

SCIENCES EN BULLES

HÉLOÏSE
CHOCHOIS



Réveil climatique

L'heure de l'action a sonné !

Sciences
pour tous



fête de la
Science

SCIENCES EN BULLES

Réveil *climatique*

L'heure de l'action a sonné !

Sciences
pour tous

 GOUVERNEMENT
Liberté
Égalité
Fraternité

fête de la
Science



HÉLOÏSE CHOCHOIS

J'ai suivi des études d'Arts appliqués à l'école Estienne, puis je me suis spécialisée dans la bande dessinée et la vulgarisation scientifique parce que je trouve que les deux sont, il faut l'avouer, sacrément chouettes.
<https://heloisechochois.tumblr.com/>

Scénario, dessin et mise en couleurs

des BD : Héloïse Chochois

Direction artistique : offgraphisme.paris

Rédaction et édition : Nathalie Brousse

Relecture : Laurence Godec

© 2022, groupe Sciences pour tous,

Syndicat national de l'édition

ISBN : 978-2-909677-19-4

PRÉFACE

En trente-et-un ans, la **Fête de la science** n'a pas pris une ride : partage des savoirs, convivialité et créativité continuent d'animer les milliers d'événements organisés partout en France chaque automne. Notre planète, elle, a en revanche gagné quelques cheveux blancs. Le dernier rapport du GIEC (le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) est formel : le changement climatique mais aussi l'effondrement de la biodiversité et le déséquilibre des écosystèmes sont bel et bien le fait des activités humaines. Face à l'urgence, une transformation déterminée est nécessaire, à la fois de notre façon de nous déplacer et de nous alimenter, mais aussi de nous loger et de produire. Pour cela, notre société doit comprendre les différents enjeux, inventer des solutions, adopter les bons comportements et croire en la capacité des sciences à relever les défis environnementaux, économiques, sociétaux qui nous attendent. C'est pour toutes ces raisons que cette 31^e édition de la Fête de la science nous invite à un réveil climatique.

Pour relever ce défi, il est nécessaire de renouveler les conditions du dialogue entre sciences, recherche et société, en permettant aux citoyens de s'appropriier les résultats de la recherche. Il faut à la fois montrer comment se fabriquent les savoirs et offrir des espaces d'échange entre les chercheurs et les citoyens. La **Fête de la science** représente une belle opportunité de nourrir ce dialogue entre sciences et société, entre chercheurs et citoyens, et de répondre aux fausses informations par la méthode scientifique et le sens critique.

Parce que cet avenir est aujourd'hui entre les mains de la jeunesse qui se forme à la recherche dans nos universités, nos organismes de recherche, nos entreprises, nous avons confié à des doctorants, ces fabricants et ambassadeurs des savoirs, le soin de raconter leur thèse en quelques « bulles de sciences ».

Fruit d'une étroite collaboration entre onze doctorants et la bédéiste Héloïse Chochois, ce livre aborde des thèmes aussi divers que la destruction des forêts, le jeu vidéo au service de la reconstruction, l'adaptation des territoires ou encore la construction d'une justice climatique par le débat citoyen. Cette diversité thématique nous rappelle la présence quotidienne des sciences dans nos vies, en lien avec nos préoccupations de tous les jours, nos décisions collectives, nos attentes et nos espoirs. L'initiative « Sciences en bulles » découle d'un dialogue fécond entre arts et sciences, et réaffirme l'importance de la créativité, de l'humour et de la culture scientifique pour faire vivre le dialogue entre science et société.

Nous espérons que vous serez nombreux non seulement à parcourir ce nouvel opus, mais également à le voir comme une invitation à regarder l'avenir avec espoir, avec confiance, parce que nos connaissances, nos découvertes, notre imagination et nos prises de décision peuvent rendre possible un futur plus respectueux de la planète.

Bonne Fête de la science à tous !



Sylvie Retailleau,
ministre de l'Enseignement supérieur
et de la Recherche



Rima Abdul-Malak,
ministre de la Culture

La Fête de la science : toutes les sciences, partout, pour tous

Organisée par le ministère chargé de l'Enseignement supérieur et de la Recherche depuis 1991, la **Fête de la science**, ce sont dix jours de manifestations gratuites en France métropolitaine, en outre-mer et à l'international.

Chaque automne depuis plus de trente ans, des milliers de scientifiques et de médiateurs partagent avec les citoyens les résultats de la recherche et la façon dont elle s'élabore, afin de mettre en débat les enjeux sociétaux des sciences et des innovations technologiques.

Des milliers d'événements gratuits vous attendent : visites de laboratoires pour découvrir les coulisses de la recherche, cafés des sciences pour apprendre autour d'un verre, spectacles vivants pour une expérience entre art et science, expérimentations dans un fab lab pour toucher la science des doigts ; ou encore promenade dans les nombreux villages des sciences, véritables lieux de rencontre au cœur des villes. Il y en a pour tous les goûts, et forcément près de chez vous !

Retrouvez le programme en ligne sur 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 essaient 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 s'attache également à développer le site **www.sciencespourtous.org**, dont le catalogue présente une sélection d'ouvrages de pas moins de 2 000 titres pour la jeunesse et les adultes ! Il 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 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 700 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

Les rapports du GIEC* sont formels : du fait des activités humaines, la planète se réchauffe à une vitesse sans précédent.

Le temps de l'action est venu. Il s'agit d'une part d'atténuer le changement climatique et d'autre part de nous y adapter !

Cet effort exige une approche de recherche fortement interdisciplinaire, alliant les expertises de climatologues, architectes, hydrologues, ingénieurs du bâtiment, historiens, économistes, philosophes...

Dans les pages qui suivent, onze doctorants et doctorantes, engagés dans cet objectif commun, nous ouvrent les portes de leur laboratoire.

Ils nous font découvrir les joies et les difficultés de la recherche scientifique... et susciteront peut-être les vocations de demain ?



1. LE PETIT PEUPLE DES CANOPÉES FACE À LA DÉGRADATION DES FORÊTS

Élodie Le Souchu

Discipline : BIOLOGIE

➔ p.11



2. LES ABEILLES SAUVAGES SOUS HAUTE SURVEILLANCE

Clémentine Leroy

Discipline : SCIENCES AGRONOMIQUES

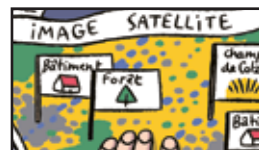
➔ p.15

3. SURVEILLER NOTRE PLANÈTE GRÂCE À L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Valentine Bellet

Disciplines : INFORMATIQUE/MATHÉMATIQUES

➔ p.19



4. CE QUE NOUS RACONTENT LES CAROTTES DANS LES TOURBIÈRES TROPICALES

Mélanie Guardiola

Discipline : PALÉOCLIMAT

➔ p.23

5. JE JOUE, DONC JE PENSE ? LE JEU VIDÉO POUR EXPÉRIMENTER CATASTROPHES ET RECONSTRUCTION

Kim Lefebvre

Discipline : LITTÉRATURE GÉNÉRALE ET COMPARÉE

➔ p.27





6. PENSER L'ADAPTATION DES TERRITOIRES AU RISQUE D'INONDATION

Antoine Blanc et Mohammed Kharbouche

Disciplines : HYDRO-CLIMATOLOGIE/SCIENCES ÉCONOMIQUES

➔ p.31

7. GÉRER LES DÉCHETS APRÈS UNE CATASTROPHE

Gaïa Marchesini

Discipline : URBANISME

➔ p.35



8. DU SEL POUR STOCKER L'ÉNERGIE DE DEMAIN ?

Camille Zoude

Discipline : SCIENCE DES MATÉRIAUX

➔ p.39

9. BRÛLONS MIEUX, BRÛLONS FROID !

Thomas Panaget

Discipline : CHIMIE

➔ p.43



10. CONSTRUIRE LA JUSTICE CLIMATIQUE PAR LE DÉBAT CITOYEN : UNE UTOPIE ?

Zélie Wutrich

Disciplines : PHILOSOPHIE/POLITIQUE

➔ p.47

Présentation des autrices et des auteurs.....	p. 51
Et pour en savoir plus.....	p. 54
... sans oublier l'actualité du livre de science.....	p. 56

1 LE PETIT PEUPLE DES CANOPÉES FACE À LA DÉGRADATION DES FORÊTS

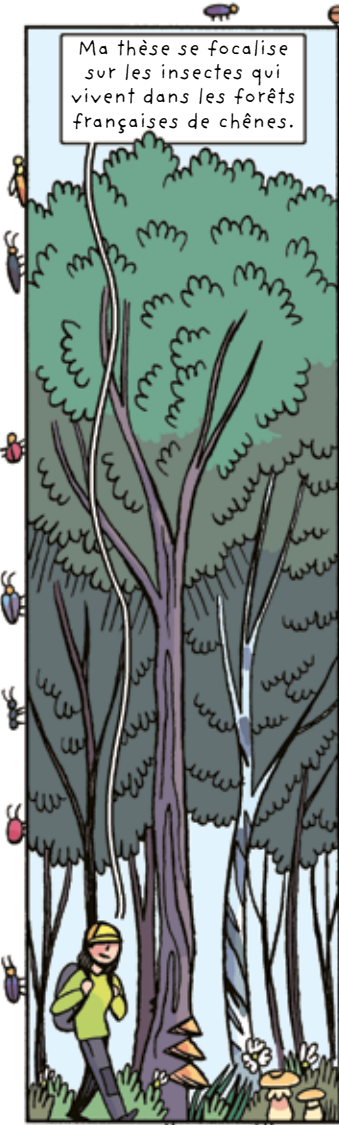
Inutiles, les insectes ? Loin de là ! Dans les forêts, ces petites bêtes participent par exemple au cycle des nutriments (des échanges de matière nécessaires à la vie) et elles facilitent la décomposition du bois mort, qui sert d'habitat et de nourriture à une grande diversité d'organismes.

Malheureusement, les populations d'insectes diminuent, et certaines espèces sont en train de disparaître, car leurs habitats sont perturbés par le changement climatique. Dans les forêts européennes, notamment, de plus en plus d'arbres dépérissent : ils perdent leurs feuilles, et des branches meurent.


