

LUM

N°7
JANV /
MAI 2018

Le magazine science et société de l'Université de Montpellier



➤ Dossier :
nourrir

➤ Un jardin
extraordinaire

Édito



Nourrir

Après le dernier numéro consacré à la thématique « guérir », c'est à un autre défi de Montpellier université d'excellence que s'intéresse le magazine *LUM* : *nourrir*. Nourrir près de 10 milliards d'êtres humains en 2050 – mais aussi *préserver*, car on ne peut assurer la survie de l'humanité sans protéger la Terre nourricière : telles sont les grandes lignes d'une équation aux multiples dimensions, à la fois économiques, sociales et environnementales.

À Montpellier, 2 500 chercheurs se côtoient sur les sites montpelliérains dédiés aux sciences agronomiques, à La Gaillarde, Baillarguet, ou sur le campus Agropolis Lavalette. Un écosystème unique au monde qui positionne notre ville à la pointe de l'innovation, grâce à l'ancrage historique des principaux acteurs de la formation et de la recherche agricole, Montpellier SupAgro, l'INRA, le CIRAD, l'IRSTEA ou encore l'IRD.

Autant d'hommes et de femmes qui réinventent au quotidien une agriculture en pleine effervescence, dont l'avenir pourrait s'écrire, demain, jusqu'au cœur même des villes.

Une recherche qui puise son inspiration dans l'étude des mécanismes du vivant et la redécouverte des savoirs ancestraux, aussi bien que dans les dernières avancées technologiques. Une recherche attentive à des savoir-faire venus de ces mêmes pays du Sud auxquels elle destine une bonne part de ses fruits, et dont nous avons tant à apprendre.

LUM vous emmène une fois encore sur les chemins du savoir en compagnie de ces passionnés, chercheurs ou étudiants, pour qui la science est une aventure quotidienne. Une aventure qui vous mènera ce mois-ci au cœur de la médecine prédictive, sur les traces de la beauté universelle et jusque dans l'espace, à bord d'un nanosatellite 100 % étudiant.

Philippe Augé,
Président de l'Université
de Montpellier

« Nourrir près de
10 milliards d'êtres
humains en 2050
– mais aussi
préserver »



Découvrir

6

Un jardin extraordinaire

10

Du bois dont on fait demain

12

Prédire pour mieux guérir

14

De quoi les lanceurs d'alerte sont-ils le nom ?



Dossier : nourrir

18

Sols majeurs

20

Un monde à nourrir

22

Quand le numérique prend la clé des champs

24

Du parking au verger



Être

26

La beauté dévoilée

28

Revenir à Mada

29

Face au porno vengeur

30

Objectif espace



6

Un jardin extraordinaire

10

Du bois dont on fait demain

12

Prédire pour mieux guérir

14

De quoi les lanceurs d'alerte sont-ils le nom ?

Les chercheurs interviewés dans ce numéro

P 10 : Bernard Thibaut et Cédric Montero , LMGC (UM - CNRS)

P 12 : Pascal Pujol, UM - CHU de Montpellier

P 14 : Marie-Christine Sordino, Dynamiques du droit (UM - CNRS)

P 18 : Robin Duponnois, LSTM (IRD - Cirad - INRA - Montpellier SupAgro - UM), Tiphaine Chevallier, Éco & sols (Montpellier SupAgro - Cirad - INRA - IRD)

P 20 : Patrick Caron, Cirad

P 22 : Véronique Bellon-Maurel, Digitag (Istrea - INRA - Cirad - Inria - UM - Montpellier SupAgro - AgroParisTech)

P 24 : Laura Michel, Cepel (UM - CNRS), Nabil Hasnaoui Amri (INRA - Montpellier Méditerranée Métropole)

P 26 : Julien Renoult, CEFE (CNRS, UM, Université Paul-Valéry Montpellier 3, EPHE)

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, Charlotte Martinez

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

Illustrations // Thierry Vicente

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

Tirage // 6 000 exemplaires - **Dépôt légal** // Janvier 2018 - **ISSN** // 2431-1480



DÉCOUVRIR

Un *jardin* extraordinaire

Bienvenue dans le plus ancien jardin botanique de France. Fondé en 1593 par Henri IV, le Jardin des plantes de l'Université de Montpellier s'étend sur près de 5 hectares. Pour le visiteur, cet îlot de verdure est un jardin extraordinaire au cœur de la ville. On y vient flâner à l'ombre de la bambouseraie ou par les allées ombragées du jardin anglais, admirer la serre Martins et ses plantes « succulentes » ou rêver sur les bords du bassin aux lotus, sur les pas d'André Gide ou de Paul Valéry, deux illustres amateurs du Jardin. Cet espace autrefois entièrement dédié à la recherche et à l'enseignement continue d'attirer les chercheurs du monde entier.



La noria et le « tombeau de Narcissa »

Ornée de plantes succulentes rustiques, entourée d'arcades reconstituées, la noria Sud est un ancien puits. Elle domine un monument discret au parfum de mystère : le « tombeau de Narcissa ». La légende dit qu'Edward Young, poète anglais et auteur des *Nuits*, y aurait inhumé en secret sa belle-fille morte de la tuberculose, une nuit de 1736.

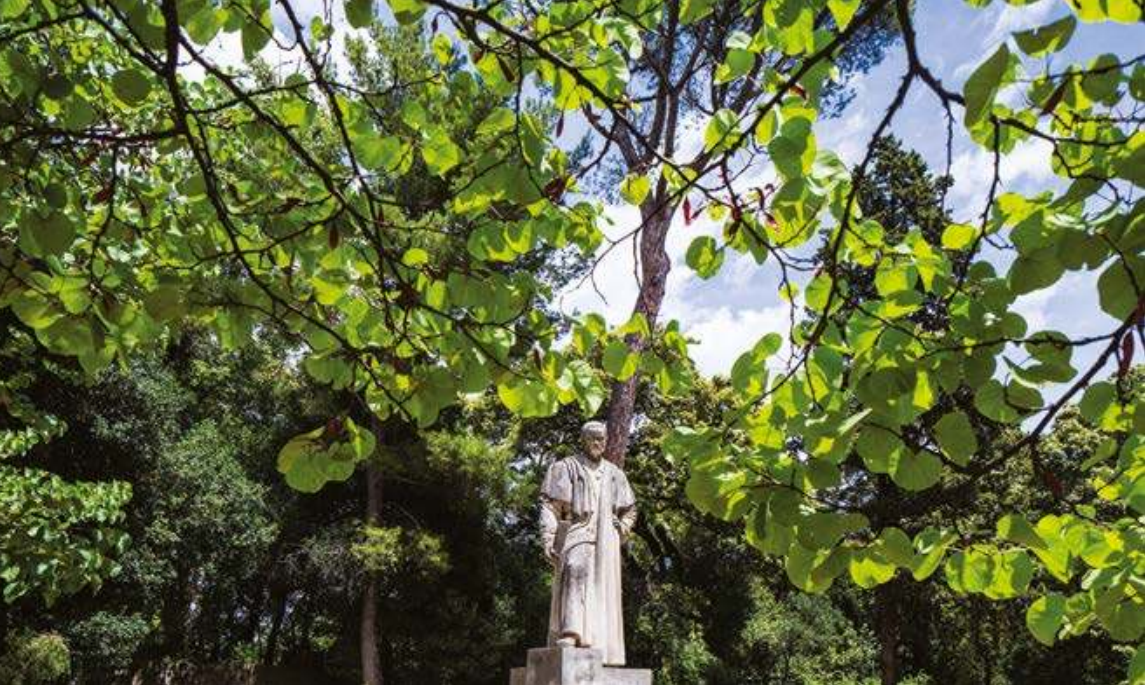
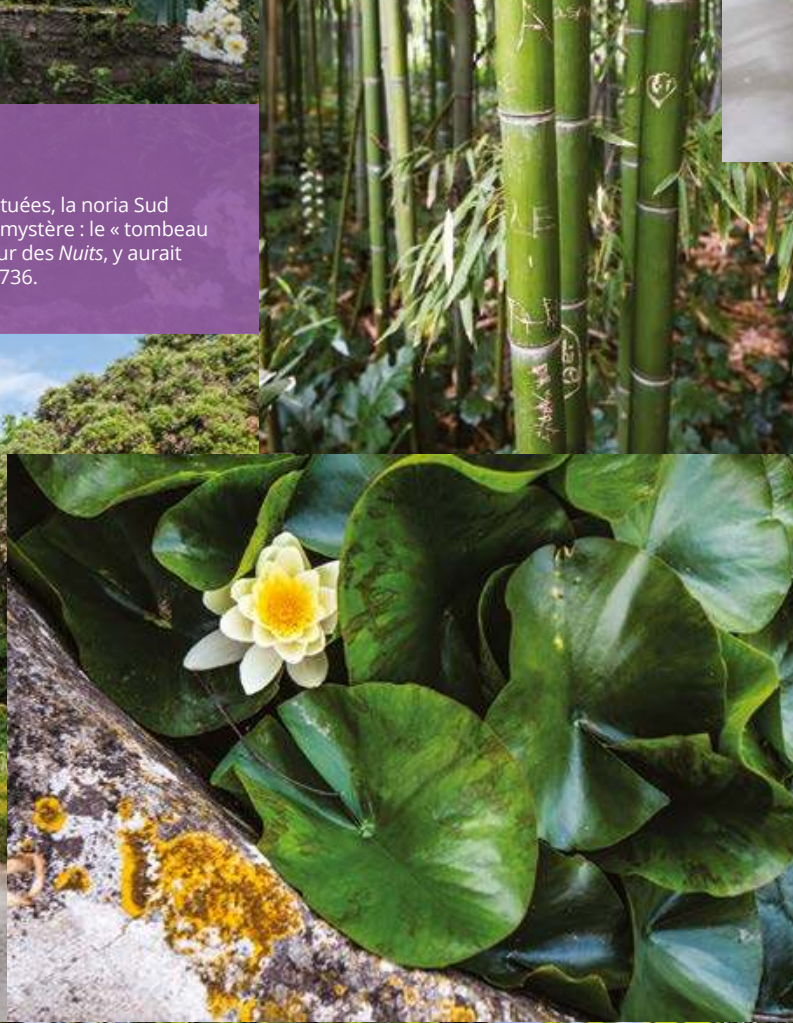


