

le poison. » Comment mesurer le fait que l'organisme puisse s'adapter, alors même que ces mécanismes d'adaptation sont mal connus ? Et que devient cette adaptation face à la présence continue de perturbateurs endocriniens dans l'environnement ?

Le second problème est que l'EFSA préconise des mesures biologiques pour distinguer un effet modulateur d'un effet nocif. Reprenant un constat déjà fait par l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques), l'EFSA considère que cette mesure biologique doit être pratiquée *in vivo*, seule façon de tenir compte de la complexité des effets des perturbateurs endocriniens et des mécanismes qui garantissent l'équilibre de l'organisme, l'homéostasie, rempart espéré par les experts.

Suivre le devenir d'un produit et ses effets sur un organisme entier, sur de longues périodes, on peut en approuver le principe. Mais cette position est irréaliste quand des dizaines de milliers de substances chimiques sont à tester. Ainsi, se reposer sur les modèles animaux actuels, avec les problèmes éthiques associés, ne fera que ralentir l'identification des perturbateurs endocriniens.

Aussi, comme d'autres physiologistes à l'INERIS et ailleurs, nous développons au Muséum des alternatives, fondées sur des stades précoces de vertébrés aquatiques (amphibiens et poissons) et utilisant des biomarqueurs spécifiques des effets de perturbateurs endocriniens à l'échelle d'un organisme entier, représentatif d'autres vertébrés. Au risque d'être confrontée à

des conflits d'intérêts, je me suis personnellement engagée dans la création d'une start-up visant à rendre l'évaluation des perturbateurs endocriniens accessible aux collectivités territoriales et aux industriels.

Il se crée jusqu'en Chine d'autres entreprises qui développent des larves aquatiques intégrant des biomarqueurs lumineux pour tester les eaux et les produits cosmétiques. Il est urgent que l'EFSA intègre ces nouveaux outils dans sa réflexion. ■

Barbara DEMENEIX dirige le Département Régulation, développement et diversité moléculaire du Muséum national d'histoire naturelle, à Paris.



Réagissez en direct à cet article sur www.pourlascience.fr

DÉVELOPPEMENT DURABLE

Comment lutter contre la pollution lumineuse ?

La lumière artificielle ne se contente pas de masquer le ciel nocturne aux astronomes : elle nuit aussi à la santé humaine et aux écosystèmes. Des mesures, encore insuffisantes, commencent à être prises.

Samuel CHALLÉAT

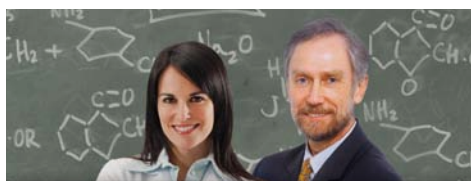
Au sortir de la Seconde Guerre mondiale, les routes et les villes s'illuminent. L'électricité est alors bon marché et les techniques d'éclairage ont fait d'importants progrès. Les villes s'étalent massivement, de sorte que les halos lumineux produits par l'éclairage urbain (principalement des voiries) sont de plus en plus visibles.

Les astronomes sont les premiers à s'en plaindre, au début des années 1970. La gêne qu'ils dénoncent engendre vite l'idée d'une pollution lumineuse. Dans un article de référence publié en 2001, Pierantonio Cinzano, de l'Université de Padoue, et ses

collègues montrent qu'environ un cinquième de la population mondiale, plus des deux tiers de la population des États-Unis et plus de la moitié de la population de l'Union européenne, ne voient plus la Voie lactée à l'œil nu dans le ciel nocturne dégagé.

Les écologues se sont aussi penchés sur le problème, et ce dès la fin des années 1950. Mais ce n'est qu'à partir des années 1980 et de la mobilisation des astronomes qu'ils l'étudient de façon plus systématique. Ils mettent en avant les coûts environnementaux de l'éclairage, montrant que les écosystèmes sont notablement perturbés par la lumière artificielle. De nombreuses

espèces animales (dites photophiles) sont attirées par les sources lumineuses, tandis que d'autres sont repoussées (espèces photophobes). Elles peuvent parfois en tirer parti, telles certaines chauves-souris qui se nourrissent des insectes tourbillonnant autour des sources lumineuses ; mais globalement, un équilibre est rompu et les conséquences sont difficiles à prévoir. À des échelles plus vastes, les halos lumineux des agglomérations désorientent certains animaux, tels les oiseaux migrateurs, qui se repèrent grâce à la Lune et aux étoiles. De nombreux autres troubles comportementaux ont été relevés.



