

# LUM

N°14  
FÉV /  
MAI 2021

Le magazine science et société de l'Université de Montpellier



› Sur les traces  
des rongeurs  
des Antilles

› Dossier  
Animalement  
vôtre

# Édito

## Protéger, notre nature

**E**n moins de 50 ans, le monde a perdu plus de deux tiers de ses populations d'animaux sauvages selon les données du Fonds mondial pour la nature (WWF). La principale cause ? Les activités humaines, notamment la destruction des habitats de ces espèces. Un effondrement qui s'accélère malgré les mises en garde répétées des chercheurs. Et malgré les crises écologiques et sanitaires sans précédent que nous traversons, en témoigne la pandémie de Covid-19 directement liée à la baisse de la biodiversité.

Ces espèces, il apparaît aujourd'hui indispensable de les protéger. Et pour mieux les protéger, chercheuses et chercheurs œuvrent aussi à mieux les connaître. C'est le travail d'une vie pour nombre d'entre eux, écologues, biologistes du vivant, biologistes marins, primatologues, spécialistes de la conservation. Dans ce dossier consacré aux animaux, *Lum* vous invite à les suivre sur le terrain. Au grand large, dans le sillage des thons rouges, afin de mieux comprendre leurs mystérieuses migrations ; en mettant le cap au Sud pour mieux évaluer la rareté écologique d'espèces irremplaçables ; ou encore en



Namibie pour étudier la gestion du deuil chez des femelles babouins chacma après la mort de leur petit.

Ce numéro de *Lum* vous invite également à faire une incursion dans un passé lointain. Accompagnez les hydrologues dans le delta du Nil, où des tombeaux vieux de 3 000 ans sont menacés par des infiltrations d'eau salée. Et bien plus loin encore, en remontant 30 millions d'années en arrière avec les paléontologues qui enquêtent sur l'arrivée des premiers mammifères dans les Caraïbes...

Comprendre et protéger une biodiversité unique et en péril, c'est une mission qui prend tout son sens avec celles et ceux qui œuvrent chaque jour pour la protection du vivant. Avec ses partenaires, l'Université de Montpellier s'engage au quotidien pour une science pleinement responsable.

Je vous souhaite une bonne lecture de ce quatorzième numéro du magazine *Lum*.

**Philippe Augé,**  
Président de l'Université  
de Montpellier

« L'Université  
de Montpellier  
s'engage  
au quotidien  
pour une science  
pleinement  
responsable »



### Découvrir

6

Sur les traces des rongeurs des Antilles

10

Précieuses pépites

12

Un grain de sel dans l'éternité des pharaons

14

Mettre la France en bouteille



### Dossier : Animalement vôtre

18

Observer le deuil des babouins chacma

20

Chères espèces rares

22

De conserve avec le thon rouge

24

Loin des gènes, loin du cœur



### Être

26

Billets verts

28

Une pionnière en orbite

29

Le droit de la pensée

30

Du yoga au programme



6

Sur les traces des rongeurs des Antilles

10

Précieuses pépites

12

Un grain de sel dans l'éternité des pharaons

14

Mettre la France en bouteille

f t y p i n #umontpellier

Lum - magazine de l'Université de Montpellier  
163 rue Auguste Broussonnet - 34 090 Montpellier - www.umontpellier.fr  
Directeur de publication // Philippe Augé  
Réalisation // Service communication - communication@umontpellier.fr  
Rédactrice en chef // Aline Périault - aline.periault@umontpellier.fr - tél. : 04 34 43 31 89

A collaboré à ce numéro // Lucie Lecherbonnier  
Conception graphique et mise en page // Caroline Macker, Thierry Vicente  
Illustrations // Philippe Augé  
Impression // JF impression - 96 rue Patrice Lumumba - 34 075 Montpellier  
Tirage // 6 000 exemplaires - Dépôt légal // Février 2021 - ISSN // 2431-1480

DÉCOUVRIR

# Sur les traces des rongeurs des Antilles

\*Isem (UM - CNRS - IRD - EPHE)  
\*\*Géosciences Montpellier  
(UM - CNRS - Université des Antilles)  
Marivaux, L., Vélez-Juarbe, J., Merzeraud,  
G., Pujos, F., Viñola López, L. W., Boivin, M.,  
Santos-Mercado, H., Cruz, E. J., Grajales,  
A., Padilla, J., Vélez-Rosado, K. I., Philippon,  
M., Léticée, J.-L., Münch, P. & Antoine,  
P.-O. (2020). Early Oligocene chinchilloid  
caviomorphs from Puerto Rico and the  
initial rodent colonization of the West  
Indies. *Proceedings of the Royal Society B*.

**700** kilos de terre à tamiser et scruter  
5 grammes par 5 grammes. C'est  
l'ampleur du chantier auquel se  
sont attelés Pierre-Olivier Antoine et ses collègues paléontologues sur l'île de Porto Rico. Une tâche minutieuse avec un objectif ambitieux : comprendre comment les premiers mammifères terrestres sont arrivés sur les îles des Caraïbes.

« Cette question compte aujourd'hui parmi les mystères les plus épineux en sciences naturelles », souligne le paléontologue de l'Institut des sciences de l'évolution de Montpellier (Isem\*). Un mystère qui en cache un autre : comment se sont formées ces îles du point de vue géologique ? « Nous avons déjà défini des grands schémas, mais l'apport de la paléontologie nous permet d'affiner les scénarios », explique Philippe Münch, du laboratoire Géosciences Montpellier\*\*.

Accompagnés du paléontologue Laurent Marivaux (CNRS) de l'Isem, les deux enseignants-chercheurs de l'UM ont rassemblé en février 2019 une équipe internationale à Porto-Rico où une incisive de rongeur fossile, datée d'environ - 30 millions d'années, avait déjà été mise au jour au début des années 2010. Bien que peu informative, cette petite dent révélait la présence indiscutable de ces animaux dans les Grandes Antilles à cette époque très reculée... Mais quel type de rongeur ?

La réponse est apparue dans les tamis : armés de patience, les scientifiques ont eu la chance de découvrir trois autres dents, des molaires, elles aussi datées de - 30 millions d'années. Les rongeurs étaient donc bel et bien là en ces temps lointains, mais d'où venaient-ils ? Vraisemblablement du continent sud-américain. « Il s'agit des plus anciens rongeurs connus des îles des Caraïbes, lesquels sont de proches cousins éteints d'un groupe strictement sud-américain, celui renfermant les chinchillas », détaille Laurent Marivaux.

Un indice précieux pour les géologues. Car si ces petites bêtes ont pu faire le voyage, c'est bien qu'il y avait un passage... « Cela signifie qu'il y avait à cette époque une voie terrestre plus ou moins continue entre le continent et les îles, ou encore une myriade d'îles plus proches qui leur aurait permis de gagner Porto Rico et le reste des Grandes Antilles », explique Philippe Münch. L'équipe de géologues recherche donc activement sur les îles et au fond de la mer des Caraïbes des indices de l'existence de ces anciennes îles aujourd'hui disparues. Et les paléontologues continuent de creuser la question. « Les rongeurs portoricains n'ont pas livré tous leurs secrets », confie Pierre-Olivier Antoine. 





Fouille et tamisage des roches au bord du Rio Guatemala : datées de 29 millions d'années, elles ont livré des dents de rongeurs d'origines sud et nord-américaine !



Le regretté Gilles Merzeraud (Terre-Eau-Environnement, Géosciences Montpellier) a décrypté la dynamique des dépôts fossilifères du Rio Guatemala.



Le centre de l'île de Porto Rico regorge de grottes remplies de restes de mammifères géants, éteints il y a quelques milliers d'années seulement : des cousins des musaraignes, des rongeurs et des paresseux terrestres.





Lithium, tungstène, germanium, gallium, indium... Ces métaux ont tous une particularité : ils sont indispensables aux nouvelles technologies. Le tungstène ? Précieux dans certains alliages aéronautiques. Le lithium ? Essentiel aux technologies automobiles et informatiques. Quant aux métaux rares que ce sont le gallium, le germanium et l'indium, ils sont nécessaires à la fabrication de panneaux solaires, ce qui fait d'eux les ingrédients incontournables du développement des énergies renouvelables.