Le jardin anglais

Ce jardin est constitué de vastes pelouses, de grands arbres et de massifs de plantes vivaces gagnés sur les espaces engazonnés. Près du grand bassin où s'épanouissent les lotus, se dresse la rotonde de l'ancien observatoire d'astronomie.

La serre Martins

Elle abrite une collection de « succulentes » : venues de toutes les régions sèches du globe, cactus, agaves et autres aloès y représentent la grande cohorte de ces plantes qui ont su s'adapter au manque d'eau.



L'Orangerie

Au cœur du jardin, l'Orangerie, destinée à accueillir les végétaux assez résistants au froid, sans toutefois pouvoir supporter les hivers de Montpellier, offre au promeneur la beauté de ses lignes pures à la simplicité voulue. Construit par un architecte renommé, Claude-Mathieu de la Gardette, ce grand bâtiment fut achevé en 1806.





Coupe transverse de hêtre («*Fagus sylvatica* L.») colorée à la safranine-bleu astra observée en microscopie optique
© Bruno Clair /CNRS Photothèque

Du bois dont on fait demain

Le plus vieux matériau au monde est aujourd'hui considéré comme l'un des plus modernes. Ressource naturelle renouvelable, le bois offre d'extraordinaires qualités mécaniques. Et c'est de loin le plus écolo des matériaux...

« Le bois n'a rien à envier à ses cousins artificiels, fibre de verre, de carbone ou encore kevlar... sur lesquels il possède un gros avantage : sa légèreté »

30 000 essences différentes

« Il existe au moins autant de bois que d'essences d'arbres – plus de 30 000 espèces dans le monde ! Chacune a ses propriétés, qui peuvent varier d'un facteur de 1 à 100 selon la variété observée » précise Bernard Thibaut. La bonne idée : associer différentes essences pour un meilleur résultat. Une pratique particulièrement pertinente dans la construction. Même sous sa forme brute, le bois, matériau protéiforme, offre donc une extraordinaire palette de possibilités. Quant à ses propriétés mécaniques, elles présentent « nécessairement » beaucoup d'intérêt : « n'oublions pas que le bois a fabriqué un arbre, c'est à-dire une structure particulièrement audacieuse : peu d'architectes oseraient tenter ce type de réalisation ! »

Mobilier, transport, construction, BTP, aéronautique ou encore robotique : visible ou caché, rustique ou techno, massif ou transformé, il est partout ! Le grand retour du bois ? Ça ne fait que commencer, promet Bernard Thibaut. Et pour cause : « comme le métal et les polymères, il fait partie de ces matériaux universels avec lesquels on peut fabriquer à peu près tout ce qu'on veut », estime ce chercheur qui étudie depuis 40 ans la biomécanique de l'arbre et les propriétés du bois.

Matériau de référence

Ce matériau aussi vieux que l'humanité a pourtant subi une récente éclipse. L'homme a abondamment pratiqué le régime « tout-bois » : depuis son apparition sur Terre, tout ce qui l'environne ou presque est longtemps venu de la générosité des arbres. Jusqu'à ce sommet, atteint au 18^e siècle : âge d'or où le bois devenu matériau universel envahit plus que jamais la sphère humaine. Puis vint la révolution industrielle, et le triomphe des concurrents : le 19^e siècle fut l'âge de l'acier, le 20^e celui du béton et du plastique. Et le 21^e siècle ? C'est celui d'une renaissance du bois, affirme Bernard Thibaut. « Le bois a mis du temps, mais il a enfin réussi son passage à la modernité. Cet éternel matériau de référence est aujourd'hui redécouvert grâce aux avancées technologiques dont il bénéficie ».

Nouveaux usages industriels

Si le bois revient en force, c'est sous des formes nouvelles, confirme Cédric Montero. « Historiquement, on a très longtemps utilisé le bois brut, résume ce chercheur spécialiste des bois de structure au laboratoire de mécanique et génie civil. L'essor actuel du bois, notamment dans la construction, est largement dû à de nouveaux process de transformation : contreplaqué, lamellés collés, lamellés croisés, produits valorisant les copeaux ou la sciure comme les panneaux de particules ou de fibres... »

Une révolution. Car en s'affranchissant des limites données par sa forme origi-

nelle, le bois est passé de l'artisanat à l'ère industrielle.

Et permet désormais de répondre à tous les usages. Ce bois reconstitué est en effet « comparable à un composite à fibre », poursuit le chercheur : un matériau normé, standardisé, reproductible. Utilisé aujourd'hui jusque dans la haute technologie, il offre d'excellentes performances mécaniques : il n'a rien à envier à ses cousins artificiels, fibre de verre, de carbone ou encore kevlar... sur lesquels il possède un gros avantage : sa légèreté, due à sa structure en nid d'abeille à l'échelle microscopique.

La tendance est aujourd'hui de panacher le bois avec ces mêmes matériaux ou avec d'autres – l'acier par exemple – au sein de composites dont la structure dépend des résultats souhaités. Avec à la clef des performances très supérieures à celles de chacun des constituants. « C'est un domaine où s'ouvrent de vastes horizons : nous n'en sommes qu'au début, beaucoup d'innovations technologiques restent à venir ».

Solide, léger... et résistant au feu !

Le plus vieil allié de l'homme s'avère ainsi un matériau prometteur, capable de transformer tout industriel en xylophile convaincu. « Les innovations récentes ont permis une véritable révolution dans les mentalités », note Bernard Thibaut. Construire rapidement, grâce à des structures modulaires préfabriquées ? La légèreté du bois l'autorise. Bâtir d'immenses tours ? C'est possible ! La course à la hauteur est lancée : les nouveaux matériaux industriels issus du bois supportent des immeubles qui dépassent 20 étages. Et ils offrent un comportement idéalement adapté aux contraintes sismiques...

La construction en bois, jusqu'ici peu répandue en France pour des raisons culturelles, gagne donc du terrain. « Le regard a changé sur ce matériau, notamment en termes de risques d'incendie : il y a seulement quelques décennies, il était inimaginable de construire de grands ensembles en bois. Sa résistance au feu est aujourd'hui réévaluée ». Moins conducteur de chaleur que l'acier ou le béton, le bois se consume en effet lentement, sans se déformer ni dégager de substance toxique.

