

LUM

N°2
FÉVRIER /
MAI 2016

Le magazine science et société de l'Université de Montpellier



> Climat :
chaud !

> Plongée
sur la lune

Édito



Agir

Nous pouvons tous le constater dans notre quotidien et nos chercheurs nous le confirment chaque jour : le réchauffement climatique est à l'œuvre. Pour son premier numéro de l'année 2016, *Lum* consacre son dossier à cette problématique. Quelles conséquences, quelles perspectives ? *Lum* donne la parole à ses spécialistes : climatologues, hydrologues, écologues dressent un état des lieux, esquissant les nouveaux contours d'une carte de la biodiversité en train de se redessiner.

Face à ce bouleversement planétaire, l'université s'engage. Elle met en place son « Plan vert », une démarche globale de développement durable et de responsabilité sociétale. Pour réduire ses émissions de gaz à effet de serre, elle procède à la réhabilitation énergétique de ses bâtiments. Elle remplace progressivement sa flotte automobile par des véhicules hybrides ou électriques. Elle consomme une électricité dont la moitié est certifiée d'origine renouvelable.

L'Université de Montpellier a aussi un tout autre rôle à jouer, d'abord à travers ses experts qui contribuent à faire prendre la pleine mesure des

changements climatiques. Ce sont eux, enseignants et chercheurs, qui nous aident à les comprendre, à en évaluer l'impact, à chercher des solutions pour y faire face. Cette mission, nos étudiants en prennent aussi leur part : ces acteurs d'un monde encore à inventer, qui à leur tour pourront agir, et contribuer à éveiller les consciences. C'est cette mission que l'Université de Montpellier poursuit dans ce nouveau numéro de *Lum*.

Je vous en souhaite bonne lecture et vous donne rendez-vous en juin pour une prochaine parution.

Philippe Augé,
Président de l'Université
de Montpellier

« Face à ce bouleversement planétaire, l'université s'engage »



Découvrir

6

Plongée sur la Lune

10

Demain, guérir

12

Les drogues durent

14

Ces virus qui nous veulent du bien



Dossier climat : chaud !

18

Coup de chaud sur la Méditerranée

20

Homo Mediterraneus
condamné à l'évolution

22

Faut-il avoir peur du
moustique-tigre ?

23

La mer à boire

24

Nanosats, maxiperspectives



Être

26

Vers une uberisation de la société ?

28

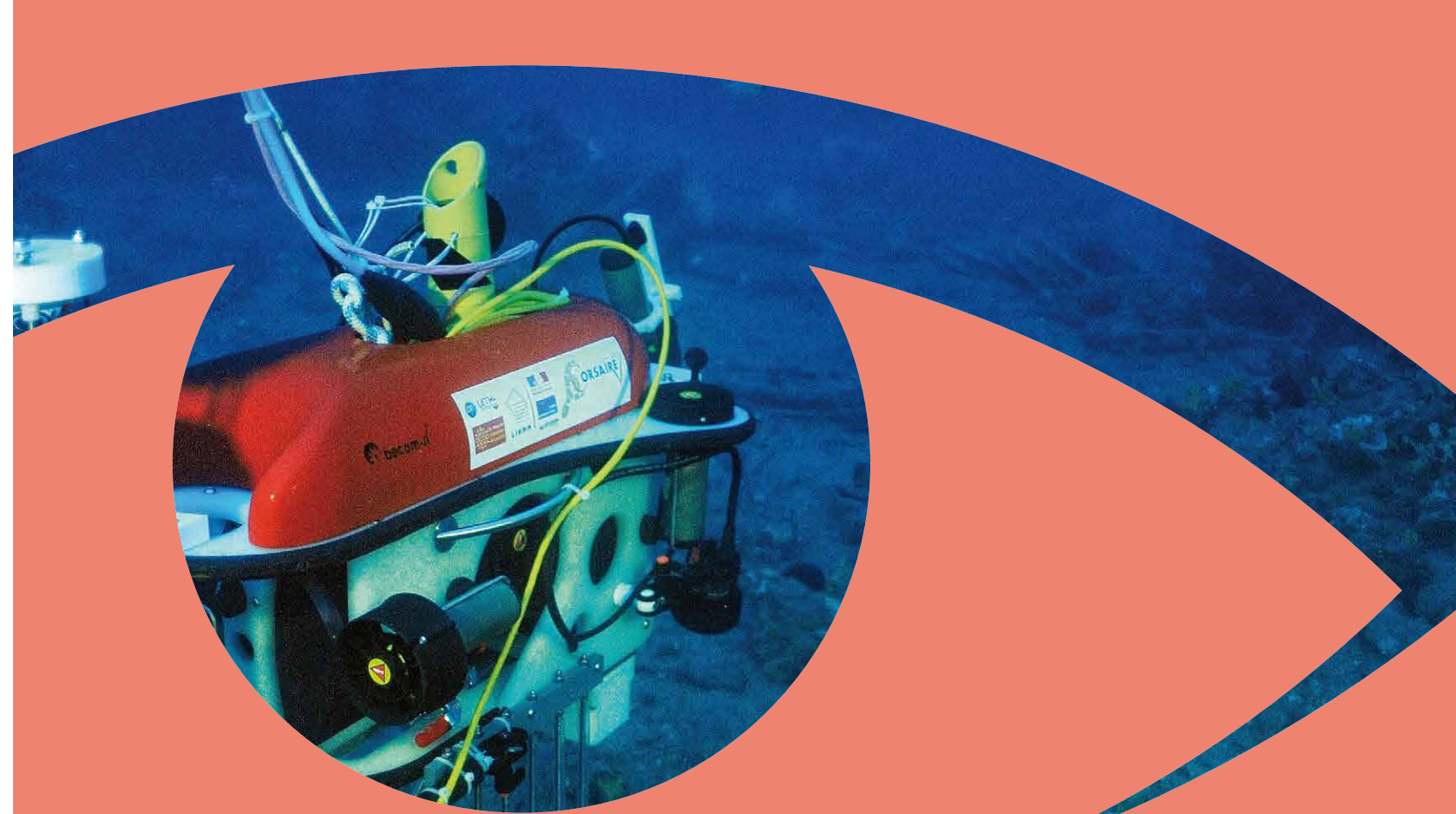
Chasseurs de pierres

29

À bicyclette

30

L'éco-conception au chevet
des poissons



6

Plongée sur la Lune

10

Demain, guérir

12

Les drogues durent

14

Ces virus qui nous veulent du bien



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

Ont collaboré à ce numéro // Philippe Raymond, Romain Le Roux

Conception graphique et mise en page // Caroline Macker, Thierry Vicente, Bertrand Benet

Illustrations // Thierry Vicente

Impression // Pure impression - 451 rue de la Mourre - 34 130 Mauguio

Tirage // 6 000 exemplaires - Dépôt légal // Février 2016 - ISSN // 2431-1480

DÉCOUVRIR

Plongée sur la Lune

Le projet Corsaire Concept est piloté par le DRASSM (Département des Recherches Archéologiques Subaquatiques et Sous-Marines du Ministère de la Culture et de la Communication) en partenariat avec le Lirmm (UM-CNRS) qui assure la direction scientifique, l'Institut PPRIME (CNRS), l'Université de Stanford, l'ONERA, le GDR Robotique et le projet ANR SEAHAND.

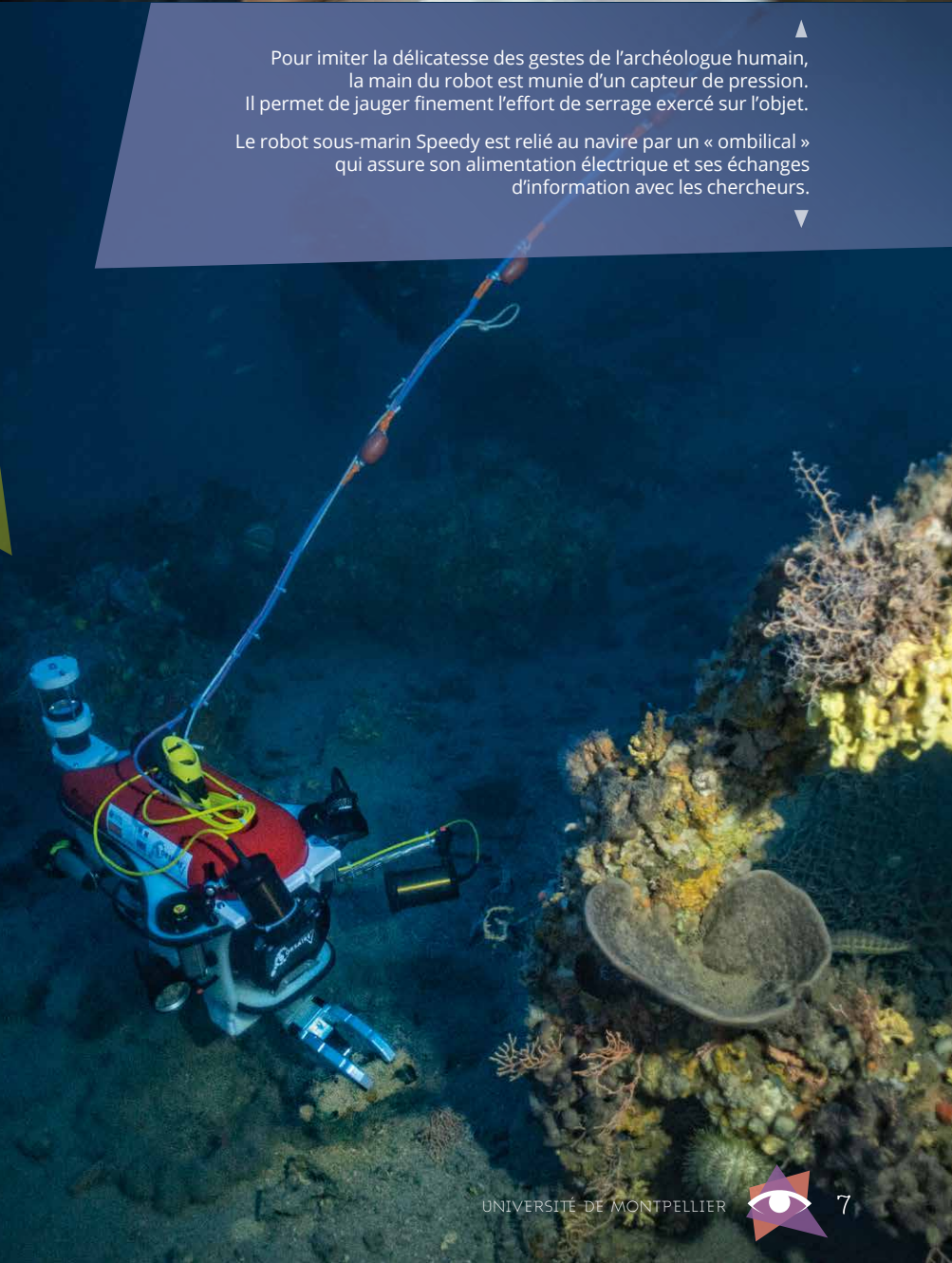
La Lune gît au fond de la mer. Ce navire de guerre de la flotte de Louis XIV a sombré en 1664 en rade de Toulon, emportant avec lui armement, vaisseau et effets personnels de l'équipage, précieux témoins d'une époque révolue qui reposent à 90 mètres de profondeur. Un trésor pour les archéologues. Et un défi pour les chercheurs : « *au-delà de 50 mètres de fond, la fouille des épaves par des plongeurs devient trop dangereuse et trop complexe* », explique Vincent Creuze, chercheur au laboratoire d'informatique, de robotique et de microélectronique de Montpellier. La solution ? Les robots sous-marins, comme *Speedy*. Muni de caméras, il est les yeux de l'archéologue. Mais aussi sa main. « *Speedy est équipé d'une main articulée munie d'un capteur de pression* », explique le directeur scientifique de l'expédition. Un robot plein de finesse qui peut saisir une assiette fragile en la serrant juste assez pour la garder entre ses doigts de métal sans la briser. Une première mondiale. Et le début d'une nouvelle ère pour l'archéologie sous-marine qui va désormais pouvoir explorer des épaves de plus en plus profondes.