« Pour diminuer nos émissions de carbone, on plébiscite les énergies renouvelables, qu'on considère parfois comme des énergies propres, explique Bénédicte Cenki-Tok. Mais la seule énergie propre, c'est celle que l'on n'utilise pas » précise la géologue. Et pour cause : la chaîne d'approvisionnement de ces fameux métaux rares utilisés dans les technologies vertes peut difficilement être qualifiée de « propre ».

#### Énergies « propres »

« Actuellement, le marché mondial des métaux rares est dominé par la Chine, explique Alexandre Cugerone qui a consacré sa thèse à ce sujet. La dépendance de l'Europe est quasi totale vis-à-vis de l'Asie, des Amériques et de l'Afrique. L'importation de ressources métallifères pour nos technologies du 21<sup>e</sup> siècle, dont certaines avec une forte connotation "vertes" ou "renouvelables", en provenance de pays lointains avec des règles environnementales d'exploitation laxistes ou inexistantes, est particulièrement paradoxale », déplore le chercheur.

C'est là qu'interviennent les géologues. « Ces métaux sont indispensables pour développer ces technologies, ce qu'il faut faire c'est donc tenter de les exploiter d'une manière réfléchie et intelligente », explique Émilien Oliot. Et pour mieux les exploiter, il est avant tout nécessaire de comprendre comment ils se forment et se concentrent dans la nature. « Nous connaissons depuis longtemps les processus qui engendrent les roches métamorphiques et les chaînes de montagne, les conditions de température et de pression inhérentes à leur formation. Ces connaissances qui peuvent paraître désuètes sont en fait justement celles qui permettent de comprendre les processus de formation et de concentration des métaux critiques impliqués dans les technologies modernes », complète Bénédicte Cenki-Tok.



Comment réussir une transition écologique la plus propre possible ? Grâce aux géologues. Trois chercheurs du laboratoire Géosciences Montpellier\* ambitionnent de mieux comprendre les processus de formation des métaux rares utilisés dans les technologies dites « vertes » afin de relocaliser et faciliter leur exploitation.



#### Terrils miniers

L'objectif des géologues : inspirer de nouvelles méthodes d'exploration et de valorisation écoresponsables de certains déchets issus de l'exploitation minière passée. Car ces métaux précieux ne se trouvent pas uniquement au bout du monde, mais parfois sous notre nez, ou presque. « Pour certains métaux rares, on sait quels sont les minéraux de base porteurs, et on sait donc où aller les chercher », explique Émilien Oliot. Où ? Dans les terrils miniers par exemple, ces collines artificielles construites par accumulation de sous-produits de l'exploitation minière.

On trouve ces métaux critiques soit en infimes quantités, disséminés dans les minerais de base comme par exemple le zinc et le cuivre, soit parfois dans des minéraux hyperconcentrés, plus petits qu'un dixième de millimètre. Pour mieux comprendre l'intérêt de ces terrils, les chercheurs utilisent une analogie culinaire. « Considérons un seul gâteau, avec de la poudre de chocolat répartie uniformément dans la pâte à gâteau, et des pépites de chocolat. Sous quelle forme le chocolat est-il le plus facile à récupérer pour les gourmands une fois le gâteau réalisé ? Les pépites bien sûr. Le principe est le même dans notre étude : il est plus facile d'extraire les métaux critiques concentrés dans des petits minéraux - nos pépites de chocolat - plutôt que disséminés dans le minerai de base - la poudre de chocolat dans la masse du gâteau. »



# PRÉCIEUSES

# PÉPITES

« De nombreux sites miniers pourraient être valorisés »



#### Pépites de chocolat

Les chercheurs ont par exemple montré que la déformation du minerai de sulfure de zinc, contemporaine de la formation de chaînes de montagnes, favorise la re-concentration du germanium dans des minéraux hyperconcentrés, « nos fameuses pépites de chocolat, que l'on retrouve notamment au cœur des Pyrénées ». Pour les géologues, il devient donc très intéressant de rechercher les sites miniers où la déformation par des processus géologiques naturels a joué un rôle de « concentrateur naturel » de métaux rares.

« De nombreux sites miniers ont anciennement été exploités pour leurs métaux de base uniquement et les terrils provenant de cette exploitation passée pourraient être valorisés, notamment dans les Pyrénées, le Massif central mais aussi dans les Alpes, ou dans les montagnes scandinaves du nord de l'Europe. Ils peuvent constituer de potentielles ressources en métaux rares », soulignent les géologues.

#### Redistribuer les ressources

Avec un autre avantage de poids : ces métaux pourraient être plus faciles à extraire. « Quand un métal rare, par exemple le germanium, est disséminé dans le minerai, l'extraction est complexe et nécessite des processus lourds. Par contre, si ces métaux rares sont concentrés - comme des pépites de chocolat - dans de petits

minéraux, leur séparation pourrait être simplifiée », précise Alexandre Cugerone.

Une piste prometteuse pour sortir de la dépendance quasi-totale des pays européens en matière de métaux rares. « Les impacts sociaux et environnementaux de cette exploitation sont préoccupants, on ne peut pas se contenter de délocaliser la pollution générée par cette exploitation, mettent en garde les géologues. Il faut avant tout travailler de manière inclusive avec les pays producteurs et intégrer tous les acteurs, afin de mieux redistribuer les ressources. » Que chacun ait sa part... du gâteau. 

\*Géosciences Montpellier (UM - CNRS - Université des Antilles)  
Redistribution of germanium during dynamic recrystallization of sphalerite. Alexandre Cugerone, Bénédicte Cenki-Tok, Émilien Oliot, Manuel Muñoz, Fabrice Barou, Vincent Motto-Ros, Elisabeth Le Goff, *Geology* (2020) 48 (3): 236-241





Du sel pour conserver ? Pas toujours... Et c'est bien là le problème des pharaons Osorkon II et Psousennès I<sup>er</sup> dont l'éternité est aujourd'hui menacée. Leurs tombeaux, situés à Tanis dans le delta du Nil, subissent des altérations dues à la présence d'eaux salées dans leur maçonnerie. D'où proviennent ces eaux ? Un mystère sur lequel Séverin Pistre, chercheur à Hydrosociences Montpellier\*, est parti enquêter.



« Des obélisques, d'énormes blocs de granit et des colosses de pierre sortant avec peine leur tête du sable qui s'étend à perte de vue ». Bienvenue dans la nécropole royale de Tanis, située en plein delta du Nil, demeure éternelle des pharaons Osorkon II et Psousennès I<sup>er</sup>. Des tombeaux vieux de 3000 ans mis en péril par l'infiltration d'eaux salées provoquant la dégradation des gravures et peintures qui les ornent mais aussi l'altération des blocs et des joints qui les constituent. Un drame pour l'Histoire dont la solution ne coule pas de source.

# Un grain de sel dans l'éternité des pharaons

En plein désert et à près de 25 km de la mer, la provenance de ces eaux saumâtres interroge. C'est pour résoudre ce mystère que Séverin Pistre, chercheur au laboratoire Hydrosociences Montpellier a pris le chemin de l'Égypte, avec en tête, beaucoup de questions et quelques hypothèses. « Au départ c'est un conservateur expert au musée du Louvre qui, face à cette problématique de conservation, a pensé qu'il fallait étudier l'eau à l'échelle de ce site. C'est-à-dire les écoulements de surface liés à la pluie mais aussi la probabilité d'une nappe phréatique située sous les tombeaux » explique-t-il.

## Le témoignage du sable

Pour tester ces hypothèses, l'hydrogéologue est donc parti de rien ou presque, à savoir de quelques poignées de sable récoltées sur le site. En profondeur, un sable jaune correspondant à la dune ancienne. « On l'appelle la ghezira. C'est un sable typique de ces sites qui est très perméable à l'eau et dans lequel la nappe phréatique pourrait se trouver ». Plus en surface, on trouve un sable marron « qui lui est très imperméable et sur lequel l'eau de pluie peut circuler et ruisseler jusqu'à la nappe relevant ainsi son niveau » décrit Séverin Pistre.

