

# SCIENCES EN BULLES

peb & fox

**PLANÈTE  
NATURE**

Sciences  
pour tous

 GOUVERNEMENT  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

fête de la  
**Science**



### **peb & fox**

Issus d'un cursus universitaire en sciences sociales, mais pratiquant l'humour ou le dessin depuis toujours, il nous est vite apparu que ce n'est pas en faisant une thèse que nous pourrions mettre en avant ces aptitudes. Finalement, la bande dessinée nous permet aujourd'hui de satisfaire notre curiosité dans plus de domaines qu'on n'aurait pu l'imaginer.

<https://www.facebook.com/pebfox/>

**Scénarios des BD :** peb

**Dessins et mise en couleurs des BD :** fox

**Direction artistique :** Guillaume Prieur

**Rédaction et édition :** Catherine Cornu

**Relecture :** Valérie Poge

© 2020, groupe Sciences pour tous,

Syndicat national de l'édition

ISBN: 978-2-909 677-07-1

## PRÉFACE

La Fête de la science aura bientôt trente ans. Pourtant, comme la plupart des manifestations de l'année 2020, la préparation de cette 29<sup>e</sup> édition s'est déroulée dans un contexte inédit : celui de l'absence de célébrations et de rassemblements collectifs durant le confinement ; celui de la présence ininterrompue de la science dans nos vies au cours de ces derniers mois, à l'arrière-plan de nos préoccupations journalières, de nos décisions collectives, de nos attentes et de nos espoirs.

En confrontant notre société à des enjeux vitaux, la pandémie de Covid 19 l'a mise face à l'essentiel. Au crible de la crise, ses atouts et ses faiblesses se sont révélés, ses contrastes se sont accusés, ses valeurs ont été éprouvées ; dans ce miroir tendu sur nos principes fondateurs, c'est notre besoin de science qui a éclaté aux yeux de tous. Un besoin de science pressant, immédiat, pour faire face à l'urgence, pour *comprendre* – la mécanique du virus, les déterminants de l'épidémie et ses impacts socio-économiques –, pour *inventer* des solutions – des traitements et des vaccins –, pour *décider* et *adopter* les bons comportements ; et, au-delà, c'est un besoin profond de science durable qui s'est exprimé, pour préparer les jours d'après.

Les relations entre l'Homme et la Nature, qui sont au cœur de cette 29<sup>e</sup> Fête de la science, doivent prendre toute leur place dans ce besoin de science. L'interdépendance de la santé humaine, animale et environnementale, le changement climatique, l'effondrement de la biodiversité nous pressent de réévaluer sans tarder notre intégration au sein de cette nature qui nous porte.

Nous avons un monde à soigner, un rapport à l'environnement à construire, dans un souci d'harmonie, d'équilibre, de respect des écosystèmes, et nous n'y parviendrons qu'en convoquant toutes les disciplines, les sciences humaines et sociales comme les sciences exactes, la littérature comme la microbiologie, l'anthropologie comme la paléoécologie.

Pour que ces connaissances nous projettent tous ensemble vers l'avenir, il est essentiel que la société fasse corps autour de la science. Si nous ne le savions déjà, cette crise nous l'aura appris. C'est dans ce genre d'épreuve que l'on mesure pleinement combien l'ignorance, la crédulité et le relativisme peuvent menacer l'intégrité des personnes et la cohésion d'une société ; c'est dans ce genre d'épreuve que l'on prend conscience de la nécessité de s'accorder sur des faits scientifiquement établis pour garder la tête froide et avancer de concert. Or ce n'est pas en s'imposant par son autorité que la science pourra barrer la route aux fausses informations et aux théories du complot, contenir l'impatience de l'opinion et la tentation de s'en remettre à la peur : c'est en s'offrant en partage au plus grand nombre, c'est en livrant ses clés, c'est en se donnant à voir pour ce qu'elle est, une dimension incontournable de notre culture et de notre rapport au monde. Partager les résultats et la démarche scientifiques, se rassembler autour du savoir, prendre chacun notre part de ce bien commun qui nous lie pour le meilleur, y compris notre part de responsabilité et d'attention, c'est tout l'objectif de la Fête de la science et du livre qui l'accompagne.

Parce qu'ils sont l'avenir de la recherche et les artisans d'un nouveau pacte entre la science et la société, nous avons confié à des doctorants, issus de diverses universités et écoles de notre pays, le soin de raconter leur thèse en quelques « bulles de science ». Cette initiative s'inscrit dans le cadre de l'Année de la BD « BD 2020 » portée par le ministère de la Culture et vient rappeler la fécondité de la rencontre entre les sciences et les arts, qui sont capables de porter la voix de la science bien au-delà de son auditoire habituel.

Tout comme l'Homme fait partie intégrante de la Nature, la science fait partie intégrante de la culture, et ce n'est qu'en faisant dialoguer toutes ses composantes que nous pourrons y puiser l'inspiration nécessaire pour nous réinventer.

Ce livre est donc une invitation à regarder vers l'avenir avec enthousiasme, avec appétit, avec confiance, parce qu'il montre que ce monde tant espéré où les hommes vivront en meilleure intelligence avec la planète n'est pas seulement à portée de rêve et d'imagination, mais à portée de connaissances, de découvertes, d'inventions.

Belle Fête de la science à tous !



Frédérique Vidal,  
ministre de l'Enseignement supérieur,  
de la Recherche et de l'Innovation



Franck Riester,  
ministre de la Culture

## LA FÊTE DE LA SCIENCE : TOUTES LES SCIENCES, PARTOUT, POUR TOUS

Organisée par le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation depuis 1991, la **Fête de la science**, c'est dix jours de manifestations gratuites, tous les ans au mois d'octobre et de novembre, partout en France métropolitaine, en outre-mer et à l'international.

Des milliers de scientifiques et de médiateurs se réunissent pour l'occasion et partagent avec les publics leur enthousiasme pour les sciences, les techniques et les innovations.

De multiples formats permettent de faire vivre les sciences à tous les publics dans une approche ludique, festive et participative : expériences, conférences, festivals, visites de laboratoires, de fab labs, de sites naturels et industriels, cafés des sciences, spectacles vivants...

Les visiteurs sont accueillis dans les fameux villages des sciences, au cœur des villes ou des villages, sous des chapiteaux, des tentes ou des pagodes.

Le public peut également intégrer un parcours scientifique, une balade déambulatoire d'un laboratoire à un lieu d'expérimentation ou à un musée de culture scientifique et technique. De nombreux événements singuliers constellent les régions françaises et il y en a forcément un près de chez vous.

**Retrouvez le programme en ligne sur [www.fetedelascience.fr](http://www.fetedelascience.fr) !**

## PRÉSENTATION DU GROUPE SCIENCES POUR TOUS

Depuis 2004, au sein du SNE, les éditeurs de « Sciences pour tous » se sont donné pour mission de mettre en valeur les livres qui répondent aux questions de chacun en matière de culture et de découvertes scientifiques. Leur objectif est d'aider le grand public ainsi que les professionnels du livre – bibliothécaires et libraires – non seulement à mieux connaître les ouvrages de sciences, mais surtout à se familiariser avec le monde des sciences, qu'ils essayent de rendre accessible à chacun, adulte ou enfant. Christian Counillon préside le groupe **Sciences pour tous**.

**Sciences pour tous** organise depuis plus de dix ans des conférences d'auteurs au Salon Livre Paris. Le groupe a lancé un projet de kiosques en centres et musées de sciences, puis en bibliothèques, créé deux catalogues, l'un de 900 titres pour un rayon de base en librairie, puis un autre, « Les 200 incontournables de sciences pour tous ». Il a également travaillé à la nationalisation du prix Sciences pour tous, qui sollicite des collégiens et des lycéens pour attribuer tous les ans un prix au meilleur titre sur un thème donné. Enfin, il a lancé à l'automne 2016 un label « Sciences pour tous » , qui est dorénavant accolé à chaque titre choisi pour faire partie du site [sciencespourtous.org](http://sciencespourtous.org) dans le Fichier exhaustif du livre (FEL).

## PRÉSENTATION DU SYNDICAT NATIONAL DE L'ÉDITION (www.sne.fr)

Le **Syndicat national de l'édition (SNE)** est l'organe professionnel représentatif des éditeurs français. Avec plus de 720 adhérents, il défend la liberté de publier, le droit d'auteur, le prix unique du livre, la diversité culturelle et l'idée que l'action collective permet de construire l'avenir de l'édition. Il contribue à la promotion du livre et de la lecture. Il est présidé par Vincent Montagne et dirigé par Pierre Dutilleul.

# SOMMAIRE

PRÉFACE .....	3
<b>1. Benjamin Robira</b> .....	10
<b>MÉMORISER POUR MANGER, LE DÉFI DU GORILLE</b> Mémoire et déplacement : mécanismes cognitifs sous-tendant la recherche alimentaire chez le gorille de l'Ouest ( <i>Gorilla gorilla</i> )	
<b>2. Valérie Marchal-Gaillard</b> .....	14
<b>PASSE D'ABORD TON BAC... À COMPOST !</b> Conceptions initiales d'enfants de cinq ans sur la décomposition de la matière organique. Influence des pratiques de compostage domestique sur la compréhension des mécanismes scientifiques en jeu	
<b>3. Driss Laraqui</b> .....	18
<b>LE MAGNÉSIUM, UNE SOURCE D'ÉNERGIE VERTE ?</b> Étude de la production d'énergie propre par combustion de poudre de magnésium	
<b>4. Blandine Chazarin</b> .....	22
<b>ALLER SUR MARS ? JAMAIS SANS MON OURS !</b> Développements en protéomique pour mieux comprendre la physiologie de l'ours brun hibernant et ouvrir la voie vers de nouvelles thérapies contre l'atrophie musculaire humaine	
<b>5. Océane Barraud</b> .....	26
<b>MERCURE : SUR LES TRACES DES VOLCANS</b> Nature des épisodes volcaniques à la surface de Mercure	



<b>6. Oriane Della-Negra</b> .....	<b>30</b>
<b>À L'ATTAQUE DE LA CHLORDÉCONE</b>	
Étude des voies de dégradation d'un insecticide persistant : la chlordécone	
<b>7. Camille Delattre</b> .....	<b>34</b>
<b>LA POULARDE ET LE PHILOSOPHE</b>	
Les animaux dans le discours littéraire français au temps de la controverse des animaux-machines (1637-1764)	
<b>8. Émilie Gouriveau</b> .....	<b>38</b>
<b>LES POLLENS, TÉMOINS DU TEMPS QUI PASSE</b>	
Résilience des écosystèmes : une approche multiproxy de l'impact environnemental des activités passées et récentes dans les Vosges du Nord (mines, verreries, activités militaires et agropastorales)	
<b>9. Émilie Rojas</b> .....	<b>42</b>
<b>LES POISSONS À L'ÉPREUVE DU BRUIT</b>	
Pollution sonore et invasions biologiques : réponses multi-échelles des communautés aquatiques aux stress multiples	
<b>10. Pierre Bessière</b> .....	<b>46</b>
<b>DES BACTÉRIES CONTRE LA GRIPPE</b>	
Émergence de virus influenza aviaires hautement pathogènes : l'interface hôte, virus et microbiote	
<b>PRÉSENTATION DES AUTEURS</b> .....	<b>50</b>
<b>ET POUR EN SAVOIR PLUS</b> .....	<b>53</b>
<b>... SANS OUBLIER L'ACTUALITÉ DU LIVRE DE SCIENCE</b> .....	<b>55</b>

# 1 MÉMORISER POUR MANGER, LE DÉFI DU GORILLE

**O**n n'apprend pas au vieux gorille comment trouver son chemin dans la forêt ! Ce proverbe congolais exprime bien l'aisance avec laquelle ce grand singe se déplace au sein de la jungle tropicale, où il est pourtant difficile de se repérer. Le gorille donne même l'impression de se rappeler où et quand trouver sa nourriture, alors que ces emplacements varient selon les saisons !

En utilisant des données GPS et comportementales sur des groupes de gorilles sauvages des forêts des Républiques centrafricaine et du Congo, je cherche à savoir quelles sont les informations qu'ils mémorisent pour localiser leurs ressources dans l'espace et dans le temps. En parallèle, je construis des modèles où je simule le comportement d'un gorille hypothétique, pour mieux appréhender l'avantage sélectif que ces capacités mnésiques ont pu présenter au cours de l'évolution.

En apprendre plus sur le gorille, un très proche cousin de l'Homme sur l'arbre du vivant, c'est aussi en apprendre plus sur nous...

## POUR EN SAVOIR PLUS



### TITRE ORIGINAL DE LA THÈSE

Mémoire et déplacement :  
mécanismes cognitifs sous-  
tendant la recherche  
alimentaire chez le gorille  
de l'Ouest (*Gorilla gorilla*)



IL EST FACILE DE S'IMAGINER LES GORILLES ALANGUIS DANS LES FORÊTS LUXURIANTES DES PLAINES DE L'OUEST AFRICAÏN. ON EN FAÏT LES STARS DE LA JUNGLE, MAIS C'EST OUBLIER QU'EUX AUSSI FONT LEURS COURSES, COMME MONSIEUR ET MADAME TOUT-LE-MONDE.

J	F	M	A	M	J
J	A	S	O	N	D

- Jeunes pousses
- Feuilles matures
- Champignons
- Fruits
- Tiges
- Écorces
- Insectes

ALORS...