→ www.pourlascience.fr/emplois

Connectez-vous au service
d'offres d'emplois scientifiques sur

POUR LA
SCIENCE

en partenariat avec
naturejobs



■ Chaque semaine, plus
de **8000 offres d'emploi**
dans le secteur des sciences.

■ En un clic la **sélection**
des postes à pourvoir
en France et dans les pays
francophones ou voisins.

■ Une équipe Naturejobs
spécialisée, **au service des**
recruteurs francophones.
Contact : Muriel Lestringuez
E-mail : m.lestringuez@nature.com
Tél. : +44 20 7843 4994

POUR LA
SCIENCE.fr

Le site de référence
de l'actualité scientifique

La pollution lumineuse a aussi un impact sur la santé humaine. L'alternance naturelle du jour et de la nuit régule l'horloge interne de l'homme, et notamment la sécrétion de plusieurs hormones, telle la mélatonine. Or une désynchronisation de la sécrétion de mélatonine peut entraîner stress, fatigue, dégradation de la qualité du sommeil, irritabilité et troubles de l'appétit. D'éventuels liens entre la régularité plus ou moins grande de cette sécrétion et l'apparition de certains cancers sont aussi étudiés. Pour mieux comprendre tous ces phénomènes, est née la scotobiologie, définie comme l'étude des réactions biologiques et des comportements observés en période d'obscurité.

Comment lutter contre la pollution lumineuse ? La question, soulevée notamment en 2007 lors du *Grenelle de l'environnement*,

est plus difficile qu'il n'y paraît, car les préjudices associés sont de plusieurs types. La lumière artificielle ne dégrade pas les étoiles (comme des pesticides dégradent un sol ou une nappe de pétrole un océan), mais empêche de les voir. En revanche, elle nuit durablement à certaines espèces et à la santé humaine – même si les coûts écosystémiques et sanitaires doivent encore être précisés et mieux quantifiés. C'est pourquoi on peut parler de pollution, et pas juste d'une nuisance qui limite l'accès à ce que les économistes nomment « un bien public pur » : le ciel nocturne.

Pour certains experts, les preuves scientifiques accumulées suffisent pour préconiser l'application du principe de précaution, à travers une réduction globale des intensités d'éclairage. Par exemple, en France, la puissance lumineuse moyenne émise par unité de surface est le double de celle évaluée en Allemagne. En revanche, pour d'autres experts, les incertitudes sont encore trop grandes pour justifier une mesure aussi drastique. Ils préconisent plutôt des réponses techniques ciblées : changement d'inclinaison des éclairages, mise en place de variateurs d'intensité et de détecteurs de présence, etc. Cette position est celle d'une foi dans le progrès (les solutions aux dommages

causés par la technologie viendraient de la technologie elle-même), tandis que la réduction globale correspond plutôt à la position de la décroissance économique. De la synthèse de ces deux points de vue dépendra ce qui sera pris en compte par les lois et les normes à venir.

Pour l'instant, en France, seule la récente loi du 12 juillet 2010, dite « loi Grenelle II », intègre les nuisances lumineuses. Différents zonages ont été définis, avec, dans chacun d'eux, des exigences photométriques plus ou moins fortes. Toutefois, ces zonages semblent plus entériner l'existant qu'inaugurer un réexamen fondamental des politiques d'éclairage en France. En effet, les zones

LES ZONAGES ENTÉRINENT L'EXISTANT, et n'inaugurent pas un réexamen fondamental des politiques d'éclairage en France.

autorisant les plus grandes quantités de lumière – les zones urbaines – sont celles qui abritent les populations les plus denses. À l'inverse, les zones les plus restrictives (parcs nationaux, réserves naturelles, sites d'observation astronomique...) sont déjà, de fait, relativement préservées. Les études sur les liens entre lumière artificielle et santé seront déterminantes pour la suite des actions menées ; mais elles demandent du temps et leurs résultats ne seront certainement pas réductibles à quelques indicateurs-seuils faciles à prendre en compte par le législateur.

Notons que la puissance lumineuse émise par unité d'éclairage peut diminuer en période d'économies budgétaires ou énergétiques. C'est le cas aujourd'hui en France (même si globalement la pollution lumineuse y augmente en raison de l'extension urbaine). Après plusieurs années de conflits, les acteurs institutionnels et les associations de défense du ciel nocturne s'accordent parfois localement sur la gestion de l'éclairage public. C'est un pas dans la bonne direction, mais il ne doit pas faire oublier la nécessité d'un encadrement légal des émissions lumineuses. ■

Samuel CHALLÉAT est chercheur au Laboratoire interdisciplinaire Solidarités, sociétés, territoires (CNRS UMR 5193), à l'Université de Toulouse II.