Fibre écolo

Le plus bel atout du bois est ailleurs : car ce fils de la forêt a la fibre résolument écologique. Abondant et peu exploité – notamment en France, qui détient pourtant la surface forestière la plus vaste de l'Union européenne – le bois est une ressource renouvelable et peu coûteuse, dont la transformation nécessite peu d'énergie. Et tandis que la fabrication de l'acier, du béton, de l'aluminium ou du plastique produit des gaz à effet de serre, le bois, lui, peut aider à les réduire : l'arbre capte et emprisonne naturellement le dioxyde de carbone (CO₂), un gaz responsable du réchauffement de la planète, à raison d'une tonne par mètre cube. Du CO₂ directement retiré de l'atmosphère... et qu'il ne reste plus qu'à stocker, sous forme de meubles ou de bâtiments en bois. Si le bois fait son grand come-back, c'est donc sur fond de développement durable : l'utiliser comme matériau, c'est lutter contre l'effet de serre. Incontournable. ^{PR}



Une médecine individualisée qui permet d'identifier les risques spécifiques à une personne pour mieux prévenir et soigner : ce sont les promesses de la médecine prédictive et personnalisée. Une discipline en plein essor, qui ouvre un nouvel horizon pour les patients, mais soulève également de nombreuses questions...

Prédire pour mieux guérir

Pourquoi certains affichent-ils une santé florissante tout au long de leur vie alors que d'autres affrontent, parfois dès leurs jeunes années, les affres de la maladie ? Indépendamment du mode de vie, qui bien sûr influence notre santé, nous ne sommes pas tous égaux face à la maladie. En cause : la génétique. Une petite mutation de notre ADN peut à elle seule être responsable de l'apparition de certaines pathologies. Nul besoin d'attendre les premiers symptômes pour en avoir le cœur net : « grâce au dépistage génétique on peut désormais identifier une personne présentant des prédispositions ou un risque particulier », explique Pascal Pujol, oncogénéticien au CHU de Montpellier. C'est le principe de la médecine prédictive et personnalisée.

Avancée médicale majeure

Une approche qui a notamment révolutionné la prise en charge de certains cancers, comme ceux provoqués par la mutation des gènes BRCA 1 et 2. Les femmes porteuses de ces gènes mutés ont un risque beaucoup plus élevé que la moyenne de développer un cancer, 70 % de probabilité pour le cancer du sein et 30 % pour le cancer des ovaires. « Quand le dépistage génétique révèle ces mutations on propose à ces patientes un suivi adapté : un IRM par an et une opération entre 40 et 50 ans pour enlever les ovaires. Grâce à ce protocole on estime qu'on sauve la vie d'une femme sur quatre, c'est une avancée médicale majeure ! », s'enthousiasme Pascal Pujol. Depuis peu, ces femmes peuvent également bé-

néficier d'un traitement spécifique qui cible la mutation génétique. « La médecine prédictive permet ainsi d'améliorer l'efficacité du traitement. On passe d'une valeur de dépistage à une valeur thérapeutique, c'est un vrai changement de paradigme », explique le président de la Société française de médecine prédictive et personnalisée (SFMP). Déjà 25 000 patientes concernées ont été identifiées, mais la mutation est en réalité bien plus fréquente. « On ne propose le dépistage génétique qu'à celles qui ont des antécédents familiaux de cancer », précise Pascal Pujol, alors que dans un cas sur deux le cancer survient sans antécédent ». La solution ? Étendre le dépistage génétique à toutes les femmes atteintes d'un cancer du sein métastatique.

Quand on trouve ce qu'on ne cherchait pas

Si le décryptage du génome est ainsi de plus en plus plébiscité, il soulève aussi de nombreuses questions, notamment celle des découvertes secondaires. « Dans 2 à 4 % des cas, les analyses génétiques mettent en évidence une anomalie sans rapport avec celle recherchée, mais potentiellement lourde de conséquence », explique Pascal Pujol. Que faire de ces informations ? Que dire – ou ne pas dire – au patient ? « Pour l'heure il n'y a tout simplement pas de réglementation », déplore le spécialiste. Dans un cas sur deux, le laboratoire ne fait pas part de cette découverte au médecin. Et quand il en est informé,

« Dans 2 à 4 % des cas, les analyses génétiques mettent en évidence une anomalie sans rapport avec celle recherchée »

seul un praticien sur deux choisit d'en faire part au patient. « On ne peut pas mettre des œillères, s'il y a des enjeux vitaux pour le patient, pourquoi les mettre sous le tapis ? » s'interroge Pascal Pujol.

Le spécialiste a ainsi été confronté au cas d'une jeune fille de 15 ans qui avait bénéficié d'une analyse génétique pour étudier une insuffisance intellectuelle. En même temps que l'anomalie responsable de son retard, l'analyse a mis en évidence un gène prédisposant à la polypose du côlon. « Si l'on ne fait rien, cette maladie dégénère en cancer du côlon avant l'âge de 40 ans dans 100 % des cas », explique Pascal Pujol, qui dans ce cas a choisi d'avertir la famille.

Cas par cas

Pour l'oncogénéticien la conduite à tenir doit toujours s'adapter au cas par cas, en demandant systématiquement son avis au patient via un consentement éclairé spécifique. Et en tenant compte de la possibilité d'agir : « on différencie les maladies actionnables, celles où l'on peut faire quelque chose, de celles qui sont non-actionnables ». Objectif : ne pas inquiéter les patients inutilement, mais ne pas non plus les laisser tomber gravement malades quand on aurait pu les soigner.

Pour le président de la SFMP, il devient indispensable de faire évoluer le cadre législatif, tout en réfléchissant de façon éthique. « Si la communauté médicale ne s'en empare pas, les sociétés privées vont faire main basse sur la médecine prédictive qui va échapper à tout contrôle », s'inquiète Pascal Pujol. Certaines entreprises proposent déjà une floraison de tests, réalisés sans aucun contrôle médical. « Les patients se retrouvent ainsi en possession d'informations sur leurs génomes, parfois non significatives, et dont ils ne savent que faire. Le débat public qui sera lancé en 2018 et la révision de la loi de bioéthique en 2019 seront une excellente occasion de réfléchir médicalement et socialement à ces questions ». 



Héros pour les uns, renégats pour les autres, les lanceurs d'alerte sont aujourd'hui installés dans le paysage judiciaire. Que disent-ils de notre société et quelle place leur accorder dans l'exercice de la justice ? Un casse-tête, entre exigence de transparence et risques de manipulations.

Petit guide du lanceur d'alerte

Si la loi Sapin II dispose que « *n'est pas pénalement responsable la personne qui porte atteinte à un secret protégé par la loi, dès lors que cette divulgation est nécessaire et proportionnée* », encore faut-il respecter un certain nombre de commandements pour rester dans la légalité et bénéficier d'une protection. Le premier d'entre eux : agir de manière désintéressée. Le lanceur d'alerte doit être motivé par le sens de l'intérêt général et non par des considérations personnelles. Autre condition, la plus controversée, l'obligation d'alerter en premier lieu un supérieur hiérarchique (ou le référent désigné par l'entreprise) qui devra, dans un « *délai raisonnable* », agir pour le règlement du problème. La confidentialité de l'auteur du signalement étant, à ce stade, théoriquement assurée par sa hiérarchie. C'est seulement en l'absence de réponse de ses supérieurs que l'auteur du signalement sera fondé à rendre l'affaire publique, devenant ainsi un authentique lanceur d'alerte.



De quoi les lanceurs d'alerte sont-ils le nom ?

Ils se nomment Julian Assange, Edward Snowden ou Irène Frachon et doivent leur célébrité aux révélations de pratiques de torture en Irak, d'écoutes illégales de la NSA ou des dangers du Mediator.

Derrière ces quelques têtes d'affiche, ils sont de nombreux autres, anonymes, à avoir alerté le public sur une situation qu'ils estimaient nuisible pour la société. Tous ont en commun d'avoir sacrifié leur carrière, bien souvent leur vie sociale et pour certains jusqu'à leur liberté au nom d'un intérêt qu'ils jugeaient supérieur au leur : le droit du public à connaître une vérité qui, sans eux, n'aurait jamais provoqué ni scandale, ni ouverture d'enquête.

Chevaliers blancs, fake news et effet boule de neige

« *Les pouvoirs publics ont depuis longtemps recours à des personnes privées, explique Marie-Christine Sordino, professeur de droit pénal à la Faculté de droit et de science politique de Montpellier. Autrefois on parlait de délation ou de dénonciation. Mais à ces termes, évoquant des heures sombres de l'Histoire, on préfère aujourd'hui celui de signalement* ».

Une pratique qui a pris un tour inédit depuis quelques années. En 2010, l'organisation Wikileaks orchestrait la fuite de dizaines de milliers de câbles diplomatiques confidentiels. Un véritable séisme, à l'origine d'une prise de conscience : à l'heure où les secrets les mieux gardés peuvent tenir sur une clé USB et fuir sur les réseaux, personne n'est plus à l'abri de révélations à l'écho planétaire. « *Il faut se poser la question de la circulation des révélations, estime la pénaliste. Nous vivons dans une société de l'information dans laquelle tout va très vite et où une réputation peut être ruinée en seulement quelques heures* ». Dans la guerre de l'information que se livrent états ou entreprises, un lanceur d'alerte peut vite se transformer en arme de déstabilisation massive.