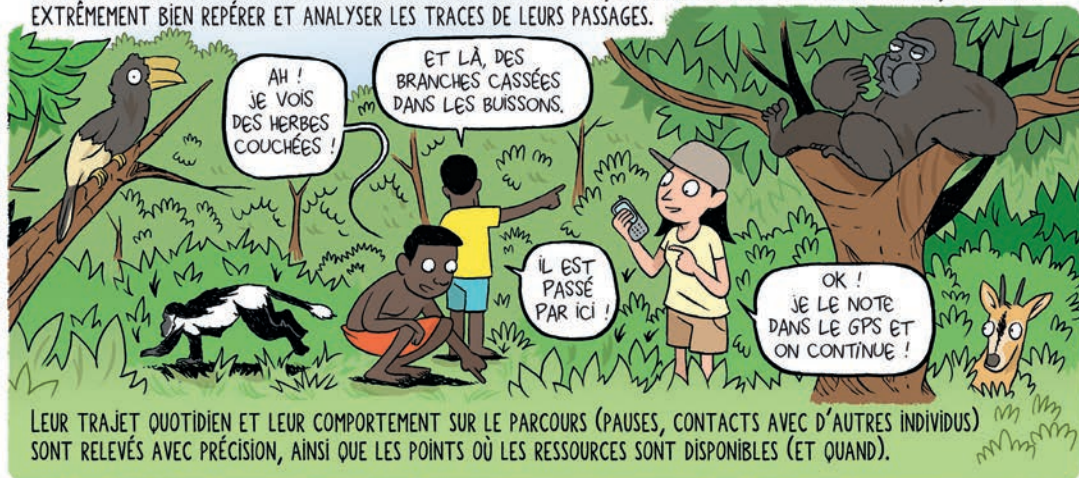
ON A DIT :  
- JEUNES FEUILLES  
- INSECTES  
- CHAMPI  
- TIGES

ON POURRA  
PRENDRE DES  
FRUITS ?

ON VERRA  
SI Y EN A !

POUR CONSERVER UN ÉQUILIBRE ÉNERGÉTIQUE TOUTE L'ANNÉE MALGRÉ UNE DISPONIBILITÉ DES RESSOURCES CHANGEANT AU FIL DES SAISONS, LEUR RÉGIME ALIMENTAIRE EST VARIÉ.

EST-CE LEUR CONNAISSANCE DE LA NATURE QUI LEUR PERMET DE TOUJOURS TROUVER DE QUOI MANGER ? SUR LE TERRAIN, DES GORILLES SONT SUIVIS POUR ANALYSER LEUR RECHERCHE DE NOURRITURE, AVEC L'AIDE DES POPULATIONS LOCALES, QUI SAVENT EXTRÊMEMENT BIEN REPÉRER ET ANALYSER LES TRACES DE LEURS PASSAGES.



LEUR TRAJET QUOTIDIEN ET LEUR COMPORTEMENT SUR LE PARCOURS (PAUSES, CONTACTS AVEC D'AUTRES INDIVIDUS) SONT RELEVÉS AVEC PRÉCISION, AINSI QUE LES POINTS OÙ LES RESSOURCES SONT DISPONIBLES (ET QUAND).

ON CONSTATE QUE LES TRAJECTS SONT PLUS OU MOINS COMPLEXES ET ÉTENDUS EN FONCTION DES PÉRIODES DE L'ANNÉE. VISIBLEMENT, LE GORILLE ADAPTE SON COMPORTEMENT DE RECHERCHE À LA DISPONIBILITÉ DE DENRÉES, ET PEUT MÊME LES ANTICIPER !



CE SONT CES DONNÉES QUE J'ANALYSE AVEC DES OUTILS STATISTIQUES ET DE MODÉLISATION.

MAIS LE GORILLE N'EST PAS LE SEUL PARMIS LES ANIMAUX, SEMBLE-T-IL, À S'ORIENTER DANS LE TEMPS ET L'ESPACE AVEC FACILITÉ.

JE CHERCHE DONC À COMPRENDRE QUELLES CAPACITÉS COGNITIVES ONT ÉTÉ FAVORISÉES AU COURS DE L'ÉVOLUTION.



J'UTILISE UN SIMULATEUR DANS LEQUEL JE PLACE UN GORILLE DONT J'AI DÉFINI LES CAPACITÉS COGNITIVES. PAR EXEMPLE, L'UN D'ENTRE EUX PEUT SAVOIR EXACTEMENT QUAND TROUVER TEL ALIMENT TANDIS QU'UN AUTRE, AU CONTRAIRE, EST À PEINE CAPABLE DE SE SOUVENIR DES DERNIERS ENDROITS VISITÉS !

JE SAIS TRÈS BIEN OÙ ET QUAND TROUVER DE QUOI ME SUBSTANTER !

SI J'AI BESOIN DE MOBEIS\*, ALORS J'IRAI AU NORD-EST.

LES FRUITS SONT DISPONIBLES PENDANT LES GROSSES PLUIES.

MANGER !

\* Dénomination locale pour l'anone, fruit issu d'un arbre appartenant au même ordre que celui des magnolias.

JE RÉALISE PLUSIEURS SIMULATIONS POUR CHAQUE TYPE DE GORILLE TESTÉ, OÙ JE FAIS VARIER LA COMPLEXITÉ DE LEUR ENVIRONNEMENT : QUANTITÉ DE RESSOURCES DISPONIBLES, SAISONNALITÉ FORTE OU FAIBLE...

## LEVEL 14

Appuyez sur start



LA SÉLECTION NATURELLE JOUE LE RÔLE DE JUGE-ARBITRE : LES INDIVIDUS LES PLUS EFFICACES SONT FAVORISÉS.



Gorille



Orang-outan



Chimpanzé



Humain

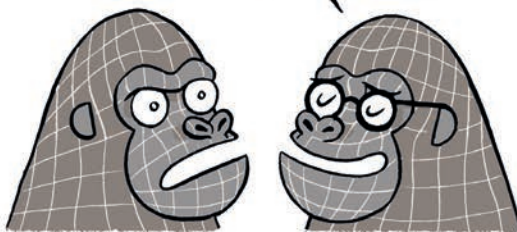
EST-CE LE RAPPORT À LA SAISONNALITÉ DES RESSOURCES ET L'AVANTAGE CONFÉRÉ PAR UNE CONNAISSANCE QUI ONT INDUIT LE DÉVELOPPEMENT DU CERVEAU CHEZ LES HOMINIDÉS ?

JE COMPARE ENSUITE LE SUCCÈS DE CHACUN, SOIT LE RAPPORT ENTRE LA QUANTITÉ DE NOURRITURE QU'ILS ONT RÉCOLTÉE ET LA DISTANCE PARCOURUE.

A BIEN BALADÉ, MOI !

EH BIEN MES ENFANTS...

ON NE PEUT PAS SE PLAINDRE DE LA RÉCOLTE CETTE ANNÉE !



CETTE RÉFLEXION NOUS CONCERNE TOUS. EN SAVOIR PLUS SUR NOS COUSINS EN DIRA BEAUCOUP SUR NOUS-MÊMES, BIEN QU'AUJOURD'HUI LE CADRE DE VIE DE CERTAINS AIT BIEN CHANGÉ LUI AUSSI, NOTAMMENT LE RAPPORT AUX SAISONS...

BAH ! OÙ SONT LES TOMATES ?

OUF ! LES VOILÀ...



## 2 PASSE D'ABORD TON BAC... À COMPOST !

**N**os déchets sont partout. Et, pourtant, ils demeurent souvent invisibles aux yeux de ceux qui les ont engendrés... Nous avons néanmoins aujourd'hui la possibilité de gérer nos déchets de cuisine – plus du tiers de nos déchets quotidiens ! – grâce au compostage.

Au travers d'entretiens avec parents et enfants, j'étudie ce que les enfants de cinq ans comprennent et retiennent des pratiques de compostage effectuées au sein de leur famille : quelles connaissances scientifiques acquièrent-ils sur les processus biologiques de dégradation des déchets à l'œuvre dans les composteurs ?

Cinq ans est un âge charnière, où les enfants construisent à la fois leur langage et la compréhension du monde qui les entoure. Mon objectif est de démontrer l'importance de ce que les enfants apprennent alors du monde en général et du monde du vivant en particulier : cela leur servira au quotidien, les aidera à donner du sens à des pratiques citoyennes et à respecter leur environnement.

### POUR EN SAVOIR PLUS



#### TITRE ORIGINAL DE LA THÈSE

Conceptions initiales d'enfants de cinq ans sur la décomposition de la matière organique. Influence des pratiques de compostage domestique sur la compréhension des mécanismes scientifiques en jeu



PETIT À PETIT, LES COMPOSTEURS ENTRENT DANS NOTRE QUOTIDIEN. QUE CE SOIT DANS LES JARDINS (EN VILLE OU À LA CAMPAGNE), DANS LES COURS D'IMMEUBLE, MAIS AUSSI, PROGRESSIVEMENT, DANS LES ÉCOLES.

**COMPOSTEUR**

Des insectes, des vers, mais aussi de minuscules organismes se nourrissent de ces déchets et les transforment en compost.

**BIODÉCHETS**  
Essentiellement organiques, ils peuvent être dégradés naturellement. Ce sont principalement les déchets de cuisine (restes de repas, épiluchures, fruits et légumes...).

**COMPOST**  
Il en résulte un engrais naturel utilisable dans le jardin afin de favoriser la croissance des plantes.

MAIS LES PETITS, COMME LES GRANDS, SAVENT-ILS TOUS BIEN CE QU'IL SE PASSE LÀ-DEDANS ?

ET SI LE COMPOSTEUR PERMETTAIT AUSSI DE MIEUX COMPRENDRE LE CYCLE DE LA MATIÈRE DANS LE SOL ?

EN PLUS D'UNE FORMATION À L'ÉCOCITOYENNETÉ, REGARDER LE PROCESSUS DU COMPOSTAGE AVEC UN ENFANT LUI PERMET D'OBSERVER, DE SE QUESTIONNER ET DE POSER DES HYPOTHÈSES SUR LE SUJET...

EH BAH, ELLE EST BIEN REMPLIE LA POUBELLE !

POUBELLE ? REGARDE BIEN CE QU'IL Y A DEDANS...

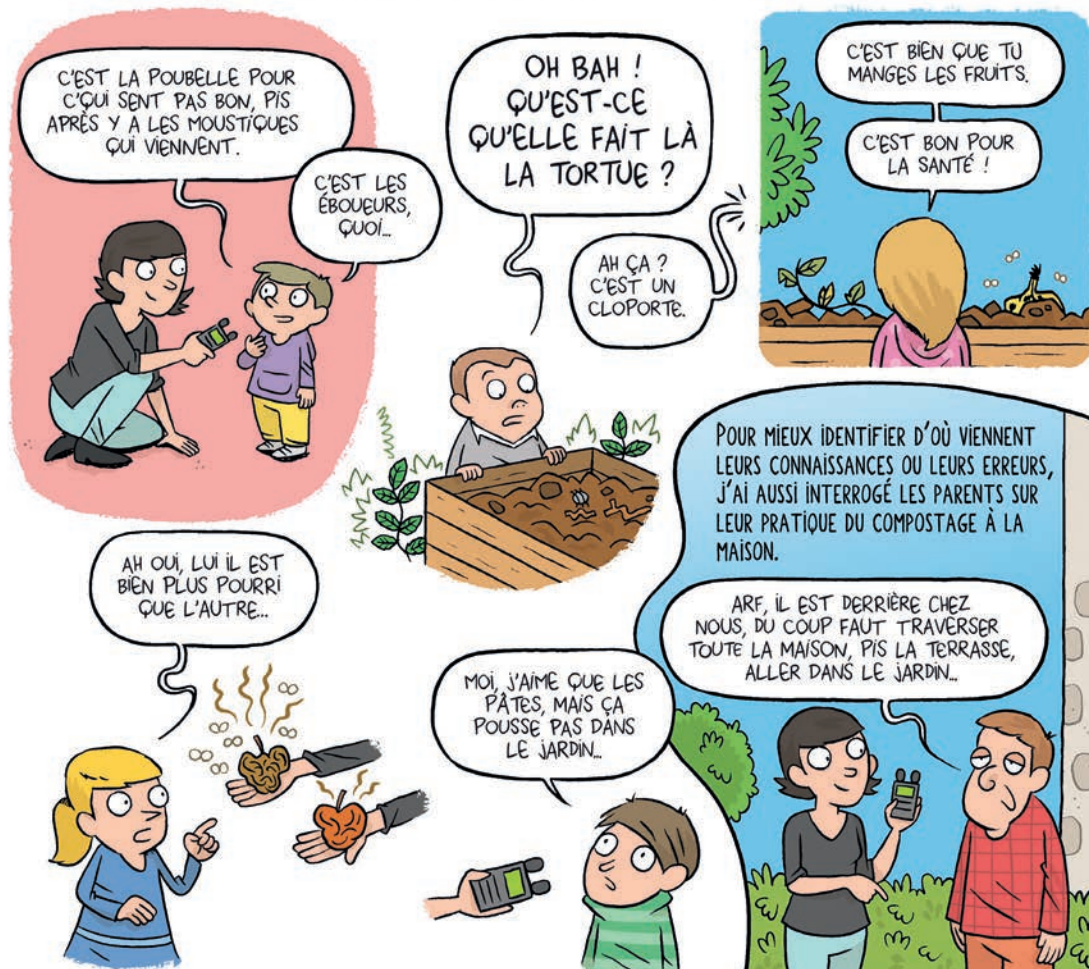
LES BÊTES, ELLES MANGENT LA POMME ET ÇA LA TRANSFORME EN TERRE !

AAAAH NON ! ELLES PEUVENT PAS MANGER ÇA, C'EST TOUT SALE !

MAIS C'EST QUI QUI A RAMÈNÉ TOUTES LES BÊTES LÀ-DEDANS ?

... MAIS AUSSI DE FAIRE LE POINT SUR CE QU'IL SAIT DÉJÀ, ET DE SE RENDRE COMPTE DE CE QUI PEUT LE FREINER DANS L'APPRENTISSAGE DE NOUVEAUX SAVOIRS.