Un des plus grands défis de l'archéologie robotique : pouvoir manipuler des objets fragiles sans les briser. La main à trois doigts (Techno Concept) dite « à saisie adaptative » s'ajuste à la forme de l'objet qu'elle agrippe sans le casser.



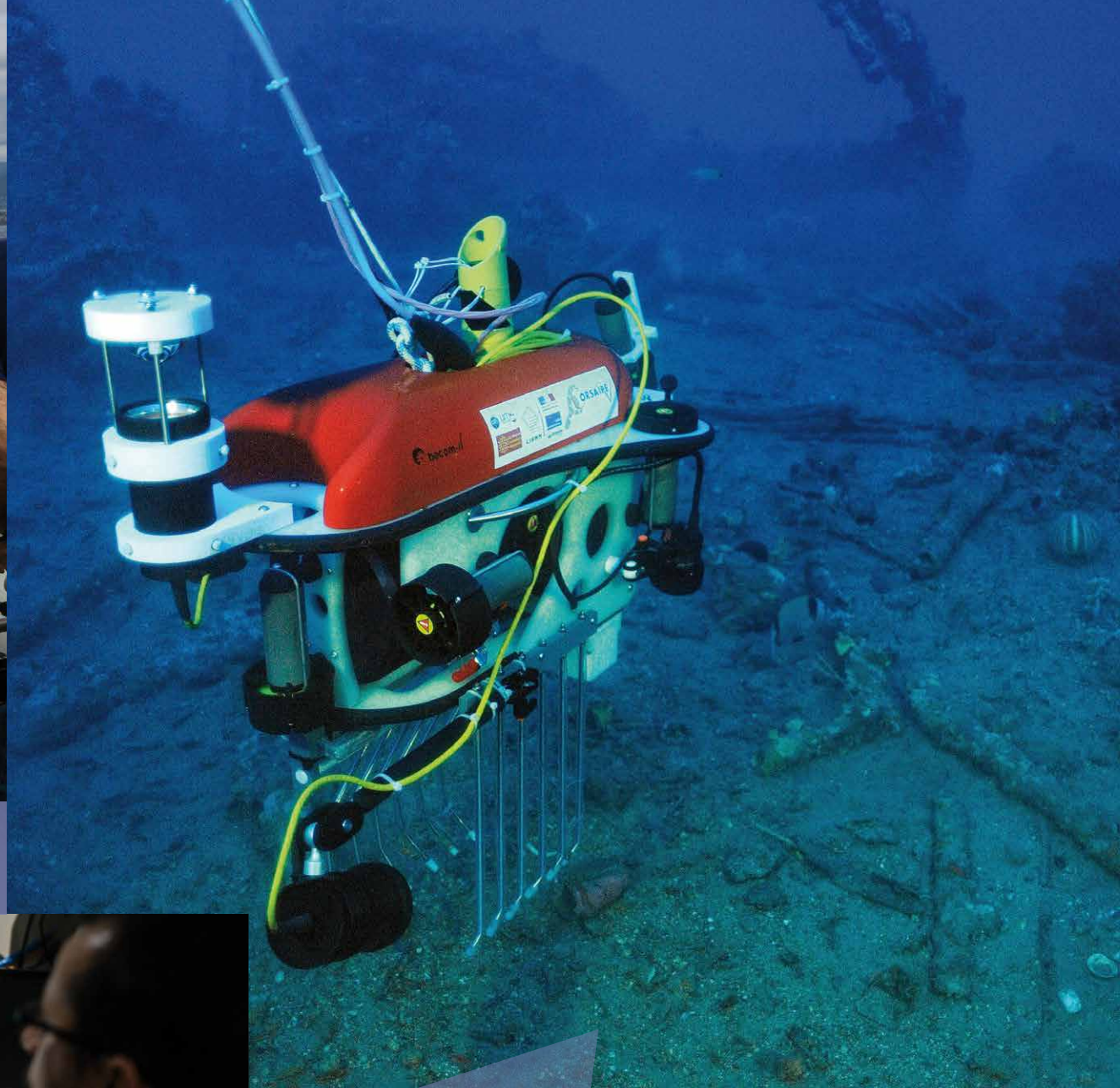
Pour imiter la délicatesse des gestes de l'archéologue humain, la main du robot est munie d'un capteur de pression. Il permet de jauger finement l'effort de serrage exercé sur l'objet. Le robot sous-marin Speedy est relié au navire par un « ombilical » qui assure son alimentation électrique et ses échanges d'information avec les chercheurs.

Photos © Teddy Séguin / Frédéric Osada / DRASSM / Images Explorations





Une fouille archéologique exceptionnelle exige une logistique exceptionnelle. Piloté par le Ministère de la culture (DRASSM), le projet Corsaire Concept mobilise archéologues, roboticiens, marins, spécialistes de l'imagerie 3D et bien d'autres collaborateurs passionnés.



Sur le bateau, les objets sont rapidement pris en charge, leur séjour de plusieurs siècles dans l'eau salée les rend particulièrement fragiles.

Les milliers d'objets ensevelis avec la *Lune* représentent autant de témoins de la vie maritime, militaire et technique du XVII^e siècle. Cette bouteille vernissée verte et jaune proviendrait d'ateliers de Saint-Zacharie (à l'Est de Marseille).



▲ La main robotisée peut être remplacée par des griffes, sortes de râpeaux qui s'entrecroisent pour prélever des objets difficiles à agripper.

◀ La main est actionnée depuis le poste de commandement scientifique du navire où arrivent les images en direct des caméras embarquées.

Les échantillons sont déposés dans une caisse qui sera remontée à la surface. *Speedy* le robot peut se remettre au travail sans tarder.



L'épave de la *Lune* gît à 90 m de profondeur à cinq nautiques de Toulon. Ce vaisseau de Louis XIV sombra en 1664 emportant avec lui des centaines d'hommes et des dizaines de milliers d'objets.



Demain, guérir

Une médecine ciblée, durable, qui ne se contente plus de soulager mais s'offre le luxe de réparer. Grâce aux progrès de la recherche sur les cellules souches, la médecine régénératrice est en passe de révolutionner le monde médical.

Votre arthrose vous fait souffrir ? Retrouvez les genoux de vos vingt ans grâce à du cartilage tout neuf. Alzheimer vous guette ? Remplacez vos neurones défaillants par de plus performants. C'est votre cœur qui menace de vous lâcher ? Changez-le ! De la science-fiction ? Non, les promesses de la médecine régénératrice. Son objectif : « réparer une lésion ou un organe malade en remplaçant les cellules défaillantes par des cellules saines », explique Christian Jorgensen. Une médecine ciblée qui permet d'envisager de guérir totalement certaines maladies plutôt que de se contenter de soigner les symptômes à grand renfort de médicaments.

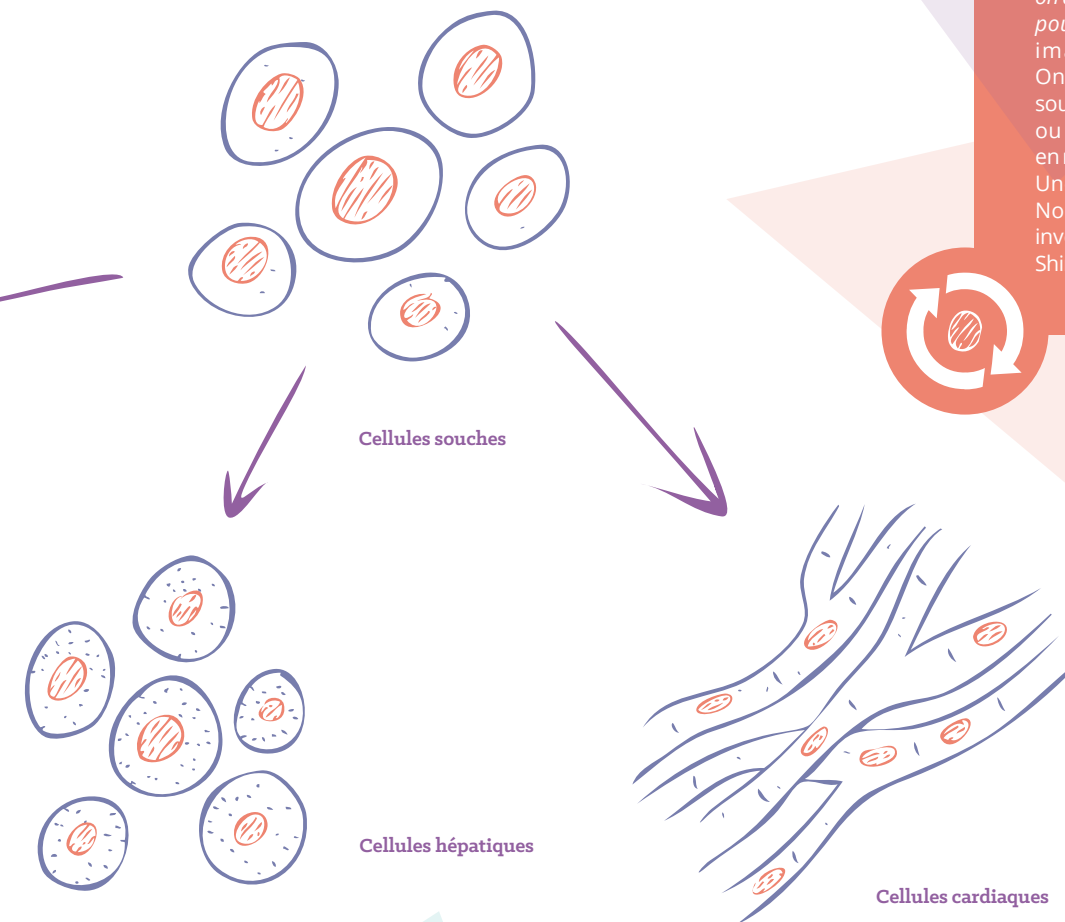
Le fabuleux potentiel des cellules souches

« Montpellier est à la pointe de la médecine régénératrice »

À Montpellier, cette médecine du futur se conjugue au présent : les chercheurs de l'Institute for Regenerative Medicine and Biotherapy (IRMB), sont à la pointe de cette discipline. Leur matériel principal ? Les cellules souches. Des cellules qui ont la particularité de pouvoir donner naissance à différents types cellulaires et permettent de produire ainsi du cartilage, des neurones, du cœur, du foie, de la peau...