Pour prévenir les dérives, le législateur s'évertue à cadrer le statut de ces lanceurs d'alerte. Un exercice qui a tout d'une gageure : depuis 2001, une dizaine de lois se sont penchées sur la question. Dernière en date, la loi Sapin II du

9 décembre 2016, relative à la transparence et à la lutte contre la corruption, place au cœur de son dispositif les notions de désintérêt et de bonne foi. Sont déclarés hors-jeu les signalements visant à nuire à un concurrent, ou tentant de draper dans les habits de la vertu un intérêt personnel. Une distinction pas toujours évidente. « *Dans un scandale sanitaire, la notion d'intérêt général peut sembler claire. C'est plus compliqué dans le cas du droit comptable et financier* » note Marie-Christine Sordino.

Crise démocratique

La question est aussi celle des moyens dont dispose l'appareil judiciaire pour s'emparer d'affaires complexes et coûteuses à investir. « *Le recours aux lanceurs d'alerte révèle une certaine impuissance des pouvoirs publics face à une exigence toujours plus forte de transparence de la part des citoyens. Le parquet ne peut pas suivre* » résume la juriste.

Au-delà de sa dimension juridique, la figure du lanceur d'alerte symbolise la défiance vis-à-vis des institutions. Défiance envers la justice, à qui 45 % de

citoyens déclarent ne plus faire confiance, défiance à l'égard de la presse à l'ère des *fake news*... « *Les lanceurs d'alerte nous alertent au fond sur un profond malaise social* » analyse Marie-Christine Sordino, qui s'inquiète tout autant de l'injonction de transparence absolue : « *cet idéal peut aboutir à une dictature, à une société du soupçon permanent* ». D'autant plus inquiétant que, souligne-t-elle, transparence et vérité sont loin d'être synonymes : « *les personnes qui révèlent ont souvent des comptes à régler, des problèmes personnels... La bonne foi et le désintérêt sont rares ! La transparence sur tout impliquerait que ce soit au citoyen de faire le tri... Est-on prêt pour cela ?* ». RL

NOURRIR

7,5 milliards aujourd'hui, près de 10 milliards en 2050. Comment nourrir une population en perpétuelle expansion, sans épuiser les ressources naturelles de notre Terre ? Un véritable défi pour le monde agricole qui doit se réinventer. Et un terreau fertile pour nos chercheurs, qui sèment des idées innovantes et en récoltent les fruits durables, pour nourrir tout le monde aujourd'hui, en 2050, et encore longtemps.

« Première loi
de l'agroécologie :
intervenir le moins
possible ! »

« **I**mpossible de comprendre le sol si on le
sépare de son contexte, prévient d'em-
blée Robin Duponnois, microbiolo-
giste spécialiste des sols et président du Comité
scientifique français de la désertification. *Seule une
approche globale permet de comprendre des phéno-
mènes qui sont très complexes* ».

Vitales symbioses

Petit aperçu de la complexité en question : sans le
couvert végétal qui fournit la matière de base du cy-
cle de la vie souterraine – feuilles mortes et autres
débris végétaux – mais aussi sans l'innombrable
peuple caché du sous-sol, insectes, champignons
microscopiques et autres bactéries symbiotiques,
seuls capables de transformer cette matière (*voir
encadré*), point de salut pour la plante.

Car celle-ci ne vit pas que de soleil et d'eau fraîche.
Et elle est tout, sauf autonome. À elle seule, elle
n'est capable d'accéder qu'aux nutriments les plus
proches de ses racines. Insuffisant pour assurer
sa croissance... Heureusement, les champignons
mycorhiziens* s'emploient à coloniser ces mêmes
racines grâce à leurs « hyphes », fins filaments ca-
pables d'explorer un grand volume de sol – don-
nant ainsi accès à infiniment plus de ressources
nutritives. Plus étonnant, ces mêmes champignons
jouent le rôle de nourrices : « *on trouve dans le sol
des molécules complexes, organiques ou minérales,
qui ne sont pas directement assimilables. Le champi-
gnon va "digérer" ces grosses molécules, puis utiliser
ses hyphes pour transférer à la plante les nutriments
ainsi recyclés* ».

En échange, le champignon se voit offrir du car-
bone par la plante, bien mieux placée que lui pour
l'extraire de l'atmosphère. Des plantes qui forment
donc avec leurs copains champignons d'inextri-
cables réseaux interconnectés. Et qui ne peuvent
se développer que grâce à cette symbiose... sauf à
en compenser l'absence par l'apport artificiel d'en-
grais minéraux.

De la « révolution verte » à l'agroécologie

Des engrais il est vrai capables de booster très facilement les végétaux : grosso
modo, vous introduisez un minéral soluble dans le sol... et ça pousse. C'est
l'idée déjà ancienne de la « révolution verte » : cultiver des variétés sélection-
nées pour leur capacité optimale de production, à grand renfort d'engrais, mais
aussi de pesticides, d'irrigation et de machinisme, tout en privilégiant la culture
monovariétale à grande échelle.

Quel impact sur les sols, sur l'environnement ? À l'époque on ne se pose pas la
question. Nous sommes dans les années 60, juste après les grandes famines.
L'objectif est limpide : produire, en quantité. Une révolution qui n'a de vert que
le nom ; coûteuse en eau, en produits chimiques et en pétrole, cette agriculture
industrielle a de graves inconvénients, au premier rang desquels un appauvris-
sement de la biodiversité, pilier majeur de la sécurité alimentaire.

Imiter la nature

Les temps ont changé : les scientifiques en appellent aujourd'hui à une agricul-
ture capable simultanément de nourrir les hommes et de respecter l'environ-
nement. Première loi de cette « agroécologie » : « *intervenir le moins possible !
Et appliquer les processus biologiques naturels – ceux qui sont à l'œuvre dans une
forêt. Par exemple, réintroduire un couvert végétal en replantant des arbres ; favo-
riser l'action de la microflore du sol (champignons mycorhiziens, bactéries fixatrices
d'azote...) ; ou encore valoriser les capacités symbiotiques des plantes entre elles* ».
Une approche aussi humble que pragmatique. « *On essaie d'observer des pra-
tiques traditionnelles bien adaptées aux réalités du terrain, pour aider à les opti-
miser. L'agriculture familiale a ainsi de nombreuses caractéristiques vertueuses :
petites surfaces, espèces endémiques et cultures polypécifiques, savoir-faire locaux
et faible irrigation... Si l'on veut assurer la sécurité alimentaire dans les pays en voie
de développement, elle propose clairement un modèle d'avenir* », précise Robin
Duponnois. 

* Une mycorhize est le résultat de l'association symbiotique entre des champignons et les racines des plantes.



Préserver notre Terre nourricière : c'est l'indispensable défi de l'agriculture aujourd'hui.
Pour le relever, les scientifiques se penchent sur ce berceau des cultures, le sol.
Un écosystème d'une complexité insoupçonnée...

Sols majeurs



Oasis souterraines

« **D**ans une seule cuillère à café de terre de votre jardin, il peut y avoir plusieurs millions d'orga-
nismes vivants », révèle Tiphaine Chevallier, du laboratoire Éco & sols. Les sols sont com-
posés d'argile, de limon, de sable. Mais pas uniquement : on y trouve aussi l'eau, l'air...
la vie ! Si le minéral y prédomine, la matière organique entre aussi dans la composition de ce vivant
cocktail vulgairement nommé *terre*. Une matière organique recyclée pour les plantes par d'innombrables
habitants souterrains (microorganismes, mais aussi microfaune : protozoaires, tardigrades ou acariens,
macrofaune : cloportes, vers de terre, iules...). Des organismes qui assurent le bon fonctionnement
du sol et produisent les nutriments vitaux pour les végétaux : azote, phosphore ou encore potassium.
Ces oasis de vie sont aujourd'hui en danger : chaque année, dans le monde, dix millions d'hectares de
terres arables sont perdus à cause de la désertification. Une menace qui pèse directement sur la vie de
480 millions de personnes.



Comment assurer une alimentation satisfaisante à une population en perpétuelle expansion tout en préservant la planète ?

Un défi à relever dès aujourd'hui, pour garantir la sécurité alimentaire demain.