POUR IDENTIFIER CE QU'ILS COMPRENNENT DU COMPOSTAGE, J'AI INTERROGÉ DES ENFANTS DE CINQ ANS SUR LES DIFFÉRENTES ÉTAPES DU POURRISSÉMENT DES DÉCHETS ORGANIQUES. APRÈS AVOIR CONSTITUÉ UN PANEL DE HUIT ÉCOLES DANS DES QUARTIERS DIFFÉRENTS DE DEUX MÉTROPOLIS, J'AI RÉALISÉ UNE CENTAINE D'ENTRETIENS AVEC DES ENFANTS ET LEURS PARENTS.





PUIS JE RETRANSCRIS TOUS LES ENTRETIENS\* ET JE LES CLASSE PAR CATEGORIES, CE QUI ME PERMET DE CODIFIER CHAQUE CONTENU QUI M'INTÉRESSE.



\* Environ 1 500 pages.

JE PEUX ALORS CONVERTIR LES ENTRETIENS SOUS FORME DE DONNÉES NUMÉRIQUES, POUR MANIPULER PLUS FACILEMENT LES INFORMATIONS ET LES CROISER. JE PEUX AUSSI FAIRE DES LIENS ENTRE LE DISCOURS DES ENFANTS ET CELUI DES PARENTS, ET CHOISIR CEUX QUI ME PARAÎSENT LES PLUS PERTINENTS.

MAIS TOUT N'EST PAS QUE CHIFFRES !



IL FAUT AUSSI ANALYSER FINEMENT LES TERMES UTILISÉS POUR IDENTIFIER LES CONNAISSANCES ET LES OBSTACLES À LA COMPRÉHENSION !

MON ÉTUDE PERMETTRA DE SE RENDRE COMPTE SI LA PRATIQUE DU COMPOSTAGE À LA MAISON EN FACILITE LA COMPRÉHENSION PAR LES ENFANTS...



... ET DE VOIR S'IL SERAIT POSSIBLE D'EN FAIRE UN ENSEIGNEMENT FORMAL À L'ÉCOLE MATERNELLE.

EH OUI ! CAR, AU-DELÀ DE SON INTÉRÊT ÉCOLOGIQUE, C'EST UN OUTIL PÉDAGOGIQUE À FORT POTENTIEL !



IL PERMET DE NOUS QUESTIONNER SUR LA CONSOMMATION, LES DÉCHETS, LA POLLUTION, MAIS AUSSI D'ABORDER DES NOTIONS DE PHYSIQUE, DE CHIMIE, DE BIOLOGIE, DE...

**GASTRONOMIE !**

S'IL VOUS PLAÎT...

### 3 LE MAGNÉSIUM, UNE SOURCE D'ÉNERGIE VERTE ?

Quel carburant pourrait remplacer efficacement et proprement l'énergie fossile de nos moteurs automobiles actuels ? Les candidats doivent allier performance énergétique et zéro émission de  $\text{CO}_2$ . Ils doivent en outre être abondants (donc pas chers), légers, sûrs à transporter et produire des émissions (solides ou gazeuses) non toxiques et aisément recyclables.

Parmi les élus, trois métaux : l'aluminium, le fer et le magnésium. Ils ont deux avantages supplémentaires : ils font partie des éléments les plus abondants sur Terre et les oxydes issus de leur combustion peuvent être récupérés pour régénérer le métal initial.

Mes recherches portent sur la mise au point d'un moteur utilisant le magnésium comme carburant. Avec trois difficultés techniques à résoudre : emprisonner une flamme de magnésium, récupérer toute sa chaleur et les oxydes produits ! Mon objectif est d'enrichir ainsi la palette d'énergies vertes alliant puissance énergétique et facilité d'utilisation.

#### POUR EN SAVOIR PLUS



#### TITRE ORIGINAL DE LA THÈSE

Étude de la production d'énergie propre par combustion de poudre de magnésium



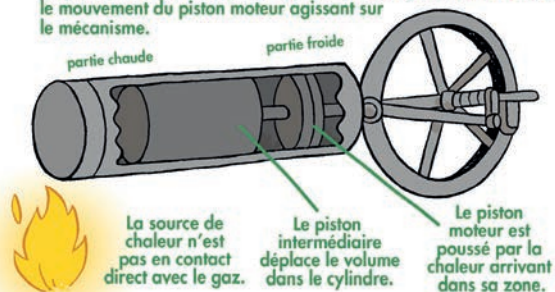
LES MOTEURS DE VOITURE SONT DITS « À EXPLOSION » : QUAND LE CARBURANT EST DE L'ESSENCE, IL EST MÉLANGÉ AVEC DE L'AIR ET COMPRIMÉ PAR LA REMONTÉE DU PISTON. UNE ÉTINCELLE ENFLAMME LE GAZ, QUI SE DILATE ET REPOUSSE LE PISTON DANS LE CYLINDRE AFIN D'ACTIONNER LES ROUES. MAIS QUARANTE ANS AVANT SON INVENTION, ROBERT STIRLING AVAIT MIS AU POINT, EN 1816, UN SYSTÈME DIFFÉRENT : LA DILATATION DU GAZ EST PERMISE GRÂCE À UNE COMBUSTION EXTERNE.

### MOTEUR À EXPLOSION



### MOTEUR STIRLING

Un volume de gaz est alternativement chauffé et refroidi grâce à un piston intermédiaire qui le déplace dans le cylindre. Il en résulte le mouvement du piston moteur agissant sur le mécanisme.

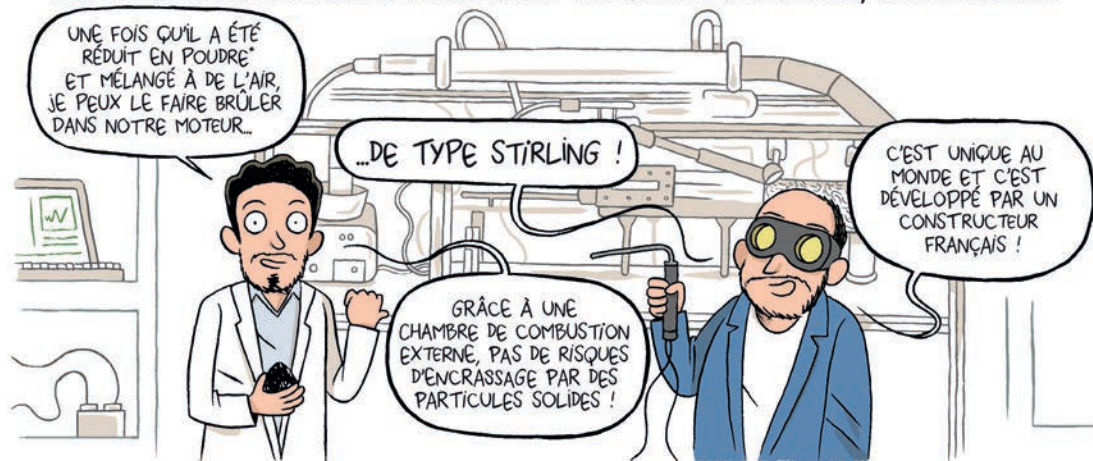


DANS LE MOTEUR À EXPLOSION, LE MÉLANGE QU'IL FAUT BRÛLER NE DOIT PAS TRANSPORTER D'IMPURETÉS SOLIDES, SINON IL BOUCHERAÏT OU ENRAYERAÏT LE SYSTÈME.

D'AUTANT PLUS QUE LES DÉRIVÉS DU PÉTROLE NE SONT PAS CE QU'ILY A DE PLUS ÉNERGÉTIQUE. CE N'EST PAS GRÂCE À EUX QU'ON A PU ALLER SUR LA LUNE...

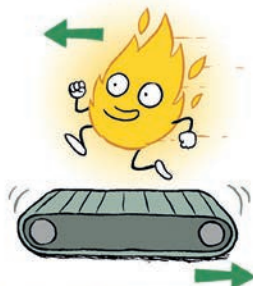


... CAR L'ÉNERGIE DÉGAGÉE LORS DES RÉACTIONS CHIMIQUES QUI ENTRENT EN JEU LORS D'UNE COMBUSTION IMPLIQUANT CE TYPE D'ÉLÉMENTS EST PHÉNOMÉNALE ! CERTAINS D'ENTRE EUX SONT TRÈS ABONDANTS DANS LA NATURE, COMME LE MAGNÉSIMUM.



\* Une poudre aussi fine que de la farine.

NOTRE DIFFICULTÉ VIENT ESSENTIELLEMENT DE LA BONNE TENUE DE LA FLAMME PRODUITE, CAR UN GAZ QUI BRÛLE EST LA COMBINAISON DE DEUX MOUVEMENTS QUI S'OPPOSENT, ET ÇA NE SE PASSE PAS TOUJOURS TRÈS BIEN...



LA FLAMME SE PRÉCIPITE VERS LA SOURCE D'OÙ LE GAZ EST EXPULSÉ, MAIS ELLE NE DOIT PAS L'ATTEINDRE !



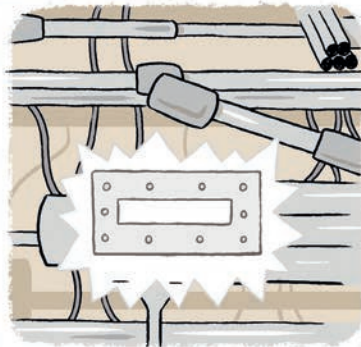
À L'INVERSE, SI LE SOUFFLE DU GAZ EST TROP FORT, ELLE EST SOUFFLÉE ET S'ÉTEINT.



POUR UNE BONNE COMBUSTION, LE GAZ DOIT ARRIVER À LA BONNE VITESSE. DE PLUS, IL EST POSSIBLE DE CONTRAINDRE LA FLAMME À FILER DROIT !

IL S'AGIT DE FORMER UN TOURBILLON ENROBANT LA FLAMME DANS UN SOUFFLE QUI LUI PERMET DE RESTER STABLE ET IMMOBILE AU MILIEU DE LA CHAMBRE DE COMBUSTION.

LORS DE LA COMBUSTION, LE MAGNÉSIUM EN POUVRE CHANGE DE NATURE ET FORME DES OXYDES. À CE JOUR, IL EST POSSIBLE D'EN RÉCUPÉRER ENVIRON 99 % !



CELA GRÂCE À UN FILTRE SPÉCIAL INTÉGRÉ À LA SORTIE DE LA CHAMBRE DE COMBUSTION.



LES PARTICULES NE S'ÉCHAPPENT PAS, ET IL EST FACILE DE LES RECYCLER POUR RÉGÉNÉRER LE MÉTAL.

LE MOTEUR STIRLING SERA EMBARQUÉ À BORD DU VÉHICULE POUR FOURNIR L'ÉNERGIE VERTE NÉCESSAIRE À LA RECHARGE D'UNE BATTERIE. ELLE ALIMENTERA UN MOTEUR ÉLECTRIQUE DE TRACTION, AU FONCTIONNEMENT SUFFISAMMENT SOUPLE ET DYNAMIQUE POUR ACTIONNER LES ROUES.

IL N'ÉMET PAS DE GAZ À EFFET DE SERRE ET, TOUT COMME AVEC LES AUTRES VÉHICULES HYBRIDES, ON PROFITE DE SON SILENCE !

EH OUI, LES TEMPS CHANGENT !



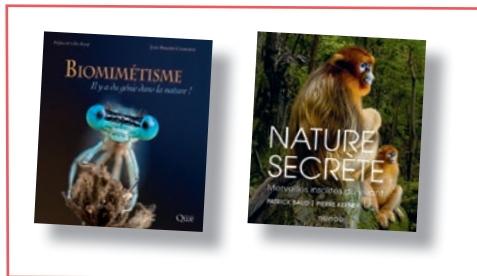
## 4 ALLER SUR MARS ? JAMAIS SANS MON OURS !

L'ours brun pourrait-il nous aider à lutter contre l'atrophie musculaire ? Cela représenterait un grand espoir pour les nombreuses personnes souffrant de cette pathologie, consécutive à une immobilisation prolongée (plâtre, coma...) ou à un séjour dans l'espace, en apesanteur ! Dans les deux cas, les muscles non sollicités « fondent » littéralement. Or, chez l'ours brun, aucune fonte musculaire n'est à déclarer après une hibernation qui dure pourtant de cinq à sept mois : à son réveil, ses muscles sont en parfait état de fonctionnement ! Comment fait-il ?

Pour percer son secret, j'ai étudié les protéines présentes dans ses muscles durant l'hibernation et leur rôle : seraient-elles la clé de l'énigme ? En parallèle, mes collègues et moi-même avons observé que le sang d'un ours hibernant a un effet sur les cellules musculaires humaines : elles grossissent à son contact !

Tout laisse donc à penser que nous serons bientôt à même d'aider malades et... astronautes. On prend rendez-vous sur Mars ?

### POUR EN SAVOIR PLUS



### TITRE ORIGINAL DE LA THÈSE

Développements en protéomique pour mieux comprendre la physiologie de l'ours brun hibernant et ouvrir la voie vers de nouvelles thérapies contre l'atrophie musculaire humaine



APRÈS DES MOIS D'ACTIVITÉ PHYSIQUE RÉDUITE, LE CORPS D'UN SPATIONAUTE SUBIT QUELQUES CHANGEMENTS...



... DONT CERTAINS RESSEMBLENT UN PEU À CE QU'IL SE PASSE POUR UN MEMBRE DANS LE PLÂTRE.

CHERCHANT À ÉCONOMISER SON ÉNERGIE, LE CORPS LAISSE « FONDRE » LES MUSCLES QUI NE SONT PAS UTILISÉS : ON PARLE D'ATROPHIE MUSCULAIRE.



ÇA PEUT ÊTRE DRAMATIQUE : EN PLUS DU HANDICAP MOTEUR, LE CORPS PEÏNE À PRODUIRE SA PROPRE CHALEUR, LE MÉTABOLISME DANS SON ENSEMBLE EN EST CONTRARIÉ.