Il en existe deux types : les cellules souches multipotentes, qui peuvent se différencier en un nombre limité de types cellulaires, et les cellules souches pluripotentes, qui peuvent donner toutes les cellules de l'organisme (lire encadré). Comment ? « Grâce à un cocktail de molécules qui induit leur différenciation en un tissu spécifique », explique le directeur de l'IRMB. Un cocktail « foie » pour obtenir des cellules hépatiques, un cocktail « cœur » pour obtenir des cardiomyocytes, au choix. Avantage de cette technique : on peut prélever les cellules du patient lui-même et les lui réinjecter après les avoir différenciées, sans risque

que son système immunitaire ne rejette le greffon. De nombreux essais cliniques sont en cours pour tester ces nouvelles thérapies. À Montpellier, les chercheurs soignent des patients qui souffrent d'arthrose du genou dans le cadre de l'essai clinique européen Adipoa conduit par Christian Jorgensen. « On utilise des cellules souches mésenchymateuses, un type de cellules multipotentes présentes dans tout l'organisme », explique le chercheur. Ces cellules sont injectées directement dans le genou des patients afin d'obtenir une régénération du cartilage endommagé. Un premier essai sur 18 patients a donné des résultats très encourageants : 80 % d'entre eux avaient constaté un gain de fonctionnalité et une baisse de la douleur dans les neuf mois suivant l'injection. « Nous avons désormais lancé un deuxième essai de plus grande ampleur sur 150 patients dont nous attendons les résultats fin 2018 ».



Créer des organes

Arthrose, infarctus, insuffisance cardiaque, dégénérescence maculaire, maladies d'Alzheimer et de Parkinson... La liste des maladies qui peuvent être ciblées par les cellules souches ne cesse de s'allonger. Mais la médecine régénératrice affiche des ambitions encore plus grandes. En ligne de mire : la création d'organes. « On sait produire des cellules cardiaques. On sait aussi reconstituer la matrice d'un cœur humain en fibres de collagène en utilisant une imprimante 3D. En utilisant ces cellules cardiaques pour « coloniser » cette matrice on peut créer un cœur humain, un organoïde que l'on peut envisager de greffer à un patient sans aucun risque de rejet »,

explique Christian Jorgensen qui estime que ce rêve peut devenir réalité d'ici 5 ans... peut-être à Montpellier. « Nous sommes dotés de toutes les infrastructures nécessaires pour être à la pointe de la médecine régénératrice grâce à une plateforme qui réunit la médecine, la robotique, la chimie, l'imagerie. Montpellier est leader sur cette thématique », se réjouit le directeur de l'IRMB. Pour relever un défi majeur de notre société : vivre plus longtemps, mais surtout en meilleure santé. 

Les chercheurs font « reset »

L'accès aux cellules souches pluripotentes est longtemps resté limité puisqu'on ne les retrouve à l'état naturel que chez l'embryon. Désormais, les chercheurs sont capables de les fabriquer. Leur recette ? Ils prélèvent un petit échantillon de peau chez un patient et en extraient des cellules qu'ils « reprogramment » génétiquement. « C'est comme si on appuyait sur un bouton "reset" pour remettre la cellule à zéro », image Christian Jorgensen. On obtient alors des « cellules souches pluripotentes induites » ou IPS qu'on peut transformer en n'importe quel type cellulaire. Une technique qui a valu le prix Nobel de médecine 2012 à son inventeur, le chercheur japonais Shinya Yamanaka.

les drogues durent

Des pharmacopées d'hier aux médicaments de demain : un voyage dans ces contrées méconnues qui connaissent un regain d'intérêt, celles des médecines traditionnelles. Bienvenue dans le droguier de Montpellier.

Bocaux antiques, majestueuses armoires, vitres anciennes où se reflètent les regards des curieux... Ici figurent en chair ou en tiges les remèdes de nos grand-mères, pêle-mêle avec les ingrédients traditionnels d'Afrique, d'Asie ou des Amériques : du pissenlit dépuratif de nos garrigues aux précieux thés chinois, en passant par les plantes médicinales de La Réunion, les vipères en flacon et autres scolopendres séchés, ou encore l'ambre gris venu des mers lointaines...

Collections vivantes

Cette étonnante caverne d'Ali Baba se cache au bout d'un anonyme couloir de la Faculté de pharmacie de Montpellier. Yves Pélissier en a les clefs. Quand il ouvre les portes du vénérable droguier de Montpellier – héritier du tout premier droguier créé en 1588 – c'est un autre monde qui accueille le visiteur.

Aux temps de la splendeur, il y a eu ici jusqu'à 45 000 échantillons, rappelle celui qui, avec sa collègue Chantal Marion, a lutté pour préserver ce lieu menacé par les inondations, la poussière et l'oubli. En 2009, grâce à leurs efforts, le droguier de Montpellier est classé au titre des monuments historiques. Il renferme aujourd'hui près de 10 000 échantillons de « drogues » : minéraux, végétaux, substances animales. Des collections constituées au fil des siècles, des voyages, et des échanges avec le monde entier.

Un musée ? Pas exactement. Car cette collection reste vivante. Elle s'enrichit chaque jour de dons ou de legs. De travaux aussi : le droguier est devenu un très actif centre de pédagogie et de recherche. Depuis 2002, il a ainsi inspiré plus de 75 thèses. Quant au diplôme universitaire de phytothérapie récemment créé par Yves Pélissier, il fait salle comble : 157 demandes cette année pour 33 places...

Ethnopharmacologie

Un intérêt grandissant qui signale la fascination qu'exerce aujourd'hui l'ethnopharmacologie : cette science qui se penche sur les savoirs traditionnels et ce qu'ils ont à nous apprendre. Des savoirs pour le moins complexes. Car une plante est un véritable cocktail de composés chimiques, qui varie en fonction de nombreux paramètres : la saison, le sol, l'ensoleillement... « Les anciens connaissaient des périodes et des zones de récolte très précises. Aujourd'hui on manque souvent d'informations sérieuses, comme de praticiens correctement formés. Il y a donc un vrai risque, notamment dans le recours à l'automédication via Internet ».

Une mise en garde qui vaut particulièrement pour l'aromathérapie, branche de la phytothérapie basée sur l'utilisation des huiles essentielles. Car les plantes ne sont pas inoffensives. De même que leurs bienfaits, leur toxicité est connue depuis la nuit des temps. « Elles ne devraient être prescrites que dans les règles de l'art, et par des spécialistes reconnus. Rien d'anodin, par exemple, dans une simple essence d'eucalyptus : en surdose, elle peut être toxique » met en garde Yves Pélissier, professeur en pharmacognosie, en phytothérapie et en aromathérapie.

Avec l'apparition de la chimie, à partir du XIX^e siècle, l'allopathie avait peu à peu fait disparaître les médecines traditionnelles. Celles-ci font aujourd'hui leur grand retour. Leur principal intérêt ? « Elles ne se contentent pas de soigner les symptômes. Elles proposent une approche "holistique", c'est-à-dire globale ». En d'autres termes, « elles ont le mérite

« Les chercheurs sont à l'affût. De nos jours, de nombreuses plantes issues des pharmacopées traditionnelles font l'objet de travaux scientifiques »

de s'intéresser à votre bien-être, de proposer une régulation harmonieuse qui ne néglige aucune dimension – la psychologie notamment. Acupuncture, massages, énergie, plantes : la médecine chinoise, par exemple, intègre tout cela ! ».

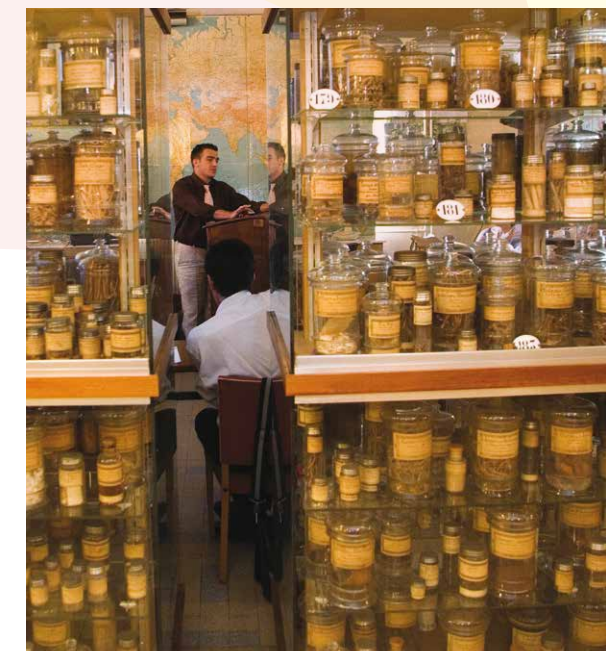
Apprendre du passé

Yves Pélissier n'oppose pas pour autant médecine conventionnelle et médecine traditionnelle. Mais parle d'« approches complémentaires ». « L'allopathie – dont la phytothérapie est d'ailleurs partie intégrante – a fait ses preuves. Les thérapeutiques traditionnelles ont également leur place. Dispensées

avec professionnalisme et sous couvert médical, elles peuvent être préconisées dans les soins de santé primaire, dans l'accompagnement du bien-être des patients ou pour pallier aux effets indésirables de certains traitements ».