9,8 milliards. C'est le nombre d'habitants qui peupleront notre belle planète à l'horizon 2050. Une démographie galopante qui soulève un véritable challenge : comment nourrir toujours plus de terriens ? « *Le vrai défi n'est pas simplement de les nourrir, nuance Patrick Caron, mais d'assurer à long terme la sécurité alimentaire* ». En d'autres termes, la capacité à s'alimenter correctement. « *La sécurité alimentaire recouvre la disponibilité de la nourriture, son accès - autrement dit la capacité de produire ou acheter sa propre alimentation - et la qualité de l'alimentation aussi bien sur un plan nutritionnel, sanitaire, sensoriel que socio-culturel. Le tout doit être assuré avec régularité* », précise le président du groupe d'experts de haut niveau du comité des Nations Unies pour la sécurité alimentaire mondiale.

Triple fardeau

Un idéal loin d'être atteint : les difficultés alimentaires de divers ordres touchent le monde entier. « *On fait face à un triple fardeau* », précise Patrick Caron. En premier lieu, la famine : 800 millions de personnes ne mangent pas à leur faim. « *Une situation aggravée par le changement climatique et les conflits* », souligne Patrick Caron. Deuxième fardeau : 2 milliards d'habitants de la planète souffrent de ce qu'on appelle la faim cachée. « *Une carence en micronutriments - zinc, fer, iode, vitamines A et B - qui ne permet pas d'assurer une bonne santé* ». Et enfin 2 milliards de personnes dans le monde souffrent, eux, de surpoids ou d'obésité, condition qui s'accompagne d'un risque accru de maladies cardiovasculaires, d'hypertension, de diabète, de cancer.

Comment lutter contre ces fléaux ? Au 20^e siècle, le problème semblait simple : « *à la question "comment nourrir tout le monde", on répondait "il faut produire davantage"* ». Le maître mot d'alors : intensification. Bienvenue dans la « révolution verte ». « *Si ce mode de production a effectivement permis d'accompagner l'augmentation de la population, on sait aujourd'hui que la voie intensive en engrais et en énergies fossiles n'est pas viable* », souligne Patrick Caron. Il ne s'agit plus simplement de produire davantage, mais surtout de produire mieux. « *Produire des aliments de bonne qualité tout en préservant l'environnement en assurant un revenu décent aux agriculteurs, c'est là le véritable défi* », explique Patrick Caron.

Au cœur des enjeux du développement durable

Un défi qui place la sécurité alimentaire au cœur des enjeux du développement durable. « *Il ne s'agit pas juste de produire assez, mais bel et bien de produire et consommer pour contribuer au développement durable* ». En tenant compte en premier lieu des questions environnementales. « *Dans les années 1990, l'agriculture et l'environnement étaient frères ennemis, on a ensuite tenté de les réconcilier* », explique Patrick Caron. Éviter la dégradation des terres, maintenir la biodiversité, éviter de contribuer au changement climatique, autant de défis pour une agriculture qui reste à réinventer. « *Réconcilier c'est bien, mais pas suffisant. Il faut faire mieux que ça, en utilisant l'agriculture comme un levier pour*

sauvegarder l'environnement », explique Patrick Caron. Par exemple ? « *Dans le domaine de l'élevage, le recours à la prairie présente l'avantage de séquestrer le carbone et limite ainsi les émissions de gaz à effet de serre* », illustre le chercheur.

Solutions locales pour une alimentation mondiale

« *Avec l'agroécologie, on redécouvre qu'on peut limiter l'usage d'engrais chimiques et choisir d'imiter la nature en stimulant ses cycles biologiques* », souligne Patrick Caron. Et produire assez de denrées pour nourrir près de 10 milliards de personnes ? « *Oui, mais à condition de mettre en œuvre des solutions locales qui nécessitent un important travail de conception et d'ingénierie, précise Patrick Caron. Il faudra assurer la cohérence entre ces transformations locales et un enjeu à l'échelle mondiale* ».

Consommer mieux

Et pour que la planète s'y retrouve, il ne suffit pas de produire mieux. « *Il est indispensable aussi de consommer mieux pour contribuer au développement durable* », insiste Patrick Caron. Notamment en limitant les pertes et gaspillages qui représentent en moyenne 30 % de la nourriture dans la plupart des pays. Mais aussi en consommant des produits de bonne qualité qui favorisent une bonne santé et limitent le coût en santé publique. « *Dans le cas du surpoids et*

de l'obésité, c'est tout l'environnement alimentaire qui est en cause, l'ensemble des facteurs qui influencent le choix des consommateurs est à prendre en compte », explique l'expert.

« *La question de la sécurité alimentaire est un véritable Rubik's cube avec autant de facettes à considérer* », illustre Patrick Caron. Le graal : « *subvenir aux besoins de tous en fonction de leurs préférences et en tenant compte des empreintes sociales, environnementales et sanitaires de ce qu'on consomme* ». Un objectif qui nécessite de redessiner la planète, avec 10 milliards de bonnes volontés. 

Agroécologie au Togo

Le vétiver est très utile pour empêcher l'érosion des sols.

Les femmes ont déplanté le vétiver en bord de rivière pour ensuite le planter le long d'un cordon pierreux pour le renforcer.

© IRD - Tiphaine Chevallier

Un monde à nourrir



Quand le numérique prend la clé des champs

Une flopée de capteurs pour gérer l'apport en eau ou l'utilisation d'engrais, une batterie de pièges connectés diffusant des phéromones pour guider les nuisibles loin des cultures, une moisson de données partagées pour éclairer la prise de décision, le tout centralisé sur un smartphone devenu le premier auxiliaire de l'agriculteur... Bienvenue dans la ferme du futur, concentrée de technologie au service d'une pratique mieux maîtrisée, plus respectueuse de l'environnement et moins contraignante pour les exploitants.

Vers une pratique choisie, non subie

« L'objectif est double : améliorer la production et mieux insérer l'agriculteur dans la société » explique Véronique Bellon-Maurel, directrice du département écotecnologies de l'IRSTEA. « L'agriculture est un métier très compliqué et qui le devient de plus en plus : complexité technique, réglementaire, administrative, commerciale... Ajoutez à cela un niveau d'incertitude qu'on ne retrouve dans aucun autre métier et qui va en se renforçant avec le changement climatique... ». Un bien sombre tableau, que le numérique pourrait contribuer à éclairer. « L'autoguidage des tracteurs a changé la vie de beaucoup d'agriculteurs relate la directrice de l'Institut #DigitAg. Quand vous n'êtes pas obligés de vous concentrer sur une ligne à suivre, vous pouvez penser à autre chose... ».

Idem pour les robots de traite, qui ont permis aux éleveurs de libérer un temps précieux pour mener des activités commerciales, prendre soin du troupeau... ou de sa vie familiale. En somme, pour Véronique Bellon-Maurel, il s'agit de permettre à l'agriculteur d'investir des activités « soit plus lucratives, soit plus épanouissantes, en tout cas choisies plutôt que subies ».

Ageekculteurs

Le numérique, planche de salut d'une profession en crise ? L'idée ne va pas forcément de soi, alors que l'automatisation renvoie davantage au modèle de l'agriculture intensive, largement contesté. Une idée fausse pour la chercheuse de l'IRSTEA, qui y voit au contraire une chance d'aller vers plus de frugalité : « Les agriculteurs bio, par exemple, sont ceux qui ont le plus besoin d'observation, car dans ce type d'agriculture les interventions sont rares et doivent être précises et anticipées ». L'objectif : produire mieux. « Limiter l'utilisation des produits phytosanitaires, cela veut dire économiser du temps, de la consommation tracteur, sans parler bien sûr des avantages en termes de pollution et de santé pour l'agriculteur... » résume la spécialiste.

Pour les petits exploitants, le numérique est aussi un puissant levier pour sortir de l'isolement. C'est ainsi que se multiplient les « ageekculteurs » cultivant blog et compte twitter, et fréquentant forums ou autres plateformes de financement participatif. En fin de chaîne, le numérique bouleverse aussi la distribution en facilitant le lien entre producteur et consommateur : AMAP, circuits courts... À la clé, un rééquilibrage du rapport de force imposé par les acteurs classiques de la distribution.