PARFOIS LA RECHERCHE NE PEUT PAS SE PASSER DE COBAYES. IL EN EXISTE DEUX TYPES : LES « MODÈLES », COMME LES SOURIS SUR LESQUELLES ON TESTE DES REMÈDES EN VUE DE GUÉRIR DES PATHOLOGIES, ET LES « CONTRE-MODÈLES », COMME L'OURS, QUI SONT NATURELLEMENT PORTEURS DU REMÈDE.



EN EFFET, AU MICROSCOPE, IL APPARAÎT NETTEMENT QUE LES CELLULES EXPOSÉES À CET ÉCHANTILLON SANGUIN GROSSISSENT...



CLAIREMENT, DANS LE SANG, Y A QUELQUE CHOSE !

ET C'EST PARTI POUR UN P'TIT COUP DE PROTÉOMIQUE\* !

MAIS FAUDRAIT COMPRENDRE CE QUI CHANGE PENDANT L'HIBERNATION.

ON DEVRAIT TROUVER L'INFO EN COMPARANT LES PROTÉINES DU MUSCLE D'UN OURS QUI HIBERNE AVEC CELLES PRÉLEVÉES SUR UN OURS QUI N'HIBERNE PAS !

ON TIÈNT UNE PISTE!



\* Étude des protéines présentes dans une cellule.



LES PROTÉINES, C'EST LA CHEVILLE OUVRIÈRE DU CORPS HUMAIN. CES GROSSES MOLÉCULES S'OCCUPENT NOTAMMENT DE LA FABRICATION DES CELLULES ET DE LEUR FONCTIONNEMENT.



QUAND ON INVENTORIE CELLES QUI SONT PRÉSENTES DANS LES MUSCLES DE L'OURS À DIFFÉRENTS MOMENTS DE L'ANNÉE, ON SE REND BIEN COMPTE QUE L'EFFECTIF VARIE SELON LA SAISON.



MAINTENANT QU'ON SAIT QUELLE PROTÉINE EST LÀ, À QUELLE PÉRIODE DE L'ANNÉE ET POURQUOI, ON PEUT COMPRENDRE CE QU'IL SE PASSE DANS LE MUSCLE ET DÉTERMINER QUELLE CANDIDATE FERAIT LE MIEUX L'AFFAIRE POUR L'HOMME.



COMPRENDRE LE SECRET DE CET ANIMAL EN HIBERNATION SERVIRA À RENDRE LES MUSCLES DES SPATIONAUTES PLUS RÉSISTANTS...

...MAIS ÇA NE VA PAS NON PLUS LES TRANSFORMER EN OURS !



## 5 MERCURE : SUR LES TRACES DES VOLCANS

**M**ercure est la planète la plus proche du Soleil. Elle a été observée entre 2008 et 2015 grâce à la sonde *Messenger*, lancée par la NASA, et nous a réservé plusieurs surprises : sa composition est unique, sa surface est parsemée d'anciennes coulées de lave, elle possède un énorme cœur de fer et un faible champ magnétique...

Je mène mes travaux dans le cadre de la mission conjointe des agences spatiales européenne et japonaise BepiColombo, lancée en 2018, qui atteindra Mercure en 2025.

Mon objectif est d'identifier, de répertorier et d'analyser la lave issue d'éruptions explosives en étudiant la réflexion de la lumière solaire sur les roches qui la composent. Cette lave constitue un témoignage direct en surface de ce qui se passait dans les profondeurs de la planète. Grâce à elle, nous pouvons retracer les premiers stades de la formation de Mercure et son évolution thermique. Et mieux comprendre Mercure, c'est aussi mieux comprendre la Terre et les autres planètes du Système solaire !

### POUR EN SAVOIR PLUS



### TITRE ORIGINAL DE LA THÈSE

Nature des épisodes volcaniques  
à la surface de Mercure



MÊME S'IL A MOINS LES FAVEURS DES MÉDIAS QUE JUPITER OU MARS, MERCURE MARQUE RÉGULIÈREMENT L'HISTOIRE DES SCIENCES.

ÉCOUTE, ISAAC, TA THÉORIE DE LA GRAVITATION EST REMARQUABLE, MAIS RECONNAIS QUE, POUR CALCULER LA TRAJECTOIRE DE MERCURE, ÇA COINCHE.

Y A PAS À DIRE, QUAND UN OBJET PASSE PRÈS D'UN TRUC ENORME COMME LE SOLEIL, TES CALCULS NE MARCHENT PLUS !

C'EST AINSI QU'EN 1915 ALBERT EINSTEIN FUT MIS SUR LA PISTE DE LA THÉORIE DE LA RELATIVITÉ GÉNÉRALE, REMPLAÇANT LES LOIS DE LA GRAVITATION PENSÉES PAR ISAAC NEWTON.

AUJOURD'HUI, ON MISE SUR MERCURE POUR COMPLÉTER NOS CONNAISSANCES SUR LA FORMATION DU SYSTÈME SOLAIRE. MAIS L'ÉTUDE N'EST PAS SIMPLE : COMME C'EST LA PLANÈTE LA PLUS PROCHE DE NOTRE ÉTOILE, LA LUMIÈRE SOLAIRE EN GÊNE GRANDEMENT L'OBSERVATION DIRECTE...



... ET LA CHALEUR À PROXIMITÉ DU SOLEIL COMPLIQUE L'ENVOI D'UNE SONDE. POURTANT, ENTRE 2011 ET 2015, MESSENGER A PU PRENDRE QUELQUES CLICHÉS BIEN UTILES POUR MOI.

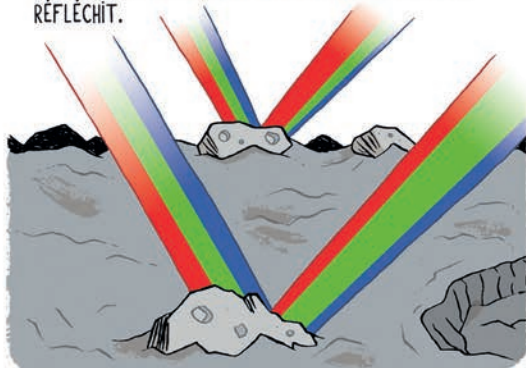


LES PHOTOS QU'ELLE A PRISES RENDENT COMPTE D'UNE PLANÈTE AYANT LA MÊME ALLURE QUE LA LUNE : ELLE EST RECOUVERTE DE POUSSIÈRE\* ET PARSEMÉE DE CRATÈRES D'IMPACT ET DE DÉPÔTS VOLCANIQUES.

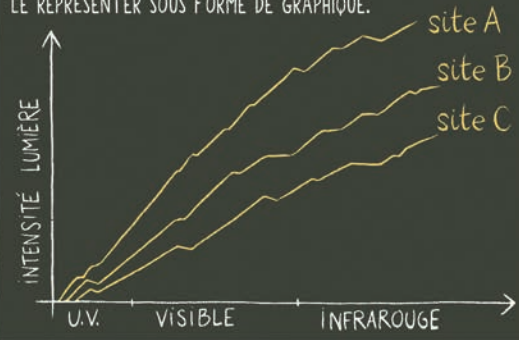


\* Appelée « régolithe ».

SI ON REGARDE DE PRÈS LA LUMIÈRE CAPTURÉE PAR L'OBJECTIF DE LA SONDE, ON S'APERÇOIT QU'ELLE SE DÉCOMPOSE DIFFÉREMMENT SELON LA MATIÈRE QUI LA RÉFLÉCHIT.



LA SONDE RAPPORTE AUSSI DES INFORMATIONS RENVOYÉES PAR LA PLANÈTE ET INVISIBLES À L'ŒIL NU\*. LORSQU'ELLE LA LUMIÈRE EST AINSI DÉCOMPOSÉE, ON PARLE DE « SPECTRE ». ON PEUT LE REPRÉSENTER SOUS FORME DE GRAPHIQUE.



\* Car elles proviennent des ultraviolets et des infrarouges.

ON OBTIENT AINSI PLUSIEURS RELEVÉS CORRESPONDANT À DIFFÉRENTES ZONES DE LA SURFACE. LES COMPARER AVEC DES SPECTRES RÉALISÉS SUR DES ÉCHANTILLONS ISSUS DE MATIÈRE VOLCANIQUE COLLECTÉE SUR LA TERRE OU SUR LA LUNE PERMET DE FAIRE DES HYPOTHÈSES SUR LA NATURE DES MINÉRAUX PRÉSENTS À LA SURFACE DE MERCURE.

CES COMPARAISONS ME PERMETTENT DE RETROUVER LA COMPOSITION DU MAGMA, DE FAIRE DES HYPOTHÈSES SUR SA TEMPÉRATURE ET LA PROFONDEUR À LAQUELLE IL SE SÉRIAIT FORMÉ, ET AUSSI DE CALCULER LA QUANTITÉ DE GAZ NÉCESSAIRE À L'ÉRUPTION.

NON SEULEMENT JE PEUX ÉTUDIER LA ROCHE MAGMATIQUE D'UNE PLANÈTE SITUÉE À PLUS DE 90 MILLIONS DE KILOMÈTRES DE MON BUREAU...

... MAIS JE PEUX AUSSI RETRACER SON VOLCANISME !



ON PEUT AINSI CARTOGRAPHIER MERCURE, EN REPORTANT CES DONNÉES. POUR CELA, ON COLORISE DES ZONES CORRESPONDANT À CERTAINES LONGUEURS D'ONDES CAPTÉES PAR LA SONDE. ON MET ALORS EN ÉVIDENCE LES VESTIGES DE L'ACTIVITÉ GÉOLOGIQUE DE LA PLANÈTE, EN PARTICULIER LE VOLCANISME, QUI ÉTAIT ACTIF IL Y A DES MILLIARDS D'ANNÉES.

- Cratères et projections.
- Coulées de lave.
- Retombées des nuages de cendre.
- Autres terrains géologiques.



ET LES TRACES DE CE VOLCANISME ÉTEINT SONT PLUS ÉTENDUES QUE CE QU'ON AVAIT PU ESTIMER PRÉCÉDEMMENT !



LIRE DANS LES ENTRAÎLLES DE CETTE PLANÈTE EN DIT BEAUCOUP NON SEULEMENT SUR SA FORMATION, MAIS AUSSI SUR CE QUI S'EST PASSÉ AU PLUS PROCHE DU SOLEIL. C'EST POUR CETTE RAISON QU'UNE AUTRE SONDE, *BEPICOLOMBO*, DOTÉE D'ÉQUIPEMENTS PLUS POINTUS, REJOINDRA LA PLANÈTE EN 2025 AFIN DE PRÉCISER LES CONNAISSANCES ACTUELLES.

ELLE EN PROFITERA AUSSI POUR MESURER ENCORE PLUS FINEMENT L'ORBITE DE MERCURE, ET AINSI RENFORCER LA THÉORIE D'EINSTEIN.

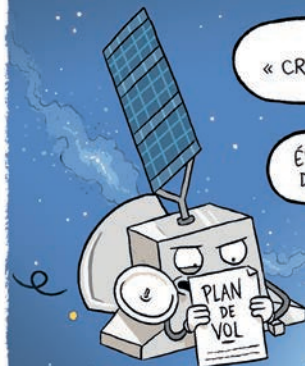
CHOUETTE !



QUANT À MES PROPRES RÉSULTATS, ILS SERVIRONT À LA MISSION POUR CHOISIR LES SITES PARTICULIÈREMENT INTÉRESSANTS À OBSERVER PLUS EN DÉTAIL.

BON...  
« CRATÈRE SHAKESPEARE... »

ÉVIDEMMENT, C'EST DE L'AUTRE CÔTÉ !



## 6 À L'ATTAQUE DE LA CHLORDÉCONE

**O**n le sait, les pesticides ont parfois des effets délétères sur la santé. C'est le cas d'un insecticide, la chlordécone, utilisé entre 1972 et 1993 dans les Antilles françaises pour protéger les bananiers contre le charançon. Cette molécule s'est révélée non seulement toxique, mais également persistante dans les sols. Résultat : de graves problèmes de santé publique et plus de 90 % de la population antillaise contaminée !

Mon rôle est de comprendre les processus de transformation de la chlordécone. En équipe, nous avons dégradé la molécule à l'aide de bactéries, de différentes façons. J'ai ainsi identifié cinq familles de produits de transformation. Et, à ma grande surprise, j'ai retrouvé la plupart d'entre eux dans les sols antillais ! Contrairement au postulat communément admis, mes résultats montrent qu'une dégradation de la chlordécone impliquant vraisemblablement des bactéries y serait donc naturellement à l'œuvre. Voilà de quoi donner de l'espoir et envie d'aider la nature !

### POUR EN SAVOIR PLUS



TITRE ORIGINAL DE LA THÈSE

Étude des voies de dégradation  
d'un insecticide persistant :  
la chlordécone



LA CULTURE DES BANANES DANS LES ANTILLES FRANÇAISES A EU DES CONSÉQUENCES SANITAIRES DÉSASTREUSES SUR LES POPULATIONS LOCALES...