Afin de vérifier la présence de cette nappe souterraine, le chercheur est allé plus loin. À 27 mètres de profondeur exactement grâce à l'utilisation de piézomètres. De petits appareils permettant, grâce aux électrodes dont ils sont munis, de détecter la présence d'eau dans les sous-sols mais également de mesurer son niveau. Un travail facilité par l'existence, sur le site, d'anciens forages datant d'une opération menée par les autorités égyptiennes une quinzaine d'années auparavant. « Grâce à plusieurs points de mesure nous avons ainsi pu confirmer la présence de la nappe à moins d'un mètre de profondeur sous les tombeaux. À partir de là, nous avons aussi pu travailler sur le sens d'écoulement de l'eau par exemple. »

## La preuve par l'électricité

Si la coupable semblait toute désignée, restait encore à vérifier la nature salée de ces eaux souterraines. Pour cela une simple analyse en laboratoire et le tour est joué. Sauf qu'au pays des pharaons, aucun échantillon quel qu'il soit ne quitte le territoire. C'est donc sur place, et muni d'un conductivimètre, que Séverin Pistre a poursuivi son enquête. « Cet appareil permet de mesurer la conductivité électrique de l'eau. Plus l'eau est salée, plus le courant passe, c'est une méthode très fiable. Et en l'occurrence je suis tombée sur une eau extrêmement salée, parfois très proche de l'eau de mer. » Un résultat confirmé par les analyses réalisées dans un laboratoire du Caire.

À ce stade, plus de doute, c'est donc bien cette nappe phréatique salée qui, par capillarité, remonte jusqu'aux tombeaux et provoque leur altération. Mais comment empêcher ce phénomène ? Pour le chercheur il existe plusieurs façons de gérer ce problème. La première consiste à « démonter les tombeaux afin de glisser une feuille de plomb sous la nappe avant de les reconstruire. C'est efficace mais très lourd au sens propre comme au sens figuré » souligne le chercheur. La seconde option consiste à rabattre la nappe, « autrement dit à la faire descendre à une profondeur qui ne permette plus aux sels d'atteindre les tombeaux par capillarité. Pour cela il faut un dispositif de pompage quasi-permanent ».

## Le sel du mystère

Si l'énigme de l'eau est désormais résolue, celle du sel garde encore tout son mystère ; car comment expliquer sa présence dans cette zone aride et désertique ? « Quand les nappes sont à proximité de la mer comme à Mauguio par exemple, on observe un phénomène de biseau salé. C'est-à-dire que l'eau de mer, qui est plus dense que l'eau douce, s'infiltrte petit à petit sous la nappe, mais là nous sommes trop loin de la mer pour que cela se produise » explique Séverin Pistre.

D'autres hypothèses sont envisagées comme celle d'une présence ancienne de ces eaux salées, qui auraient pu être piégées il y a des millénaires, ou encore celle d'un phénomène lié à l'évaporation. « Avec nos collègues du laboratoire Géosciences Montpellier nous procédons à des analyses géo-chimiques sur les isotopes contenus dans ces eaux salées pour tenter d'en déterminer la provenance. Nous devons encore creuser », conclut le chercheur. La preuve qu'au XXI<sup>e</sup> siècle encore, les mystères des pharaons n'ont décidément rien perdu de leur sel. 

\*Hydrosociences Montpellier (UM - CNRS - IRD)





Peut-on être petit et réussir à l'export ? Pour répondre à cette question, Carole Maurel\* et Foued Cheriet\*\*, deux chercheurs en gestion, se sont penchés sur le cas de dix PME vitivinicoles françaises. Perceptions de l'échec et de la réussite, trajectoires à l'international et stratégies d'export, la petite taille peut-elle être un atout sur le marché international ? Une étude publiée en 2020 dans la revue *Management international*.

# Mettre la France en bouteille

P'tits blancs, rouges millésimés ou rosés bio, le vin reste le meilleur ambassadeur de l'Hexagone à l'étranger. Deuxième poste d'exportation après l'aéronautique et avant les parfums, une bouteille sur dix sur le marché international est estampillée made in France. « Dans la filière du vin aujourd'hui il n'y a plus le choix, il faut exporter, explique Carole Maurel, spécialiste de la finance internationale, et sur le marché mondial la concurrence s'est exacerbée. Les cartes sont rebattues et les exportateurs français ne peuvent plus compter sur une position naturelle de leader et sur l'image de la France. »

## Echec et réussite

Si la France, l'Italie et l'Espagne restent les artisans traditionnels et historiques du vin, les productions américaines, australiennes, sud-africaines ou chiliennes coulent à flot et leurs stratégies ne sont pas les nôtres comme le souligne Foued Cheriet, spécialiste en stratégies agroalimentaires : « En France nous n'avons pas de marques puissantes et le marché est très atomisé avec beaucoup de petites entreprises qui doivent faire face à des géants de la filière. » Le vin français s'est structuré autour de ses AOC, de ses terroirs, de sa géographie, bref de ses petits producteurs. Pour comprendre comment cette grande catégorie de PME réagit par rapport à l'export, Carole Maurel et Foued Cheriet ont enquêté auprès de dix PME vitivinicoles aux profils très hétérogènes.

Premier constat : toutes entretiennent des perceptions très différentes de l'échec et de la réussite. « Dans la plupart des cas le succès est défini par le fait de se maintenir sur un marché, de réaliser des ventes satisfaisantes ou d'accéder à de nouveaux marchés, explique Foued Cheriet. Parfois il suffira qu'un intermédiaire à 10 000 kilomètres apprécie le produit indépendamment des ventes pour parler de réussite. Plus rarement elle sera mesurée à l'aune d'un objectif chiffré. » L'échec est lui aussi perçu de manière très subjective allant de la sortie définitive d'un marché étranger à la simple « insatisfaction de la part d'un intermédiaire ou d'un client de longue date, ce qui montre l'importance, pour ces petits producteurs, de la relation client » ajoute Carole Maurel.

## Trois profils stratégiques

La même hétérogénéité va se retrouver dans les différentes stratégies mises en place par les PME. Plus ou moins travaillées ou intuitives elles dépendent également des trajectoires ayant mené à la décision d'exporter. « Bien souvent c'est une opportunité, comme une rencontre sur un salon ou une visite au domaine qui se passent bien, et qui décident la PME à se lancer dans l'export plus qu'une véritable démarche de développement programmée » poursuit la chercheuse. L'enquête a ainsi fait ressortir trois profils stratégiques - non exclusifs - de petits exportateurs vitivinicoles.



Le premier profil, dit « partenarial », va exploiter les liens et les relations qu'il entretient de longue date avec des clients ou des intermédiaires suivis. Le second va se baser sur la communication. « Il va exploiter sa taille comme un atout en valorisant l'image du petit producteur du sud de la France, proche du terroir, son ancrage local, explique Foued Cheriet. Le consommateur est très sensible à l'histoire du viticulteur et de son entreprise et cette carte-là n'est pas assez jouée à l'export. » La dernière stratégie repose sur les ressources humaines : recrutement d'un personnel dédié aux projets d'internationalisation ou recours aux structures d'accompagnement. « C'est plus rare et moins préparé et c'est un souci pour les petits exportateurs qui vont plus souvent demander à leur commercial de s'adapter. »

## Atout ou handicap ?

Alors au final la petite taille des exportateurs de vin français : un atout ou un handicap ? « Si on regarde la littérature, la petite taille reste quand même un handicap car l'export comporte plus de risques pour les petites entreprises et le manque de préparation est le plus gros facteur d'échec » conclut Foued Cheriet. Difficulté à bloquer une trésorerie ou à financer un personnel dédié, faible analyse des marchés cibles ou manque d'adaptation des produits aux marchés concernés, la filière française se démarque en effet par une certaine passivité en termes de marketing et de suivi commercial.

Pour autant les résultats obtenus témoignent du potentiel à exploiter, insiste Carole Maurel : « La taille est une ressource et les producteurs français peuvent encore beaucoup progresser sur le storytelling spécifique à leur entreprise et à la tradition viticole de notre pays et qui sont de vraies forces sur le marché international. C'est une chose que les petits producteurs peuvent faire plus facilement que les gros. » Reste à savoir comment la filière vitivinicole va pouvoir s'adapter aux tempêtes qui s'annoncent. « Entre le Brexit, la taxe Trump et la covid, c'est un véritable feu d'artifice » se désolent les deux chercheurs. De quoi faire tourner le marché du vin... au vinaigre.