Jeunes pousses et gros poissons

Conséquence de ce changement de paradigme, l'agriculture s'ouvre à un nouveau public, plus technophile, plus féminin aussi. « Une chance de voir arriver des gens qui ne viennent pas de l'agriculture et ont une autre manière de l'appréhender » se réjouit Véronique Bellon-Maurel. Alors que chaque jour ou presque voit la naissance d'une nouvelle application à destination des agriculteurs, l'irruption



Le salut de l'agriculture passera-t-il par le numérique ? C'est le pari de l'Institut #DigitAg, structure de recherche pluridisciplinaire lancée à Montpellier en 2016. En point de mire : une production moins gourmande en énergie et des agriculteurs soulagés des tâches les plus ingrates. Une révolution en germe.

du numérique ne va pas sans soulever des inquiétudes, relatives notamment à la montagne de données qui émergent de nos campagnes. « Des données sont aujourd'hui collectées avec une fréquence spatiale et temporelle jamais vue jusqu'à présent. Cela représente un gros espoir pour extraire, grâce au smart data, des modèles qui vont nous éclairer sur le fonctionnement des cultures et des élevages. Mais se pose aussi la question de leur sécurisation. Que se passera-t-il si ces données sont captées par des acteurs monopolistiques ? » s'interroge la directrice de #DigitAg.

Face au risque de voir agrochimistes ou autres semenciers truster ces bases de données pour leur seul profit, une planche de salut : ouvrir les données, et ainsi favoriser l'émergence d'une pluralité d'acteurs (start-ups, coopératives) plutôt que celle de quelques mastodontes. Une « open agriculture » qui pourrait permettre à chacun de trouver à nouveau, un jour, son bonheur dans le pré. 

En Afrique aussi, l'agriculture se met au numérique !

Le numérique en agriculture, un luxe high-tech réservé aux pays riches ? Faux, répondent les chercheurs de l'Institut #DigitAg, dont une partie s'intéresse aux usages des nouvelles technologies pour l'agriculture dans les pays du Sud. En Afrique, le développement du téléphone portable ouvre ainsi le champ des possibles. Celui-ci permet aujourd'hui aux producteurs d'avoir un accès direct aux cours des matières premières, réduisant ainsi leur dépendance vis-à-vis des négociants. Grâce au téléphone, les agriculteurs peuvent également recevoir recommandations de spécialistes ou prévisions météo régulièrement actualisées. Autre avancée prometteuse, l'utilisation d'images satellite permettant de balayer en un coup d'œil la situation d'une zone agricole. Et ainsi d'évaluer, au jour le jour, les besoins en eau ou en intrants de vastes espaces sans avoir à se déplacer...





Réconcilier ville et agriculture, c'est le défi relevé par la métropole de Montpellier qui consacre une partie de ses terres au maraîchage biologique.

Du parking au verger

Et si les tomates que vous achetez au marché avaient poussé juste à côté de chez vous ? « La production et la consommation sont habituellement totalement déconnectées », explique Laura Michel, du Centre d'études politiques de l'Europe Latine (Cepel). Comment raccourcir le chemin entre le champ et l'assiette ? À Montpellier, la métropole a choisi de mettre en œuvre une politique agricole et alimentaire urbaine.

Produit ici, mangé ici

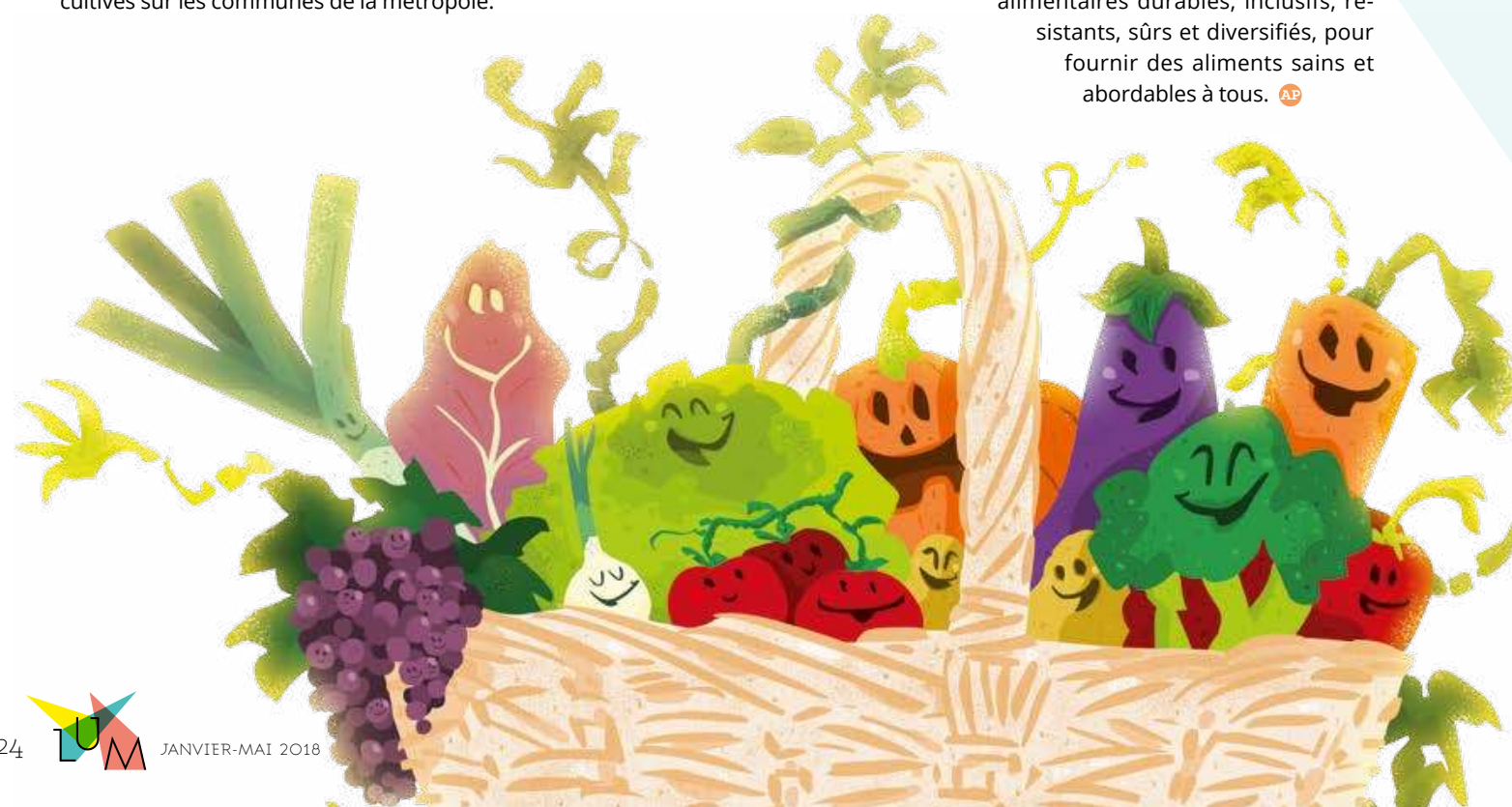
« L'idée c'est de réintroduire de l'agriculture dans les milieux urbains », précise Laura Michel, qui, avec une équipe de chercheurs de l'Inra pilotée par Christophe Soulard, a accompagné la métropole dans la mise en place de cet ambitieux projet. Dans un pays qui perd chaque jour 220 hectares de terres agricoles, Montpellier a choisi d'aller à contre-courant en consacrant une partie de ses terres à l'agriculture. « Un projet qui vise également à revaloriser l'agriculture et favoriser l'installation de jeunes agriculteurs », précise la chercheuse. Pari réussi : au total, ce sont plus d'une centaine d'hectares de terrains qui sont désormais cultivés sur les communes de la métropole.

Et pas n'importe comment. « En favorisant le maraîchage biologique et les pratiques agroécologiques », précise Nabil Hasnaoui Amri, ingénieur agronome qui consacre sa thèse au sujet de la participation des agriculteurs à la politique agricole et alimentaire de la métropole de Montpellier. « On s'intéresse aux modes de production mais aussi à la commercialisation, en optant par exemple pour les circuits courts ou en proposant des produits transformés avec davantage de valeur ajoutée pour l'agriculteur ».

Ville durable

L'agriculture urbaine a également des vertus insoupçonnées : en redessinant le paysage urbain, elle participe à l'aménagement du territoire. Comment ? « Elle a un effet sur la limitation des risques », explique Nabil Hasnaoui Amri. Des pratiques écologiques permettent par exemple de réduire la pollution des eaux. « Par ailleurs, certaines pratiques agricoles permettent de limiter le risque d'incendie et d'inondation en réaménageant les espaces », illustre l'ingénieur agronome.

