acoustiques, est capable de détecter la vitesse du son et de la lumière dans la matière. S'il y a un défaut, la vitesse du son et de la lumière vont changer on peut le détecter à l'échelle du nanomètre.



Non pas celle-là !

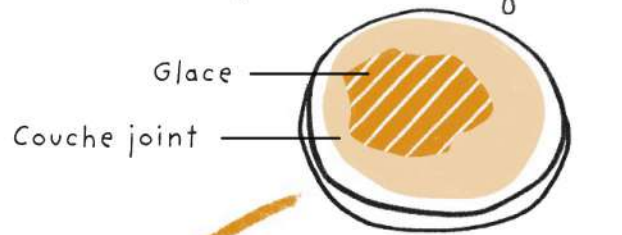
Plutôt ce genre-là.

Moi, je cherche à définir la composition de la glace. Je travaille en laboratoire sur de petits échantillons de glace que je crée.



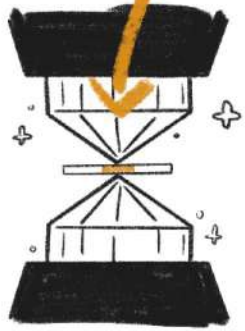
Pour créer cette glace, je n'utilise pas le froid mais la pression. À l'état liquide, les molécules d'eau sont arrangées de façon aléatoire. Mais pour résister à la pression, les molécules vont s'ordonner d'une certaine façon, ce qui va la transformer en glace.

Pour exercer cette pression, j'insère une goutte d'eau de taille très très petite dans un joint.



L'échantillon fait 160 micromètres de diamètre sur 30 micromètres d'épaisseur.

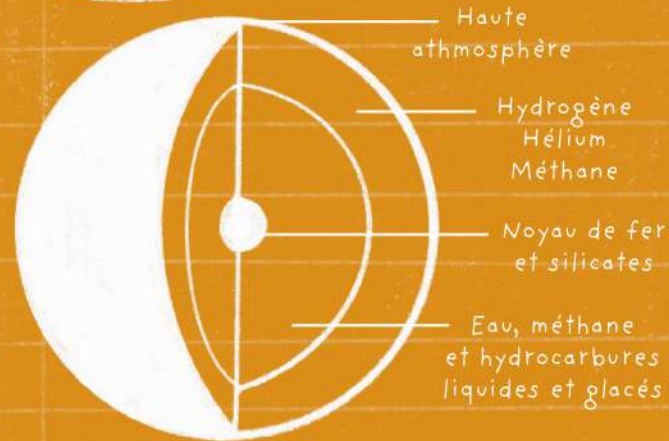
Cette goutte d'eau est compressée entre deux enclumes de diamant. La pression exercée est comparable à celle que l'on trouve au centre de la terre.



Par exemple, sur une planète faite d'eau (sous forme de glace), les molécules s'arrangent pour résister à la pression.

Comme la pression change en profondeur, les molécules s'ordonnent différemment. Les ultrasons laser me permettent de définir la façon dont sont composées les couches.

NEPTUNE



Mes recherches doivent aider les planétologues. Certaines planètes sont recouvertes d'une couche importante de glace. Il s'agit de comprendre comment elles se sont formées et comment elles évoluent dans le temps.



Ensuite je regarde comment se réarrangent les molécules dans le temps, une fois la pression arrêtée. C'est un processus très lent.

En parallèle de mes recherches, je donne des cours et je fais du suivi de projet. Actuellement, je fais avec les L3 un projet sur la propagation des ondes dans le far breton.



Les ondes me le confirment, il est cuit à point !



Je souhaite continuer dans le domaine de la recherche. Je constate une sorte de fil rouge dans mon parcours : j'observe les choses au cours du temps. J'aime à poser une question à la nature et voir comment elle va répondre. On ne sait jamais combien de temps elle prendra pour nous répondre.

FIN



Réalisé pour la Fête de la Science 2024. Production : Hélène BITON
(Terre des Sciences) Anne-Laure GUILLAUMAT et Maé TELLIER
(Université d'Angers)

Illustration : Atelier Géode

