

## Géophysique

### Rivières contre collines

**A**vez-vous déjà agité une corde à la surface du sable ? Petit à petit, ses battements aplanissent les bosses. C'est en quelque sorte le mécanisme qu'Aaron Bufe, Chris Paola et Douglas Burbank, de l'université de Californie à Santa Barbara et de celle du Minnesota, ont étudié à l'aide d'une table expérimentale, pour décrire comment les rivières dévalant des monts Tian ont nivelé la marge nord du bassin du Tarim, en Chine.

Au lieu de frapper les bosses telle la corde, les rivières scient les collines en se déplaçant. Leurs sédiments tendent en effet à se déposer là où le flux est lent, donc près des parois intérieures de leurs coudes, de sorte que les eaux circulent vite contre les parois extérieures et les usent. Résultat : cela nivelle les collines, ce qui étonnait les chercheurs, car dans le bassin du Tarim, la tectonique tend à les élever très vite.

F.S.

A. Bufe et al., *Nature Geoscience*, en ligne le 8 août 2016

## Évolution

### À quoi sert l'orgasme féminin ?

**L'**intérêt reproductif de l'orgasme féminin est moins évident que celui de son homologue masculin, qui propulse les gamètes mâles jusqu'à destination. Mihaela Pavličev, de l'université de Cincinnati, et son collègue ont proposé une nouvelle hypothèse pour expliquer son apparition. Ils ont constaté que chez d'autres espèces de mammifères, le coït déclenche chez la femelle des décharges hormonales similaires à celles qui se produisent lors de l'orgasme humain, et que ces décharges sont impliquées dans l'ovulation. Le rôle initial de l'orgasme dans notre espèce aurait alors été de provoquer cette dernière. L'ovulation s'en serait déconnectée par la suite, le transformant en une sorte de vestige évolutif.

Cela ne signifie pas que l'orgasme féminin ne sert à rien : il pourrait avoir subsisté en assurant d'autres fonctions, telles que le renforcement des liens avec le partenaire. De tels recyclages ne sont pas rares dans l'évolution et les auteurs de l'étude citent l'exemple des plumes, qui servaient initialement à la régulation de la chaleur corporelle des dinosaures et qui leur ont plus tard permis de s'élever dans les airs.

Guillaume Jacquemont

M. Pavličev et G. Wagner, *J. Exp. Zool.*, en ligne le 31 juillet 2016

## Biologie végétale

### La ronde rythmée du tournesol

**L**es tournesols suivent le Soleil tout au long de la journée, comme pour ne pas manquer le moindre de ses rayons. Puis la nuit, les plantes se retournent à nouveau pour faire face à l'est le matin suivant. Mais comment ce phénomène, appelé héliotropisme, se produit-il ? Stacey Harmer, de l'université de Californie à Davis, et ses collègues ont montré qu'il est dû à un équilibre de facteurs de croissance, régulé par la lumière mais aussi par le cycle circadien des plantes.

Contrairement à une idée reçue, les tournesols ne suivent pas le Soleil toute leur vie, mais seulement pendant leur développement. Cela résulte d'une croissance asymétrique entre les deux côtés de la tige, due à une hormone de croissance végétale, l'auxine, qui est transportée vers la partie ombragée de la tige lorsque de la lumière est détectée par des molécules photoréceptrices. Ainsi, le côté de la plante opposé à la

lumière pousse plus vite, ce qui oriente sa fleur vers le Soleil. La nuit, l'auxine s'accumule du côté ouest de la tige, si bien que la fleur s'oriente vers l'est.

Si l'on comprend la dynamique de l'auxine le jour, pourquoi s'accumule-t-elle d'un seul côté de la tige la nuit, en l'absence d'une influence lumineuse ?

Pour tenter de répondre, l'équipe de Stacey Harmer a effectué plusieurs expériences : en éclairant les plantes avec une source de lumière fixe, ou en changeant artificiellement la durée d'une journée. Dans les deux cas, le mouvement des tournesols était perturbé. Les chercheurs ont conclu que l'héliotropisme de ces plantes est en partie réglé par un rythme circadien, c'est-à-dire une horloge interne qui régule les activités par périodes de 24 heures environ.

W.R.-P.