\*Montpellier Recherche en Management (UM - Université de Perpignan Via Domitia, Montpellier Business School)

\*\*MOISA (Montpellier SupAgro - Cirad - Inrae - CIHEAM-IAM Montpellier) Cheriet F., Maurel C., (2020), « Être petit et réussir à l'international : Etude de 10 cas d'entreprises vitivinicoles françaises », *Revue Management International*, vol 24, N° 6, p.114-126.



# Animalement vôtre

Mieux connaître cet incroyable monde animal, pour mieux le protéger. C'est le travail d'une vie pour nombre de chercheuses et chercheurs : écologues, biologistes du vivant, biologistes marins, primatologues, spécialistes de la conservation. Dans ce dossier consacré aux animaux, *Lum* vous invite à les suivre sur le terrain. Au grand large, dans le sillage des thons rouges, afin de mieux comprendre leurs mystérieuses migrations ; en mettant le cap au Sud pour mieux évaluer la rareté écologique d'espèces irremplaçables ; ou encore en Namibie pour étudier la gestion du deuil chez des femelles babouins chacma après la mort de leur petit.



Le deuil ne s'arrête pas au seuil de la vie humaine.

De nombreuses études rapportent les manifestations émotionnelles et physiologiques provoquées par la mort d'un proche chez les animaux.

Illustration en Namibie où la primatologue montpelliéraine Elise Huchard explore le deuil des femelles babouins à la mort de leur petit.



L'expression « *porter le deuil* » aurait pu être inventée pour elles. Dans le parc naturel Tsaobis, aux portes du désert du Namib, des femelles babouins chacma ont été observées portant, pendant plusieurs jours, le petit cadavre de leur bébé mort. « *Ce portage est très difficile pour elles*, explique Elise Huchard, primatologue à l'Institut des sciences de l'évolution de Montpellier (Isem\*). *Un bébé vivant va s'accrocher tout seul au ventre ou au dos de sa mère, là elles vont devoir le porter soit dans leur bouche, soit le soutenir en permanence avec un bras, ce qui rend leurs déplacements très compliqués.* »

## Observer le deuil des babouins chacma

### Un deuil à bras-le-corps

Chez ces babouins contraints à parcourir de grandes distances chaque jour pour se nourrir, le coût d'un tel comportement est important. Pourtant les femelles vont parfois porter le corps pendant une semaine, voire dix jours. « *Elles le posent un petit peu pour aller manger mais dès qu'un autre individu s'approche elles reviennent précipitamment. Il arrive qu'elles le perdent au cours d'un conflit social par exemple. On a alors entendu des femelles émettre de véritables vocalisations de détresse* » raconte l'éthologue.

La poursuite du toilettage est une autre manifestation du deuil, y compris lorsque, sous l'effet de la chaleur, le petit corps apparaît totalement momifié ou disloqué. Ou bien encore, l'examen des blessures ayant provoqué la mort, le plus souvent infligées par un mâle : « *Dans les premières heures de la mort on va souvent voir les femelles mettre le doigt dans la blessure, la lécher. On les a vues enlever des débris de la bouche du bébé.* » Des manifestations qui, selon la chercheuse, témoignent « *très probablement* » de la force du lien social entre une mère primate et son petit. « *Quand il y a une rupture brutale et inattendue de ce lien, les mères ne peuvent pas le gérer d'un point de vue émotionnel. Rester en contact avec le corps de leur enfant peut les aider à faire face.* »

Les chercheurs n'excluent pas que la mort d'individus adultes puisse également déclencher des manifestations de deuil, celles-ci s'avèrent juste plus difficiles à observer notamment parce les cadavres ne sont pas retrouvés. Une autre étude portant sur les babouins a néanmoins pu révéler, grâce à l'analyse des taux de cortisol présent dans les fèces, une augmentation du niveau de stress chez les femelles qui venaient de perdre une amie. « *C'est une des rares études qui quantifie une réaction physiologique de stress en réaction à la mort d'un proche*, précise Elise Huchard. *Ces femelles auront alors plus de partenaires de toilettage que d'habitude ce qui les aide à retrouver plus rapidement leur niveau habituel d'hormones de stress.* »

### Le champ du deuil

Les manifestations de deuil chez les animaux en général restent un sujet encore relativement peu exploité en raison de leur nature même. Rares et imprévisibles, la mort et les réactions qu'elle suscite peuvent difficilement faire l'objet d'un projet spécifique comme le souligne la comportementaliste : « *Pendant longtemps on a enregistré ces comportements dans le contexte de la routine de nos projets. Et puis dans les années 2010 a émergé un champ de recherche sur les réactions à la mort des animaux qui a été particulièrement florissant chez les primates.* »

Un champ que Elise Huchard et ses collègues du Tsaobis baboon project souhaitent étendre en fai-



sant de cette étude le coup d'envoi d'un véritable projet sur le long terme consacré à l'observation du deuil chez les babouins. Leur objectif : mettre en place un protocole permettant de quantifier sur plusieurs années l'ensemble de ces comportements. « *On aimerait connaître l'impact que le deuil peut avoir sur la vie de ces femelles. Vont-elles se mettre en retrait socialement ou au contraire être plus sociales ? Va-t-on observer des comportements de consolation ou de compensation sociale de la part des autres individus du groupe ? Vont-elles manger moins ? L'intensité de la relation maternelle influence-t-elle la durée du deuil...* »

### La mort dans l'âme...

Mais les primates sont-ils d'ailleurs les seuls mammifères sociaux à exprimer une réaction face à la mort ? Pour Elise Huchard la réponse est non. « *Typiquement dans le cas des primates on a ce comportement flagrant de portage qui est une conséquence du fait qu'ils aient des mains. Il y a aussi un développement plus long chez ces espèces qui explique la force du lien mère-enfant, mais je pense que beaucoup d'animaux réagissent à la mort avec des manifestations plus ou moins évidentes.* » Et de citer le cas de baleines ou d'orques restant en contact plusieurs jours avec le cadavre de leur petit ou d'éléphants retournant pendant des mois sur le lieu de la mort d'un proche.

Au bout de ces observations, une question, immanquablement, nous brûle les lèvres : ne faut-il pas y voir la preuve d'une conscience de la mort chez les animaux ? Pas si simple selon la spécialiste pour qui le fait de deuil « *n'implique pas forcément un niveau élevé de conscience de la mort, mais c'est là en partie le champ des philosophes et leur apport sur des concepts aussi difficiles à manipuler que la conscience est extrêmement précieux pour des scientifiques comme nous* ». Reste une certitude : ces babouins-là ne singent pas leur deuil.

© Elise Huchard

\*Isem (UM - CNRS - IRD - EPHE)



Comment détermine-t-on qu'une espèce est rare ? Une nouvelle étude alerte sur la nécessité de considérer la rareté fonctionnelle des espèces afin de prendre en compte leur rôle écologique. Une invitation à réorienter la biologie de la conservation vers une approche écosystémique. Explications.

# Chères espèces rares

Il mesure plus de 50 centimètres et peut atteindre un poids d'un kilo, ce qui fait de lui le plus gros pigeon arboricole au monde et lui a valu son patronyme : le carpophage géant, *Ducula goliath* pour les intimes. Ce pigeon hors normes dissimule ses yeux rouges et son plumage ardoise et fauve dans la forêt primaire humide de Nouvelle-Calédonie, où tout le monde le connaît sous son nom d'usage, le notou. Et le notou est doté d'une caractéristique unique : il possède un bec muni d'une mandibule inférieure capable de se déformer, ce qui lui permet de gober des fruits de plus de 5 centimètres de diamètre.

Son menu préféré ? Les fruits de pandanus, un petit arbre endémique de la Nouvelle-Calédonie (cf photo). Seul oiseau capable de les ingurgiter, il contribue ainsi efficacement à la dispersion des graines de pandanus, ainsi que de plusieurs autres arbres dotés de très gros fruits. Mais le notou est aujourd'hui menacé : chassé, victime de la destruction de son habitat, de sa faible reproduction - avec un seul œuf pondu chaque année - sa population régresse. Alors qu'advendrait-il du pandanus et de tout cet écosystème tropical si le carpophage géant venait à s'éteindre ?

## Rareté fonctionnelle

Avec cette question, c'est un horizon nouveau qui s'ouvre pour la biologie de la conservation, celui de la rareté fonctionnelle des espèces. Car le notou joue un rôle écologique unique dans son environnement, ce qui le rend irremplaçable. « C'est une espèce écologiquement rare, car elle est essentielle au bon fonctionnement de son écosystème », expliquent Nicolas Loiseau\* et Nicolas Mouquet, co-auteurs d'une étude sur la rareté écologique des espèces, financée au Cesab par la Fondation pour la recherche sur la biodiversité et EDF.