Mon travail consiste à étudier les communautés d'insectes qui vivent sur les chênes et à comprendre comment celles-ci se transforment lorsque les arbres dépérissent. Objectif : mieux les connaître pour mieux les protéger !

POUR ALLER PLUS LOIN







Ma thèse se focalise sur les insectes qui vivent dans les forêts françaises de chênes.




Je m'intéresse plus particulièrement à la partie de l'arbre que l'on appelle la canopée.



C'est la partie la plus élevée. Tout là-haut!




Là où le feuillage est directement exposé aux rayons du soleil.




C'est un lieu intéressant à observer, car des insectes le fréquentent pour se nourrir, rencontrer des partenaires et se reproduire.



INSECTES



Lorsque le chêne dépérit et que la canopée se dégrade, les communautés d'insectes qui y vivent sont directement touchées par la modification de leur habitat et des ressources disponibles.



Par des effets en cascade sur les écosystèmes, ces perturbations peuvent aboutir à la dégradation des conditions de vie de nombreuses espèces, et pas seulement des insectes...

Pour mon étude, je m'appuie sur une récolte d'insectes réalisée de mai à septembre 2019 dans des parcelles où les chênes sont plus ou moins affaiblis. Nous avons capturé les insectes à l'aide d'un arsenal varié afin d'effectuer un inventaire aussi exhaustif que possible des espèces présentes.

Piège à phéromones

10 à 15 mètres

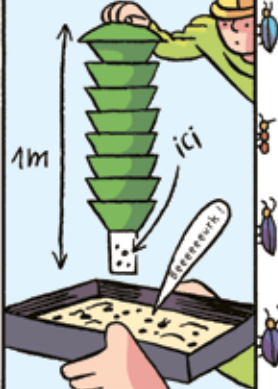
Lance-pierre géant (le « Big Shot »).

Corde lestée servant à monter un piège.

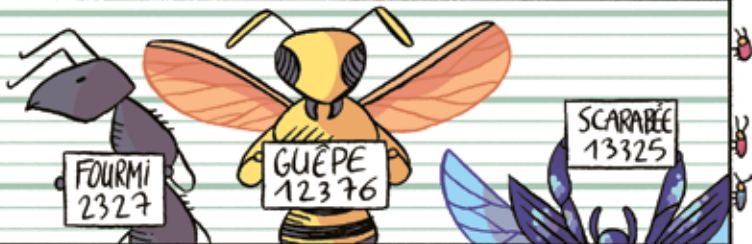
Piège à entonnoir

Piège à interception

Puis, une fois par mois, nous avons récupéré les insectes piégés.



Après la récolte vient une phase d'identification. Il s'agit d'un travail collaboratif : il est impossible pour une personne de connaître toutes les espèces d'insectes!



Pour ma part, j'ai identifié des guêpes et des coléoptères avec une loupe binoculaire.



Une fois les retours des différents spécialistes reçus, j'analyse les données.



Toutes les espèces de la canopée sont-elles impactées de la même manière par le dépérissement des arbres?

Observe-t-on plus de diversité?

Ou un effondrement des populations?



En 2019, plus de 1500 espèces différentes d'insectes de la canopée ont été identifiées, dont certaines rares, voire nouvelles, en France!

on est un peu terrés, mais ça va.

Une espèce encore non décrite par la science a également été capturée.

Nulla part?

Nope

ENCYCLOPÉDIE

Mes premiers résultats montrent que la présence des insectes sur une parcelle forestière dépend de sa santé.

Par exemple, les hyménoptères qui mangent le pollen et le nectar des plantes sont plus nombreux quand les arbres dépérissent, car la canopée laisse alors passer davantage de lumière jusqu'au sol : les plantes y prospèrent.

Dans un second temps, j'examine les changements dans la composition des communautés suivant la santé de la parcelle.

parcelle saine

parcelle dépérissante

Nous sommes aujourd'hui au début de l'étude! À terme, nous espérons mieux anticiper les bouleversements inhérents au changement climatique et proposer aux décideurs des stratégies de conservation de notre patrimoine naturel.

2 LES ABEILLES SAUVAGES SOUS HAUTE SURVEILLANCE

Vous connaissez tous l'abeille domestique qui vit en colonie dans une ruche et fabrique du miel, mais il existe des centaines d'autres espèces d'abeilles. Et elles sont tout aussi utiles ! En butinant de fleur en fleur, les abeilles pollinisent de nombreuses plantes sauvages et plantes de culture.

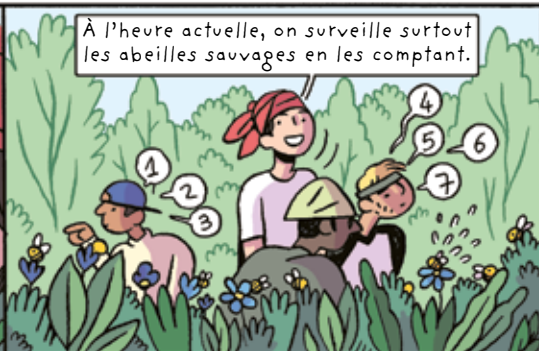
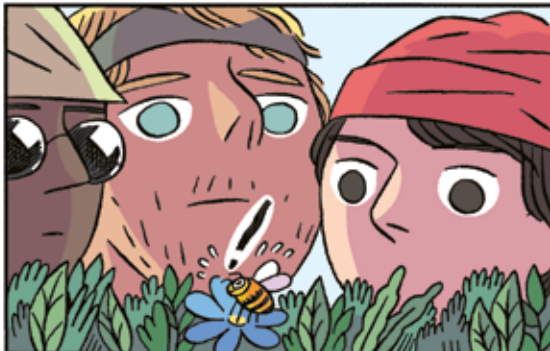
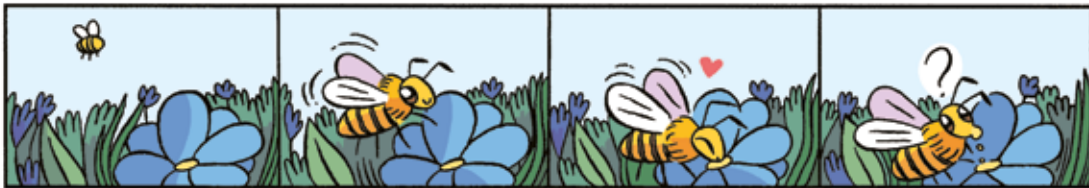
Sans insectes pollinisateurs, pas de reproduction des plantes, donc ni fruits ni légumes !

Or, selon l'UICN (Union internationale pour la conservation de la nature), près d'une espèce d'abeilles sauvages sur dix est aujourd'hui menacée d'extinction en Europe. En cause : la modification des paysages par les activités humaines, tout comme l'utilisation de pesticides ainsi que les changements climatiques.

Il est urgent d'œuvrer pour rétablir la santé des communautés d'abeilles sauvages. Telle est la mission que j'ai acceptée...

POUR ALLER PLUS LOIN





On estime ainsi la diversité et la distribution des espèces. Cependant, les informations obtenues sont incomplètes, car la simple présence d'une abeille ne dit rien de sa santé réelle.

Face à l'urgence de protéger les populations d'abeilles, il est crucial de s'informer de façon plus précoce sur leur santé.

Tout part d'un constat simple : pour survivre, les abeilles consomment du pollen et du nectar qui sont fournis par les ressources florales du paysage.



Lorsque ces ressources se raréfient et s'appauvrissent,

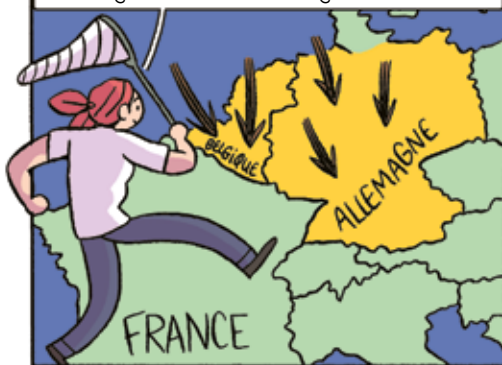


les habitats deviennent défavorables,

la santé des abeilles se dégrade.



Mon filet, ma motivation et moi-même sommes ainsi partis récolter des abeilles dans plusieurs sites en Allemagne et en Belgique avec des collègues européens.



Le but : réaliser des profils de santé complets des abeilles.



Le sucre, par exemple, leur sert de carburant pour le vol...



... tandis que les graisses les aident à survivre pendant les épisodes de disette.



Les sites où nous prélevons les abeilles sont parfois habités... et il faut composer avec!



Afin d'évaluer les ressources disponibles pour les abeilles sur chaque parcelle, nous comptons également :



le nombre de plantes différentes,



leur floraison,



leur abondance,

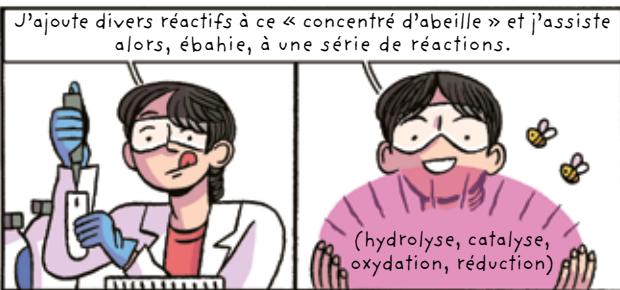


la proximité entre elles.

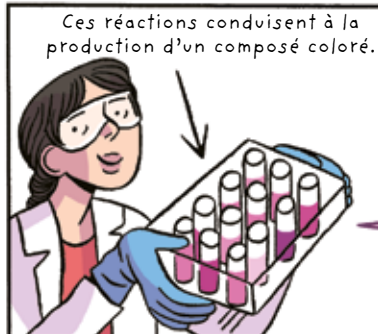


Compter, toujours compter!





(hydrolyse, catalyse, oxydation, réduction)



Un appareil du nom de spectrophotomètre convertit la « quantité de couleur » dans chaque échantillon en une valeur chiffrée.