H. Atamian et al., *Science*, vol. 353, pp. 587-590, 2016



Pendant leur croissance, les tournesols suivent la course du Soleil tout au long de la journée et profitent ainsi au mieux de son rayonnement.

#### La particule du LHC était un mirage

En décembre 2015, les physiciens des expériences ATLAS et CMS du LHC (le grand collisionneur de hadrons du Cern) ont annoncé avoir observé des indices de l'existence d'une particule inconnue d'une masse de 750 giga-electronvolts. La quantité de données était alors insuffisante pour conclure à la réalité de ce signal. Depuis, les chercheurs ont montré que ce dernier correspondait à une fluctuation statistique. Une déception qui n'entame pas l'espoir de découvrir de nouvelles particules au LHC.

#### Rosetta a retrouvé Philae

Le 2 septembre dernier, *Rosetta* photographiait la surface de la comète Tchouri avec une résolution de 5 centimètres par pixel. Sur l'une des images, les chercheurs ont enfin retrouvé l'atterrisseur *Philae*, coincé dans une crevasse. Ce dernier, largué par *Rosetta* en novembre 2014, avait connu

un atterrissage mouvementé. Il avait rebondi plusieurs fois et terminé sa course dans une zone d'ombre non identifiée. Malgré cela, les chercheurs avaient communiqué un peu avec *Philae* et récupéré quelques données scientifiques. Localiser le robot permet de mieux connaître l'environnement auxquelles elles correspondent.

Suivez les dernières actualités de Pour la Science sur les réseaux sociaux



Retrouvez plus d'actualités sur [www.pourlascience.fr](http://www.pourlascience.fr)

## POINT DE VUE

### L'éclairage au XXI<sup>e</sup> siècle : une approche globale est indispensable

*Une politique publique de l'éclairage est nécessaire car, des décennies après les premières alertes, elle n'existe toujours pas. De nombreux impacts ne sont ni renseignés ni pris en compte, alors que se multiplient les études attestant d'effets de la lumière artificielle nocturne sur la santé humaine et sur l'environnement naturel.*

Anne-Marie DUCROUX

L'éclairage a apporté confort et sécurité appréciables, et étendu considérablement les activités humaines la nuit. Cependant, depuis quelques décennies, la lumière ne répond plus seulement à des besoins avérés de sécurité, mais à des emplois bien différents et résulte souvent de choix orientés par l'offre des fabricants et installateurs.

En France, la « politique » de la lumière semble déléguée sans limite au marché, et l'État n'a fixé aucun objectif national de réduction des émissions lumineuses pour diminuer leurs impacts négatifs, comme il sait pourtant le faire pour les politiques du climat ou de l'énergie. Il n'exerce à peu près aucune régulation.

Du côté des communes, les choix d'éclairage public se sont longtemps résumés au prix des équipements, à leur photométrie ou à leur esthétique. Avec des informations surtout techniques, les élus ont trop abandonné leur rôle consistant à fixer des objectifs politiques dans la commande de l'éclairage. Résultat : depuis les années 1990, la lumière émise chaque année par le seul éclairage public a augmenté de 94 %, et le nombre de points lumineux de 89 %. Aux 11 millions de points lumineux d'éclairage public, il convient d'ajouter 3,5 millions d'enseignes lumineuses au moins, des publicités lumineuses toujours plus nombreuses, des canons à lumière et

signalétiques lumineuses, les événements à base de lumière qui se multiplient, des éclairages de bâtiments ou façades toute l'année...

La pollution lumineuse, visible désormais partout en halos lumineux et crépuscule permanent, transforme des cieux sombres et étoilés en cieux jaunes et déserts, en lumières intrusives ; elle s'étend en milieu urbain comme rural, entraînant coûts et effets pluriels, pour tous.

**Les investissements  
des élus se font sans recul  
sur la dernière technologie,  
sans information  
indépendante, sans vision  
d'ensemble des enjeux**

Les communes qui rénovent ou changent leur éclairage public peuvent sans le savoir faire de mauvais choix. En effet, les fabricants et les vendeurs incitent toujours à changer de matériel, mais beaucoup plus rarement à étudier les besoins réels et suffisants ou à revoir les usages de la lumière. Pourtant, cela constitue la première mesure simple et sans coût, la première source de réduction de lumière inutile, les économies d'énergie générées allant de 25 à 75 %. De plus, leur

conception de l'éclairage procède d'une vision exclusivement anthropique, où des impacts négatifs de l'éclairage nocturne sont négligés, voire niés. Orientés aussi par des politiques publiques trop sectorielles, et la consommation électrique de l'éclairage public ayant augmenté de 40 %, les élus sont encore incités à tort à des approches partielles, comme celle de la seule performance énergétique.