Et de rappeler que dans les pays émergents, l'OMS préconise aujourd'hui l'utilisation de « médicaments traditionnels améliorés ». Bon marché et efficaces, ces dérivés de la pharmacopée traditionnelle sont tout indiqués pour résoudre des problèmes sanitaires de base – fièvre, hémorragie ou encore dysenterie. Encore faut-il veiller à préserver un savoir ancestral qui a tendance à disparaître... Un oubli qui n'épargne pas nos pays industrialisés. Heureusement, la recherche prend aujourd'hui le relais de la tradition. Lieu de préservation des pharmacopées anciennes, centre de ressources pour les enseignants, le droguier de Montpellier est aussi un laboratoire qui met en relations des scientifiques du monde entier. « Les chercheurs sont à l'affût. De nos jours, de nombreuses plantes issues des pharmacopées traditionnelles font l'objet de travaux scientifiques afin de confirmer leurs applications thérapeutiques ». À l'issue d'un long processus, ces plantes jusqu'ici inconnues de la science moderne pourront être intégrées à la très officielle pharmacopée européenne. Une entrée synonyme de reconnaissance de leurs propriétés médicinales : condition nécessaire pour qu'elles puissent, un jour, être prescrites par votre médecin.

Loin d'être condamnées à l'oubli dans les placards de nos grands-mères, les plantes constituent une source d'espoirs pour les traitements de demain, et le droguier de Montpellier un fabuleux terrain d'exploration pour les chercheurs. « Face aux nouvelles technologies, l'avenir de la phytothérapie n'est pas sombre, conclut Yves Pélissier. Nous avons des choses à apprendre du passé. À condition d'appliquer à ces savoirs ancestraux les méthodes scientifiques d'aujourd'hui ». 



« La phagothérapie propose du sur-mesure là où l'antibiothérapie fait dans le prêt-à-porter »

Ces virus qui nous veulent du bien



Elle soigne les infections sans avoir recours aux antibiotiques. Longtemps oubliée, la phagothérapie pourrait bien revenir sur le devant de la scène.

Ils ont sauvé des millions de vies. Ils ? Les antibiotiques : des médicaments qui ont révolutionné la médecine depuis la découverte de la pénicilline par Alexander Flemming en 1928. Mais les héros ont perdu de leur superbe. Ils sont aujourd'hui montrés du doigt : leur usage excessif durant des décennies est responsable de l'apparition de bactéries multi-résistantes, sur lesquelles ils n'ont plus le moindre effet...

Résistance

Une situation préoccupante pour Michael Hochberg, chercheur à l'Institut des sciences de l'évolution de Montpellier : « on estime aujourd'hui qu'un antibiotique n'est réellement efficace que pendant 5 à 10 ans. Pendant ce temps-là très peu de nouvelles molécules sont découvertes ». Comment va-t-on combattre les bactéries demain ? Peut-être avec une arme qui ne date pas d'hier : les virus bactériophages. « Ces ennemis naturels des bactéries se fixent sur leur enveloppe externe, percent leur paroi cellulaire et injectent leur matériel génétique. Ils se multiplient ensuite à l'intérieur de leur hôte, provoquant sa mort », détaille Oliver Kaltz, lui aussi chercheur à l'Issem.

Ces « phages » ont connu leur heure de gloire après leur découverte par le Français Felix d'Hérelle en 1917. Ils sont encore utilisés aujourd'hui dans certains pays de l'Est comme la Géorgie ou la Pologne, mais ont sombré dans l'oubli dans les pays occidentaux après les années 1940. La cause ? L'essor des antibiotiques, alors considérés comme l'arme absolue contre toute infection bactérienne. « Aujourd'hui les antibiotiques sont dans l'impasse, ce qui suscite un regain d'intérêt pour la phagothérapie », expliquent les chercheurs.



Virus avisés

Là où les antibiotiques s'attaquent assez indistinctement aux bactéries qu'ils rencontrent – y compris les « bonnes » bactéries qui constituent notre flore intestinale – les phages, eux, font preuve de discernement : chaque virus cible généralement une bactérie en particulier. « La phagothérapie propose du sur-mesure là où l'antibiothérapie fait dans le prêt-à-porter », illustre Oliver Kaltz. Une thérapie ciblée qui présente un autre avantage : elle limite l'apparition de résistances. « Une bactérie mute et devient résistante au phage ? Il mutera lui aussi pour contourner la résistance. C'est ce qu'on appelle un processus co-évolutif », soulignent les chercheurs de l'Issem qui étudient en laboratoire ce processus de co-évolution et son éventuelle importance pour la phagothérapie.

La phagothérapie pourrait ainsi aider à combattre les bactéries multi-résistantes aux antibiotiques, contre lesquelles on ne dispose plus de traitement efficace. « Certains médecins français ont eu recours aux phages pour soigner des patients dont le cas était désespéré, ils ont parfois obtenu des résultats spectaculaires », explique Oliver Kaltz.

Les phages pourraient-ils un jour remplacer nos bons vieux antibiotiques ? Pour les chercheurs la réponse est non : « l'idée est plutôt de mettre au point une thérapie combinant bactériophages et antibiotiques pour augmenter la force de frappe du traitement ». Ce qui permettrait aussi de diminuer considérablement le recours à ces médicaments et de limiter ainsi l'apparition des résistances aux antibiotiques.

La phagothérapie à l'essai

En 2013, l'Europe a lancé un essai clinique baptisé Phagoburn. Objectif : tester deux cocktails de bactériophages contre les infections cutanées bactériennes chez les grands brûlés. L'essai se déroule dans 11 centres de grands brûlés en France, en Suisse et en Belgique. Le projet de recherche français Phosa lancé en septembre 2015 vise, lui, à mettre au point un mélange de phages pour lutter contre les staphylocoques responsables d'infections ostéo-articulaires. La médecine vétérinaire s'intéresse également au potentiel thérapeutique de ces virus : en Allemagne, des start-up développent des cocktails de phages à utiliser contre les infections bactériennes du bétail.



Brouillard juridique

L'intérêt de la phagothérapie commence à être perçu par les pouvoirs publics : dans un rapport de 2012, le Centre d'analyse stratégique, une institution française d'expertise et d'aide à la décision, proposait de « clarifier le statut réglementaire de la phagothérapie et de mettre en place un programme de recherche afin d'évaluer son potentiel thérapeutique ».

Le parcours de la phagothérapie reste pourtant semé d'embûches. « Elle n'est pas enseignée en faculté de médecine et reste méconnue de la plupart des praticiens », soulignent les chercheurs. Et malgré les recommandations officielles, son statut réglementaire reste obscur. « Les virus sont vivants et ne sont pas constitués d'une simple molécule active bien définie. Au niveau de la législation européenne ils n'ont donc pas le même statut qu'un médicament chimique », explique Oliver Kaltz. Et ne suscitent donc pas le même engouement de la part de l'industrie pharmaceutique. « D'autant plus que ces organismes vivants ne peuvent pas être brevetés », complète Michael Hochberg.

Faute de statut clair, il reste donc difficile d'obtenir les autorisations pour tester l'efficacité de la phagothérapie, déplorent les chercheurs. Une situation qui commence pourtant à se débloquer avec l'arrivée des premiers essais cliniques (lire encadré). Les prochaines années seront décisives pour le renouveau d'une thérapie quasi-oubliée, mais tellement prometteuse.

Des virus par millions

1 million de phages dans chaque goutte d'eau de mer, 40 millions dans chaque gramme de terre et 100 millions dans notre intestin. Les virus bactériophages sont les micro-organismes les plus abondants sur notre planète. « On estime à 10^{31} leur nombre total », précisent Oliver Kaltz et Michael Hochberg. Aussi petits qu'ils soient, si on les mettait tous bout-à-bout on obtiendrait une chaîne d'une longueur de 100 millions d'années-lumière ! Une ressource inépuisable.



1, 2, 3 degrés ? 4 degrés ?
Un saut de puce sur les graphiques.
Mais il a déjà changé le paysage, bouleversé
notre planète, modifié dans certains cas les
conditions mêmes de la vie. Quelles sont aujourd'hui
les conséquences du réchauffement climatique ?
Et demain ? Faut-il lutter ou s'adapter ? Chaud devant.



Pour les spécialistes du climat, l'heure n'est plus aux spéculations : le changement est là. Et les conséquences sur le paysage régional sont déjà bien visibles.

Toujours plus eau

100 mètres. C'est la distance approximative que la mer a grignoté sur les terres en l'espace de 30 ans. Si la mobilité du littoral est naturelle, elle atteint ces dernières années des proportions anormalement élevées par rapport à ce qui a été observé par le passé. En cause, « les aménagements massifs du littoral dans les années 70 », explique Frédéric Bouchette du laboratoire Géosciences Montpellier. « Les barrages en rivière contribuent également à faire reculer le trait de côte car ils bloquent le mouvement naturel des sédiments », précise le membre du groupe de recherche Gladys, spécialisé dans l'étude du littoral.

Ces modifications du trait de côte ont un autre responsable, plus discret celui-là, mais à l'œuvre depuis plus longtemps : le réchauffement climatique. « Il provoque une augmentation du niveau moyen de la mer et participe ainsi à la lente migration du cordon littoral à l'intérieur des terres », décrypte le spécialiste. « D'autre part, il entraîne une modification des régimes météorologiques, perturbant l'enchaînement et l'intensité des tempêtes, qui sont un moteur important du transport sédimentaire et donc de l'érosion du littoral ».

© Lucie Campmas

Coup de chaud sur la Méditerranée

1,5° C'est l'augmentation de température que l'accord de la COP21 ambitionne de ne pas dépasser.

Objectif : limiter les dégâts. Car on a bien compris qu'on ne pouvait pas demander plus. Et pour cause : « les conséquences du réchauffement climatique n'appartiennent plus à l'avenir, elles sont là, sous nos yeux », confirme Éric Servat. Particulièrement dans la région : « le bassin méditerranéen est un hotspot du changement climatique », précise le directeur de l'Observatoire de recherche méditerranéen de l'environnement.

« Le nombre de jours de pluie dans l'année diminue, en 2015 il y a eu une longue période de sécheresse quasi absolue entre début juin et mi-août », souligne Éric Servat. Un été de braise, propre à la Méditerranée. Et souvent suivi d'un automne diluvien : « l'automne 2014, par exemple, c'est pas moins de 9 événements climatiques importants en Languedoc-Roussillon », comptabilise l'hydrologue. Résumons-nous : des étés de plus en plus chauds et de plus en plus secs, suivis de trombes d'eau dès septembre. Un tempérament typiquement méditerranéen paraît-il. Problème : il s'accroît, avec des événements extrêmes qui seront de plus en plus fréquents si l'on en croit les prédictions des chercheurs.

Conséquence de ces bouleversements climatiques : les écosystèmes se modifient à la vitesse d'un torrent en crue. Et les espèces qui les peuplent sont obligées de s'adapter, au risque de disparaître.

À Montpellier, les chercheurs évaluent l'impact de ces modifications sur la faune et la flore. Et esquissent les nouveaux contours d'une carte de la biodiversité en train de se redessiner.