Jusqu'à présent, une espèce est considérée comme rare quand sa population se limite à un petit nombre d'individus ou quand elle vit dans une aire géographique très restreinte. Des caractéristiques que les chercheurs invitent à élargir : « le rôle que jouent ces espèces dans leur écosystème, la manière dont elles contribuent à son fonctionnement, doivent aussi être pris en compte », souligne Nicolas Mouquet, direc-



© Jean-Marc Meriot

teur scientifique du Centre de synthèse et d'analyse sur la biodiversité (Cesab).

Avec leurs collègues du CNRS et de l'Université Grenoble Alpes, les scientifiques ont analysé des bases de données regroupant près de 15 000 mammifères terrestres et oiseaux afin de cartographier les espèces écologiquement rares à travers le monde. Un travail de fourmi qui a permis d'identifier, aux côtés du notou, le kakapo de Nouvelle-Zélande, seul perroquet au monde à ne pas voler et qui active ainsi la décomposition des sols qu'il foule pendant près d'un siècle, son espérance de vie hors norme. Ou encore le macaque noir de l'île de Sulawesi en Indonésie, qui se nourrit de 145 variétés de fruit et disperse les graines d'autant d'espèces d'arbres. Et bien d'autres oiseaux, rongeurs, lémurins, chauves-souris... « Une rareté écologique qui se concentre dans les tropiques et dans l'hémisphère sud, et tout particulièrement dans les îles », constatent les écologues.

## Double peine

Comment procèdent-ils pour identifier ces espèces écologiquement rares ? « Nous observons les traits fonctionnels d'une espèce en décryptant son mode de vie : vit-elle au niveau du sol ou dans la canopée ? Est-elle diurne ou nocturne ? Quel est son régime alimentaire ? répond Nicolas Loiseau. On considère que plus une espèce possède une combinaison de traits originale, plus elle est importante pour l'écosystème », complète le chercheur. Et si cette espèce disparaît ? « Alors cette association de traits fonctionnels ne sera pas réalisée par une autre espèce, et l'écosystème a plus de risque d'être perturbé que lors de la disparition d'une espèce redondante sur le plan fonctionnel. » Redondante ? « C'est ainsi que l'on qualifie une espèce lorsque ses fonctions peuvent être remplies par d'autres, c'est une "assurance" en cas de disparition », précise Nicolas Mouquet. Perdre une espèce écologiquement rare, c'est donc perdre l'espèce elle-même, mais aussi sa fonction dans l'écosystème : une perte irrémédiable, véritable « double peine » d'après les chercheurs.

Autant d'épées de Damoclès suspendues au-dessus de ces écosystèmes dans un contexte où les espèces écologiquement rares apparaissent comme particulièrement menacées, notamment par le réchauffement climatique et les activités humaines. « Nous avons réalisé des modélisations de la distribution de ces espèces à l'horizon 2050-2080 sur la base des scénarios de changement climatique du GIEC, explique Nicolas Loiseau, et nos résultats montrent que l'impact négatif sera plus important pour ces espèces, avec des pertes d'aires de distribution de plus de 50 % dans le cas de certains oiseaux. » Plus menacées... et moins bien protégées. « Les espèces écologiquement rares sont, de manière générale, moins protégées que d'autres », déplorent les chercheurs.

## Changement de paradigme

Un constat alarmant qui incite à tenir compte de la rareté écologique et de l'idée de fonctionnement des écosystèmes dans les programmes de conservation. Car si certains des animaux identifiés dans cette étude sont déjà considérés

comme menacés d'extinction par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), ce n'est pas le cas de toutes les espèces écologiquement rares. « Ce "profilage" des espèces écologiquement rares met en évidence que leur préservation, même dans les zones actuellement protégées, n'est pas suffisante, regrette Nicolas Mouquet. La conservation des espèces est trop souvent basée sur leur identité et leur statut démographique. Pourtant, la prise en compte de l'originalité de leurs rôles écologiques est essentielle et devrait aussi guider les actions de conservation. » Un appel à un vrai changement de paradigme des politiques de conservation à mettre en œuvre. « Nous espérons que ces nouvelles données amènent de nouveaux outils d'aide à la décision. Car mieux comprendre permettra de mieux préserver. » 

\*Marbec (UM - CNRS - IRD - Ifremer)  
Global distribution and conservation status of ecologically rare mammal and bird species. Nicolas Loiseau, Nicolas Mouquet, Nicolas Casajus, Matthias Grenié, Maya Gueguen, Brian Maitner, David Mouillot, Annette Ostling, Julien Renaud, Caroline Tucker, Laure Velez, Wilfried Thuiller, Cyrille Violle. Nature communications, October 8, 2020.



Voyageur infatigable, le thon rouge parcourt au cours de sa vie des milliers de kilomètres. Que fait-il lors de ses pérégrinations ? Pour lever un coin de voile sur l'intimité de ce gros poisson et mieux connaître la dynamique de sa population, biologistes marins et chercheurs en micro-électronique naviguent de conserve.

# De conserve avec le thon rouge

Il peut atteindre plus de 3 mètres et plus de 600 kilos, « la taille d'une vache ». Il vit près de 40 ans et parcourt jusqu'à 200 kilomètres en une journée. Le thon rouge ; un poisson migrateur dont le nom a longtemps été associé à la surpêche, mais qui aujourd'hui se porte bien. « Le thon rouge de l'Atlantique a été surexploité à partir du milieu des années 1990, mais depuis 2012 le stock va mieux », explique Tristan Rouyer. Surexploité, et pourtant encore méconnu. « On ignore encore beaucoup de choses sur la dynamique des populations de thons », précise le chercheur du laboratoire biodiversité marine, exploitation et conservation (Marbec\*). En cause ? La difficulté à suivre un animal aussi imposant et aussi mobile.

« Pour étudier des animaux sauvages comme le thon rouge en milieu naturel, on recourt au marquage électronique », explique Vincent Kerzérho. Problème : les systèmes utilisés pour suivre les poissons coûtent très cher. « Entre 3000 et 4000 euros par animal », précise le chercheur du laboratoire d'informatique, de robotique et de micro-électronique de Montpellier (Lirmm\*\*). Un sacré budget pour un dispositif à usage unique. « Et un sacré obstacle quand on sait que pour étudier une population à grande échelle on doit récolter beaucoup de données. » Pour surmonter ces difficultés et améliorer la connaissance de ces gros poissons, les chercheurs des deux laboratoires ont décidé de travailler ensemble.

## Pêche aux experts

Une collaboration qui a commencé en 2015 avec les projets Popstar et FishNship. « Nous sommes partis en quête d'experts en micro-électronique afin de développer de nouvelles solutions », se remémore Tristan Rouyer. Avec son collègue de l'Ifrermer Sylvain Bonhommeau, le biologiste va alors à la pêche aux collaborateurs et ferre l'équipe de Serge Bernard et Vincent Kerzérho au LIRMM. « Le contact est très bien passé, tant sur le plan scientifique qu'humain. »

Leur mission ? Développer des dispositifs de marquage moins chers, et plus complets. « Ceux du commerce n'intègrent que 3 capteurs destinés à mesurer la pression, la température et la lumière afin de déterminer la position du poisson », précise Vincent Kerzérho. Si ces mesures permettent de suivre les déplacements des thons, elles ne donnent en revanche aucune information sur la physiologie de l'animal. « On sait où il se trouve mais on ne sait pas ce qu'il y fait. Est-ce qu'il chasse ? Se reproduit ? Est-il en train de constituer des réserves ou au contraire de les consommer ? Ce sont pourtant des informations capitales pour connaître le cycle de vie des thons et leur dynamique migratoire » explique Tristan Rouyer (lire encadré).