Les élus investissent des sommes considérables dans l'éclairage public (600 millions d'euros en 2014 en France) sans vision d'ensemble des enjeux, sans recul sur la dernière technologie proposée (en général les LED à forte composante de lumière blanche), sans disposer

d'information indépendante des intérêts des vendeurs et fabricants, sans examen suffisant des autres caractéristiques des sources lumineuses (quantité de lumière émise, orientation, durée de vie réelle, distribution spectrale). Ainsi, les communes cherchant à limiter la consommation énergétique peuvent confondre aisément énergie et lumière. Certaines choisissent par exemple des sources plus énergétiquement efficaces... mais augmentent leur nombre ou ne diminuent pas la



puissance installée d'éclairages à meilleur rendement lumineux. Au total, en visant les seules économies d'énergie, on émet toujours plus de lumière la nuit !

Un lobby organisé passe notamment par des normes non obligatoires, présentées comme une règle, visant à standardiser, alors que des réponses sur mesure, adaptées aux vrais besoins d'un territoire définis avec précision par ses habitants et les élus seraient pertinentes. Par ailleurs, il n'est pas fourni aux élus d'analyse globale des impacts ou des coûts incluant investissements, distribution, fonctionnement, maintenance et gestion de fin de vie.

D'autres enjeux liés à l'éclairage public ne sont tout simplement pas documentés en France, comme le bilan climatique global de l'éclairage, lors de ces différentes phases. L'analyse de cycle de vie complet par lampe et matériel n'est pas non plus fournie et la croissance des points lumineux a pour corollaire plus de matières premières consommées, plus de terres rares importées (dont les gisements sont pour la plupart en Chine), plus de

**CHAQUE LAMPADAIRE TUE** environ 150 insectes par nuit d'été, selon une étude de chercheurs allemands publiée en 2011. Pour la France, cela signifie plusieurs milliards d'insectes tués chaque année. Un impact parmi d'autres de l'éclairage public...

### ■ L'AUTEURE



© Régis Falaise

Anne-Marie DUCROUX, consultante indépendante, est présidente de l'Association nationale pour la protection du ciel et de l'environnement nocturnes (ANPCEN) depuis 2010.

déchets à collecter... alors que la collecte des LED ne dépassait pas 1 %, pour 37 millions de LED mises sur le marché en 2014.

L'impact de la lumière nocturne sur le sommeil et la santé humaine reste également un angle mort des politiques publiques de santé. La vie s'est construite sur un rythme naturel où alternent jour et nuit. Or nous vivons moins exposés à la lumière solaire le jour et de plus en plus à une lumière permanente la nuit.

Beaucoup d'études montrent un dérèglement de l'horloge circadienne qui altère des fonctions physiologiques majeures, dont le sommeil. De plus, l'Anses (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) formulait dès 2010 des alertes sanitaires sérieuses quant aux effets des LED sur la vision.

Depuis, ces sources lumineuses sont installées massivement en usage domestique et extérieur. Un individu sera désormais exposé aux LED dès sa chambre d'enfant, à tous les âges de sa vie, chez lui, à son travail et dans l'espace public. La question de notre

exposition à leur lumière tout au long de la vie, ou exposome, devrait être particulièrement documentée, et pourtant aucune étude épidémiologique d'ampleur n'est menée.

L'impact de la lumière sur la biodiversité et les paysages est aussi un enjeu orphelin depuis des années, malgré la quantité d'études scientifiques existantes qui le documentent. On sait que 28 % des espèces de vertébrés et 64 % des invertébrés vivent partiellement ou totalement la nuit, et toute la biodiversité diurne a besoin d'une alternance marquée du jour et de la nuit. Déplacements, migrations, alimentation, reproduction... : nombre d'activités essentielles à la vie sont nocturnes.