CONCENTRATION CROISSANTE



3 SURVEILLER NOTRE PLANÈTE GRÂCE À L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Au-dessus de nos têtes, des satellites observent en permanence notre planète. Les données qu'ils récoltent sont de plus en plus nombreuses, et donc de plus en plus complexes à exploiter par des méthodes statistiques traditionnelles. C'est là qu'intervient désormais l'intelligence artificielle (IA) !

Dans mon laboratoire, des algorithmes d'IA ont déjà été mis en place pour cartographier l'occupation des sols à partir des images capturées chaque année par les satellites. Mais des améliorations sont toujours possibles... et c'est l'objectif de mon travail. À la clef : une précision accrue de la carte.

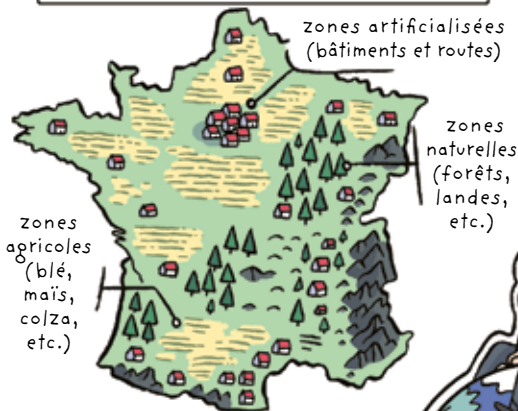
Avec le changement climatique, il est en effet fondamental d'observer nos écosystèmes avec attention pour mieux les comprendre et les préserver !



POUR ALLER PLUS LOIN



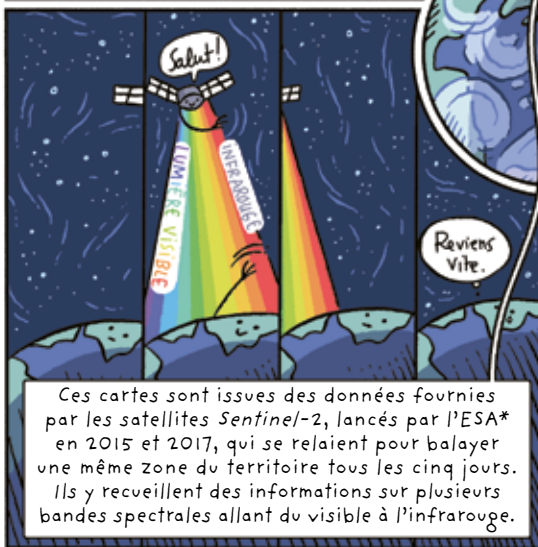
Chaque année, mon laboratoire produit une carte d'occupation du sol à l'échelle de la France métropolitaine sur laquelle on identifie différents milieux :



Ces informations sont cruciales pour de nombreux travaux de recherche et applications. Elles servent par exemple à surveiller l'étalement urbain, à suivre l'évolution des terres agricoles...



Ou encore à l'analyse des effets du changement climatique sur les écosystèmes.



Ces cartes sont issues des données fournies par les satellites Sentinel-2, lancés par l'ESA* en 2015 et 2017, qui se relaient pour balayer une même zone du territoire tous les cinq jours. Ils y recueillent des informations sur plusieurs bandes spectrales allant du visible à l'infrarouge.



À l'échelle de la France, les images produites sur une année entière constituent une base de données très volumineuse : environ 20 téraoctets de données, soit l'équivalent de 4 millions de photos de vacances!

* Agence spatiale européenne

Afin de traiter cette grande quantité de données dans un délai raisonnable, des méthodes automatiques sont mises en place.



C'est là que l'intelligence artificielle entre en jeu!

Vous avez dû entendre parler d'intelligence artificielle dans des films de science-fiction,



mais celle-ci se niche déjà partout dans votre quotidien.



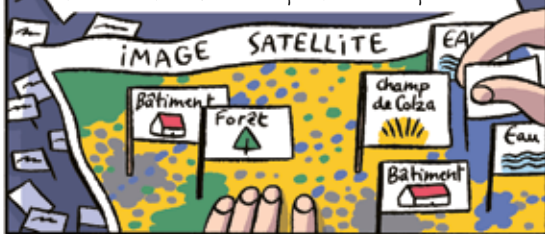
Le concept date des années 1950, et les technologies ont décollé au milieu des années 2010, grâce à l'augmentation de la puissance de calcul des ordinateurs et à la possibilité de stocker massivement des données.



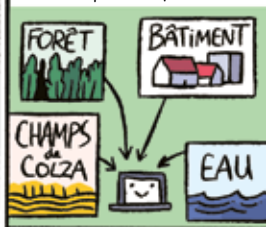
Avec l'apprentissage automatique ou *machine learning*, par exemple, des ordinateurs « apprennent » à résoudre un problème sans que la solution ne leur soit explicitement fournie.



Dans le cas des données fournies par les satellites, on fait appel à des algorithmes de « classification supervisée ». Leur principe : on rassemble tout d'abord des données de référence que l'on « étiquette ».



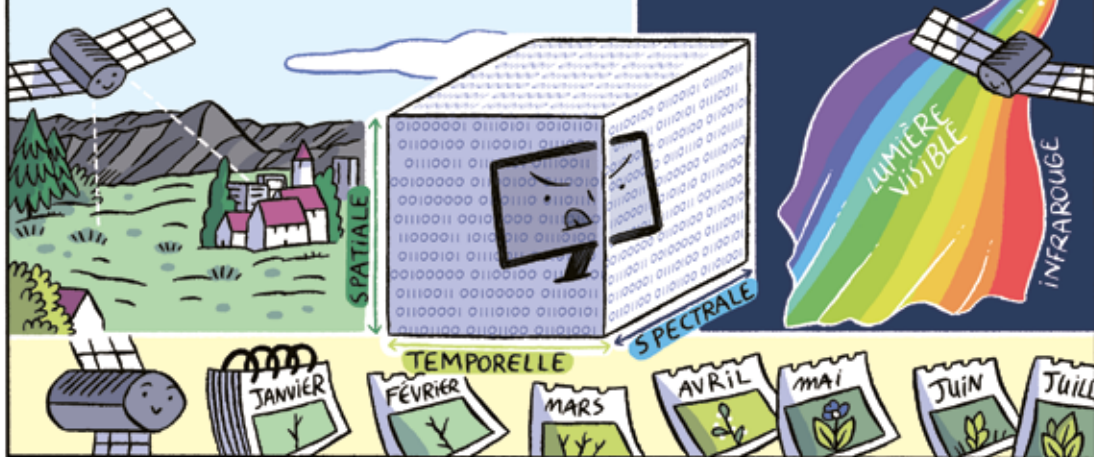
Puis l'algorithme apprend à classer les données en évaluant sa performance sur ce jeu étiqueté.



Une fois cette étape terminée, l'algorithme est prêt à classer seul de nouvelles données, non étiquetées.



Cette classification est complexe, car on ne traite pas de simples photos du sol, mais un « cube » de données avec trois composantes : spectrale, spatiale et temporelle.



L'objectif de ma thèse est de traiter cette énorme masse de données tout en essayant de mieux prendre en compte la structure de leurs trois composantes.



Pour cela, j'ai mis en place un nouveau type d'algorithme.



Il est fondé sur une méthode qui s'appelle « processus gaussiens ».

Entre autres, l'algorithme recherche les pixels qui sont « proches » (temporellement ou spatialement) et fait ressortir ces similarités.

Grâce à cet algorithme, j'ai obtenu des résultats équivalents à ceux déjà existants, ce qui valide la méthode.



À présent, je travaille à l'améliorer pour mieux tirer parti des informations fournies par les satellites, et ainsi affiner l'analyse des paysages de notre territoire.



À suivre...

4 CE QUE NOUS RACONTENT LES CAROTTES DANS LES TOURBIÈRES TROPICALES

Avez-vous déjà entendu parler des « puits de carbone » naturels ? La spécificité de ces écosystèmes est de capter le carbone de l'atmosphère et de le stocker. C'est le cas des tourbières, qui interviennent dans la régulation du climat de notre planète.

Le plus grand ensemble de tourbières du monde se trouve en Afrique équatoriale. La tourbe y renfermerait plus de 30 milliards de tonnes de carbone, soit à peu près la quantité de carbone libérée dans l'atmosphère par l'économie mondiale en trois ans.

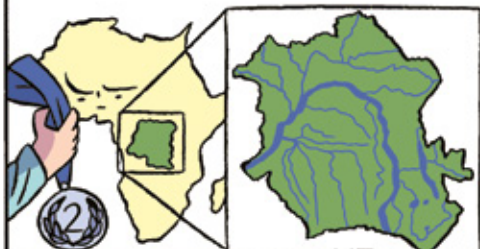
Cependant, ces tourbières sont vulnérables aux changements climatiques, et il est urgent de les protéger avant qu'elles ne soient perturbées et relarguent dans l'atmosphère le carbone qu'elles contiennent.

Je tente donc de retracer l'histoire de ces tourbières au cours des derniers millénaires. Je me penche sur le passé pour mieux appréhender l'avenir !

POUR ALLER PLUS LOIN



La cuvette centrale congolaise est la deuxième plus grande région tropicale humide du monde.



Elle abrite de vastes forêts marécageuses, soumises au régime saisonnier des précipitations.



Avec mon équipe, nous partons en expédition dans cette zone hostile et isolée, où les humains s'aventurent rarement aujourd'hui.



Pourquoi tous ces efforts?



Parce que je suis spécialiste des paléoenvironnements!



Et la première étape de mon travail consiste à récolter des échantillons sur le terrain.



Je m'intéresse en effet à des milieux où les sols, constamment saturés d'eau et pauvres en oxygène, préservent bien la matière organique, riche en carbone :



Les tourbières tropicales!

Notre mission : prélever des « carottes » de tourbe, qui témoignent de l'évolution des tourbières à travers le temps.

Temps présent



- 1500 ans



- 2500 ans



Par le passé, des peuples, à la recherche de nouvelles terres exploitables, y auraient pratiqué l'agriculture ou l'élevage... tout en perturbant cet écosystème particulier.