Arbres migrants

Bien campés sur leurs racines, les arbres se mettent pourtant à migrer comme des oiseaux. « Les espèces méditerranéennes vont progresser vers le Nord et grimper en altitude », prédit Isabelle Chuine, du Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive. Certaines espèces comme le chêne vert ont déjà entamé cette lente migration. « On estime qu'il trouvera un climat favorable à l'horizon 2050... mais très au Nord de la Méditerranée », précise l'écologue, responsable de l'Observatoire des saisons. Et pour ceux qui ne déménagent pas, une nouvelle garde-robe s'impose pour affronter la chaleur. « Les chênes de la forêt de Puéchabon, à 30 km de Montpellier, ont réduit leur nombre de feuilles ces dernières années, indique Isabelle Chuine. Un moyen pour eux de moins transpirer et d'avoir besoin de plus faibles quantités d'eau. »

Vignes en péril

C'est la plus belle vigne sauvage de France : une centaine de pieds accrochés aux contreforts du Pic Saint-Loup. Un patrimoine aujourd'hui en danger : « depuis 2 ans certains ceps se développent mal, ils souffrent du manque d'eau et leur feuillage est brûlé

par le rayonnement solaire », déplore Jean-Frédéric Terral de l'Institut des sciences de l'évolution de Montpellier. Avec ces quelques pieds de vigne, c'est l'ancêtre de tous les cépages du monde qui risque de disparaître. Et ses descendants domestiques ne sont pas plus fringants. « Certains cépages plantés dans la région sont en train d'atteindre les limites de leurs exigences climatiques », souligne le spécialiste. Sale temps pour le merlot notamment, cépage précoce qui s'accommode mal de la canicule. « S'il fait trop chaud, tout son cycle est impacté, de la floraison à la fructification. De plus, les vendanges sont de plus en plus précoces, le raisin est de moins bonne qualité et la teneur en alcool des vins augmente, ce qui n'est pas le but recherché », précise Jean-Frédéric Terral. Conséquence : les viticulteurs devront probablement arracher leurs vignes de merlot pour les remplacer par des cépages plus friands de soleil.

Quand bébé mésange paraît trop tôt

Les mésanges charbonnières et les mésanges bleues de Méditerranée sont traditionnellement bien affairées à l'arrivée du printemps. La famille s'agrandit et elles doivent donner la becquée à de petits oisillons qui, sitôt la coquille fendue, se mettent à zinzinuler à qui mieux mieux. Au menu de ces premiers repas, un mets de choix : les chenilles qui pullulent à la poussée des jeunes feuilles de chêne. Mais avec le réchauffement climatique, ces dernières pointent le bout de leur nez de plus en plus tôt dans l'année, et les jeunes mésanges risquent de rater le festin. « Pour l'instant les mésanges ont trouvé la parade : en un demi-siècle, elles ont avancé leur date de ponte de deux semaines pour être en phase avec leur ressource alimentaire », explique Anne Charmanier du Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive. « Mais si le réchauffement devient trop intense elles ne pourront pas avancer suffisamment leur date de ponte », prévient-elle. Et leurs oisillons pourraient bien se retrouver le bec dans l'eau...

Des poissons en voie d'expulsion

Et dans l'eau aussi, ça chauffe. « Le Golfe du Lion fait partie des régions les plus froides de la Méditerranée, il sert donc de refuge aux espèces de poissons qui s'accommode mal de la chaleur, comme le sprat », explique Pierre-Alexandre Gagnaire de l'Institut des sciences de l'évolution de Montpellier. Problème : ces eaux froides le sont de moins en moins. « En Atlantique les poissons peuvent remonter vers le Nord pour rester au frais, mais en Méditerranée ils se retrouvent vite bloqués », précise le spécialiste. Les populations de sprat méditerranéen risquent donc de fondre comme neige au soleil. « À l'inverse, d'autres espèces font leur apparition comme le poisson-flûte ou le poisson-lapin qui ont fait le voyage depuis la mer rouge par le canal de Suez ». Et qui trouvent à leur arrivée une eau tiède comme ils les aiment. ^{AP}

Biodiversité en danger

Entre 1970 et 2000, les populations d'espèces d'eau douce ont diminué de 50 %, celles des espèces marines et terrestres de 30 % (World Wide Fund for Nature and UNEP World Conservation Monitoring Centre).

Rien de plus difficile que de tracer un tableau précis du destin des sociétés humaines, explique Eric Servat, directeur de l'Observatoire de recherche méditerranéen de l'environnement (OREME). Mais que sait-on avec un minimum raisonnable de probabilité ? Premier constat, le climat méditerranéen sera de plus en plus instable. « *Ce milieu quasiment fermé, où l'on s'attend à une hausse de 2 à 4 degrés de température moyenne d'ici à 2100, se comporte comme une cocotte-minute lorsqu'il est chauffé* ». Résultat : de fortes instabilités météorologiques à prévoir dans toute la région. Et de fortes inondations : elles représentent déjà un tiers des catastrophes naturelles, et plus de la moitié des morts dus à ces catastrophes.

L'eau au centre des inquiétudes

Des périodes sèches plus longues, des hivers plus humides qui ne suffiront pas à les compenser : au total, le déficit de précipitations annuelles en Méditerranée est annoncé entre 5 à 30 %. Une catastrophe pour de nombreuses régions de la rive Sud et du Moyen-Orient, déjà en-dessous du seuil critique de « stress hydrique ». Une situation aggravée par l'augmentation et la concentration des populations... « *Avant le milieu de ce siècle, les deux tiers de l'humanité vivront sur les zones littorales, au sens large du terme. Avec une pression accrue sur les ressources locales, et une pollution très concentrée* » poursuit Eric Servat. Des populations qu'il faudra nourrir... Or aujourd'hui, 70 % de l'eau douce disponible sur notre planète sont dédiés à l'agriculture. « *Dans un contexte modifié et dégradé en termes de ressources en eau, ces évolutions démographiques obligent à imaginer pour l'avenir une agriculture adaptée* ».

Des inégalités qui s'accroissent

Avec une montée des océans qui s'accélère, le risque d'inondations marines s'accroît sur les côtes françaises – où la mer montera de 26 à 55 cm d'ici 2100 – menaçant populations et infrastructures. On peut donc s'attendre à des réfugiés cli-

matiques sous nos latitudes. Mais ce risque concerne surtout la rive Sud. À développement inégal, vulnérabilité inégale : les sociétés humaines ne sont pas toutes menacées au même titre. Au Nord, les structures et les ressources devraient permettre de s'adapter. Des vignes en difficulté, des châtaigneraies en voie de disparition ? C'est à prévoir, estiment les scientifiques. Mais « *l'évolution du climat est aussi source d'opportunités nouvelles*, rappelle Patrice Garin, chercheur au laboratoire « Gestion de l'eau, acteurs et usages » : *ce sera le cas sous nos latitudes moyennes, avec la possibilité de voir fleurir orangers ou citronniers* ». Au Sud par contre, où de rudes sécheresses sévissent déjà, certaines populations devront quitter des terres qui ne les nourriront plus.

Favoriser l'agrodiversité

Et quand les productions agricoles sont menacées en Méditerranée, « *c'est le berceau de l'agriculture qui est touché*, estime Yildiz Aumeeruddy-Thomas, chercheur au Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive. *Les parents sauvages des céréales, des légumineuses qui nourrissent aujourd'hui l'humanité sont ici* » précise-t-elle. Cette agrodiversité est un pilier majeur de la sécurité alimentaire mondiale. « *Les plantations aujourd'hui sont souvent monoclonales : un seul individu, répliqué à des milliers d'exemplaires* ». Des variétés hautement spécialisées, créées en laboratoires pour leurs capacités productives. Mais aussi des « *aberrations en termes d'environnement* » estime l'ethnobiologiste... « *En faisant des plantations monoclonales, on perd non seulement des ressources génétiques, mais aussi de précieux savoir-faire. Il faudrait au contraire valoriser les variétés anciennes, plus rustiques, mieux adaptées à leur milieu. Et favoriser la biodiversité associée aux agroécosys-*

tèmes, afin d'augmenter les possibilités d'adaptation de ces derniers ». Viser la sécurité alimentaire plutôt qu'une surproduction destinée à l'export : c'est aussi le gage d'une qualité alimentaire qui s'avère payante. « *L'agriculture conventionnelle nécessite l'emploi massif de produits chimiques, qui ont un coût énorme en termes de santé publique, à prendre en compte à l'avenir pour penser de nouveaux modèles agricoles* ».

Coût de l'inaction

Si les perturbations s'annoncent inévitables, leur ampleur dépendra de la capacité des politiques publiques à gérer la crise. Pour Patrice Garin, « *il faut réfléchir à d'autres modes de partage du territoire, de mise en valeur et d'occupation de l'espace, de développement de l'urbanisation* ». Il prône un modèle de société « *plus frugal et plus respectueux de l'environnement* ». Ainsi qu'une participation de la société civile, et notamment des scientifiques, pour accompagner les décideurs dans leur exploration du champ des possibles. Quelles que soient les stratégies suivies, elles auront un coût. Mais « *ne rien faire coûte encore plus*

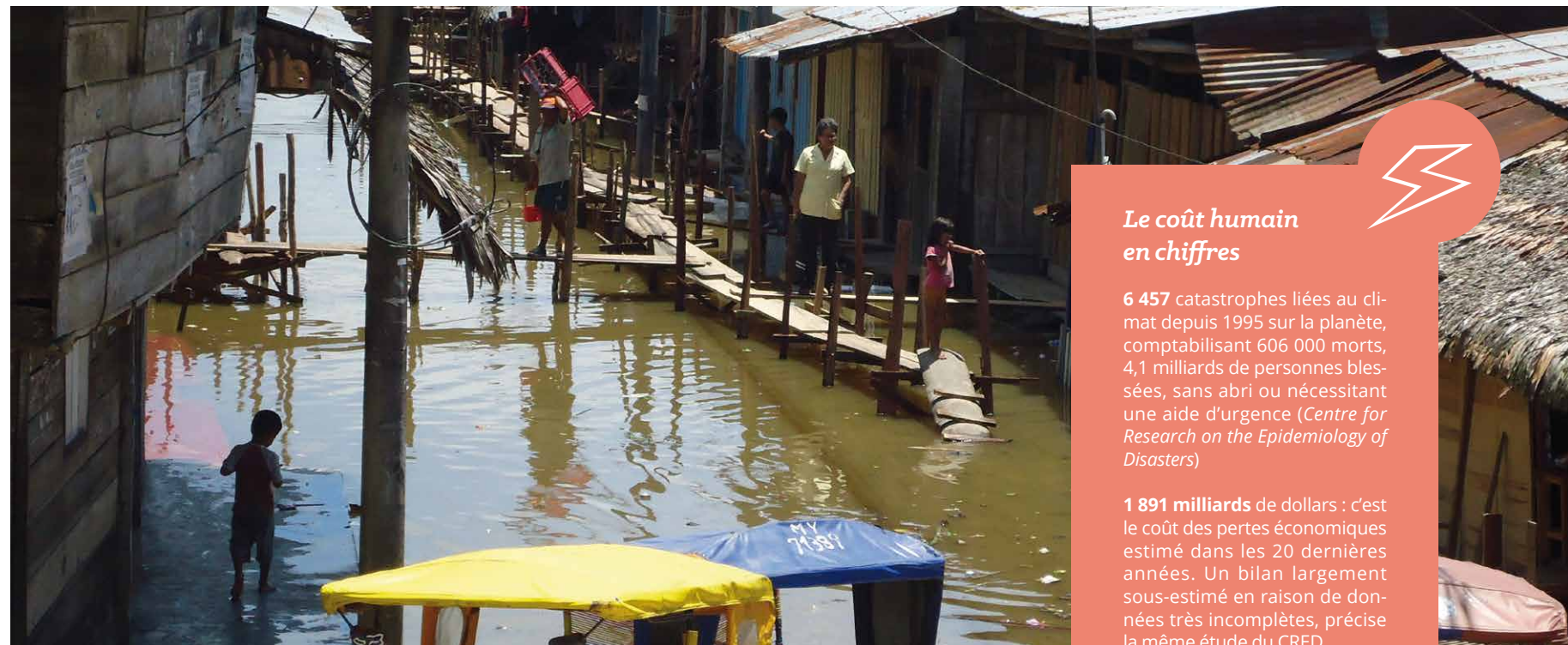
« *Le climat méditerranéen sera de plus en plus instable* »