« On assiste à un véritable changement de vision de la politique publique », souligne Nabil Hasnaoui Amri. Montpellier, ville verte et durable ? C'est le pari de la métropole, qui a intégré le réseau des villes signataires du Pacte de Milan 2015, s'engageant à travailler au développement des systèmes alimentaires durables, inclusifs, résistants, sûrs et diversifiés, pour fournir des aliments sains et abordables à tous. 



26
La beauté dévoilée

28
Revenir à Mada

29
Face au porno vengeur

30
Objectif espace



Visages, paysages, œuvres d'art... À la fois universel et relatif, le beau recèle bien des mystères. Pour les percer, les sciences cognitives proposent une théorie éclairante : nous trouvons beau ce qui est facile à traiter pour notre cerveau.

La beauté dévoilée

Pour plaisir de la contemplation... Nous l'éprouvons si souvent qu'il nous paraît évident. Le sentiment du beau a pourtant de quoi étonner. Face à un objet, un visage, une scène, nous voici ressentant de la satisfaction. Mais qu'est-ce qui déclenche en nous cette sécrétion d'opioïdes et de cannabinoïdes, molécules du plaisir ? Philosophes, historiens de l'art, psychologues, neuroscientifiques ont sondé ce mystère. Aujourd'hui, des biologistes spécialistes de l'évolution des espèces s'emparent de la question. Les mécanismes de la sélection naturelle pourraient-ils expliquer le sentiment du beau ?

Le beau universel

Une chose est sûre, la beauté possède une dimension universelle. Nous autres humains partageons de nombreuses préférences visuelles. « Depuis le début du XX^e siècle, la psychologie expérimentale et les neurosciences ont largement montré des constantes dans ce que les humains jugent beau », explique Julien Renoult, biologiste spécialiste d'esthétique évolutive. Ainsi, on trouve un lien fort entre le temps que des nouveaux-nés passent à fixer des visages ou des tableaux, et le niveau de beauté ressenti par des adultes face à ces mêmes objets. Et ce indépendamment des cultures d'origine.

Qu'avons-nous tous tendance à aimer contempler ? D'abord, certains éléments de design. Nous préférons la symétrie et les arrondis. « On juge aussi plus belles les scènes visuelles ayant des statistiques spatiales similaires à celles de la nature », explique le chercheur au Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive. C'est le cas des fractales, ces motifs identiques quelle que soit l'échelle à laquelle on se place. Montagnes, arbres, fougères, réseaux de rivières, nuages nous en offrent des exemples.

« Les artistes ont tendance à créer de la beauté dans leurs œuvres en mimant le niveau de fractalité qu'on trouve dans la nature », indique Julien Renoult.

Voilà pour les critères « objectifs ». Mais comment expliquer que le beau puisse se décliner différemment selon les individus ? C'est que d'autres constantes de beauté, plus subtiles, font appel au système cognitif et à la mémoire de chacun. Ainsi les « prototypes » réjouissent notre regard : si un rouge-gorge surpasse en beauté une autruche pour la plupart d'entre nous, c'est qu'il est représentatif de notre catégorie mentale « oiseau »... variable selon les personnes. Ce qui est familier semble aussi plus beau. « Cela fonctionne visuellement mais aussi auditivement : le fait d'avoir déjà été exposé à une mélodie augmente nos chances de la trouver belle », relève Julien Renoult.

Fluidité de l'information

Voilà donc ce qui suscite le plaisir de contempler. Ces paramètres peuvent sembler hétéroclites, à première vue. Ils partagent pourtant un point commun. « Ils sont faciles à coder pour notre cerveau, permettant un traitement rapide de l'information. Le beau, c'est la circulation fluide de l'information dans le cerveau », résume Julien Renoult.

C'est ce qui expliquerait le succès de la symétrie et des fractales : l'information redondante demande peu d'énergie au cerveau pour être traitée. « L'arrondi est une forme qui offre une forte prédictibilité, avec sa continuité dans la ligne. Quant aux designs rappelant ceux de la nature, ils correspondent à des attendus écologiques : il n'y a pas de conflit entre l'attente du cerveau et ce qu'il voit », détaille Julien Renoult. De même, le fait qu'un objet ressemble à la catégorie mentale où on le classe le rend aisé à catégoriser. C'est une explication globale et cohérente du beau que nous offre cette théorie du « codage efficace ».

Moins de surprises

Reste une question : pourquoi le traitement neuronal rapide déclenche-t-il la sécrétion des neurotransmetteurs du plaisir ? On peut imaginer l'avantage évolutif que représente une telle décharge de bien-être. « Apprécier que l'information soit facile à traiter incite à évoluer dans un environnement offrant moins de surprises. Et donc plus propice à la survie et à la reproduction », explique Julien Renoult. D'autant plus que le traitement de l'information par le cerveau est très gourmand en énergie.

Prochain questionnement pour l'esthétique évolutive : existe-t-il un beau universel entre les espèces ? « On peut l'imaginer. Nous sommes souvent charmés par

des signaux de communication qui ont évolué pour être attractifs pour d'autres espèces : le chant des oiseaux, la queue du paon. Les préférences esthétiques des humains plaisent à d'autres animaux : les poulets, comme nous, préfèrent les arrondis », dit Julien Renoult. Et si la théorie du codage efficace est convaincante chez les humains, elle n'a aucune raison de ne pas fonctionner chez les animaux... puisque même les invertébrés libèrent des opioïdes et cannabinoïdes lorsque leur flux neuronal est rapide. Une « théorie générale du beau » qui n'affairait en rien, bien sûr, la grâce de l'expérience. 



✓
Bienvenue à Nosy Lava : paradis de biodiversité dans l'océan Indien. Mais pour combien de temps ? Face aux menaces qui pèsent sur cette petite île de pêcheurs, six étudiants de Montpellier se mobilisent.

Revenir à Mada



quotidien est énorme... et notre discours a parfois du mal à passer ! ». Les tortues, une espèce protégée ? Pas simple à expliquer dans ce pays où leur exploitation peut permettre de subsister...

Partage

Les six vahazas* le savent, l'aire protégée ne sera viable que si elle est portée par la communauté locale. Une seule voie : convaincre. « *Le travail de sensibilisation a pris beaucoup de temps. Nous avons rencontré tout le monde* ». Rencontres, discussions, mais aussi ciné-débats ou encore jeux pour sensibiliser, les liens sont patiemment tissés avec la population. L'un après l'autre, les villages concernés signent le projet. Le dossier préliminaire de création de l'aire protégée est bouclé : il sera déposé fin 2017.

Pour Florine, l'aventure aura duré quatre mois. Elle l'a changée à jamais. « *En arrivant j'avais soif de forêts vierges. Mais la vraie découverte était ailleurs. C'était la rencontre avec ces gens extraordinaires : leur bonté, leur curiosité bienveillante, leur joie de nous accueillir...* ».

Aujourd'hui la jeune femme prend une année de césure dans ses études. Et n'a qu'une idée en tête : revenir à Mada, où elle n'a pourtant pas que de bons souvenirs. « *Je suis tombée malade en pleine épidémie de peste** : grosse frayeur ! Là-bas, j'ai touché du doigt une réalité qui m'échappait. De quoi redonner à la vie son juste poids. Et découvrir à quel point le bonheur, ça peut être simple...* ».

* Étrangers européens

** À Madagascar, l'épidémie de peste pulmonaire de l'été 2017 a touché 2348 personnes, et causé 202 décès entre le 1^{er} août et le 22 novembre, selon le ministère malgache de la Santé publique.

✓
Ces doctorantes en droit ont vu leur article primé et publié dans *Le Monde*. Cécile Lefrançois et Clémence Vialatte y explorent la « vengeance pornographique ». Un phénomène dévastateur, encore mal sanctionné.



Face au porno vengeur

Certains amants éconduits usent aujourd'hui d'un mode de vengeance inédit : publier sur Internet des vidéos ou photos d'une ancienne partenaire, prises autrefois dans l'intimité. Né outre-Atlantique, ce phénomène baptisé *revenge porn* monte en puissance dans le monde entier... jusqu'à pousser parfois des victimes au suicide.

Si bien que Cécile Lefrançois et Clémence Vialatte, doctorantes à l'Université de Montpellier, ont décidé d'explorer le flou juridique entourant encore ces affaires. En mai 2017, lorsqu'elles décident de concourir au prestigieux prix Guy Carcassonne récompensant un article lié au droit constitutionnel, elles se penchent sur le sujet du *revenge porn*. « *Ce phénomène récent soulève des problématiques juridiques importantes* », explique Clémence Vialatte.