Ces tourbières se sont formées par décomposition des restes végétaux et animaux qui s'y accumulent depuis des millénaires, couche après couche.

De retour au laboratoire, je cherche donc à identifier des molécules, piégées dans la tourbe, qui sont caractéristiques de la présence humaine.

La première est une famille de lipides, appelés stérols, présents dans les excréments des animaux d'élevage.



Et certains glucides, libérés lors de la combustion des végétaux, révéleront si les humains ont allumé des feux.



Mais ce n'est pas tout! Je m'intéresse aussi aux lipides des cires végétales, appelés n-alcane, qui enregistrent le type de végétation et l'intensité des pluies au moment de la vie de la plante.

JOURNAL DE BORD D'UN N-ALCANE.
AN 2500 AVANT NOTRE ÈRE.
JE ME TROUVE À BORD D'UN RAPHIA GENTILIANA
PLUS COURAMMENT APPELÉ PALMIER RAPHIA. LE TEMPS EST TRÈS HUMIDE.

Je dois bien sûr effectuer ce travail d'identification sur chacune des sections de la carotte.



1 Je récupère d'abord la matière organique de l'échantillon à l'aide d'un extracteur automatisé.



2 Puis j'isole les types de molécules dans différents flacons.



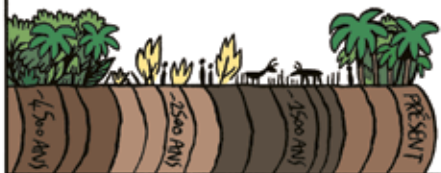
3 Ensuite, il faut quantifier les différentes molécules de chaque flacon. Elles se distinguent par leur temps de trajet dans un appareil dédié*. C'est comme une course!



4 J'obtiens un chromatogramme : chaque pic y repère une molécule différente, et plus le pic est haut, plus celle-ci est abondante.



En croisant les résultats, je sais alors différencier les changements de végétation liés au climat de ceux liés à la présence humaine.



Ma thèse s'inscrit dans le cadre d'une collaboration internationale. Nous œuvrons ensemble pour mieux comprendre l'évolution des tourbières congolaises, et ainsi mieux les protéger.



* Dispositif de chromatographie en phase gazeuse, associé à un spectromètre de masse.

5 JE JOUE, DONC JE PENSE ? LE JEU VIDÉO POUR EXPÉRIMENTER CATASTROPHES ET RECONSTRUCTIONS

Qu'apprend-on en jouant
aux jeux vidéo ?
La coordination, la persévérance,
la coopération... mais pas
seulement !

En mettant en fiction les catastrophes naturelles, technologiques et sociales qui secouent notre monde moderne, les jeux éclairent de nombreux aspects des événements actuels et nous préparent aux défis que l'humanité devra bientôt relever.

Que disent-ils de notre monde et de ses crises ? Quelles angoisses et quels espoirs représentent-ils ? Quelles solutions et quelles alternatives proposent-ils ? Que nous enseignent-ils sur les bienfaits et les dérives de nos modes de vie ?

Je me suis munie d'un clavier, d'un écran et d'une manette pour mener l'enquête !

POUR ALLER PLUS LOIN

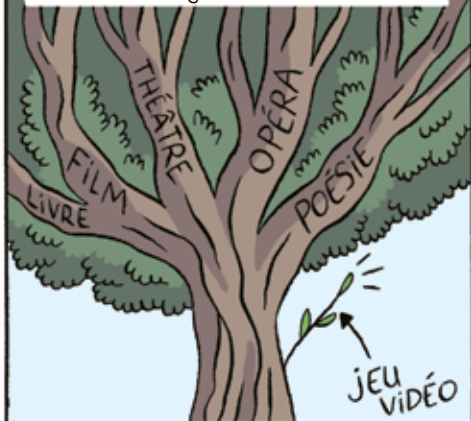




Mais il apporte aussi une nouveauté : l'interaction. Nous devenons les acteurs de notre propre aventure!



Une nouvelle branche, celle du jeu vidéo, s'est donc greffée sur le grand arbre de la mise en récit que les créateurs et créatrices font grandir au fil des siècles.



J'interroge les ramifications entre la branche jeu vidéo et la branche épopée. Ce genre a traversé les siècles et les continents pour nous parler de crises.



L'Iliade, par exemple.

L'essentiel de mon analyse repose sur des études de contenu. Autrement dit, je joue!



Et pour cela, je ne suis pas seule. Je mène mes recherches en coopération avec :

Sam Porter, héros de *Death Stranding*



Aloy, héroïne d'*Horizon Zero Dawn*



Joël et Ellie, principaux personnages de *The Last of Us*



Ou un avatar entièrement personnalisable comme dans *Fallout 4*.





6 PENSER L'ADAPTATION DES TERRITOIRES AU RISQUE D'INONDATION

Depuis 70 ans, la métropole grenobloise connaît un fort développement économique et démographique qui a donné lieu à une urbanisation massive. Or la métropole compte une centaine de torrents et est traversée par deux grandes rivières... Dans le contexte du changement climatique, le risque d'inondation y devient une préoccupation majeure.

Comment s'adapter à ce risque au niveau local ? Pour tenter d'éclairer les décisions, nous combinons deux approches : celle d'un hydroclimatologue (Antoine), et celle d'un économiste (Mohammed) ! Antoine s'intéresse à l'évolution des précipitations extrêmes dans la région, ainsi qu'à leurs causes, telles qu'observées depuis 1950 et modélisées à l'horizon 2100. Mohammed, quant à lui, étudie des scénarios économiques soutenables pour le développement industriel du territoire.

POUR ALLER PLUS LOIN



La métropole grenobloise est limitée par plusieurs massifs montagneux et traversée par les rivières de l'Isère et du Drac, historiquement surnommées le Serpent et le Dragon.



Sur le temps long, leurs colères ont façonné le territoire.



Grenoble a connu de fortes crues parfois dévastatrices, notamment entre 1600 et 1859.



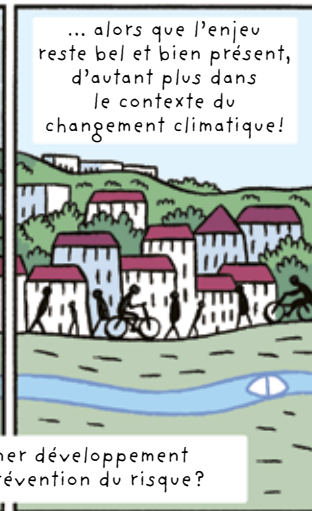
Depuis, aucune crue d'intensité exceptionnelle ne s'est produite. Par ailleurs, la ville a investi massivement dans des ouvrages de protection.



Ce calme apparent efface peu à peu la mémoire du risque, et l'activité humaine s'étend près des cours d'eau...



... alors que l'enjeu reste bel et bien présent, d'autant plus dans le contexte du changement climatique!



Comment combiner développement du territoire et prévention du risque?

Pour répondre à cette question, Antoine étudie les précipitations extrêmes et les circulations atmosphériques à leur origine, c'est-à-dire la direction et la force des vents en altitude sur l'Europe.

Ça souffle par ici!



De son côté, Mohammed s'imprègne de l'histoire du territoire; il recense les choix d'aménagement, il consulte les documents d'évaluation des risques, et il étudie l'écosystème industriel et le développement économique.

ANTOINE

Dans les Alpes du Nord françaises, les précipitations extrêmes sont portées par des vents venant à la fois de l'Atlantique et de la Méditerranée. Il n'est donc pas facile de prévoir l'évolution de ces précipitations...



Au quotidien, Antoine analyse des données météorologiques sur son ordinateur, à partir d'observations passées ou de modèles climatiques.



MOHAMMED

Mohammed fonde son analyse sur la littérature scientifique consacrée à l'adaptation au changement climatique.



Il essaie de comprendre comment l'eau et le risque d'inondation structurent tout projet du territoire.



Il sollicite donc différents acteurs locaux pour identifier leurs intérêts, leurs contraintes et leurs sensibilités au risque.



Donc, vous craignez pour votre activité.



Or les différents acteurs du territoire ont chacun leurs objectifs et leur propre compréhension du risque.

Les décisions prises traduisent parfois un manque de synergie.



7 GÉRER LES DÉCHETS APRÈS UNE CATASTROPHE

Alerte ! Une inondation éclair submerge plusieurs villages... Les dégâts matériels sont importants : les populations sinistrées voient leurs maisons détruites, les réseaux d'eau et d'électricité sont interrompus, les routes sont coupées, etc.

Comment les acteurs du territoire se préparent-ils à ce scénario ? Un des problèmes à régler, parmi les premiers visibles, concerne les masses de déchets que génère une catastrophe naturelle. Mal traités, ceux-ci constituent une menace pour l'environnement. Sans compter les risques sanitaires : moisissures, prolifération de nuisibles, propagation de bactéries et de virus... Ces déchets peuvent également entraver la progression des secours, puis ralentir la réparation du territoire. Mieux se préparer à gérer les déchets après une catastrophe naturelle : c'est tout l'enjeu de ma thèse !

GAÏA MARCHESINI



POUR ALLER PLUS LOIN



Comment se prépare-t-on à gérer les déchets post-catastrophe?
Ce sujet, à la croisée de deux thématiques, implique de nombreux acteurs.

On a, d'un côté, les acteurs
qui s'occupent des déchets.

Et, de l'autre, les acteurs
qui font face aux crises!



Ces acteurs ne sont pas habitués à travailler ensemble, ce qui se traduit par des problèmes d'organisation et de répartition des ressources en situation réelle.

L'inondation a provoqué des dommages matériels conséquents... et produit des déchets!

De plus, la seule route donnant accès au haut de la vallée a été détruite.

Cela a été le cas dans la vallée de la Roya, qui a été touchée par une importante inondation après la tempête Alex en octobre 2020.

*Directions régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement, qui jouent un rôle de « police de l'environnement ».

Il a fallu trouver d'autres solutions pour évacuer les déchets depuis les villages isolés.

hélicoptère

Des moyens de transport multiples ont été mobilisés jusqu'à Breil-sur-Roya.