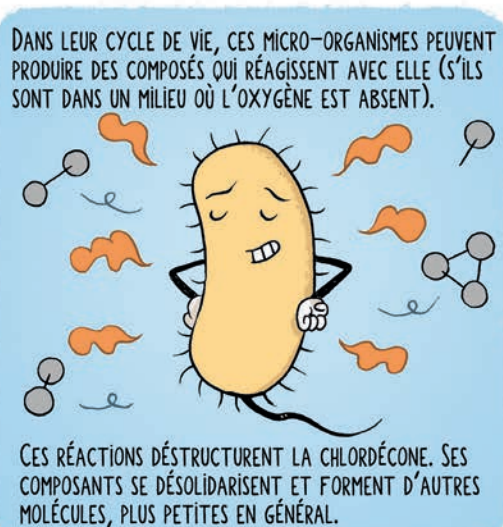
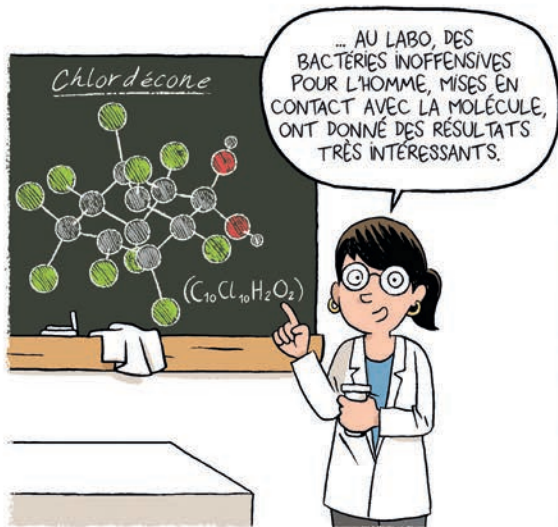
ENTRE 1972 ET 1993, LA CHLORDÉCONE A ÉTÉ MASSIVEMENT UTILISÉE POUR LUTTER CONTRE LE CHARANÇON DU BANANIER.



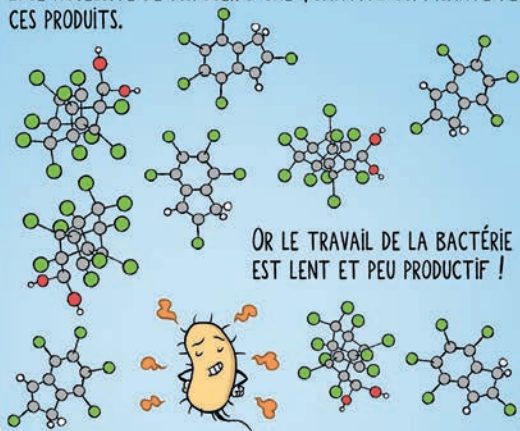
LE PESTICIDE S'EST FIXÉ DANS LES SOLS ET LES RIVIÈRES, CONTAMINANT LES PLANTES ET LES ANIMAUX TERRESTRES OU AQUATIQUES, QUI ONT ENSUITE ÉTÉ INGÉRÉS PAR LES HABITANTS.

AUJOURD'HUI, ENVIRON 90 % DES ANTILLAIS SONT ENCORE INFECTÉS PAR CE PERTURBATEUR ENDOCRINIEN. LE NOMBRE DE CANCERS DE LA PROSTATE EST PARMI LES PLUS ÉLEVÉS DANS LE MONDE, LE RISQUE DE NAISSANCES PRÉMATURÉES EST ACCRU, ET ON CONSTATE UN NOMBRE SIGNIFICATIF DE RETARDS DE DÉVELOPPEMENT CHEZ LES NOUVEAU-NÉS.

LA RECHERCHE A ANNONCÉ QUE CETTE POLLUTION DURERA ENCORE DES SIÈCLES, TANT QUE LA CHLORDÉCONE NE SE SERA PAS DÉGRADÉE NATURELLEMENT, MAIS...



ON PARLE DE PRODUITS DE DÉGRADATION. BIEN LES IDENTIFIER PERMET DE MIEUX COMPRENDRE LE PROCESSUS, MAIS LEUR ANALYSE NÉCESSITE DE DISPOSER D'UNE QUANTITÉ SUFFISANTE DE CES PRODUITS.



CELA PEUT S'ARRANGER GRÂCE À LA CHIMIE. DES COMPOSÉS SIMILAIRES À CEUX LIBÉRÉS PAR LES BACTÉRIES SONT MIS EN CONTACT AVEC LA MOLÉCULE.





DÈS LORS, PLUSIEURS FAMILLES DE PRODUITS DE DÉGRADATION ONT PU ÊTRE IDENTIFIÉES...

FAMILLE A :

Les hydrochlorodécones,

FAMILLE B :

Les polychloroindènes

FAMILLE C :

Les acides polychloroindènegarboxyliques

FAMILLE D :

Les méthylpolychloroindènegarboxylates

FAMILLE E :

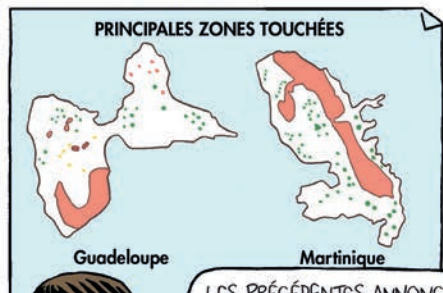
Les éthylpolychloroindènegarboxylates

... ET RENDUES DISPONIBLES EN QUANTITÉ SUFFISANTE POUR ÊTRE ÉTUDIÉES EN PROFONDEUR.

EN RÉEXAMINANT CERTAINS SITES DES ANTILLES, ON CONSTATE QU'ON PEUT RETROUVER DES MEMBRES DES DIFFÉRENTES FAMILLES CÔTOYANT DES SPÉCIMENS INTACTS DE LA MOLÉCULE MÈRE.

	SITE 1	SITE 2	SITE 3	SITE 4	SIT
CHLORDÉCONE					
Famille A					
<u>Famille B</u>					
Famille C					
Famille D					
Famille E					

CE NOUVEAU REGARD SUR LA DÉGRADATION DE LA CHLORDÉCONE NOUS FAIT ENVISAGER DIFFÉREMMENT SA PERSISTANCE DANS LES SOLS.



LES PRÉCÉDENTES ANNONCES SONT RÉMISES EN QUESTION.

PETIT À PETIT LA CHLORDÉCONE DISPARAIT NATURELLEMENT DES ANTILLES FRANÇAISES !

MAIS, AVANT DE SE RÉJOUIR COMPLÈTEMENT, IL FAUT S'INTERROGER SUR LA TOXICITÉ DES PRODUITS DE DÉGRADATION ET SUR LEUR PRÉSENCE DANS LA CHAÎNE ALIMENTAIRE.

POUR SUIVRE L'ANALYSE DE CES COMPOSÉS NÉCESSITE LA MISE EN PLACE D'UNE ÉTUDE SPÉCIFIQUE DONT L'URGENCE EST À LA HAUTEUR DES ESPOIRS QU'ELLE SUSCITE...



## 7 LA POULARDE ET LE PHILOSOPHE

Les animaux sont-ils des machines dépourvues de sensibilité et de conscience ? Cette question, qui peut nous surprendre aujourd'hui, agitait les esprits aux <sup>xvii</sup><sup>e</sup> et <sup>xviii</sup><sup>e</sup> siècles. Si les philosophes héritiers de Descartes optent pour l'« animal-machine », les auteurs des « belles lettres » – dont l'enjeu est esthétique par opposition aux « bonnes lettres », qui visent à la diffusion du savoir – dénoncent cette thèse en mettant en scène le point de vue des animaux sur le monde et sur l'homme. Voltaire a joliment illustré ce point de vue dans son dialogue entre une poularde et un chapon que leur castration désole.

J'ai choisi ce thème des animaux, car il se trouve au carrefour des savoirs scientifique, esthétique, philosophique et éthique. La large réflexion menée lors de cette polémique peut nous aider aujourd'hui à mieux comprendre notre rapport aux animaux, bouleversé par l'industrialisation de la production de viande ou le développement de l'expérimentation génétique.

### POUR EN SAVOIR PLUS



### TITRE ORIGINAL DE LA THÈSE

Les animaux dans le discours littéraire français au temps de la controverse des animaux-machines (1637-1764)



DE L'ANTIQUITÉ AU SIÈCLE DES LUMIÈRES, BEAUCOUP DE CONTENUS SCIENTIFIQUES SE PRÉSENTENT SOUS FORME LITTÉRAIRE. C'EST CE QUE PROPOSE LUCRÈCE EN RACONTANT LA CRÉATION DE L'UNIVERS\*.

C'ÉTAIT UN ORAGEUX PRÉLUDE, AMPLÉ CHAOS D'OU SORTIRENT, GROUPEÉS EN AGRÉGATS NOUVEAUX, PLUSIEURS COURANTS DISTINCTS D'ATOMES HOMOGENÈS. ALORS NOTRE UNIVER, DÉGAGÉ DE SES CHAINES, ORDONNA, DISPOS A SES MEMBRES DÉPLOYÉS.

\* De la nature des choses, 1<sup>er</sup> siècle av. J.-C.

À CETTE ÉPOQUE, LES SCIENCES ET LES HUMANITÉS NE S'OPPOSENT PAS : LE CLOISONNEMENT DES DISCIPLINES EST UN PHÉNOMÈNE RÉCENT.



OUIH...

JE PENSE QUE JE SUIS SUR UN TRUC !



AINSI, LE CÉLÈBRE RENÉ DESCARTES A NON SEULEMENT MARQUÉ L'HISTOIRE DE LA PHILOSOPHIE, MAIS AUSSI CELLE DES MATHÉMATIQUES ET DE LA PHYSIQUE.

ALORS QU'IL ARGUMENTAIT À PROPOS D'ANATOMIE\*, IL FIT UNE DIGRESSION A PRIORI ANECDOTIQUE À PROPOS DES AUTOMATES, DIVERTISSEMENT ALORS À LA MODE.

IL SERA TOUJOURS POSSIBLE DE DÉMASQUER UN HOMME MÉCANIQUE, SIMPLEMENT EN CONVERSANT AVEC LUI.

CROUC.

EN REVANCHE, NOUS N'AVONS AUCUN MOYEN OBJECTIF POUR DIFFÉRENCIER L'ANIMAL D'UNE MACHINE.



\* Discours de la méthode, 1637.

ET CES QUELQUES LIGNES FIRENT L'EFFET D'UNE BOMBE...

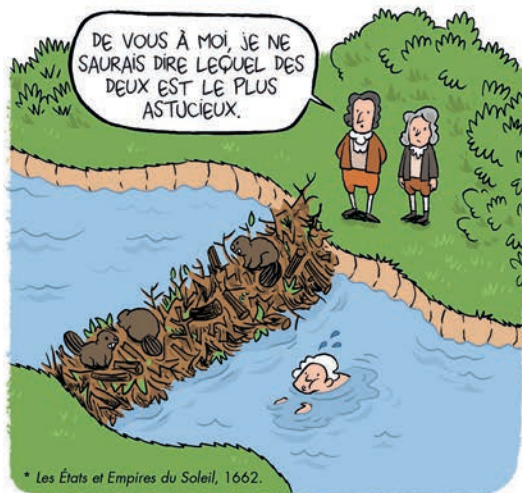


LE PREMIER ARGUMENT EST QUE L'HOMME NE PEUT ÊTRE CONSIDÉRÉ COMME UN ANIMAL PARMIS D'AUTRES, CAR LES BÊTES NE SONT PAS DOTÉES DE RAISON. ELLES NE PEUVENT VRAISEMBLABLEMENT PAS PARLER NI FORMER DE CONCEPT.



À L'INVERSE, LA FONTAINE OU ENCORE CYRANO DE BERGERAC\* FONT PARLER LES ANIMAUX ET SOULIGNENT DES MANIFESTATIONS DE L'INTELLIGENCE ANIMALE.

LES DAMES DE LA HAUTE SOCIÉTÉ AUSSI SONT OUTRÉES PAR LA COMPARAISON ENTRE ANIMAL ET MACHINE.



AUTOUR D'ELLES SE MULTIPLIENT LES ÉCRITS METTANT EN SCÈNE LES CAPACITÉS DE LEURS CHERS AMIS À EXPRIMER DES SENTIMENTS, COMME DANS LES TEXTES D'ANTOINETTE DESHOULIÈRES\*.

\* Les Amours de Grisette, 1688.

VOLTAIRE, LUI, COMMENCE À SE QUESTIONNER SUR LA SOUFFRANCE ANIMALE ET SUR LE VÉGÉTARISME. IL MET EN SCÈNE DEUX VOLAILLES SE LAMENTANT SUR LEUR SORT PENDANT L'ENGRASSEMENT\*.



\* Dialogue du chapon et de la poularde, 1763.

D'AUTRES AUTEURS, TEL LOUIS-SÉBASTIEN MERCIER\*, SUIVENT CETTE PRISE DE CONSCIENCE : L'ABATTAGE DES BESTIAUX, ENCORE PRATiqué DANS LES RUES, COMMENCE À HEURTER LES SENSIBILITÉS.



\* Tableaux de Paris, 1781.

AUJOURD'HUI, L'ÉLEVAGE ET LA PRODUCTION DE VIANDE SE SONT INDUSTRIALISÉS, BOULEVERSANT NOTRE RAPPORT AUX ANIMAUX. SI LA QUESTION ANIMALE A TOUJOURS ÉTÉ L'OBJET DE DÉBATS, CETTE SITUATION SANS PRÉCÉDENT LES A AVIVÉS ET COMPLEXIFIÉS.



## 8 LES POLLENS, TÉMOINS DU TEMPS QUI PASSE

La biodiversité connaît aujourd'hui une crise inédite. Dans un tel contexte, il importe de comprendre comment les écosystèmes ont évolué et comment ils ont répondu aux interventions humaines passées. J'ai entrepris cette étude dans les Vosges du Nord, une région pour laquelle nous possédons peu d'informations sur les périodes ayant précédé les activités industrielles des derniers siècles.

Pour y parvenir, je dispose d'un outil extrêmement précieux : les grains de pollen. En effet, ils sont si résistants qu'ils peuvent se conserver dans les milieux humides et rester identifiables même après des dizaines de milliers d'années !

Grâce à eux, je peux reconstituer l'histoire d'un paysage, y retrouver les traces d'anciennes occupations humaines ainsi que leur impact sur l'environnement. Les analyses que j'effectue permettent ainsi de compléter les données archéologiques sur la région et d'aider les conservateurs dans la gestion des milieux.