cher, rappelle Sophie Thoyer, professeur en économie agricole et environnementale, et chercheur au laboratoire Lameta. « *D'après certaines études, il est estimé que le coût de l'inaction augmente de 40 % tous les 10 ans. Sans compter les effets irréversibles, inchiffrables : la disparition de la calotte glaciaire par exemple* ». Un constat qui s'établit dans un contexte politique peu volontariste. Du côté de l'Europe, a-t-on pris la mesure de l'urgence ? « *La politique agricole commune a récemment verdi son action. Mais les mesures prises sont très timides au regard des enjeux et n'auront qu'un très faible impact sur l'environnement* ». Et que dire de l'accord peu contraignant signé lors de la récente COP21 ? Pour Sophie Thoyer, « *il a une valeur incrémentale. Son succès : avoir obtenu un consensus de ces 195 pays et relancé la dynamique, avec en ligne de mire des engagements de plus en plus importants* ». Une méthode douce qui pourrait porter ses fruits. Mais dans combien de temps ? PR

Et l'homme ? Quel impact sur les populations, les sociétés, les économies ? Zoom sur une zone méditerranéenne menacée d'ébullition.

Homo Mediterraneus condamné à l'év@lution

Nos régions pourraient être de plus en plus touchées par de fortes inondations, comme ici au Pérou en 2012.
©IRD - William Santini
www.indigo.ird.fr



Le coût humain en chiffres

6 457 catastrophes liées au climat depuis 1995 sur la planète, comptabilisant 606 000 morts, 4,1 milliards de personnes blessées, sans abri ou nécessitant une aide d'urgence (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters)

1 891 milliards de dollars : c'est le coût des pertes économiques estimé dans les 20 dernières années. Un bilan largement sous-estimé en raison de données très incomplètes, précise la même étude du CRED

Eau potable : plus d'un milliard d'individus n'y ont pas accès. Plus de deux milliards ne bénéficient pas de structures d'assainissement fiables (IM2E). 40 % de la population mondiale sera confrontée à des pénuries d'eau d'ici 2050 (OCDE)

Submersion marine. En France, les zones basses menacées couvrent 7 000 km². 850 000 personnes sont concernées, ainsi que 570 000 logements (Observatoire national de la mer et du littoral)

Faut-il avoir peur du Moustique tigre ?

Des épidémies

de chikungunya et de dengue en France, vraiment ?

Si le réchauffement climatique s'accompagne bien de risques sanitaires, dans nos contrées une telle menace ne serait pas d'actualité.

Il a peut-être été votre plus fidèle compagnon cet été, avec son vrombissement familier et son appétit pour les accolades. Son petit nom fait frémir : moustique-tigre, *Aedes albopictus* pour les intimes. Arrivé dans le Sud de la France il y a une dizaine d'années, il a aujourd'hui étendu son terrain de jeu jusqu'à la capitale. La faute au réchauffement climatique ? « *Certainement pas uniquement* », répond Jean-François Guégan du laboratoire Mivegec (Maladies infectieuses et vecteurs : écologie, génétique, évolution et contrôle).

« *L'arrivée du moustique-tigre en France n'a rien à voir avec le climat* », affirme le chercheur. En cause, « *la densification des transports maritimes et aériens au niveau mondial qui a permis son arrivée jusqu'en Europe* ». Et notamment le commerce des pneus usagés, un véhicule de premier choix pour les larves d'*Aedes albopictus*. « *Sans l'intervention des transports le moustique-tigre n'aurait pas pu faire un bond de Lyon à Paris en un an* », souligne le spécialiste. Qui n'innocente pas totalement les changements climatiques : « *que l'insecte puisse s'installer dans des régions rendues plus propices par une augmentation des températures est en revanche indéniable* », précise Jean-François Guégan.

Pas de scénario catastrophe en vue

Problème : le moustique-tigre adulte peut emporter dans ses bagages certains virus, notamment responsables de la dengue ou du chikungunya. Les quelques cas récents de ces maladies dans le Sud de la France auraient-ils de quoi nous alarmer ? « *La présence du moustique-tigre n'est pas syno-*

nyme de l'apparition d'une épidémie de dengue ou de chikungunya. Pour cela il faudrait que le cycle de ces virus puisse s'installer ici », rassure Jean-François Guégan. Ce qui nécessite des conditions favorables au développement du moustique, à celui du virus, et à sa transmission à l'homme.

Si le réchauffement climatique est un facteur favorisant, ce n'est pas le seul déterminant. « *Les politiques de prévention, la situation économique des pays concernés, la modification des habitats naturels, la vulnérabilité et l'exposition des individus et des populations sont autant de facteurs qui entrent en jeu* », précise Jean-François Guégan. Le moustique-tigre continuera probablement à mettre un peu de piquant dans vos soirées d'été, mais les cas de dengue et de chikungunya devraient, eux, rester isolés ou être vite circonscrits. Ouf, on a eu chaud.

AP



La femelle d'*Aedes albopictus* avec son corps noir tigré de blanc
©IRD



Coquillages et crustacés

Beaucoup plus discrète que les cas de dengue et de chikungunya, une augmentation des cas de gastro-entérites et d'infections a été constatée ces derniers étés en Vendée, Charente-Maritime et Gironde. Responsable : *Vibrio vulnificus*. « *Une bactérie qui prolifère grâce à la hausse des températures des eaux côtières* », explique Jean-François Guégan. Cette dernière se concentre dans les coquillages et peut ainsi être transmise à l'homme. « *Une conséquence directe du réchauffement climatique sur la santé humaine* », souligne le chercheur.

La mer à boire



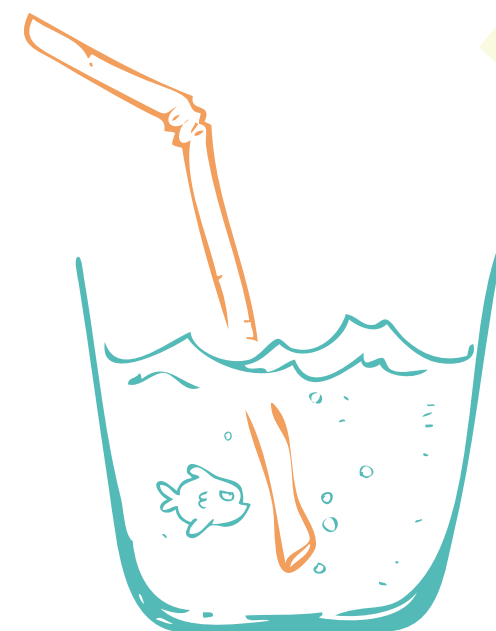
Transformer l'eau de mer en eau potable grâce à un procédé écologique et économique, c'est le défi relevé par les chercheurs, les étudiants de Polytech et Montpellier Engineering.

L'accès à l'eau potable est un enjeu majeur pour des millions d'habitants de notre planète. Et le réchauffement climatique n'arrange rien : selon les experts de l'ONU la planète devrait faire face à un déficit global en eau de 40 % d'ici à 2030. L'eau recouvre pourtant 70 % de la surface de la Terre... sous la forme des mers et des océans. Imbuvable ? Peut-être pas. « *Depuis les années 1950 on sait transformer l'eau salée en eau douce grâce à des procédés intensifs de dessalement* », explique Marc Héran, enseignant à Polytech et chercheur à l'Institut européen des membranes (IEM). Problème : les usines de dessalement consomment énormément d'énergie. « *Une énergie majoritairement issue du pétrole, d'un point de vue écologique ce n'est pas viable* ».

Choisir l'énergie solaire

La solution ? Une unité de dessalement qui fonctionne à l'énergie solaire. Baptisée Dunetec, cette technologie innovante est développée par les chercheurs et les étudiants de Polytech avec la société Montpellier Engineering. « *Grâce à l'énergie solaire, on fait chauffer l'eau de mer afin d'obtenir son évaporation puis sa condensation. À la sortie on obtient de l'eau douce* », explique Jean Pierre Mericq, chercheur à l'IEM et enseignant à Polytech. Un principe simple mais un vrai défi technologique, « *il fallait optimiser le processus d'évaporation pour obtenir un maximum d'eau douce en utilisant un minimum d'énergie et en prenant le moins de place possible* », détaille André Chrysochoos du laboratoire de mécanique et génie civil, également enseignant à Polytech.

Une douzaine d'étudiants issue de différentes filières de l'école d'ingénieur ont contribué à relever le défi. « *C'est un projet transdisciplinaire qui nécessite des compétences dans le domaine de l'eau mais également en modélisation, en électronique, ou encore en*



traitement de l'information », soulignent les enseignants. Une collaboration qui a donné naissance à un prototype actuellement testé à Port-la-Nouvelle.

Solution locale pour pénurie globale

Étape suivante : proposer cette technologie à des régions qui bénéficient d'un fort taux d'ensoleillement et d'un accès à la mer. Les zones visées dans un premier temps : le Sud de l'Espagne et les îles grecques. « *Une unité de dessalement devrait pouvoir subvenir aux besoins en eau potable d'un village de 200 personnes* », explique Laurent Trémel, président de Montpellier Engineering, qui met en avant un des avantages de Dunetec : la simplicité d'utilisation. « *La maintenance et l'entretien peuvent ainsi être assurés de manière autonome par les populations locales* ». AP



Nanosats, *maxi* perspectives



29 septembre 2014. Le littoral méditerranéen est en état d'alerte. Depuis plusieurs jours, la météo annonce l'arrivée d'un « épisode méditerranéen », régime orageux typique des abords du Golfe du Lion né de la rencontre électrique entre une dépression océanique et les courants chauds venus de Méditerranée. En quelques heures, l'équivalent de plusieurs mois de précipitations va s'abattre sur la région de Montpellier. Mais quand précisément ? Personne n'est en mesure de le dire.