4x4

train

Des camions ont pris le relais vers les centres de traitement.

déchets

ordures ménagères

Breil-sur-Roya.

En attendant l'évacuation, les mairies ont mis en place des zones de stockage temporaire qui, faute de mieux, n'étaient pas toujours idéales : parfois non imperméables ou peu accessibles pour la collecte.

Des déchets potentiellement polluants ont été charriés par la Roya, qui sert de source d'eau potable.



Des améliorations sont donc possibles! C'est ce que j'étudie en me focalisant sur les régions PACA* et Guadeloupe.



* Provence-Alpes-Côte d'Azur



Une seconde phase du travail consistera à comparer la situation avec celles d'autres régions françaises, mais aussi d'autres pays.



Premier constat : en France, la question des déchets post-catastrophe est encore peu connue des acteurs responsables!



Cette carence limite toute planification opérationnelle en amont et entraîne de grandes difficultés de coordination sur le terrain.



Or l'intensité et la fréquence des catastrophes naturelles vont probablement augmenter à l'avenir, du fait du changement climatique et de la croissance de l'urbanisation. Inondations, ouragans et cyclones, submersions marines et tsunamis, sécheresses, tempêtes, éruptions volcaniques, séismes, glissements de terrain... Il faut s'y préparer!



J'espère que mes recherches favoriseront une prise de conscience générale sur le sujet des déchets post-catastrophe et ouvriront des pistes d'amélioration.



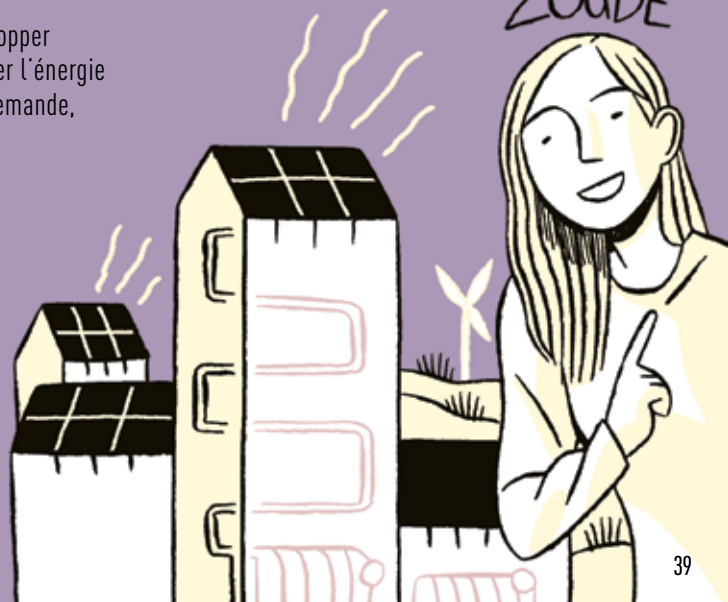
8 DU SEL POUR STOCKER L'ÉNERGIE DE DEMAIN ?

En France, le secteur du bâtiment est à l'origine de 20 % des émissions de gaz à effet de serre ; c'est un gros consommateur d'énergie, principalement pour le chauffage et la climatisation. Pour répondre à ces besoins tout en préservant la planète, le premier réflexe est de faire appel aux énergies renouvelables telles que l'énergie solaire.

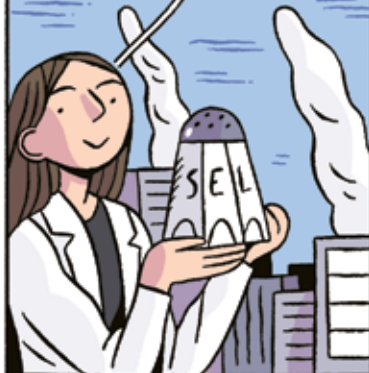
Hélas, leur potentiel est fortement limité par le décalage entre le moment où l'énergie est produite et celui où elle est utile. Des solutions de stockage existent, mais elles ne sont pas vraiment adaptées pour un usage dans nos maisons.

Ainsi, l'objectif de mon travail est de développer de nouveaux dispositifs qui pourront stocker l'énergie sur de longues durées puis la libérer sur demande, et ce à l'infini !

POUR ALLER PLUS LOIN



Pour assurer ce stockage, j'exploite des sels dits « hygroscopiques », qui ont tendance à absorber l'humidité.



Au contact d'un air humide, ces sels s'hydratent : des molécules d'eau viennent s'insérer au sein de leur structure.



Ce qui entraîne un gonflement...



... et une libération de chaleur.



Puis, lorsqu'on les chauffe, les sels absorbent la chaleur et libèrent l'eau.



C'est ce phénomène que l'on veut mettre à profit, par exemple, pour stocker le surplus d'énergie provenant de panneaux solaires et l'exploiter plus tard pour chauffer une maison.



Le problème, c'est qu'à force de gonfler et de dégonfler, le sel s'agglomère, un peu comme du sel de cuisine que l'on laisse à l'air libre, ce qui réduit ses performances thermiques.

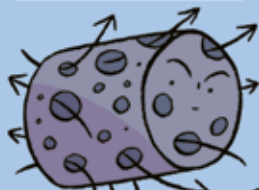


Je cherche donc à combiner le sel hygroscopique avec un matériau hôte qui l'empêche de s'agglomérer, tout en conservant un bon contact avec l'air.



Il faut que le matériau hôte soit :

extrêmement poreux
(pour maximiser
les échanges avec l'air),



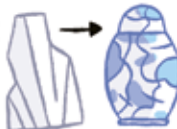
suffisamment solide
(pour résister
aux variations
de dimensions du sel)



Nous avons choisi d'utiliser un géopolymère.

GÉOPOLYMÈRE

Il est obtenu à
partir du kaolin.



une roche qui sert
à la fabrication d'objets
de porcelaine

Il est constitué
d'un réseau
de molécules, comme
un plastique.



Ce matériau, très résistant,
se fabrique à partir
de constituants accessibles
et dont la production
est peu énergivore.



C'est la première
étape de ma thèse :
fabriquer
le géopolymère.



Pour cela, je
mélange trois
matériaux.



J'obtiens une pâte
qui va durcir
au cours du temps.



À la fin, elle
ressemble un peu
à une roche.



Ses propriétés physiques
dépendent de la quantité
de chaque composant.
Je passe donc beaucoup...



... BEAUCOUP de temps
en laboratoire à peaufiner
mes mélanges.



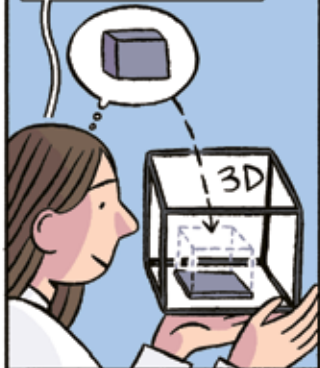
Il y a un aspect ludique très plaisant : c'est un peu comme doser les ingrédients d'une recette de cuisine pour trouver le mélange parfait.



Mais attention : c'est de la cuisine de haute précision!



Nous avons choisi de mettre en forme le géopolymère par impression 3D, ce qui nous offre un contrôle total sur la structure.



Il faut que la pâte ait une consistance ni trop solide ni trop liquide pour l'impression. J'ajoute donc de nouveaux ingrédients à la recette.



Après plusieurs échecs, j'ai obtenu une formulation qui semble fonctionner pour de petites quantités de pâte...



Il n'y a plus qu'à adapter mon protocole pour retenter une impression.



Encore...



Lorsque la « recette » sera au point, j'impregnerai alors de sel les pièces obtenues pour mesurer leurs propriétés thermiques.



J'espère développer des dispositifs de stockage efficaces et respectueux de l'environnement, de leur production jusqu'à leur fin de vie!



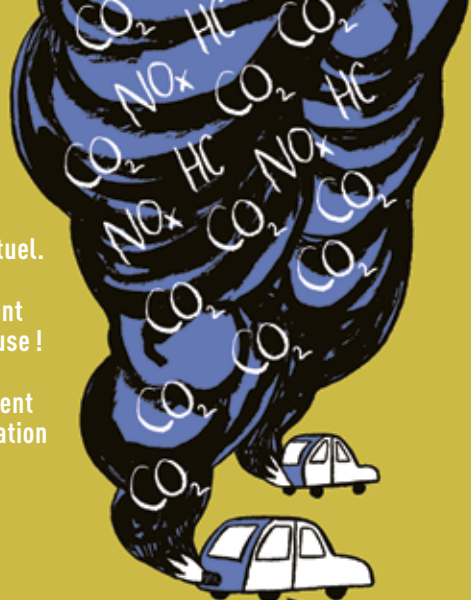
9 BRÛLONS MIEUX, BRÛLONS FROID!

Nos émissions de gaz à effet de serre sont responsables du changement climatique actuel. Parmi ces gaz, le CO_2 (dioxyde de carbone) est celui qui retient le plus l'attention, et pour cause ! Il est émis lors des processus de combustion, qui interviennent pour environ 80 % de la génération d'énergie dans le monde.

Pour produire de l'électricité, nous brûlons du gaz et du charbon ; pour nous chauffer, nous brûlons du bois ; pour nous déplacer, nous brûlons du pétrole, etc. Il est urgent de réduire les émissions dans chacun des cas !

De nombreuses solutions sont à l'étude. L'une d'elles m'intéresse particulièrement : exploiter les étonnantes propriétés des « flammes froides ». Grâce à une meilleure compréhension de ces flammes, nous aboutirons peut-être à des systèmes de combustion plus « propres ».

POUR ALLER PLUS LOIN



THOMAS
PANAGET





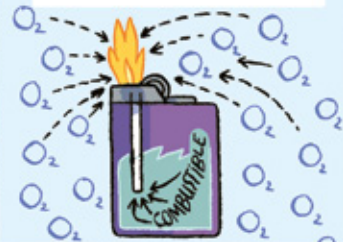
Les flammes résultent de l'oxydation violente d'un combustible par le dioxygène de l'air...