## Balance en poisson

Les spécialistes en micro-électronique ont donc concocté un nouveau capteur qui permet non seulement de géolocaliser le poisson mais donne en plus des informations sur son taux de gras. « On utilise la bio-impédance, une technique développée par le milieu médical, celle-là même utilisée pour les balances qui donnent le taux de graisse. » Des capteurs qui devront également résister à un milieu hostile, l'eau salée, la pression qui règne jusqu'à 1 000 mètres de profondeur, où les thons font de fréquentes incursions. Et qui devront aussi relever



## Grand migrateur

Voyageur au long cours, le thon rouge a longtemps gardé secrète la carte de ses parcours. Ses migrations répondent à deux besoins essentiels : se nourrir et se reproduire. « Le thon rouge se reproduit dans les eaux chaudes de la Méditerranée. En dehors de cette zone de reproduction, il écume les eaux plus froides de l'Atlantique pour se nourrir, pouvant aller jusqu'aux zones nordiques proches des côtes norvégiennes et canadiennes où il chasse harengs et maquereaux », détaille Tristan Rouyer. Il est alors capable de prendre 30 % à 40 % de sa masse, qu'il perd ensuite durant la période de reproduction.



le défi de l'autonomie. « Les thons passent beaucoup de temps en profondeur, ce qui rend la transmission des données en continu impossible. Nous avons donc conçu un système qui se décroche tout seul au bout de 6 mois à 1 an. Il remonte alors à la surface où il transmet enfin les informations récoltées », détaille Vincent Kerzérho.

## Timing minuté

Défi technique relevé, avec un dispositif micro-électronique d'à peine quelques millimètres carré, connecté à des électrodes qui doivent être implantées dans la chair du poisson. C'est là qu'un autre défi commence... Car comme le souligne Tristan Rouyer, « marquer un thon de 250 kilos, c'est compliqué ». Et pour cause, il faut sortir cet énorme poisson de l'eau. « Ce que nous avons réalisé avec l'aide des pêcheurs sétois de la SATHOAN. » La pêche au thon s'effectue à la senne, un immense filet avec lequel les bateaux vont encercler les bancs de poisson. Les chercheurs en profitent pour capturer des individus au cours d'une opération au timing minuté. Une ligne munie d'un hameçon est jetée dans la senne, le thon qui y mord est hissé à bord dans une civière puis intubé sur le bateau où il y passe moins de deux minutes, « le temps de déployer le matériel ». L'animal est ensuite relâché et reprend sa route, les chercheurs dans son sillage.

## Transatlantique

Depuis 2018, les scientifiques ont marqué 8 thons, et récolté ainsi des données précieuses. « Un des thons marqués en Méditerranée a été jusqu'au Sud de l'Islande puis vers le Canada avant de retraverser l'Atlantique et revenir en Méditerranée », détaille Tristan Rouyer. Un périple d'un an qui permet de connaître avec plus de précisions les routes migratoires empruntées par ces grands voyageurs.

Et ce n'est qu'un début : les chercheurs souhaitent en effet marquer davantage de thons pour pêcher encore plus de données. « Ces informations sont précieuses, car mieux connaître la dynamique migratoire de ces populations permet de mieux comprendre l'utilisation de leur habitat, notamment en fonction des conditions environnementales », précise Tristan Rouyer qui souligne également l'importance de ces connaissances pour anticiper d'éventuels changements liés par exemple au réchauffement climatique. « Plus on en saura sur l'espèce, mieux on pourra la préserver. » 

\*Marbec (UM - CNRS - IRD - Ifremer)

\*\*Lirmm (UM - CNRS)



Quelles sont les espèces qui suscitent le plus d'empathie et de compassion de notre part, et pourquoi ?

C'est la question posée par le biologiste de l'évolution Michel Raymond.

## Loin des gènes, loin du cœur

Tortue ou écureuil, lequel sauveriez-vous s'ils étaient en danger de mort ? Méduse ou cactus, duquel vous sentez-vous le plus proche ? Ces questions, Michel Raymond et ses collaborateurs du Muséum national d'Histoire Naturelle les ont posées à près de 3500 « juges » qui ont examiné chacun 20 paires de photographies d'animaux ou de végétaux. Objectif ? « Déterminer comment notre capacité à être en empathie avec d'autres organismes et à ressentir de la compassion pour eux fluctue d'une espèce à l'autre », explique le chercheur de l'Institut des sciences de l'évolution de Montpellier (Isem\*).

### Distance phylogénétique

Pourquoi choisit-on de sauver l'écureuil plutôt que la tortue ? Sommes-nous sensibles à sa beauté ? À sa taille ? À sa vulnérabilité ? Non, d'après ces travaux, ce qui détermine la compassion ou l'empathie portée aux êtres vivants présentés, c'est la distance phylogénétique qui nous sépare. « La carte affective du monde vivant ainsi constituée montre en effet que plus un organisme est évolutivement éloigné de nous, moins nous nous reconnaissons en lui et moins nous nous émouvons de son sort », explique Michel Raymond.

Lorsqu'une espèce nous est évolutivement proche, comme les grands singes, nous partageons avec elles des caractéristiques, notamment physiques, progressivement acquises au cours de notre évolution commune. « Et nous pouvons plus facilement reconnaître en elle un alter ego, et adopter à son égard les mêmes comportements prosociaux qu'avec nos semblables humains. »



Chimpanzé ©IRD



Méduse rayonnée ©IRD - Thomas Changeux

### Empathie ou compassion ?

Si l'empathie correspond à notre capacité à percevoir intuitivement les émotions et les états mentaux d'autrui, la compassion désigne quant à elle un sentiment induit par la souffrance d'autrui, associé à la volonté - désintéressée - d'y remédier.

### Alter ego

Sur le podium de nos affects, on retrouve donc logiquement les grands singes : orang-outan, gorille et chimpanzé qui éveillent le mieux notre empathie et notre compassion. Les volontaires qui ont participé à l'étude dirigeaient même davantage ces sentiments vers l'orang-outan que vers... l'Homme, qui faisait lui aussi partie des espèces présentées. À l'inverse en queue de peloton des « mal-aimés » on retrouve notamment le cactus, le champignon, la méduse ou encore la tique. « Cette dernière bât tous les records négatifs ! », précise Michel Raymond.

Des résultats qui pour les chercheurs « invitent à nous pencher sur l'influence exercée par nos biais sensoriels et émotionnels sur les questions de société impliquant notre rapport au reste du vivant ». 

\*Isem (UM - CNRS - IRD - EPHE)  
Empathy and compassion toward other species decrease with evolutionary divergence time. Aurélien Miralles, Michel Raymond, Guillaume Lecointre. *Scientific Reports*. 2019.



26

Billets verts

28

Une pionnière en orbite

29

Le droit de la pensée

30

Du yoga au programme



L'Université de Montpellier est la première en France à proposer un diplôme universitaire de finance verte. Si dans l'esprit du grand public le concept peut relever de l'oxymore, le secteur financier pourrait pourtant bien être un acteur incontournable de la transition écologique. Explications avec Adrien Nguyen-Huu, chercheur au centre d'économie environnementale de Montpellier\* et co-directeur de cette formation inédite.

# Billets verts



## Pour commencer, d'où vient ce concept de finance verte ?

C'est un sujet qui est apparu très discrètement dans les années 2000, autour des négociations sur le climat, mais c'est réellement en 2015 avec les accords de Paris puis en 2017 avec le *One Planet Summit* d'Emmanuel Macron que les banques se mettent sur le devant de la scène comme une sorte de relai des politiques publiques.

## Un relai pour quoi ?

Depuis environ cinq ans une prise de conscience du secteur financier a émergé sur les questions de risque climatique. Parallèlement on a vu naître chez les citoyens et les *stakeholder*, les parties prenantes des questions climatiques, une frustration devant les politiques publiques internationales et nationales jugées peu ambitieuses ou trop lentes. Les banques d'investissement sont alors apparues comme des acteurs capables d'agir sur des grands volumes d'épargne à ré-allouer, tandis que les banques de détail sont une source primordiale d'investissement sur des projets verts.

## Mais quel intérêt les banques ont-elles à investir dans le vert ?

Mettons de côté le travail de communication sur l'image de marque, qui existe évidemment. Investir dans des actifs verts permet de diversifier son portefeuille. L'inertie de la crise climatique est telle que quand ses premières manifestations apparaîtront dans les bilans des banques il sera déjà trop tard pour s'en prémunir. Les assurances ont été les premières à s'en rendre compte et à affirmer qu'un monde à + 4°C n'est pas assurable. La finance n'est pas en reste : quels sont les secteurs d'investissement d'avenir ? Les investisseurs sont a priori assez indifférents au fait d'investir dans des pots de yaourt ou des centrales nucléaires. Si les marchés anticipent un risque, les investisseurs ne peuvent le négliger et vont réagir très rapidement même si leur horizon d'anticipation a la réputation d'être court.