Cargos météo

C'est ici que pourrait entrer en scène Robusta 3-A, petit cube de technologie flottant dans une quiétude parfaite à plusieurs centaines de kilomètres de là. Si les lois de la physique empêchent le nanosatellite d'embarquer les outils d'optique de précision dont disposent les satellites de Météo France, celui-ci pourrait rendre d'autres services. « On a aujourd'hui besoin d'améliorer la prévision sur des zones très localisées. Cela nécessite un système dédié dont ne dispose pas Météo France » explique Laurent Dusseau. Du sur-mesure, en revanche, pour les nanosats.

L'opération, dont le lancement est prévu pour 2018, se déclinerait en trois phases. Première étape : des signaux GPS provenant de satellites « traditionnels » sont recueillis par des mini-stations météo,

Conçus par les étudiants de l'UM, les nanosatellites du centre spatial universitaire de Montpellier pourraient aider à mieux anticiper des « épisodes méditerranéens » dont la fréquence devrait augmenter.

embarquées en mer à bord de cargos. « En fonction de la manière dont ces signaux se propagent dans l'atmosphère, on peut évaluer la quantité de vapeur d'eau présente au-dessus du bateau » explique le directeur du CSU. Ces données sont ensuite transmises au nanosat, qui procède à leur transfert vers une station sol où elles serviront à l'élaboration de modèles prédictifs. En assurant ce rôle de relais, Robusta 3-A pourrait contribuer à établir une cartographie précise rendant possible un suivi fin et surtout actualisé de la perturbation.

Un Languedoc tropical ?

Ce concentré de technologie de 10 cm de côté a une autre qualité, son prix. Quelques centaines de milliers d'euros : à peu près cent fois moins qu'un gros satellite géostationnaire. Pas étonnant pour un satellite entièrement conçu par des étudiants : « ils mènent les projets de A à Z », explique Frédéric Saigné. Du DUT au post-doctorat, chaque niveau d'étude est encadré par le niveau supérieur » précise le directeur de la Fondation Van Allen.

Une fondation qui réunit industriels et grandes agences spatiales pour porter les projets étudiants tout là-haut, dans les étoiles. À la hauteur des risques liés à ces épisodes méditerranéens dont les spécialistes prédisent l'intensification, avec des pluies qui pourraient atteindre jusqu'à 1000 mm en une seule journée. Des niveaux de précipitations dignes d'un climat tropical. **RL**



26

Vers une uberisation de la société ?

28

Chasseurs de pierres

29

À bicyclette

30

L'éco-conception au chevet des poissons

Vers une *uberisation* de la **société** ?

17h Dans quelques minutes, l'heure sera venue de quitter le bureau. Votre journée de travail, elle, est loin d'être terminée. Au coin de la rue, une alerte de votre smartphone vous informe que deux lycéens vous attendent au prochain feu pour un covoiturage express, organisé à la volée via une plateforme de mise en relation géolocalisée. De retour à la maison, coup d'œil sur votre compte AirBnB : la chambre de votre fille, en vacances à l'étranger, a bien trouvé preneur pour la nuit prochaine.

« Le Code du travail bon pour le placard ? »

20h30. Avant de vous effondrer dans votre canapé loué au mois, vous vérifiez une dernière fois les détails de votre tournée du matin, qui vous mènera sur le chemin du travail chez trois de vos voisins séduits par le bœuf bourguignon qui mijote tranquillement dans votre cuisine.

Libre partage et sens des affaires

Portée par l'explosion de l'internet mobile, la généralisation du numérique ouvre la voie à de nouvelles formes de relations interindividuelles. En creux se dessine une société fondamentalement flexible, composée de citoyens hybrides tout à la fois consommateurs et producteurs, salariés et travailleurs indépendants. Symbole de cette nouvelle donne : Uber. En quelques années, la start-up née dans la Silicon Valley s'est muée en porte-étendard de nouveaux géants combinant habilement idéologie du libre-partage et redoutable sens des affaires. Après s'être positionné

Le numérique est bel et bien en train de changer votre quotidien. Mais peut-être pas comme vous l'imaginiez. Bienvenue dans un monde aux contours encore flous : celui de l'économie collaborative.

sur la mise en relation entre chauffeurs et particuliers, Uber ambitionne d'en étendre le principe à toute la galaxie des services. Le métier d'Uber ? Anticiper, cartographier les besoins et transformer tout un chacun en client ou en employé potentiel. Plus qu'un service, un modèle de société, au point que certains n'hésitent plus à parler d'une véritable « uberisation » de la société. Professeur à la Faculté d'économie de Montpellier et observateur attentif de l'émergence de cette économie dite collaborative, Michel Garrabé invite à se méfier d'un terme fourre-tout derrière lequel on aurait tendance à ranger deux modèles aux antipodes : « *il faut bien distinguer d'un côté une économie véritablement collaborative, hors marché, à la manière de Wikipedia conçu comme un lieu où des gens s'organisent pour créer un bien commun, et de l'autre des entreprises de l'économie marchande classique, comme Uber ou Airbnb, qui ont des actionnaires et ont pour objectif de maximiser leur profit* » analyse ce spécialiste de l'économie sociale.

Nomade et horizontale

Dans le sillage d'Uber, d'Airbnb ou du français BlaBlaCar, on ne compte plus les start-up surfant la vague d'une économie nomade, horizontale et tendant à substituer

la notion d'usage à celle de propriété. De la santé aux transports, en passant par le logement où les services bancaires, aucun secteur ne semble devoir être épargné. Une révolution qui ne va pas sans provoquer son lot de résistances : concurrence déloyale s'indignent les uns, à l'image de la fronde des taxis contre Uber, risque d'une montée du travail indépendant sur fond de précarisation généralisée alertent les autres... Du côté des acteurs de l'économie collaborative, les arguments de bonne foi ne manquent pas : optimisation des biens et réduction du coût écologique, à l'image de la voiture partagée, création de valeur sur des marchés saturés comme le logement de tourisme à Paris... L'économie collaborative permettrait surtout à chacun de s'offrir un complément d'activité, dans un contexte marqué par un chômage de masse et l'érosion du pouvoir d'achat.

New deal

Reste la question particulièrement sensible du statut des travailleurs d'un écosystème encore mal balisé. Pour Paul-Henri Antonmattei, la montée en puissance d'Uber et consorts n'est que la manifestation d'une tendance de fond, qui rend indispensable de repenser un cadre législatif aujourd'hui caduc : « *le droit du travail*



Homo Uberus

Vers une « flexisolidarité » ?

Pour Michel Garrabé, les dangers de l'uberisation sont bien réels, en particulier pour ceux qui en feraient leur mode d'activité principal : « *on voit des gens travailler 10 h par jour pour un salaire inférieur au SMIC* » note l'économiste. Un avis partagé par Paul-Henri Antonmattei : « *le système Uber ne peut devenir un modèle de société car cela reste un système d'appoint, une économie de la débrouille. On ne peut assurément pas souhaiter à un jeune de travailler 45 ans sur ce modèle là...* ». D'autres problèmes restent en suspens, comme celui de l'imposition d'entreprises promptes à délocaliser dans des pays à la fiscalité avantageuse les profits réalisés sur le territoire national. « *Nous sommes encore dans une situation pré-institutionnelle sur ces questions, mais la mise en place d'un mécanisme de régulation est indispensable* » confirme Michel Garrabé. L'avenir de l'économie collaborative reste donc à inventer. Et pourrait réserver quelques surprises. Dans son livre « *La nouvelle société du coût marginal zéro* », paru en 2014, l'économiste américain Jérémy Rifkin imagine une voie alternative : celle de travailleurs se fédérant au sein de coopératives pour développer leurs propres plateformes de mise en relation, contribuant à une redistribution véritablement équitable des profits. Ou quand la technologie alliée à l'économie de marché réalise le rêve de Karl Marx. ^{RL}

s'est construit sur un modèle unique, celui de l'usine. Unité de temps, unité de lieu, unité d'action, fort pouvoir patronal... Or ce modèle n'est plus celui du XXI^e siècle ». Selon ce spécialiste du droit du travail, membre de la commission Combrexelle chargée par le gouvernement de réfléchir à la réforme du droit du travail, le salut passe par le développement de nouveaux instruments comme la négociation collective d'entreprise. « *Une solution permettant une plus grande adaptabilité des règles à la diversité des entreprises, comme à celle des profils et*

des parcours professionnels » explique-t-il. Le Code du travail bon pour le placard ? « *La loi a bien sûr un rôle à jouer et il faut conserver un tronc commun juridique, mais il est aujourd'hui impossible de répondre par une norme unique, générale, impersonnelle et permanente* ». À la recherche de la fameuse « flexisécurité », fragile équilibre entre protection du salarié et fluidification du marché du travail. « *Un véritable new deal économique et social et un formidable défi* » résume le professeur de droit.



◀ Dans sa carrière, Roland Jacques fait chanter la pierre

Chasseurs de pierres



Au cœur de la Lozère, les lauziers perpétuent un savoir-faire plusieurs fois millénaire. Avec l'aide des géologues et de leurs outils de haute technologie.

À genouillé au milieu de la carrière, l'homme martelle une roche de plusieurs centaines de kilos. De ce géant aux veines brunes, il extrait des feuilles de quelques centimètres d'épaisseur, des lauzes qui serviront à confectionner des toitures. Un savoir-faire ancestral qui ne souffre pas l'imprécision. La lauze, ça peut casser comme du verre...

« Il faut connaître la pierre, la sentir, pour ne pas la briser », explique Roland Jacques. Ses outils ? Une simple masse, et une oreille exercée. « On fait sonner la pierre. On l'écoute chanter, pour savoir si elle présente une faille ». Son métier ? Carrier. Une profession en voie de disparition : dans son village de Lachamp, en Lozère, Roland Jacques exploite une des dernières carrières de lauzes de la région.

Mieux détecter les gisements

« Quand on creuse on ne sait jamais trop sur quoi on va tomber », explique Roland Jacques. Le jackpot : tomber sur de grands pans de pierre intacts qui seront taillés en belles lauzes. Malheureusement le carrier a parfois la mauvaise surprise de mettre au jour des roches brisées, inutilisables. « Les roches métamorphiques identifiées à Lachamp sont affectées par une fracturation tardive qui rend aléatoire la qualité de la pierre extraite », explique Cédric Champollion, géologue au laboratoire Géosciences Montpellier.