### POUR EN SAVOIR PLUS



### TITRE ORIGINAL DE LA THÈSE

Résilience des écosystèmes : une approche multiproxy de l'impact environnemental des activités passées et récentes dans les Vosges du Nord (mines, verreries, activités militaires et agropastorales)



ÉMIS PAR LES PLANTES À FLEURS, LE POLLEN CONTIENT L'ÉLÉMENT MÂLE SERVANT À LEUR REPRODUCTION. POUR ATTEINDRE SON BUT, IL SE DÉPLACE AU GRÉ DU VENT OU EST TRANSPORTÉ PAR DES INSECTES SUR LESQUELS IL SE FIXE MOMENTANÉMENT.

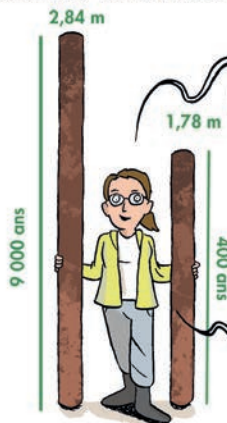
SA RÉSISTANCE EST REMARQUABLE :  
ON PEUT ENCORE TROUVER DES  
SPÉCIMENS ÂGÉS DE 10 MILLIONS  
D'ANNÉES !

LA SEULE CRAINTE DU  
POLLEN EST L'OXYDATION,  
QUI DÉTRUIT SA PAROI.

POUR CETTE RAISON, ON LE RETROUVE ESSENTIELLEMENT DANS  
LES MILIEUX DÉPOURVUS D'OXYGÈNE, COMME LES ZONES HUMIDES  
QUE SONT LES ÉTANGS OU LES LACS, MAIS AUSSI LES TOURBIÈRES.

CE SONT CES SOLS, DANS LESQUELS SE SONT ACCUMULÉES PENDANT UNE LONGUE PÉRIODE DES COUCHES DE MATIÈRE ORGANIQUE  
À PEINE DÉCOMPOSÉE, QUI M'INTÉRESSENT PARTICULIÈREMENT. ON PEUT Y RETROUVER UNE FOULE D'INFORMATIONS EN  
RÉCOLTANT LES POLLENS AU PLUS PROFOND DE LA TOURBIÈRE.

EN FONCTION DES TOURBIÈRES, JE PEUX REMONTER PLUS OU MOINS LOIN DANS LE TEMPS, AVEC DES ÉPAISSEURS DE TOURBE TRÈS VARIABLES POUR UNE MÊME DURÉE.



J'EFFECTUE MES CAROTTAGES DANS LES VOSGES DU NORD POUR EN SAVOIR PLUS SUR L'ACTIVITÉ HUMAINE PASSÉE.

GRÂCE À CES ÉCHANTILLONS JE POURRAI AUSSI DÉTAILLER LES CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES QUI S'Y SONT SUCCÉDÉ.

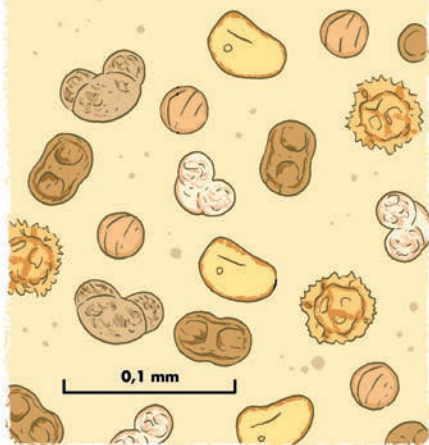
TOUS LES 2 cm, JE PRÉLÈVE UNE PETITE QUANTITÉ\* DE TOURBE QUE JE FAIS DÉCANTER ET QUE JE PASSE DANS PLUSIEURS BAINS, AFIN DE SUPPRIMER SUCCESSIVEMENT TOUS LES ÉLÉMENTS QUI NE M'INTÉRESSENT PAS.

LES MINÉRAUX ET LES AUTRES MATIÈRES ORGANIQUES DOIVENT ÊTRE ÉLIMINÉS.

CE QUE JE VEUX, C'EST DU POLLEN !



POUR CHAQUE ÉCHANTILLON OBSERVÉ, JE COMPTE AU MOINS 500 GRAINS DE POLLEN !

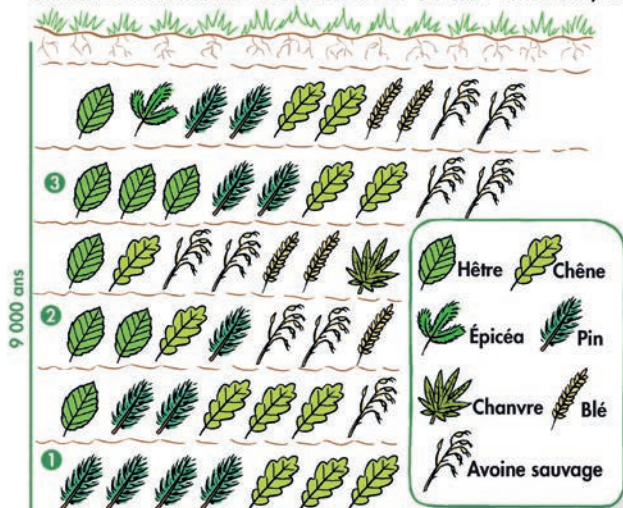


IL S'AGIT ENSUITE DE DÉCRIRE DE QUELLE PLANTE ILS PROVIENNENT EN REPÉRANT LEURS CARACTÉRISTIQUES PROPRES ET EN LES CROISANT ENTRE ELLES.





UNE FOIS QUE LES POLLENS DE CHAQUE ÉCHANTILLON ONT ÉTÉ IDENTIFIÉS, ON PEUT RETROUVER QUELLES ESPÈCES ÉTAIENT PRÉSENTES À LA SURFACE DU SOL IL Y A PLUS OU MOINS LONGTEMPS, ET RECONSTITUER L'HISTOIRE DU PAYSAGE ALENTOUR.



LA FORÊT EST PARTOUT ! L'HOMME EST ENCORE UN CHASSEUR-CUEILLEUR.



UNE DIMINUTION DES POLLENS D'ARBRES INDIQUE QUE LES FORÊTS SONT DEBOISÉES POUR CULTIVER DES CÉRÉALES.



UN RETOUR DES ARBRES ET LA DISPARITION DES CÉRÉALES PEUVENT TRAHIR L'IMPACT DU PETIT ÂGE GLACIAIRE.

QUAND JE PENSE QUE ÇA FAIT TOUT CE TEMPS QU'ON EST ENQUILINÉS PAR LES POLLENS !



## 9 LES POISSONS À L'ÉPREUVE DU BRUIT

La pollution sonore affecterait-elle les poissons ? Pour répondre à cette question, j'ai choisi de mener mon étude en eau douce, où elle a fait l'objet de moins de travaux que dans le milieu marin. J'analyse la manière dont le bruit, dû surtout aux moteurs des bateaux, gênerait les poissons : il aurait des effets non seulement sur leur anatomie et leur physiologie, mais aussi sur leurs comportements, en particulier leur façon de communiquer et leur capacité à trouver et à chasser leurs proies.

J'ai ainsi pu constater que les espèces que l'on appelle « invasives » (introduites artificiellement par l'homme dans un milieu qui n'est pas le leur) semblent moins affectées que les espèces natives, qui s'en trouvent désavantagées. Et donc que le bruit peut avoir un effet indirect et négatif sur la biodiversité des écosystèmes aquatiques.

Mon espoir : que les résultats de mes travaux contribuent à l'avènement d'une réglementation limitant la pollution sonore aquatique.

### POUR EN SAVOIR PLUS



### TITRE ORIGINAL DE LA THÈSE

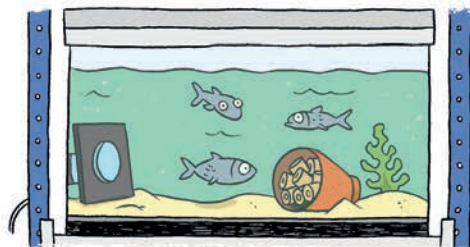
Pollution sonore et invasions biologiques : réponses multi-échelles des communautés aquatiques aux stress multiples



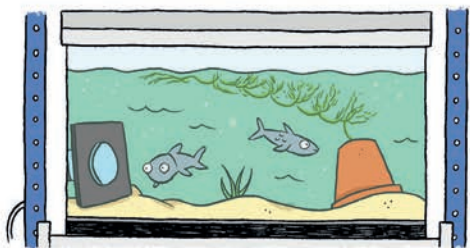
LE SON SE PROPAGE MIEUX DANS L'EAU QUE DANS L'AIR, ET S'IL Y EN A QUI S'EN RENDENT BIEN COMPTE, CE SONT LES POISSONS...



JE PRÉLÈVE DES POISSONS LORS DE VIDANGES D'ÉTANGS OU EN LES PÊCHANT DIRECTEMENT (EN VEILLANT À LES BRUSQUER LE MOINS POSSIBLE), ET JE LES PLACE DANS DES AQUARIUMS PRÉPARÉS AFIN DE REPRODUIRE AU MIEUX CERTAINES CONDITIONS DE LEUR ENVIRONNEMENT NATUREL.



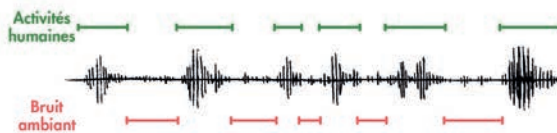
CHAQUE AQUARIUM EST ÉQUIPÉ D'UN HAUT-PARLEUR...



... POUR LA MOITIÉ DES POISSONS, JE CONCOCTE UNE PLAYLIST AVEC DES ENREGISTREMENTS DE DIFFÉRENTS BRUITS GÉNÉRÉS PAR L'ACTIVITÉ HUMAINE, SÉPARÉS PAR DE LONGUES PLAGES DE SILENCE.

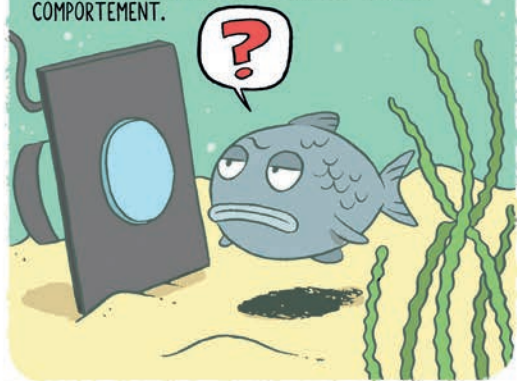
#	TITRE	ARTISTE	ALBUM
1	♥ Poutpoutpout	Péniche	Transport de fret
2	♥ Breum breum	Bâteau de plaisance	Location saisonnière
3	♥ Cric cric	Grue	Activité portuaire
4	♥ Bouloubouloubou	Péniche	Manœuvre
5	♥ Gniiiiiiiiiiiiin	Franky Zapata	Yolo
6	♥ Cric cric (alt. take)	Grue	Activité portuaire (bonus track)

JE DIFFUSE CETTE PLAYLIST DANS LEUR AQUARIUM. DURANT LES PLAGES DE SILENCE, ILS N'ENTENDENT PLUS QUE LE BRUIT AMBIANT\*. JE REPRODUIS AINSI LE RYTHME DES DIFFÉRENTS SONS D'UNE JOURNÉE OÙ SE SUCCÈDENT NUISANCES SONORES ET TEMPS D'ARRÊT DE CES NUISANCES.

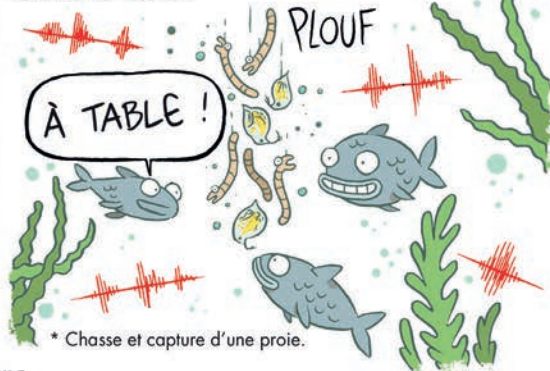


\* Bulleur, pompe, circulation de l'eau...

L'AUTRE MOITIÉ DES POISSONS N'ENTEND QUE CE BRUIT AMBIANT. CEPENDANT, JE PLACE TOUT DE MÊME UN HAUT-PARLEUR DANS LEUR AQUARIUM AU CAS OÙ SON CHAMP MAGNÉTIQUE AURAIT UN IMPACT SUR LEUR COMPORTEMENT.

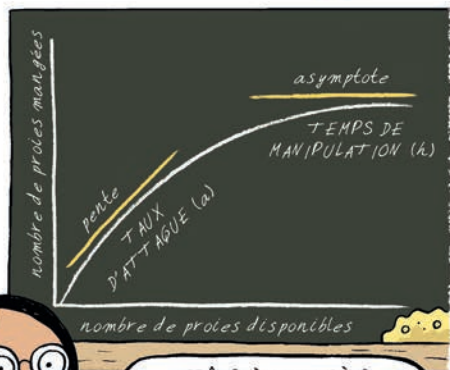


PUIS CES DEUX POPULATIONS SONT SOUMISES AU MÊME TEST DE PRÉDATION\* PENDANT UN TEMPS DÉTERMINÉ ET TOUJOURS IDENTIQUE. J'OBSERVE LEUR COMPORTEMENT ALIMENTAIRE LORSQU'ELLES SONT EXPOSÉES AUX BRUITS ET JE CALCULE LEUR TAUX D'ATTAQUE  $a$  (LE NOMBRE DE PROIES RENCONTRÉES PENDANT CE TEMPS)...



\* Chasse et capture d'une proie.

... ET LEUR TEMPS DE MANIPULATION  $h$  (TEMPS DE LA CAPTURE ET DE L'INGESTION DES PROIES).