## De quels types de risque parle-t-on ?

Les risques physiques d'abord, sont les matérialisations des sinistres auxquels les institutions peuvent s'exposer (montées des eaux, événements extrêmes). Les risques de transition, ensuite, sont liés aux politiques publiques et aux régulations tentant de freiner le changement climatique et pouvant conduire à la dépréciation d'actifs dont disposent les banques. Imaginez : vous avez du Total dans votre portefeuille et d'un coup on leur interdit d'explorer certaines zones du monde. La valeur de Total est divisée par deux et votre portefeuille s'effondre. Une transition trop rapide peut donc se traduire par une instabilité financière, voire une crise économique.

### Plus green que golden boy

Il se décrit lui-même comme le « produit de la crise financière survenue entre 2007 et 2008 ». À l'époque Adrien Nguyen-Huu débute une thèse en mathématiques financières chez EDF. « La crise a redonné du sens à la manière dont je voulais faire de la finance et je suis passé des mathématiques financières à l'économie au sens plus large », explique le chercheur. Devenu expert en modélisation macro-économique, il s'oriente sur des thématiques environnementales et s'intéresse à l'impact des contraintes de productivité « c'est-à-dire à ce qui se passe si l'économie a accès à moins d'énergie ou à de l'énergie de moins bonne qualité ». Plus récemment Adrien Nguyen-Huu s'est lancé, avec ses collègues du CEE-M, dans la finance comportementale. Il est également chercheur associé dans la chaire Énergie et prospérité.

## Alors concrètement comment la finance peut-elle agir en faveur du climat ?

Il existe déjà un éventail de produits financiers (actions ou obligations) à impact positif pour le climat, et bien sûr de nombreuses activités qui devraient profiter de facilités de crédit : agriculture résiliente, isolation dans le bâtiment, transports décarbonés... Mais le défi principal est la signalisation des activités bénéfiques au climat par une taxonomie et une labellisation, tout en permettant d'évaluer la viabilité économique future des activités concernées. Ces deux tâches sont immenses.

## Et les marchés financiers suivent ?

Il y a énormément d'épargne disponible pour la transition qui, pour des raisons de rendement, financent encore l'économie carbonée. Mais les dimensions extra-financières environnementales et sociales sensibilisent une frange non négligeable d'investisseurs, par anticipation des régulations ou par conviction. Les banques centrales semblent également avoir un rôle montant, mais encore incertain, dans l'action climatique, par la régulation et son action sur le secteur bancaire.

## Comment détermine-t-on qu'un actif est vert ou pas ? Il est facile de faire du *greenwashing*...

Sans taxonomie rigoureuse et standards internationaux qui définissent les secteurs d'activité « verts », le *greenwashing* est toujours soupçonnable. C'est là un des leviers d'action publique en finance, la commission européenne l'a récemment montré. Les conflits de vision sur ces secteurs « verts » rendent la tâche complexe : les positions antagonistes vis-à-vis du nucléaire de la France et l'Allemagne en sont l'archétype. Il existe aussi une asymétrie mal assumée : les investisseurs institutionnels et les banques sont pro-actifs dans leurs investissements verts, mais le désinvestissement du brun (charbon, pétrole) se fait avec réticence, le rendement élevé étant toujours là.

## Est-ce que ce n'est pas utopique de vouloir concilier finance et écologie ?

Je ne dis pas que les banques vont se tirer une balle dans le pied par souci écologique, mais leurs intérêts bien compris ne peuvent pas se fonder sur une économie purement virtuelle. La viabilité économique n'est pas logiquement incompatible avec la soutenabilité écologique, il y a un chemin de crête à trouver. Après, le changement climatique implique un changement de logique qui ne peut se faire uniquement dans la finance mais une chose est certaine, vu l'importance du secteur, cela ne pourra pas se faire sans eux. Il y a derrière tout cela un idéal de long terme : remettre la finance à sa place c'est-à-dire au service de la société et non au service d'elle-même. Le succès du DU auprès des étudiants nous prouve que l'idée germe parmi les jeunes générations.

\*CEE-M (UM - CNRS - INRAE - Montpellier SupAgro)

✓  
 Pour contribuer au développement de la filière spatiale au Sénégal, l'Université de Montpellier accueille trois étudiants sénégalais parmi les 9 inscrits au diplôme d'établissement Développement des systèmes spatiaux. Une seule femme fait partie de cette première promotion, Aïssatou Sidibe.



## Une pionnière en orbite

C'est une pionnière. En 2012, l'école polytechnique de Thiès au Sénégal lance la première formation d'ingénieurs de conception en aéronautique. Quand vient l'heure de choisir son cursus trois ans plus tard, Aïssatou Sidibe décide de s'embarquer dans cette aventure. Et sert ainsi l'objectif ambitieux affiché par son établissement : développer la recherche et l'innovation technologique en aéronautique dans son pays. En 2020, la troisième promotion d'ingénieurs en aéronautique formés au Sénégal reçoit son diplôme, et Aïssatou Sidibe fait partie des trois seules femmes de sa classe.

« Mon objectif a toujours été de travailler au Sénégal, mais je souhaitais d'abord compléter ma formation par une expérience en conception à l'étranger, puisqu'il n'existe pas encore de centre de conception en aéronautique au Sénégal », raconte la jeune femme.

### Aventure spatiale

Alors quand le Ministère sénégalais de l'enseignement supérieur contacte son école pour lui exposer un nouveau projet, Aïssatou Sidibe n'hésite pas beaucoup et embrasse cette nouvelle mission : le spatial. Le Sénégal souhaite en effet tirer profit des applications spatiales pour le développement éco-

nomique, social et scientifique du pays. Une ambition qui passe par les nanosatellites, ces petits CubeSats qui ont révolutionné l'accès à l'espace et dont le Centre Spatial Universitaire de Montpellier est un expert reconnu.

Un nouvel espace s'ouvre alors pour Aïssatou Sidibe qui intègre à la rentrée 2020 la première promotion du diplôme d'établissement Développement des systèmes spatiaux à l'Université de Montpellier. Un univers encore majoritairement masculin, où elle est la seule femme. Au programme : l'introduction aux systèmes spatiaux, la gestion des projets spatiaux, l'anglais pour le spatial, le droit du spatial, les outils mathématiques pour le spatial, la mécanique... spatiale.

### Futurs cadres

Bref, une année sous le thème du spatial qui permet de former des futurs cadres du domaine. « J'apprends beaucoup de choses, même si j'avais déjà quelques bases grâce à ma formation d'ingénieur en aéronautique », explique la jeune femme. Un savoir et un savoir-faire qu'Aïssatou Sidibe souhaite ramener au Sénégal à l'issue de sa formation. « Une entreprise qui fabriquera des nanosatellites devrait être créée là-bas bientôt et je pourrais y avoir une place », confie l'étudiante. 

✓  
 Quel est le point commun entre le dernier prix Goncourt, le vaccin à ARN messenger Pfizer et le jeu vidéo Fortnite ? Tous les trois sont « des biens issus de la production de l'esprit humain et relèvent donc potentiellement du droit de la propriété intellectuelle » explique Agnès Robin\* enseignante-chercheuse en droit privé, spécialiste de la question.



# Le droit de la pensée

« J'ai été très tôt sensibilisée, par ma famille, aux questions de création artistique mais aussi technologique et informatique. » Une raison qui pousse sans doute la jeune Agnès Robin, alors étudiante en droit à Nanterre, à se diriger vers ce qui n'est, dans le milieu des années 90, qu'une matière optionnelle : le droit de la propriété intellectuelle. « Le code qui le régissait en 1992 était quatre fois moins épais que celui de 2020 » se souvient en souriant celle qui dirige aujourd'hui le très côté master de droit de la propriété intellectuelle et du numérique.