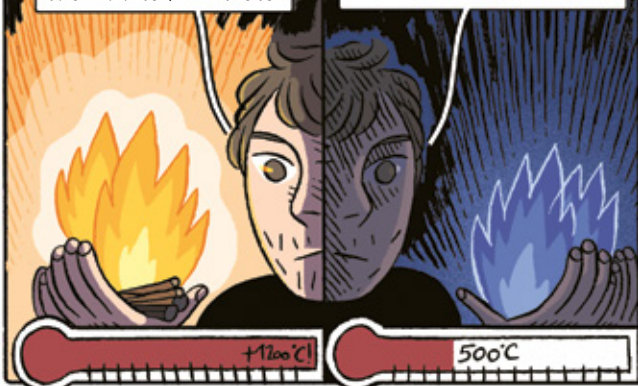
... auxquels on apporte de l'énergie...



... afin d'initier la réaction!



Vous connaissez tous les « flammes chaudes » qui dansent autour d'un bon feu de bois ou sur une bougie : elles dégagent beaucoup de chaleur et sont très lumineuses.



Elles sont très différentes de leurs sœurs jumelles, les « flammes froides ». Plus rares et moins connues, elles brûlent à basse température et sont presque invisibles à l'œil nu.

En vue d'applications futures, j'examine comment brûlent des combustibles particuliers : les biocarburants*. Attention, cependant! Le but n'est pas de remplacer totalement les flammes chaudes par des flammes froides, car celles-ci libèrent trop peu d'énergie,



mais bien de coupler la connaissance des deux pour obtenir des systèmes de production d'énergie plus performants.



*Des carburants issus de ressources renouvelables.

Pour expliquer l'origine de la différence entre les deux types de flammes, il faut se plonger à l'échelle de la molécule.

Dans un processus de combustion « classique », l'oxydation est violente :



La molécule de carburant, oxydée par l'oxygène présent dans l'air...

(fort dégagement de chaleur)



... se fragmente pour former des molécules plus petites.

Production de CO_2 relativement importante.

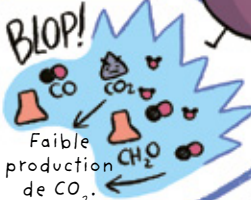
Dans le cas des flammes froides...



... la molécule du carburant ne se fragmente pas directement...



... qui se fragmenteront également.



Initier une flamme via une flamme froide permet d'augmenter l'efficacité de la combustion, et donc de réduire la quantité de polluants formés (CO_2 , NO_x , suies...).



Mon travail consiste à étudier la combustion des biocarburants sous toutes les couvertures à l'aide de ces flammes froides.

OH!
AH
OH!



Pour percer les secrets de cette flamme froide, je dois dans un premier temps l'obtenir et la stabiliser. C'est là que mes talents de chimiste entrent en jeu.

Je mélange du biocarburant et de l'oxygène dans des conditions très précises.

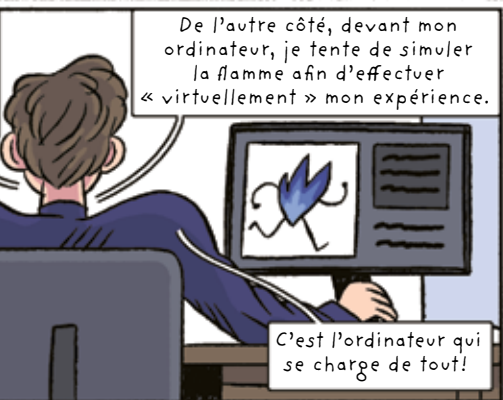


Puis j'observe la flamme produite avec une caméra qui détecte de très faibles sources de lumière.



À l'aide de nombreux autres outils, je mesure la température ou encore la vitesse de propagation des flammes, et j'identifie les espèces chimiques présentes.

CHROMATOGRAMME



De l'autre côté, devant mon ordinateur, je tente de simuler la flamme afin d'effectuer « virtuellement » mon expérience.

C'est l'ordinateur qui se charge de tout!



Qui a dit que les chimistes n'étaient pas un peu geeks?



Mon travail est à la fois expérimental et théorique :

Bataille contre les outils de mesure...

Appareil qui trace les chromatogrammes

Combat avec mon ordinateur qui plante.

C'est le bonheur, le vrai!



À la fin, je compare les deux, et si tout concorde, BINGO! Les mécanismes chimiques de la flamme sont correctement décrits par le modèle.

Sinon, il faut retravailler le tout.



Une fois les résultats validés, il ne reste qu'à choisir un nouveau biocarburant...

... et c'est reparti pour un tour!

10 CONSTRUIRE LA JUSTICE CLIMATIQUE PAR LE DÉBAT CITOYEN : UNE UTOPIE ?

Au fil des rapports publiés par le Giec, l'urgence de la menace écologique posée par le changement climatique se confirme. Il est nécessaire de se retrousser les manches !

Mais comment traduire ce constat en politiques publiques ?

Le passage de l'un à l'autre n'est pas simple, car l'expertise scientifique rend difficilement compte des problématiques sociales rencontrées par les citoyens.

Un nombre croissant d'acteurs de la transition écologique portent ainsi une revendication de « justice climatique » : ils souhaitent que les solutions soient appliquées de manière juste et équitable.

Comment faire pour que les politiques publiques respectent au mieux cette exigence de justice ? Une piste est souvent évoquée : intégrer les citoyens au débat. Oui, mais comment ?

POUR ALLER PLUS LOIN



« La maison brûle! »
Le réchauffement climatique
paraît inéluctable.

Il faut faire
quelque chose!



De nombreux citoyens se préoccupent de la situation.
Ils trouvent que nos gouvernants ne font pas assez
pour trouver des solutions au problème...



Malgré les belles paroles,
les émissions de carbone continuent
d'augmenter. Or ce sont les petits
émetteurs de gaz à effet de serre,
et non pas les gros émetteurs, qui
en subissent le plus les conséquences.



Alors, comment lutter
contre le changement
climatique de manière
juste et équitable?

mais oui, Comment?



Dans le cadre de ma thèse,
j'ai décortiqué plusieurs
textes officiels sur le sujet
de la justice climatique.



On y pose
des questions
telles que :
faut-il
proposer
des chèques-
énergie
aux ménages
les plus
modestes?



Ou plutôt mettre
en place
des primes pour
inciter les gens
à changer
de véhicule?



Et sinon, pourquoi ne pas faire participer des citoyens à la prise de décision?



Ah, mais ce serait possible, ça?

En effet, depuis plusieurs années, on constate une prolifération des dispositifs participatifs pour aider à la décision publique.



Des intervenants/experts de tous horizons y défendent des projets politiques divers.



Certains élus proposent de décider par référendum.

Qui dit oui?



Assemblées

Comités

La démocratie participative se développe à toutes les échelles!



Jurys de citoyens



Groupes de citoyens

Malheureusement, ces initiatives ne sont pas toujours couronnées de succès...

Pourquoi peine-t-on à instaurer des politiques efficaces? Et comment faire pour que les solutions ne soient pas déconnectées de la réalité?



Voilà mon travail : à partir d'observations de terrain, j'examine comment la participation démocratique peut permettre de définir collectivement les objectifs de la justice climatique!



J'ai observé plusieurs expériences au cours desquelles des citoyens tirés au sort délibéraient sur des questions de société, en particulier sur la transition écologique.



Comme la Convention Citoyenne pour le climat, commanditée en 2019 par le gouvernement.

J'ai notamment relevé les arguments qui étaient avancés par les uns et les autres, et étudié les réactions des participants.

Certaines questions suscitent des tensions...

Que pensez-vous de la taxe sur l'essence?



Ou au contraire un large consensus.

Et si on régulait la publicité sur les véhicules non électriques?



Grâce à tous ces éléments, j'ai identifié certains problèmes.

Manque de débat
Cadre imposé limitant l'émergence de véritables alternatives
Stratégies d'évitement du conflit



Pour sortir du *statu quo*, il faudra peut-être que nous apprenions... à débattre des opinions contradictoires et à donner véritablement le pouvoir de décider aux citoyens!

Faut-il remettre en question le capitalisme?

Je pense que oui

Je pense que non



C'est à ces conditions que la participation démocratique pourra réellement motiver les transformations nécessaires afin de sauver la planète.



Présentation des autrices et des auteurs

1. **Élodie Le Souchu**



J'ai suivi des études en biologie avant de me spécialiser en entomologie. J'adore les insectes. Ça surprend souvent les gens qui ont tendance à les voir comme des envahisseurs... Pourtant, ces petites bêtes nous apportent tellement ! C'est pourquoi je m'investis activement en médiation scientifique pour faire découvrir le monde passionnant des insectes au plus grand nombre.

Titre de la thèse : Effets des dépérissements de chênes sur les communautés d'insectes des canopées

Laboratoire de Biologie des Ligneux et des Grandes Cultures (LBLGC), université d'Orléans

➤ En bulles p.11

2. **Clémentine Leroy**



Bien que fascinée par l'accouplement des escargots que je photographiais à leur insu ou par l'allure des mantes religieuses femelles dont je suivais la quête funeste, l'enfant que j'étais n'aurait pas parié que, des années plus tard, j'allais mener des recherches sur les invertébrés ! Mais quoi de mieux que de participer à la conservation d'abeilles sauvages, souvent méconnues, et pourtant aussi fondamentales que nos recherches ?

Titre de la thèse : Évaluation de la sensibilité des abeilles sauvages aux variations des ressources florales à travers une approche éco-physiologique

Unité de recherche « Abeilles et Environnement » (Inrae), université d'Avignon

➤ En bulles p.15

3. **Valentine Bellet**



Après des études en école d'ingénieur et un service civique en médiation scientifique, j'étais convaincue d'une chose : je souhaitais mettre à profit mes compétences pour avoir un impact positif sur l'environnement. Grâce à ma thèse portant sur la surveillance de nos écosystèmes, je concilie mon intérêt pour l'informatique avec mes valeurs !