Meilleur encadrement juridique

En deux journées intensives, les thésardes écrivent l'article à quatre mains... et remportent le prix assorti d'une publication dans *Le Monde*, face à 155 autres articles soumis en France. C'est au Conseil constitutionnel que Laurent Fabius, son président, leur décerne le prix en présence de la garde des Sceaux Nicole Belloubet. « *Une immense fierté pour nous, d'autant plus que nous n'évoluons pas dans notre domaine de confort, étant spécialistes de droit pénal* », raconte Clémence.

Dans leur article, les lauréates exhortent à un meilleur encadrement juridique du porno vengeur. Certes, depuis octobre 2016, la loi sanctionne la diffusion de l'image ou de la voix d'une personne sans son consentement « *dès lors qu'elle présente un caractère sexuel* ». La peine encourue ? Deux ans d'emprisonnement et 60 000 euros d'amende. Un net progrès, puisque le *revenge porn* restait jusqu'alors souvent impuni faute d'une loi adaptée.

450 amis

Mais cette nouvelle loi pêche par son manque de précision. « *Comment définir le « caractère sexuel » ?* » interroge Clémence. *Des photos de nus artistiques, ou encore des clichés de jeunes filles habillées mais prenant des poses suggestives, comportent-elles un caractère sexuel ?* ». Ce défaut de clarté pourrait permettre à un justiciable de soumettre une question prioritaire de constitutionnalité... remettant donc la loi en cause. « *Les juristes connaissent par ailleurs peu cette disposition sur le revenge porn, noyée dans une loi très vaste* », indique Cécile.

Au-delà du droit, les jeunes femmes ont voulu alerter les jeunes sur la violence de ces actes. « *De nombreux jeunes prennent cela légèrement. Une photo diffusée à 450 amis sur un réseau social, pour eux, cela reste « confidentiel »* ». Ils oublient qu'il s'agit à la base d'un contexte amoureux, d'un lien de confiance », explique Cécile. Le titre choisi par les auteurs pour leur article évoque bien ce sentiment d'effroi face à la trahison sordide : « *Que reste-t-il de nos amours ?* »...

« Au-delà du droit, les jeunes femmes ont voulu alerter les jeunes sur la violence de ces actes »

« Des espèces animales ont déjà disparu, comme l'emblématique dugong »

Aire marine protégée

En 2014, les habitants de l'île appellent à l'aide l'association Opti'Pousse Haie, spécialisée dans le développement local durable. Une solution est imaginée : la création sur place d'une aire marine protégée. À l'été 2017, six étudiants montpelliérains en biologie-écologie débarquent à Nosy Lava pour poser les bases scientifiques du projet, baptisé « Protect Mada ».

Parmi eux, Florine Hadjadj, 22 ans. La jeune femme découvre une réalité nouvelle : « *un pays très pauvre, où la première priorité est survivre : avoir à manger le soir, nourrir les enfants, ne pas tomber malade. Le décalage avec notre*

Objectif espace

En 2015, Camille Cambon a contribué à la fabrication du satellite Robusta-1B, mis sur orbite cet été. Une expérience fondatrice pour l'ancienne stagiaire au Centre spatial universitaire, aujourd'hui doctorante.



Il a quitté la Terre fin juin et passe deux fois, par jour, au-dessus de Montpellier, orbitant à 28 000 km/h dans le vide spatial. Avec une émotion palpable, Camille Cambon évoque le lancement du nanosatellite Robusta-1B. L'ancienne stagiaire du Centre spatial universitaire (CSU) a apporté les touches finales, en 2015, à la fabrication de ce concentré absolu de technologie. Un cube de 10 cm d'arête et 1 kg sur lequel ont travaillé en tout cinquante étudiants stagiaires au CSU. De quoi marquer une jeunesse... et confirmer une vocation.

« Une petite partie de vous dans l'espace »

Dès son enfance, à Villetelle dans l'Hérault, Camille Cambon se passionne pour l'astronomie et l'observation des étoiles. Au cours de ses études d'ingénieur à La Rochelle, elle choisit d'effectuer son premier stage au Centre spatial universitaire de Montpellier. Nous sommes en 2015 et le nanosatellite étudiant Robusta-1B, démarré trois ans plus tôt, entre alors en phase finale de fabrication. Camille Cambon s'attelle à la tâche : elle teste les panneaux solaires qui vont y être déposés, intègre la batterie, fabrique par impression 3D des pièces pour les tests ultimes.

Camille doit ensuite patienter deux années, avec ses collègues stagiaires, avant de voir leur œuvre collective s'envoler vers l'espace. Suite à l'explosion d'une fusée, la société originellement chargée du lancement a modifié son calendrier. Le 23 juin dernier, le satellite quitte finalement la Terre depuis l'Inde.

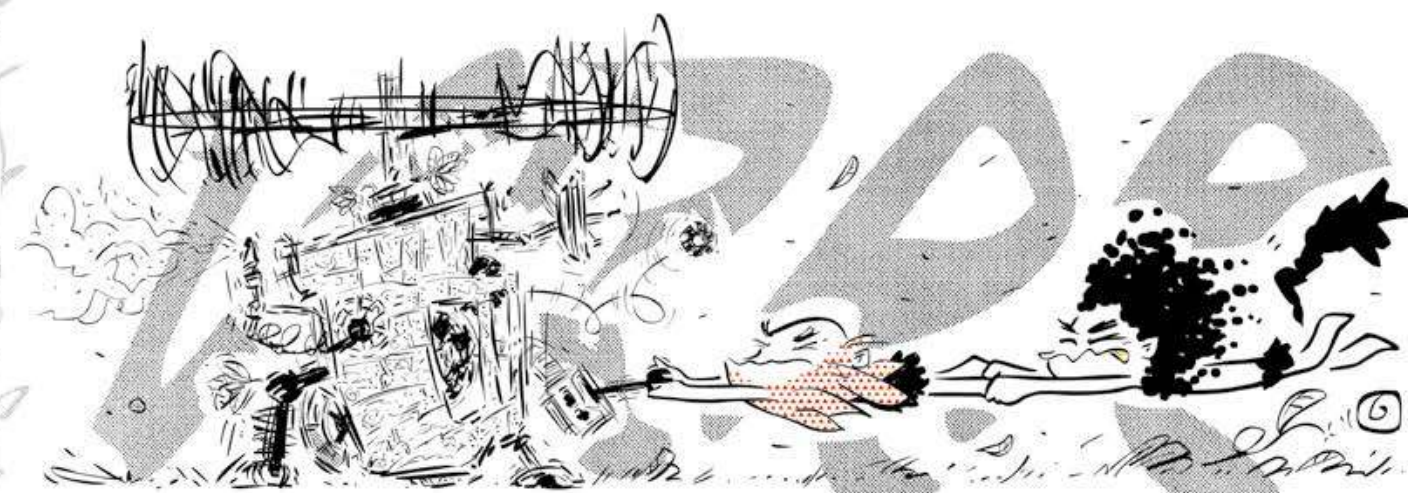
Ce jour-là, étudiants-stagiaires et encadrants du CSU se retrouvent avant l'aube, pour assister à la retransmission du lancement sur grand écran. L'excitation laisse place à l'émerveillement. « C'était étrange de voir le satellite partir. Quelque chose que vous avez touché quitte la Terre, c'est comme s'il y avait une petite partie de vous dans l'espace », livre la doctorante. Au sentiment de magie s'ajoute la fierté du travail bien fait. Le satellite, opérationnel, envoie des signaux quotidiens permettant de recueillir des données sur les effets des radiations sur les composants électroniques. Au terme de ses deux ans de mission, Robusta-1B chutera vers la Terre, se consumant en entrant dans l'atmosphère.

Rigueur absolue

Cette mission pleine de défis n'a fait que conforter l'enthousiasme de Camille pour l'espace. « Les contraintes y sont extrêmes : fortes vibrations, chaleur ou froid, vide, radiations. Une simple colle peut exploser dans l'espace ! Très exigeant, le spatial nous apprend à faire preuve d'une rigueur absolue ». La jeune femme a travaillé en 2017 sur un nouveau nanosatellite du CSU, Robusta-3A. À 23 ans, elle démarre aujourd'hui une thèse au sein de l'école doctorale I2S sur le thème de l'impression 3D, riche de promesses dans le domaine spatial. Par la suite, elle souhaite intégrer une grande entreprise comme ArianeGroup ou Airbus Defence and Space. Regard et travail, toujours, dirigés vers le cosmos. 

GONG epizootie I - Invention

GONG



P. Raymond - T. Vicente



Université de Montpellier

www.umontpellier.fr