Comment aider les carriers à détecter les meilleurs gisements ? Romain Duhamel, étudiant en master géosciences a relevé le défi. « Nous avons cherché à déterminer les zones les moins fracturées à partir de prospections géophysiques ». Les carriers font chanter la pierre ? Lui va la faire parler. Ses outils : le géoradar et le sondage électrique.

Le radar au secours du marteau

« Le géoradar envoie dans le sol des ondes qui se propagent différemment en fonction de la nature de la roche. En analysant leur propagation on peut donc estimer l'état du sous-sol » explique Romain Duhamel. Même principe pour le sondage électrique : à l'aide d'électrodes, le géologue injecte du courant qui permet, en mesurant la résistivité du sous-sol, de détecter la présence éventuelle de fractures.

« C'est la première fois qu'une telle méthode est utilisée dans une carrière de lauzes », explique Romain Duhamel. Avec succès : « elle a donné des résultats tout à fait cohérents quand on a comparé les profils obtenus avec l'état des roches visibles en surface », se réjouit l'étudiant en géologie. « Ça m'aide à savoir où attaquer précisément le travail sur ma carrière », apprécie Roland Jacques. « C'est tout simplement extraordinaire pour nous les lauziers, on n'aurait jamais eu ces informations autrement. Et si demain un jeune veut ouvrir une nouvelle carrière il aura besoin de ça ». Pour perpétuer une tradition et un savoir-faire inestimables et faire que longtemps encore on appelle les habitants de Lachamp les coperoches, « les coupeurs de pierres ». 

Les toitures en lauzes ont une durée de vie de plus d'un siècle



À bicyclette

✓ Avec son moteur embarqué, le vélo électrique séduit de plus en plus d'utilisateurs. Et sait aussi convaincre les collectivités : à Montpellier, l'e-bike est sur la bonne pente.

Quand il se lance en 2009 dans l'aventure du vélo électrique, son entourage se montre franchement pessimiste. Ça marchera pas, c'est voué à l'échec, personne ne va lâcher sa voiture pour le vélo... entend-il dire autour de lui. Six ans plus tard, Jean Daunis peut se réjouir. « 1 vélo sur 10 vendu aujourd'hui est à assistance électrique, contre à peine 2 % à l'époque », explique le créateur de l'entreprise Mobileco, spécialiste du véhicule électrique. Ces deux-roues branchés représentent désormais une alternative crédible à la voiture pour les déplacements urbains. Plus écologique, plus économique... et plus rapide. « Pas d'embouteillages, fini les galères pour se garer : pour faire un petit trajet en ville on va nettement plus vite à vélo », confirme Jean Daunis.

Branché

Quand il crée Mobileco, le vélo électrique est encore une espèce inconnue dans l'écosystème montpelliérain. « On trouvait quelques boutiques spécialisées à Paris, mais rien ici ». Un vide que l'ancien étudiant de la Faculté d'économie se hâte de combler. « J'ai monté la société pendant mon master 2 en ingénierie des projets et des politiques publiques », précise Jean Daunis.

Son projet ? Proposer aux collectivités, administrations et entreprises de mettre des vélos électriques à la disposition de leurs employés. Pari réussi, aujourd'hui Mobileco fournit un parc de deux-roues au Conseil général de l'Hérault, à l'Agglomération de Béziers, à la mission locale de Nîmes ou encore à la SNCF. « Nous leur proposons une formule clé en main qui inclut la location, l'entretien, les réparations, le changement de la batterie ».



▲ Jean Daunis et son associé Thomas Boutin à l'assaut de l'éco-mobilité

Pratique

Pourquoi ces collectivités ont-elles opté pour le vélo électrique ? « En priorité pour diminuer le nombre de places de parking nécessaires, mais aussi parce que c'est bon pour leur image ». Et parce que c'est quand même bien pratique. « Pour aller d'une antenne à l'autre du Conseil général par exemple il faut 40 minutes en voiture contre 15 minutes à vélo électrique ». Autant de temps de travail de gagné...

Le deux-roues, nouveau roi de la jungle urbaine ? Il n'a pas encore détrôné les rugissants représentants du bon vieux moteur à explosion. Même si à Montpellier le vent souffle dans le bon sens, « on manque encore d'une vraie politique publique nationale pour développer l'usage du vélo », déplore Jean Daunis. 



Dans le grand port
maritime de Marseille,
les jeunes poissons sont
désormais à l'abri
©IRD - Thomas Changeux

L'éco-conception au chevet des poissons

Ports, jetées, digues... Comment protéger les poissons des coulées de béton qui remodelent sans cesse nos côtes ? L'éco-conception a désormais son mot à dire.

La mer, il est tombé dedans quand il était petit. « Plonger, pêcher, observer les poissons... j'ai passé toute mon enfance la tête dans l'eau ». Son modèle ? Le commandant Cousteau. Alors quand vient le moment de trouver sa voie, celle de Matthieu Lapinski est toute tracée : il sera biologiste marin. Une voie qui passe par la Faculté des sciences de Montpellier, et son master Ingénierie en écologie et en gestion de la biodiversité.

Abris et récifs artificiels

« Au cours de mes études, j'ai appris que l'entreprise Egis recrutait un ingénieur spécialisé en biologie et écologie marine. Ils voulaient quelqu'un qui ait 3 à 5 ans d'expérience professionnelle », se souvient Matthieu Lapinski. Lui n'a pas encore son diplôme, ni l'expérience requise. Mais la mer, il la connaît par cœur. « Je suis celui qu'il vous faut », dit-il. C'était le job de ses rêves, c'est devenu son travail.

Son travail ? Protéger le milieu marin. « Je fais de l'éco-conception d'ouvrages maritimes et portuaires, explique Matthieu Lapinski. Ma mission c'est de minimiser l'impact des constructions humaines sur le

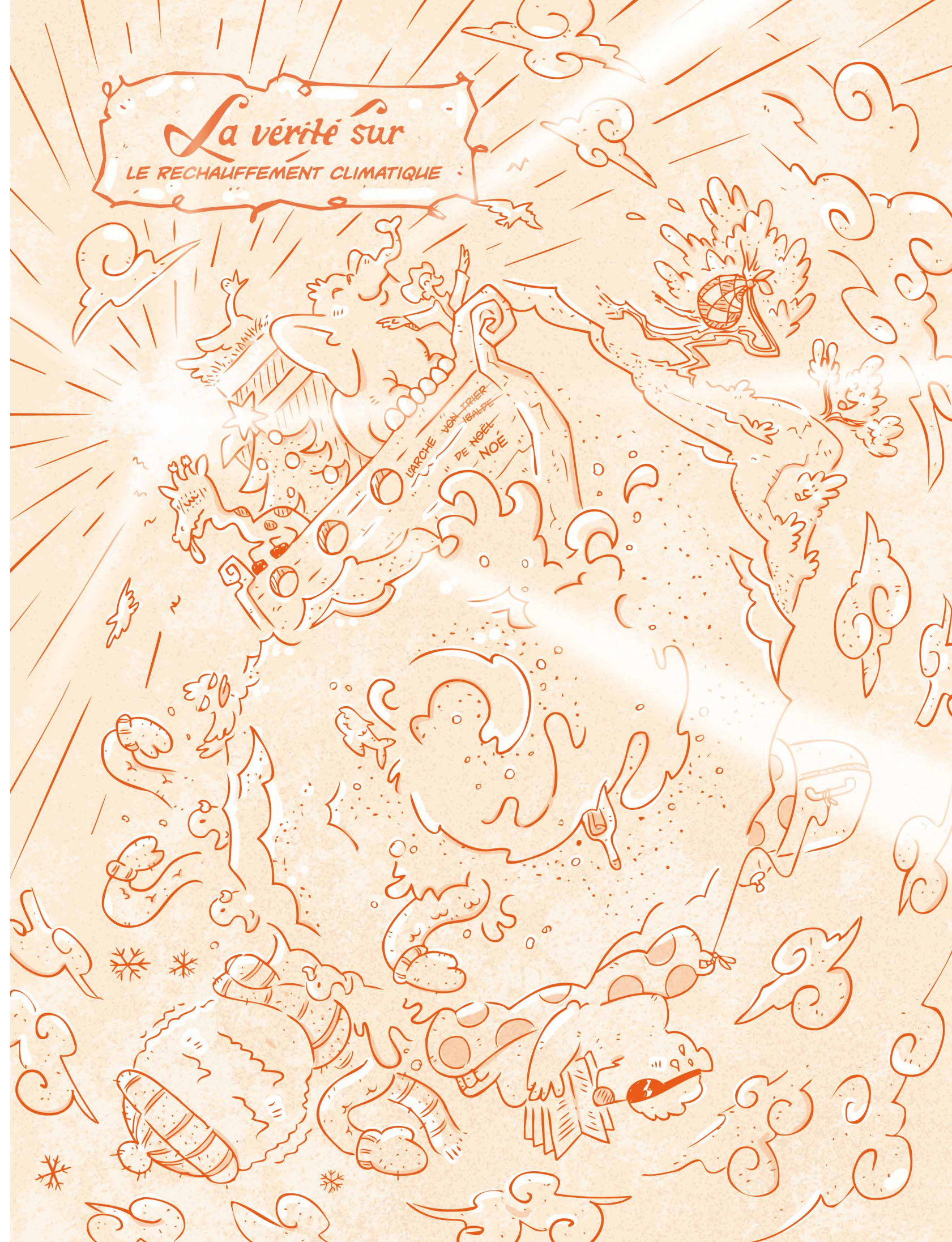
milieu aquatique ». En créant par exemple des abris pour les jeunes poissons dans le grand port maritime de Marseille.

Car ces ados turbulents ont besoin d'espaces protégés. « Dans les ports, les juvéniles de poisson n'ont plus aucun endroit pour se mettre à l'abri alors que ce sont des zones qui grouillent de prédateurs ». Ou encore en concevant des récifs artificiels, « des maisons en béton pour les poissons, qui reproduisent leur milieu naturel quand celui-ci a disparu », explique l'ingénieur spécialisé en biologie et écologie marine.

Respecter les écosystèmes marins

Un métier tout nouveau, qui a vu le jour il y a à peine quelques années « grâce à une prise de conscience écologique de la société face une dégradation importante de nos océans ». Mais aussi parce que la réglementation a évolué. « Désormais, on est tenus de prendre en compte l'impact de l'homme sur le milieu ».

Une digue de protection doit être installée en zone côtière pour lutter contre la montée des eaux liée au changement climatique ? « Dans ce cas, on intervient dans l'accompagnement environnemental du projet ». L'idée : faire de la nouvelle digue une composante à part entière de l'écosystème marin. Un véritable challenge qui nécessite de concilier des contraintes techniques, économiques et environnementales. La fin de l'urbanisation anarchique des littoraux ? « Aujourd'hui, les solutions techniques existent. À nous de les mettre en œuvre ». 





Université de Montpellier

www.umontpellier.fr