GRÂCE À UN MODÈLE MATHÉMATIQUE, CES DONNÉES ME PERMETTENT DE TRACER UNE COURBE QUI REPRÉSENTE LES DEUX PARAMÈTRES,  $a$  ET  $h$ .

POUR ALLER PLUS LOIN, LA CHASSE EST FILMÉE. L'ANALYSE DE TOUTES CES VIDÉOS ME PERMET DE VÉRIFIER SI LES POISSONS S'ÉLOIGNENT DU HAUT-PARLEUR. JE PEUX AUSSI CALCULER LA DISTANCE DE NAGE PARCOURUE PAR CHAQUE INDIVIDU.



DANS LES LACS ET LES COURS D'EAU, CERTAINES ESPÈCES NATIVES SONT EN DANGER CAR ELLES CÔTOIENT DES ESPÈCES ARRIVÉES RÉCEMMENT À CAUSE DE L'ACTIVITÉ HUMAINE.

SI C'EST LE CAS, L'ÉCOSYSTÈME TOUT ENTIER RISQUERAIT DE S'EN TROUVER MODIFIÉ.



## 10 DES BACTÉRIES CONTRE LA GRIPPE

**N**ous avons tous entendu parler de la grippe aviaire, cette grippe des oiseaux provoquée par les virus influenza aviaires. Généralement faiblement pathogènes, ces virus sont hébergés dans le tube digestif des oiseaux, notamment des canards, qui les transportent d'un continent à l'autre lors de leurs migrations. Mais il arrive à ces virus de muter et de devenir hautement pathogènes. Ils causent alors des ravages au sein des élevages et de la faune sauvage, et peuvent représenter un risque pour l'homme.

J'étudie les capacités protectrices du microbiote intestinal face à ce type d'infection. Composé d'une multitude de bactéries hébergées dans l'intestin, il façonne et stimule le système immunitaire. Son pouvoir protecteur naturel, particulièrement précieux en cas de maladie, pourrait être mis à mal par les traitements antibiotiques. Fort heureusement, l'utilisation de ces derniers est de plus en plus réglementée, que ce soit pour l'homme ou pour les animaux.

### POUR EN SAVOIR PLUS

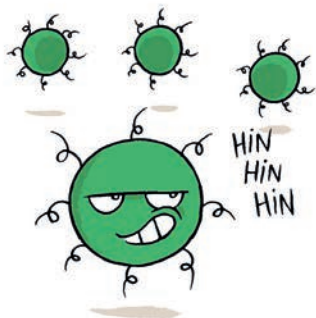


#### TITRE ORIGINAL DE LA THÈSE

Émergence de virus influenza aviaires hautement pathogènes : l'interface hôte, virus et microbiote



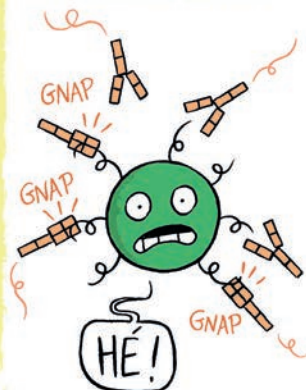
UN VIRUS NE SE REPRODUIT PAS TOUT SEUL. UNE FOIS QU'IL A PÉNÉTRÉ DANS UN ORGANISME, POUR SE MULTIPLIER, IL DOIT FORCER UNE CELLULE À FABRIQUER DES RÉPLIQUES DE LUI-MÊME.



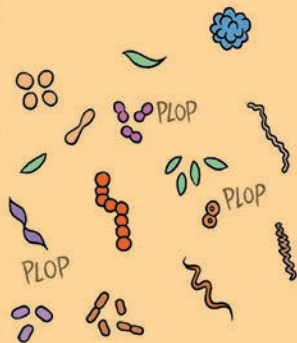
DES PROTÉINES DÉPASSENT DE SON ENVELOPPE. CHACUNE FAIT OFFICE DE « CLEF » PERMETTANT D'OUVRIR UNE « SERRURE » DE LA CELLULE, AFIN D'AVOIR ACCÈS À SON CENTRE DE PRODUCTION ET DE LA DÉTOURNER DE SA TÂCHE.



POUR EMPÊCHER L'INVASION, L'ORGANISME PEUT, PAR EXEMPLE, FABRIQUER DES ANTICORPS QUI VONT NEUTRALISER CES CLEFS.

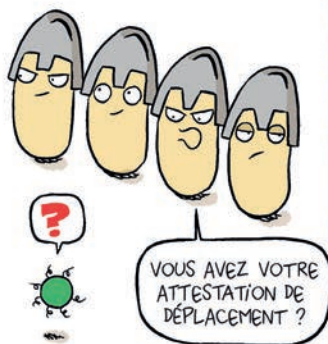


LES BACTÉRIES, ELLES, SONT PLUS GROSSES QUE LES VIRUS ET TRÈS DIVERSES.



POUR SE MULTIPLIER, ELLES SE DIVISENT.

LEUR PRÉSENCE MASSIVE DANS LE CORPS\* PERMET DE CONSTITUER UNE BARRIÈRE PHYSIQUE LIMITANT LES INTRUSIONS.



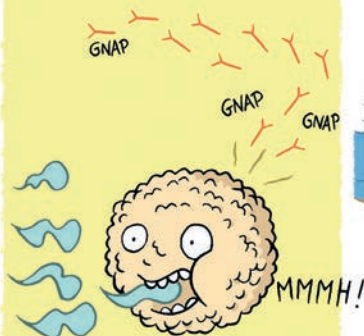
\* Généralement on y dénombre au moins 10 fois plus de bactéries que de cellules.

ELLES ÉMETTENT DES COMPOSÉS CHIMIQUES. S'IL EXISTE DES BACTÉRIES QUI PEUVENT PARFOIS CAUSER DES MALADIES...



... LA PLUPART, AU CONTRAIRE, SONT TRÈS FAVORABLES À L'ORGANISME !

PAR EXEMPLE, CERTAINS DE CES COMPOSÉS STIMULENT LES GLOBULES BLANCS\* ET LES RENDENT PLUS RÉACTIFS.



\* Des acteurs de la réponse immunitaire.

LE CONTACT ENTRE CELLULES DU CORPS ET BACTÉRIES SE RÉVÉLANT TOXIQUE, LE CORPS SÉCRÈTE UN MUCUS TENANT LES BACTÉRIES À BONNE DISTANCE.



CETTE SÉCRÉTION PERMET ÉGALEMENT DE LUTTER CONTRE LES VIRUS, CAR ELLE CONTIENT DES LEURES QU'ILS CONFONDENT AVEC LES SERRURES DE LA CELLULE.



L'ENSEMBLE DES MICRO-ORGANISMES\* COHABITANT AVEC L'ORGANISME EST APPELÉ LE MICROBIOTE. LE PLUS CONNU EST CELUI DE L'INTESTIN, MAIS ON EN TROUVE AUSSI SUR LA PEAU, DANS LE SYSTÈME RESPIRATOIRE, DANS LES ORGANES SEXUELS...



\* Des bactéries, des levures, des champignons et même certains virus.

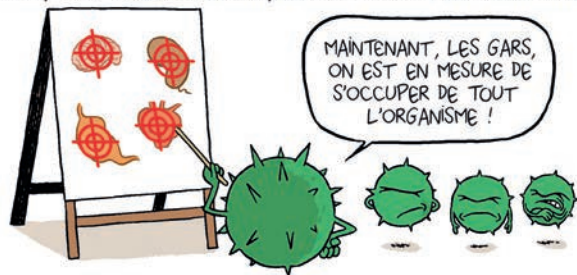
J'ÉTUDE CELUI QUI SE TROUVE DANS L'INTESTIN DU CANARD, HÔTE PRINCIPAL D'UN TYPE DE VIRUS SUR LESQUELS JE TRAVAILLE : LES VIRUS INFLUENZA AVIAIRES\*.



\* Responsables de la grippe touchant les oiseaux, dite « grippe aviaire ».



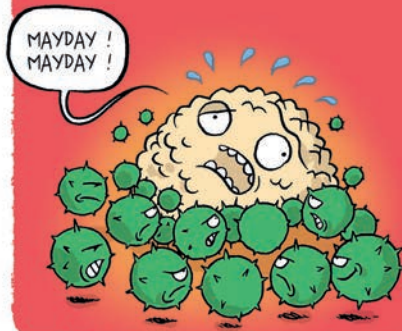
CES VIRUS PROLIFÈRENT DANS LES APPAREILS DIGESTIFS ET RESPIRATOIRES DES OISEAUX PAR CONTACT ENTRE INDIVIDUS OU PAR LE BIAIS DES EXCRÈMENTS, SANS NÉCESSAIREMENT CAUSER DE SYMPTÔMES CHEZ LE CANARD. MAIS, TOUT EN SE MULTIPLIANT, LE VIRUS ACCUMULE LES MUTATIONS...



MAINTENANT, LES GARS, ON EST EN MESURE DE S'OCCUPER DE TOUT L'ORGANISME !

CERTAINES MUTATIONS, HEUREUSEMENT PEU FRÉQUENTES, PEUVENT RENDRE LE VIRUS HAUTEMENT PATHOGÈNE.

EN CAS D'ALTÉRATION DU MICROBIOTE, LA PROLIFÉRATION DES VIRUS EST FACILITÉE, CAR LA RÉPONSE IMMUNITAIRE EST CONSIDÉRABLEMENT DIMINUÉE.



MAYDAY !  
MAYDAY !

QU'IL S'AGISSE DE GRANDS OU DE PETITS ÉLEVAGES, OU MÊME DE LA FAUNE SAUVAGE, LA PROGRESSION DE LA MALADIE PEUT ÊTRE FULGURANTE.



AU FIL DES MUTATIONS, LE VIRUS POURRAIT MÊME DEVENIR CAPABLE D'INFECTER L'HOMME.

JE CHERCHE À AFFINER LA COMPRÉHENSION DE CES MÉCANISMES ET À PROPOSER DES SOLUTIONS, GRÂCE AUX BACTÉRIES NOTAMMENT.

LES ACTIVITÉS HUMAINES (EMPIÈTEMENT SUR LE MONDE SAUVAGE, ÉCHANGES INTERNATIONAUX, ETC.) PEUVENT FAVORISER L'ÉMERGENCE DE MALADIES VIRALES RESTÉES INÉDITES.



LES PANDÉMIES RÉCENTES MONTRENT QUE LES VIRUS ONT SOUVENT UN COUP D'AVANCE.

PROTÉGER SON MICROBIOTE PERMET DE LIMITER UN PEU LA CASSE...

...TOUT EN SE PROTÉGANT ÉGALEMENT DES PETITES MALADIES !

## PRÉSENTATION DES AUTEURS



### 1. Benjamin Robira MÉMORISER POUR MANGER, LE DÉFI DU GORILLE

Enfant, j'étais passionné par les documentaires sur le monde sauvage et je rêvais de les vivre sur le terrain. Ces reportages que j'ai tant regardés ont éveillé en moi l'envie de découvrir et de comprendre le vivant, ce qui a été déterminant dans le choix de mes études. Mon doctorat s'inscrit ainsi comme une première étape dans la réalisation de mon rêve d'enfance.

**Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive (CEFE), CNRS,  
université de Montpellier**



### 2. Valérie Marchal-Gaillard PASSE D'ABORD TON BAC... À COMPOST !

Passionnée par les primates, j'ai suivi une formation en éthologie et en anthropologie, durant laquelle j'ai mené une étude sur les conflits entre faune sauvage et agriculteurs en Indonésie. Après une dizaine d'années d'expérience en tant que professeure des écoles titulaire en France, j'ai décidé de conjuguer mes intérêts pour l'éducation et l'écologie dans le cadre d'une thèse.

**Centre de recherche sur l'éducation, les apprentissages et la didactique (CREAD), université de Bretagne occidentale, ADEME**



### 3. Driss Laraqui LE MAGNÉSIUM, UNE SOURCE D'ÉNERGIE VERTE ?

Depuis que je suis tout petit, l'ingénierie aérospatiale et automobile me passionne, d'où ma formation d'ingénieur en systèmes propulsifs. J'ai eu ensuite l'opportunité, au cours d'un doctorat, de mener mes recherches en motorisations du futur au sein d'un grand groupe automobile français. J'ai ainsi pu apprendre à gérer un projet de recherche pluridisciplinaire dans un cadre industriel innovant.

**Laboratoire de gestion des risques et environnement (LGRE),  
université de Haute-Alsace**



#### 4. Blandine Chazarin **ALLER SUR MARS ? JAMAIS SANS MON OURS !**

Passionnée par la nature, j'ai entrepris des études de biologie, qui m'ont conduite à travailler sur la protéomique. Ce domaine de la chimie analytique permet de mieux comprendre le fonctionnement des organismes vivants. Dans ma thèse, je tente de pénétrer le secret des ours hibernants pour lutter contre l'atrophie musculaire.

**Laboratoire de spectrométrie de masse bio-organique (LSMBO),  
Institut pluridisciplinaire Hubert-Curien (IPHC), université de Strasbourg,  
CNRS, CNES**



#### 5. Océane Barraud **MERCURE : SUR LES TRACES DES VOLCANS**

Fascinée par la puissance des volcans et l'immensité de l'Univers, j'ai étudié les sciences de la Terre, spécialité volcanologie, puis la planétologie et l'exploration spatiale. Mon sujet de thèse me permet de combiner mon attrait pour le magma et mon goût pour l'astrophysique !

**Laboratoire d'études spatiales et d'instrumentation en astrophysique  
(LESIA), Observatoire de Paris, université PSL**



#### 6. Oriane Della-Negra **À L'ATTAQUE DE LA CHLORDÉCONE**

Attirée vers les sciences, j'ai tout d'abord reçu une formation d'ingénieur chimiste, puis suivi les cours d'un master spécialisé dans les domaines de l'eau, l'environnement et l'océanographie. De nature curieuse, je me suis tournée vers la recherche sur le thème pluridisciplinaire et passionnant de la chlordécone. Ses enjeux, à la fois scientifiques et sociétaux, donnent du sens à mes travaux.