Titre de la thèse : L'intelligence artificielle pour la surveillance des écosystèmes

Centre d'études spatiales de la biosphère (CESBIO – UMR CNES/CNRS/INRAE/IRD/UPS) dans le cadre du projet ANITI (UFTMiP), université Toulouse III – Paul Sabatier

➤ En bulles p.19



Quand j'étais petite, je voulais devenir archéologue ! Je me suis ensuite dirigée vers l'océanographie, la géologie et la paléoclimatologie. J'ai toujours été soucieuse de la préservation des écosystèmes ; alors, le jour où j'ai appris que le climat de notre planète résultait de divers processus qui connectent à distance les différents réservoirs de la planète, j'ai tout de suite su ce que je voulais faire de ma vie. Et au final, mon travail de thèse regroupe tout ce qui m'a toujours plu !

Titre de la thèse : Dynamique hydroclimatique et cycle du carbone dans le bassin central du Congo au cours de l'Holocène

➤ En bulles p.23

Centre européen de recherche et d'enseignement de géosciences de l'environnement (CEREGE : CNRS, IRD, Collège de France, INRAE, AMU), université d'Aix-Marseille



« Arrête de jouer aux jeux vidéo et va plutôt lire un livre ! » On m'a souvent reproché de jouer, car ce ne serait « pas sérieux ». On me disait que ce n'était pas en jouant que je comprendrais le monde ou que je ferais quelque chose de ma vie... En combinant l'amour des jeux vidéo à celui de la littérature, j'étudie désormais le précieux enseignement qu'ils nous livrent sur notre monde.

Titre de la thèse : L'épopée vidéoludique, ou la réappropriation du genre épique dans le jeu vidéo : une métamorphose multiforme et transdisciplinaire. Étude du sous-genre post-apocalyptique

➤ En bulles p.27

Centre de recherches sur les littératures et la sociopoétique (CELIS), université Clermont Auvergne



J'aime la montagne, et je suis fasciné par la neige et par la météo. Je me suis d'abord spécialisé dans l'étude des rivières (hydrologie), une science qui m'a naturellement rapproché de la problématique du changement climatique. Mon travail de thèse actuel couple hydrologie, météo et climat sur une région de montagne que j'affectionne particulièrement !

Titre de la thèse : Caractérisation et évolution des scénarios atmosphériques générateurs de précipitations extrêmes dans les Alpes du Nord françaises

➤ En bulles p.31

Institut des géosciences de l'environnement (CNRS/IRD/UGA/Grenoble INP-UGA), université Grenoble Alpes



L'économie aide à comprendre le monde, les relations que nous nouons, et les comportements que nous adoptons. C'est dans cette optique que j'ai choisi de faire des études en économie et gestion, puis de me spécialiser en économie du développement durable. La résolution des problèmes sociétaux tenant compte des enjeux environnementaux est un défi passionnant qui me pousse à me dépasser ! Ma thèse s'inscrit dans cette logique.

Titre de la thèse : Changement climatique et production industrielle d'une métropole alpine : quels choix socio-économiques face à l'intensification des extrêmes ?

➤ En bulles p.31

Laboratoire PACTE (CNRS/UGA/Sciences Po-UGA)/Institut des géosciences de l'environnement, université Grenoble Alpes

7. Gaïa Marchesini



Étudiante en école d'ingénieur-e-s en environnement, j'y ai développé une passion (étrange ?) pour les inondations. De fil en aiguille, je me suis spécialisée dans la gestion des risques naturels ; et j'ai atterri au sein d'un projet de recherche sur la gestion des déchets post-ouragans qui m'a donné envie de continuer dans cette voie.

Titre de la thèse : La planification de la prévention et de la gestion des déchets post-catastrophe

Lab'Urba, université Gustave-Eiffel

➤ En bulles p.35

8. Camille Zoude



Enfant, je collectionnais les boîtes scientifiques et j'observais avec mon mini-microscope tout ce qui me tombait sous la main. J'avais soif de découvertes ! Des années plus tard, cette soif m'anime toujours. Non seulement j'étudie les matériaux autour de nous, mais je m'efforce de mettre au point ceux de demain !

Titre de la thèse : Stockage d'énergie thermochimique dans des composites architecturés géopolymères-sel hygroscopiques

Laboratoire Matériaux : ingénierie et sciences (MatéIS - UMR 5510), université de Lyon (INSA de Lyon)

➤ En bulles p.39

9. Thomas Panaget



Qui resterait insensible devant la beauté et la complexité des flammes ? Tout petit déjà, j'ai décidé de lancer mon pyjama dans la cheminée de mes grands-parents : la preuve d'une appétence certaine pour la combustion ! Ainsi, lorsque j'ai eu l'opportunité de choisir les « flammes froides » comme sujet de thèse, je n'ai pas hésité à me lancer dans l'aventure.

Titre de la thèse : Étude cinétique de la combustion aux basses températures à l'aide de flammes froides stabilisées

Laboratoire de physicochimie des processus de combustion et de l'atmosphère (PC2A - UMR 8522), université de Lille

➤ En bulles p.43

10. Zélie Wuthrich



Ayant toujours été curieuse de comprendre le monde qui m'entoure, j'ai choisi d'embrasser la philosophie : c'est un outil formidable pour interroger la société dans laquelle nous vivons et le rapport qu'elle entretient à son environnement. Grâce à mon sujet de thèse, loin de passer mon temps dans le ciel des idées, je me rapproche davantage des autres et je découvre une grande diversité de points de vue !

Titre de la thèse : Les incertitudes des modèles climatiques et leur impact sur la mise en œuvre des politiques environnementales

Laboratoire Lettres Idées Savoirs (LIS), université Paris-Est Sup - UPEC

➤ En bulles p.47

Et pour en savoir plus (en rose, les titres jeunesse)

1. LE PETIT PEUPLE DES CANOPÉES FACE À LA DÉGRADATION DES FORÊTS

David Garon, Jean-Christophe Guéguen, *Biodiversité et évolution du monde végétal*, EDP Sciences, 2014

Catherine Lenne, *Dans la peau d'un arbre*, Belin, 2021

Oliver Milman, *L'apocalypse des insectes*, Dunod, 2022

Patrick Scheyder, *Des arbres à défendre*, Le Pommier, 2022

Marie Treibert, *La boîte à curiosités*, De Boeck Supérieur, 2021

Virginie Aladjidi, Caroline Pellissier, Deyrolle : *Le Chêne et autres grands arbres*, Gründ jeunesse, 2021

Emmanuelle Grundmann, Capucine Mazille, *Ces arbres qui font nos forêts. Les écosystèmes forestiers*, éditions du Ricochet, 2020

2. LES ABEILLES SAUVAGES SOUS HAUTE SURVEILLANCE

Vincent Albouy, Yves Le Conte, *Un avenir pour nos abeilles et nos apiculteurs*, Éditions Quæ, 2020

Claude Collet, Jean-Christophe Sandoz, *Abeille et toxicologie*, CNRS Éditions, 2022

Hervé Le Guyader, *Ma galerie de l'évolution. Le vivant de A à Z*, Le Pommier, 2021

Mathieu Lihoreau, *À quoi pensent les abeilles ?*, humenSciences, 2022

Virginie Aladjidi, Caroline Pellissier, Deyrolle : *L'Abeille et autres petits insectes*, Gründ jeunesse, 2021

Fleur Daugey et Chloé du Colombier, *Les P'tites Abeilles. La vie dans la ruche*, éditions du Ricochet, 2020

3. SURVEILLER NOTRE PLANÈTE GRÂCE À L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Axel Cypel, *Au cœur de l'intelligence artificielle. Des algorithmes à l'IA forte*, De Boeck Supérieur, 2020

Rodolphe Gelin, *Dernières nouvelles de l'intelligence artificielle*, Flammarion, 2022

Pierre Jourlin, *La boîte translucide : un éclairage sur l'intelligence artificielle*, Éditions Universitaires d'Avignon, 2021

Melanie Mitchell, *Intelligence artificielle*, Dunod, 2021

Corinne Lavagne, Thomas Mourier, Marie-Lise Sabrié (dir.), *Science et développement durable. 75 ans de recherche au Sud*, IRD Éditions, 2019

4. CE QUE NOUS RACONTENT LES CAROTTES DANS LES TOURBIÈRES TROPICALES

Abderrazak El Albani, Roberto Macchiarelli, Alain Meunier, *Comment tout a commencé sur la Terre*, humenSciences, 2020

Michel Magny, *Retour aux communs. Pour une transition copernicienne*, Le Pommier, 2022

Jacques Treiner, *L'âge de la Terre*, Le Pommier, 2022

SAR le Prince de Galles, Tony Juniper, Emily Schuckburgh, *Le petit livre du changement climatique*, Dunod, 2017

5. JE JOUE DONC JE PENSE ? LE JEU VIDÉO POUR EXPÉRIMENTER CATASTROPHES ET RECONSTRUCTION

Léa Castor, Célia Esnault, Laure Thiébault, *Les décodeuses du numérique*, CNRS Éditions, 2021

Olivier Gay, *Frigiel et Fluffy. Le cycle des Saintes Îles (tome 1)*, Slalom, 2020

6. PENSER L'ADAPTATION DES TERRITOIRES AU RISQUE D'INONDATION

BonPote, Anne Brès, Claire Marc, *Tout comprendre (ou presque) sur le climat*, CNRS Éditions, 2022

Pierre Calame, *Osons les territoires !*, Le Pommier, 2022

Olivier Dangles, François Nowicki, Belen Mena, *Une autre terre. Lexique illustré d'une nature à protéger*, IRD Éditions, 2014

Serge Janicot *et al.*, *Changement climatique*, IRD Éditions, 2015

Marc Maslin, *Le changement climatique* (A. Rodney, trad.), EDP Sciences, 2022

Sophie Fromager, Patricia Laporte-Muller, *Qu'est-ce qui fait la pluie et le beau temps ?*, Gulf Stream, 2020

Marie Gaille, *Vivre dans et avec l'environnement*, Gallimard Jeunesse, 2015

Alexis Metzger (dir.), *Le climat au prisme des sciences humaines et sociales*, Éditions Quæ, 2022

Yann Arthus-Bertrand, *Maintenant ! Agir ensemble pour la planète nous rend heureux*, Saltimbanque, 2021