### Créations esthétiques et créations techniques

Si les droits de la propriété intellectuelle naissent dès la fin du 18<sup>e</sup> siècle avec l'avènement du capitalisme industriel, c'est dans la seconde moitié du 20<sup>e</sup> siècle qu'ils connaissent une véritable expansion. Le boom des industries culturelles et créatives, puis bien sûr le développement du numérique, viennent asseoir la place incontournable de ces droits. « Toutes ces industries fonctionnent sur et grâce à l'exploitation des droits de propriété intellectuelle, souligne Agnès Robin. Ces droits participent activement de la stratégie des entreprises, que ce soit dans le domaine culturel ou technologique, car ils sont des instruments de valorisation des biens intellectuels. »

La stratégie des entreprises, mais aussi celle des établissements publics de recherche comme le constate Agnès Robin lorsque, inscrite en doctorat, elle réalise un remplacement au service de la valorisation et du partenariat du CNRS « qui était pionnier dans cette politique. Je rédigeais des contrats avec les industriels et négociais donc la copropriété

des résultats issus de la recherche publique. C'est là que j'ai compris qu'il y avait un sujet encore peu exploité ». La copropriété intellectuelle sera son sujet de thèse et l'axe principal de son travail de recherche.

### Le défi de la science ouverte

Les nombreuses réformes qui toucheront l'enseignement supérieur et la recherche et notamment celle sur l'autonomie des universités place, plus que jamais, le droit de la propriété intellectuelle au cœur de leur développement. « Les universités développent beaucoup de recherches appliquées, et donc souvent brevetables, dans le cadre de partenariats avec des industriels, explique la chercheuse. C'est un moyen d'amener les entreprises à investir dans la recherche publique. » Un véritable levier également pour les établissements publics de recherche afin de valoriser les résultats de leurs équipes.

À l'heure de l'open data, c'est un nouveau défi qui se présente maintenant aux spécialistes du droit de la propriété intellectuelle : la science ouverte. Une politique incitant à la diffusion, en accès ouvert, des données de la recherche et qui pose donc la question du statut juridique de ces données. Un sujet sur lequel la chercheuse travaille depuis quatre ans dans le cadre du projet interdisciplinaire CommonData. « Cette question nécessite d'articuler de nombreux dispositifs pas toujours cohérents entre eux : code de la propriété intellectuelle, code de la recherche et code des relations entre le public et l'administration qui encadre l'ouverture des données publiques... » Quand la propriété intellectuelle donne lieu à un joli casse-tête. 

\*UMR Dynamique du droit (UM - CNRS)

« Une année sous le thème du spatial pour former des futurs cadres du domaine »



Comment favoriser une éducation qui considère l'enfant et l'adolescent dans leur globalité, avec des apprentissages cognitifs mais aussi physiques et émotionnels ? Pourquoi pas grâce au yoga ? Une activité plébiscitée lors du confinement, qui pourrait trouver toute sa place à l'école.

## Du Yoga au programme

Activité sportive, éveil spirituel, art de vivre, le yoga est devenu une « activité-monde » en plein essor. « Pendant le confinement, le mot "yoga" fut l'un des plus demandés dans les moteurs de recherche », explique Sylvain Wagnon. Et ses bénéfices ne sont plus à démontrer. « Il améliore l'attention, la concentration, la gestion du stress et des émotions, notamment en réduisant le niveau de cortisol, l'hormone du stress », détaille le chercheur du Laboratoire interdisciplinaire de recherche en didactique, éducation et formation (Lirdef\*). Des qualités qui pourraient lui ouvrir les portes de l'école.

« La pratique du yoga est déjà intégrée à l'école dans certains pays d'Europe du Nord mais la France est très en retard », déplore Sylvain Wagnon. En cause ? « Un système scolaire qui a toujours laissé de côté la question du corps et des émotions pour se focaliser sur les savoirs cognitifs : lire, écrire, compter. » L'éducation physique et sportive ? « Certes présente, elle est cependant souvent considérée comme moins importante, comme s'il y avait une hiérarchie entre les activités cognitives et corporelles. Au final c'est toute une dimension qui est laissée de côté et c'est préjudiciable à un développement harmonieux. »

### Cercle vertueux

Dans les pays où le yoga est intégré à l'école, ses effets positifs sur les apprentissages sont pourtant largement reconnus, « tout comme ses apports au bien-être des élèves et des enseignants », souligne Sylvain

Wagnon. Les élèves apprennent à être tactiles, respirer, se relaxer, être calmes. « Ces pratiques créent un climat différent pour les enfants comme pour les enseignants, plus serein, favorable à la gestion des conflits. » Et donc plus propice aux apprentissages. « Un véritable cercle vertueux. »

Si certains écoliers de l'Hexagone sont déjà rentrés dans ce cercle, ayant eu l'opportunité d'adopter la position du chien tête en bas à l'école, il reste pour l'instant difficile de quantifier la place du yoga dans les enseignements en maternelle, primaire et secondaire. « Les premières initiatives visant à introduire le yoga à l'école ont été portées par des enseignants qui le pratiquaient eux-mêmes, mais combien sont-ils ? Nous sommes en train d'entreprendre une étude pour quantifier cet essor encore mal connu en France », souligne le chercheur, accompagné dans ce travail par Sihame Chkair, doctorante en sciences de l'éducation qui consacre sa thèse à la question de l'intégration des pratiques alternatives - dont le yoga - dans l'enseignement public.

### Propositions concrètes

La doctorante étudie l'introduction du yoga auprès des élèves du lycée Jules Ferry à Montpellier. « Avec des retours très positifs, y compris de la part des équipes éducatives, rapporte Sylvain Wagnon. Actuellement, de plus en plus d'enseignants soulignent l'intérêt du yoga pour un travail coordonné sur la respiration et la connaissance de son corps. » Mais comment transposer et généraliser ces pratiques ? Et comment intégrer pleinement le yoga dans les enseignements ? « C'est justement notre objectif : faire des propositions concrètes au Ministère de l'éducation pour trouver une vraie place pour le yoga à l'école. » Afin que tous les enfants et adolescents bénéficient de ce cercle vertueux. Namaste. 

\*Lirdef : Equipe d'accueil 3749 (UM - Université Paul-Valéry Montpellier 3)

Milo, 7 ans



Pourquoi on voit si peu de femmes construire des immeubles ou repeindre des maisons ?

Bonne question ! Est-ce que certains métiers sont interdits aux femmes ? Non, en tous cas pas en France. Pourtant certains métiers restent encore très peu choisis par les femmes, notamment, comme tu l'as vu Milo, dans le bâtiment où 90 % des employés sont des hommes.

Pourtant, certains d'entre eux souhaitent plus de mixité (le fait qu'il y ait la présence des deux sexes). D'autres trouvent, au contraire, que ce sont des métiers « d'homme ». On appelle cela un stéréotype de genre, c'est comme des images dans nos têtes, ou des idées reçues qu'on se fait sur les gens et qui sont liées à leur sexe.

Par exemple, Emile, ouvrier dans le bâtiment, dit : « il y a quand même beaucoup d'objets lourds à transporter ! Pour moi, c'est un frein pour qu'une femme fasse ce métier ». Pour Martin, chef de chantier : « mis à part soulever des poids très lourds, une femme peut réaliser les mêmes tâches qu'un homme ». Ils oublient qu'il existe des femmes qui ont plus de force que certains hommes, par exemple une catcheuse ! Et puis, les progrès technologiques ont permis d'avoir des outils, comme un chariot élévateur, pour faciliter le travail physique de tous, dont les femmes.

Il y a aussi des stéréotypes positifs comme le dit Eric : « elles arrivent à l'heure à la réunion et sont bien plus rigoureuses que les mecs ». Parfois ce sont les femmes elles-mêmes qui véhiculent des préjugés contre leur propre sexe ! Leur entourage cherche parfois aussi à les démotiver de faire certains métiers, victimes elles-mêmes des préjugés. Heureusement dans le bâtiment et ailleurs, les mentalités évoluent et on commence à voir davantage de mixité.

Alors comment peut-on éviter que les stéréotypes empêchent filles et garçons de réaliser leurs rêves ? En leur rappelant qu'ils doivent choisir le métier qu'ils souhaitent. Que tout le monde gagnera à travailler ensemble et que les différences entre humains peuvent être une force, quel que soit le sexe de la personne.

Caroline Debray  
Enseignante-chercheuse en sciences de gestion à Montpellier Research in Management (UM - Université de Perpignan Via Domitia, Montpellier Business School)

Un article en partenariat avec le site The Conversation





Université de Montpellier

[www.umontpellier.fr](http://www.umontpellier.fr)