**UMR génomique métabolique 8030, Génoscope, Institut François-Jacob,  
CEA, CNRS, université d'Évry, université Paris-Saclay**



## 7. Camille Delattre LA POULARDE ET LE PHILOSOPHE

Encouragée par mes grands-parents, qui n'ont pas eu la chance d'aller à l'école, j'ai toujours aimé étudier, qu'il importe la matière. C'est peut-être mon goût pour la lecture qui m'a conduite sur les bancs de l'université, en philosophie et en lettres modernes. Dans mon travail de thèse et dans l'enseignement des lettres, je m'efforce de toujours porter un regard critique sur le monde.

**Littératures, imaginaire, sociétés (LIS), université de Lorraine**



## 8. Émilie Gouriveau LES POLLENS, TÉMOINS DU TEMPS QUI PASSE

Ayant voulu associer biologie, botanique et archéologie, je me suis spécialisée dans l'étude des pollens, un monde fantastique ! Je vois l'étude de la végétation passée comme un pas vers la compréhension de la relation entre l'homme et la nature, et comme un engagement dans la protection de nos paysages.

**Laboratoire chrono-environnement, CNRS,  
université de Bourgogne Franche-Comté**



## 9. Émilie Rojas LES POISSONS À L'ÉPREUVE DU BRUIT

Depuis mon enfance, je me pose quantité de questions à propos du vivant : pourquoi les papillons ont-ils des couleurs vives ? Les poissons entendent-ils les sons ? Comment les humains impactent-ils les écosystèmes ? D'où mon envie d'être chercheuse. J'ai choisi l'écologie, dont l'importance va croissant et qui correspond à mes centres d'intérêt.

**Équipe de neuro-éthologie sensorielle (ENES),  
université Jean-Monnet**



## 10. Pierre Bessière DES BACTÉRIES CONTRE LA GRIPPE

Passionné par les oiseaux, je me suis tourné vers le métier de vétérinaire. Une fois diplômé, j'ai pris conscience de mon désir d'aller plus loin : je voulais non seulement pouvoir soigner les maladies, mais aussi mieux comprendre les mécanismes qui se cachent derrière elles. J'ai donc mis de côté mon stéthoscope pour regarder dans le microscope et étudier ces créatures mystérieuses que sont les virus.

**Unité mixte de recherche Interactions hôtes-agents pathogènes,  
INRA-École nationale vétérinaire de Toulouse**

## ET POUR EN SAVOIR PLUS

### En rose, les titres jeunesse

#### 1. MÉMORISER POUR MANGER, LE DÉFI DU GORILLE

Vincent Albouy, *L'Art d'être parent chez les animaux*, Quae, 2019

Raphaël Billé, Philippe Cury, Michel Loreau et Virginie Maris,

*Biodiversité : vers une sixième extinction de masse*, La ville brûle, 2014

Michel Gauthier-Clerc, *La Belle Histoire de la vie*, De Boeck, 2019

Sébastien Meys et Florence Perroux, *Gorilles : portraits intimes*, Le Pommier, 2012

Fleur Daugey et Chiara Dattola, *Les P'tits Singes*, Éditions du Ricochet, 2018

#### 2. PASSE D'ABORD TON BAC... À COMPOST !

Isabelle Bellin et Christian Duquennoy, *Déchets : changez-vous les idées !*, Quae, 2018

Delphine Grinberg, *Terriens malins*, Le Pommier, 2013

Patricia Laporte-Müller et Sophie Fromager, *Comment sauver la planète ?*,

Gulf stream éditeur, 2019

#### 3. LE MAGNÉSIUM, UNE SOURCE D'ÉNERGIE VERTE ?

Minh-Thu Dinh-Audouin, Danièle Olivier et Paul Rigny (dir.),

*Chimie et enjeux énergétiques*, EDP Sciences, 2013

Michel Jébrak, *Quels métaux pour demain ?*, Dunod, 2015

Mathieu Grousseau, *Mais d'où vient l'énergie ?*, Gulf stream éditeur, 2018

#### 4. ALLER SUR MARS ? JAMAIS SANS MON OURS !

Patrick Baud et Pierre Kerner, *Nature secrète*, Dunod, 2019

Jean-Philippe Camborde, *Biomimétisme*, Quae, 2018

Sophie Fromager, *Comment mon corps fonctionne-t-il ?*, Gulf stream éditeur, 2018

#### 5. MERCURE : SUR LES TRACES DES VOLCANS

Jean-François Clervoy et Frank Lehot, *Histoire de la conquête spatiale*, De Boeck, 2019

Thérèse Encrenaz, James Lequeux et Fabienne Casoli,

*Les Planètes et la Vie*, EDP Sciences, 2019

Michel Francesconi, *Planètes en vue*, Éditions du Ricochet, 2014

## 6. À L'ATTAQUE DE LA CHLORDÉCONE

Frédéric Denhez, *Le Sol*, Flammarion, 2018

Malcom Ferdinand, *Une écologie décoloniale*, Le Seuil, 2019

Marine Jobert et François Veillerette, *Perturbateurs endocriniens*, Buchet/Chastel, 2015

Rémy Slama, *Le Mal du dehors*, Quae, 2017

Jean Weissenbach, *Dépolluer la planète*, CNRS Éditions, 2019

## 7. LA POULARDE ET LE PHILOSOPHE

Aurélien Barrau et Louis Schweitzer,

*L'animal est-il un homme comme les autres ?*, Dunod, 2018

Dominique Lestel, *Les Origines animales de la culture*, Flammarion, 2009

Baptiste Morizot, *Manières d'être vivant*, Actes Sud, 2020

Fleur Daugey, *Pas bêtes les bêtes !*, Éditions du Ricochet, 2015

## 8. LES POLLENS, TÉMOINS DU TEMPS QUI PASSE

Francis Martin, *Sous la forêt*, humenSciences, 2019

Raphaël Mathevet et François Bousquet, *Résilience & environnement*, Buchet/Chastel, 2014

Fabian Grégoire, *Les Verriers de Noël, L'école des loisirs*, 2012

## 9. LES POISSONS À L'ÉPREUVE DU BRUIT

Laurent Chauvaud, Sylvain Chauvaud et Aurélie Jolivet,

*Impacts des sons anthropiques sur la faune marine*, Quae, 2018

Bernie Krause, *Chansons animales & cacophonie humaine*, Actes Sud, 2016

Jean-Claude Lefeuvre, *Les Invasions biologiques*, Buchet/Chastel, 2013

Janet Mann (dir.), *Intelligences des profondeurs*, Belin, 2019

## 10. DES BACTÉRIES CONTRE LA GRIPPE

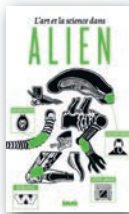
Jean-Philippe Braly, Yazdan Yazdanpanah, *Les Maladies émergentes*, Quae, 2016

Astrid Vabret, *Hommes et virus, une relation durable ?*, Le Pommier, 2008

Emmanuelle Houssais, *Mon petit monde*, Éditions du Ricochet, 2019

## ... SANS OUBLIER L'ACTUALITÉ DU LIVRE DE SCIENCE

### GRAND PUBLIC



Frédéric Landragin,  
Roland Lehoucq,  
Christopher Robinson  
et Jean-Sébastien Steyer,  
*L'Art et la Science dans ALIEN*,  
La ville brûle



Christian de Perthuis,  
*Le Tic-tac de l'horloge  
climatique*,  
De Boeck



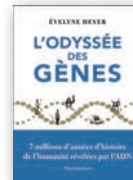
Rachid Guerraoui  
et Lê Nguyễn Hoang,  
*Turing à la plage*,  
Dunod



Geneviève Michon,  
Stéphanie Carrière  
et Bernard Moizo (dir.),  
*Habiter la forêt tropicale  
au XXI<sup>e</sup> siècle*,  
IRD Éditions



Denis Lairon,  
*Manger sain  
et durable :*  
*de notre assiette  
à la planète*,  
Quae



Évelyne Heyer,  
*L'Odysée des gènes*,  
Flammarion

---

## GRAND PUBLIC

---



Hervé Le Guyader,  
*Biodiversité : le pari  
de l'espoir*,  
Le Pommier



Sylvain Chaty,  
*La Colonisation de  
l'espace à l'œil nu*,  
CNRS Éditions



Jean-Marc Lévy-Leblond,  
*Le tube  
à essais*,  
Le Seuil



Pascal Griset,  
Jean-Pierre Williot  
et Yves Bouvier, *Face aux  
risques : une histoire... de  
la sûreté alimentaire à la  
santé environnementale*,  
Le Cherche midi



Frédéric Bordage,  
*Sobriété numérique :  
les clés pour agir*,  
Buchet/Chastel



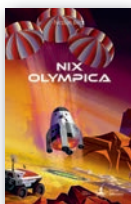
François-Marie Bréon,  
*Réchauffement climatique*,  
humenSciences



---

## JEUNESSE

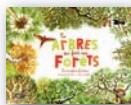
---



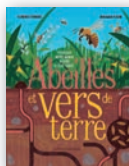
Nicolas Beck,  
*Nix Olympica*,  
Lucca éditions



Fleur Daugey,  
Bernard Duisit  
et Tom Vaillant (ill.),  
*Pop-up volcans*,  
La Martinière Jeunesse



Emmanuelle Grundmann,  
*Ces arbres qui  
font nos forêts*,  
Éditions du Ricochet



Florence Thinar,  
*Abeilles et vers de terre*,  
Gallimard Jeunesse



Camilla de La Bedoyere,  
*Mon grand livre  
sur la nature*,  
Flammarion Jeunesse



Isabelle Cabrit,  
*Les Enquêtes potagères de  
Loulou - La Grande Affaire  
des noisettes*,  
Gulf Stream éditeur

[www.sciencespourtous.org](http://www.sciencespourtous.org)

Vous voulez suivre l'actualité scientifique, effectuer des recherches thématiques, initier vos enfants aux sciences ou vous divertir ? Que vous soyez parent, enfant, passionné, libraire, documentaliste, bibliothécaire, averti ou débutant, **www.sciencespourtous.org** est fait pour vous :

- avec 2 000 titres en mathématiques, physique, chimie, sciences de la vie, de la Terre et de l'Univers, écologie, histoire des sciences..., il vous invite à la découverte de tous les domaines des sciences fondamentales ;

- beaux livres, essais, albums, fictions, etc. : il s'agit de la sélection des meilleurs ouvrages pour la jeunesse et pour les adultes, réalisée chaque mois par les éditeurs du Syndicat national de l'édition.

## REMERCIEMENTS

Que soient ici remerciés les institutions universitaires qui ont accompagné les 10 doctorants dans leur travail de mise en récit et en images de leur thèse, les laboratoires de recherche dans lesquels ils réalisent leurs thèses, ainsi que les équipes du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, du ministère de la Culture, de la Conférence des présidents d'université, de l'association Art + Université + Culture et du groupe Sciences pour tous du SNE. Tous se sont grandement investis pour que ce livre voie le jour.

Nous remercions également la Casden pour son soutien à la diffusion de ce livre.

Nous adressons un remerciement tout spécial aux équipes de l'université de Lorraine, notamment Nicolas Beck et Étienne Haouy, qui ont apporté un fort soutien au lancement de cette collection en 2019 grâce au partage de leur expérience acquise lors de la réalisation de l'ouvrage *11 Thèses en BD* (peb & fox, le potager moderne, 2016, 2017 et 2018).

Nous tenons aussi à remercier le collectif Stimuli et l'association Ombelliscience de leurs apports à cette édition.

### Par ordre alphabétique :

Association Art + Université + Culture » : **Marie-Aude Lefeuve et Françoise Mittelette**

Casden : **Sylvie Garcelon et Claude Jechoux**

Conférence des présidents d'université (CPU) : **Johanne Ferry-Dély et Marine Lopes**

Ministère de la Culture : **Astrid Brandt-Grau, Thierry Claerr et Sonia Zillhardt**

Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation :

**Laureline Allègre, Élodie Cheyrou, Nicolas Ngo et Damien Rousset**

SNE : **Christian Counillon et Delphine Katrantzis**

**Et pour chaque doctorant, par ordre de citation :**

**Benjamin Robira** encadré par Thierry Brassac et Marc Bouvi : [université de Montpellier](#)  
**Valérie Marchal-Gaillard** encadrée par Jaafar Slimi et Enora Leproust : [université de Bretagne occidentale](#)  
**Driss Laraqui** encadré par Catherine Muller et Isabelle Lefevre : [université de Haute-Alsace](#)  
**Blandine Chazarin** encadrée par Vanessa Flament : [université de Strasbourg](#)  
**Océane Barraud** encadrée par Alain Doressoundiram : [université PSL](#)  
**Oriane Della-Negra** encadrée par Carole Troussier : [université d'Évry](#), [université Paris-Saclay](#)  
**Camille Delattre** encadrée par Étienne Haouy : [université de Lorraine](#)  
**Émilie Gouriveau** encadrée par Jérémy Querenet : [université de Bourgogne Franche-Comté](#)  
**Émilie Rojas** encadrée par Élodie Ravel-Chassagneux : [université Jean-Monnet](#)  
**Pierre Bessière** encadré par Virginie Fernandez : [INRA-École nationale vétérinaire de Toulouse](#)

Et tout particulièrement [l'équipe éditoriale](#) : Catherine Cornu à la rédaction et à l'édition, Guillaume Prieur à la direction artistique, peb & fox à la scénarisation, au dessin et à la mise en couleurs des bandes dessinées.

**Crédits photographiques**

Préface

Frédérique Vidal © MESRI/XR Pictures

Franck Riester © Patrice Soudin

Imprimé en France par l'imprimerie Chirat

Dépôt légal : octobre 2020 – N° à [venir](#)