7. GÉRER LES DÉCHETS APRÈS UNE CATASTROPHE

Isabelle Bellin, Christian Duquennoy, *Déchets, changez-vous les idées ! Comment réduire et valoriser nos déchets au quotidien*, Éditions Quæ, 2018

James Dyke, *Feux, crues et tempêtes. La violence du changement climatique*, EDP Sciences, 2021

Yves Le Floch Soye, Alain Berthoz, Clément Sanchez (dir.), *Sapiens : métamorphose ou extinction ?*, humenSciences, 2022

Jean-Michel Billioud, *La Terre, une planète et des hommes*, Gallimard Jeunesse, 2017

8. DU SEL POUR STOCKER L'ÉNERGIE DE DEMAIN ?

Étienne Guyon *et al.*, *Du merveilleux caché dans le quotidien*, Flammarion, 2018

Sandrine Dumas-Roy et Céline Manillier, *Une planète verte ! Les énergies renouvelables*, éditions du Ricochet, 2020

Matthieu Grousson, *Mais d'où vient l'énergie ?*, Gulf Stream, 2018

9. BRÛLONS MIEUX, BRÛLONS FROID !

Jean Espérance, *Petit manuel de potions pour sorciers débutants*, De Boeck Supérieur, 2021

Étienne Guyon, (dir.), *De l'impermanence du monde – La physique de l'éphémère*, Flammarion, 2022

Claire-Marie Pradier, (dir.), *Étonnante chimie*, CNRS Éditions, 2021

Anja Royne, *Les atomes de nos vies*, Dunod, 2022

10. CONSTRUIRE LA JUSTICE CLIMATIQUE PAR LE DÉBAT CITOYEN : UNE UTOPIE ?

Gilbert Barnabé, *Urgences climatiques et écologiques : les solutions de l'océan*, EDP Sciences, 2022

Christian de Perthuis, *Climat : 30 mots pour comprendre et agir*, De Boeck Supérieur, 2022

Chloé Maréchal, Marie-Antoinette Mélières, *Climats. Passé, présent, futur*, Belin, 2020

Ian Stewart, *Les dés jouent-ils aux dieux ?*, Dunod, 2020

Fanny Taillandier, *Delta*, Le Pommier, 2022

Claire Lecœuvre et Élodie Perrotin, *Où va le climat ?*, éditions du Ricochet, 2018

Susie Morgenstern, *Je balayerai la Terre*, Saltimbanque, 2021

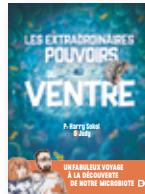
... sans oublier l'actualité du livre de science

GRAND PUBLIC



Belin

Christophe Doré,
La promesse des magiciens



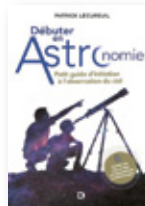
De Boeck Supérieur

Harry Sokol,
Les extraordinaires pouvoirs du ventre



CNRS Éditions

Françoise Waquet,
Dans les coulisses de la science : techniciens, petites mains et autres travailleurs invisibles



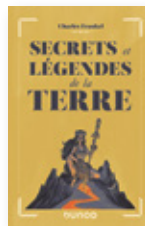
De Boeck Supérieur

Patrick Lécureuil,
Débuter en astronomie – Petit guide d'initiation à l'observation du ciel



CNRS Éditions

Philippe Grandcolas,
Le sourire du pangolin ou comment mesurer la puissance de la diversité



Dunod

Charles Frankel,
Secrets et légendes de la Terre

GRAND PUBLIC



Dunod

Katia Astafieff,
*Mauvaises graines.
La surprenante histoire
des plantes qui piquent,
qui brûlent et qui tuent !*



humenSciences

Francis Martin,
*Les arbres aussi
font la guerre*



Flammarion

Patrice Debré,
*Une journée particulière
du P^e Pasteur*



IRD Éditions

Geneviève Michon,
Stéphanie Carrière,
Bernard Moizo (dir.),
*Habiter la forêt tropicale
au XXI^e siècle*



Flammarion

Blandine Pluchet,
Le grand récit des montagnes



IRD Éditions

Olivier Dangles,
François Nowicki,
Belen Mena,
Natura Maxima



Le Pommier

Émeric Challier (dir.),
Le Livre vert 2022



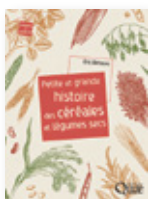
Le Pommier

Emma Carenini,
*Soleil. Mythes,
histoire et sociétés*



Éditions Quæ

Roland Salessé,
*Le cerveau cuisinier.
Petites leçons
de neurogastronomie*



Éditions Quæ

Éric Birlouez,
*Petite et grande histoire
des céréales
et légumes secs*



Le Seuil

Jean-Gabriel Ganascia,
Servitudes virtuelles



Le Seuil

David Bessis,
*Mathematica. Une Aventure
au cœur de nous-mêmes*



Stelvision

Carine Souplet,
Bertrand d'Armagnac,
*Le ciel au télescope :
110 observations essentielles
à faire avec votre instrument*

JEUNESSE



Gallimard Jeunesse

Florence Thinard,
Benjamin Flouw,
Abeilles et vers de terre



Gulf Stream

Youri Hamon,
Pourquoi les volcans crachent de la lave ?



Gründ Jeunesse

Greenpeace France et Gründ,
Notre planète



Poulpe Fictions

Paul Ivoire, Ana Griot,
L'arbre qui ne voulait pas perdre ses feuilles



Gulf Stream

Mélie Smacs,
Pitman et la Prophétie ratée



Poulpe Fictions

Anne-Fleur Multon,
Un peu plus près des étoiles

JEUNESSE



Éditions du Ricochet

Florence Pinaud,
Renaud Piarroux,
Élodie Perrotin,
Pourquoi les pandémies ?



Éditions du Ricochet

Marie Lescroart,
Catherine Cordasco,
*La Grande Barrière de corail.
Jardin de l'océan*



Saltimbanque

Elmodie,
Icebergs



La Martinière Jeunesse

Simon Bailly,
Tony Voinchet,
Sur le chemin des dinosaures



Le Seuil

Pablo Servigne,
Gauthier Chapelle,
*L'effondrement (et après)
expliqué à nos enfants
et à nos parents*



Stalou

Pog et Laura Raynaud,
Les petites natures

www.sciencespourtous.org

Vous voulez suivre l'actualité des sciences, effectuer des recherches thématiques, initier vos enfants 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, fiction, 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 universités, et notamment leurs services de communication et des relations entre science et société, qui ont accompagné les 11 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 et de la Recherche, du ministère de la Culture, de France universités, 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 Banque Populaire pour son soutien à la diffusion de ce livre.

Nous adressons un remerciement 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 Laurence Bordenave, fondatrice du collectif Stimuli, Sandy Aupetit, chargée de médiation scientifique auprès de l'université de Grenoble Alpes, et Anaïs Leroux, chargée de médiation scientifique auprès de l'université de Poitiers, pour leurs apports à cette édition, dans le cadre de la formation délivrée aux doctorants.

Par ordre alphabétique :

Association Art + Université + Culture : **Jérémy Querenet**

CASDEN Banque Populaire : **Isabelle Rodney, Philippe Miclot et Lionel Courchinoux**

France universités : **Marine Lopes, Johanne Ferry-Dély**

Ministère de la Culture : **Sonia Zillhardt**

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche : **Hélène Bois, Élodie Cheyrou,**

Romane Coutanson, Véronique de Kok, Nicolas Ngo et Charlotte Pallud

SNE : **Christian Counillon, Tiphaine Duchenoy et Florence Martin Ropital**

Et pour chaque doctorante et doctorant, par ordre de citation :

Élodie Le Souchu encadrée par Nadia Pellerin, Olivier Morand et Astrid Pellieux : **université d'Orléans et Centre Sciences**

Clémentine Leroy encadrée par Aurélia Barrière : **université d'Avignon**

Valentine Bellet encadrée par Nadia Vujkovic et Marie Lemaire : **université Toulouse III – Paul Sabatier**

Mélanie Guardiola encadrée par Hannah Robin : **université d'Aix-Marseille**

Kim Lefebvre encadrée par Mariko Koetsenruijter : **université Clermont Auvergne**

Antoine Blanc et Mohammed Kharbouche encadrés par Sandy Aupetit : **université Grenoble Alpes**

Gaïa Marchesini encadrée par Soizick de Bagneaux : **université Gustave-Eiffel**

Camille Zoude encadrée par Mickaël Lallart : **INSA Lyon – université Claude Bernard Lyon 1**

Thomas Panaget encadré par Camille De Visscher : **université de Lille**

Zélie Wuthrich encadrée par Mina Bounoua : **université Paris-Est**

Crédits photographiques

Sylvie Retailleau ©XR Pictures – MESR

Rima Abdul-Malak ©MC – Thibaut Chapotot

Imprimé en France par l'imprimerie Chirat

Dépôt légal : ?? 2022 – ????????

RÉVEIL CLIMATIQUE

Le changement climatique nous touchera tous et s'imisce déjà dans notre quotidien. Alors n'attendons plus pour passer à l'action ! C'est ce qu'ont fait les jeunes chercheuses et chercheurs sélectionnés pour cette nouvelle édition de *Sciences en bulles*. Leur quotidien a été croqué avec humour par l'illustratrice, qui nous dévoile les secrets de leurs recherches en 10 BD passionnantes et accessibles à tous.

Allons-nous produire de l'énergie plus verte à l'aide de mystérieuses « flammes froides » ? Nos maisons stockeront-elles bientôt la chaleur avec d'ingénieux dispositifs imprégnés de sels ? Comment préparer

nos villes aux phénomènes extrêmes ? Pourquoi est-il utile d'expérimenter des scénarios-catastrophes en jouant aux jeux vidéo ? Et si la solution à l'urgence climatique émergeait d'un débat entre les citoyens ?



NE PEUT ÊTRE VENDU

 **Sne**
Syndicat
national
de l'édition

 **France
Universités**

ART +
UNIVERSITÉ
+ CULTURE