Alors qu'on réalise des inventaires de biodiversité locale, qu'on instaure des « trames » vertes et bleues pour permettre des continuités écologiques ou des schémas de cohérence écologique, on ignore la lumière artificielle émise chaque nuit.

## Des espèces perturbées, des milieux fragmentés

Cinq années d'actions et de publications originales de l'ANPCEN ont permis de montrer, sur la base d'études scientifiques internationales recensées, que la lumière a des effets spécifiques par groupes d'espèces et qu'elle fragmente et transforme les paysages.

Ainsi, les dates de débourrement ou de chute des feuilles sont modifiées par un éclairage constant ; les poissons sont désorientés dans leurs migrations ; des oiseaux tournoient sans fin dans les rais de canons de lumière orientés vers le ciel, ou chantent en pleine nuit trop claire croyant qu'il s'agit de l'aube ; les tortues marines venant d'éclore sont attirées par les lumières littorales au lieu de se diriger vers la mer ; plusieurs milliards d'insectes meurent chaque nuit d'été en France parce qu'ils sont attirés par les lampadaires ; des pollinisateurs sont plus exposés aux prédateurs...

La lumière, par exemple celle d'une route éclairée, peut être aussi infranchissable que des barrières terrestres et réduit la connectivité des écosystèmes. Les paysages, eux, diffèrent de jour et de nuit dans leur structure, leurs interactions et notre perception. Pourtant, ils sont décrits implicitement de manière spatiale et souvent diurne. Or pour une gestion adéquate, leurs spécificités temporelles doivent être comprises.

La pression de l'éclairage nocturne s'ajoute à toutes celles qui érodent déjà la biodiversité, mais la loi de 1976 sur la nature



**DES ARBRES INUTILEMENT ÉCLAIRÉS** dans une rue déserte.

était totalement muette sur cet aspect. Grâce à l'action de l'ANPCEN et son suivi législatif pendant deux ans, la loi de 2016 reconnaît enfin les paysages nocturnes comme patrimoine commun de la nation, affirme le devoir pour tous de protéger l'environnement nocturne et souligne la nécessité de prendre en compte la gestion de la lumière dans les continuités écologiques terrestres et aquatiques et les nuisances lumineuses dans la qualité des paysages.

Cette étape majeure devrait aider à sortir des approches énergétiques trop sectorielles. L'ANPCEN a par ailleurs publié des contributions pour l'État, des recommandations originales d'usages et d'éclairages moins néfastes par groupes d'espèces, des conseils aux élus de contrats ou marchés permettant une commande plus globale ou aux fabricants d'une conception incluant tous les enjeux de la lumière du XXI<sup>e</sup> siècle...

Disposant de suffisamment de connaissances et d'outils, les décideurs publics nationaux et locaux peuvent jouer positivement leur rôle de régulateur. L'ignorance n'est plus un argument valide. Il est temps de se fixer des limites, de repenser l'éclairage en coûts et impacts globaux, de lancer des études épidémiologiques et des recherches, de contrôler les autoallégations écologiques de matériels, de construire une information expertisée et indépendante, d'appliquer là où on ne sait pas le principe de précaution, de fixer des objectifs et de suivre les évolutions comme pour d'autres politiques publiques. ■

### ■ SUR LE WEB

#### Le site de l'ANPCEN

([www.anpcen.fr](http://www.anpcen.fr)) fournit des informations sur les questions d'éclairage, notamment :

- Éclairage du XXI<sup>e</sup> siècle et biodiversité, étude MEB-ANPCEN : <https://lc.cx/ooPF>

- Éclairage et loi biodiversité : <https://lc.cx/ooPt>

- Éclairage et loi de transition énergétique : <https://lc.cx/ooW4>

- Éclairage et climat : <https://lc.cx/ZuQX>

- Éclairage et état de la qualité de la nuit en France : <https://lc.cx/ZneB>

- Éclairage et normalisation : <https://lc.cx/oJdi>



Réagissez au  
Point de vue sur  
[www.pourlascience.fr](http://www.pourlascience.fr)



# Complétez votre collection!



Retrouvez tous les numéros depuis 1996 !

Commandez vos numéros sur  
[www.pourlascience.fr](http://www.pourlascience.fr)

POUR LA  
**SCIENCE** | **ARCHIVES**

