

POINT DE VUE

Perturbateurs endocriniens : l'EFSA botte en touche

Dans son rapport, l'Autorité européenne de sécurité des aliments définit des critères trop restrictifs pour identifier des substances chimiques perturbant le système hormonal.

Barbara DEMENEIX

L'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) a rendu public, le 20 mars 2013, son avis scientifique sur la façon d'identifier et de tester des perturbateurs endocriniens, substances qui interfèrent avec les fonctions hormonales naturelles. Ce rapport fait suite aux questions posées à l'EFSA par la Commission européenne : quels critères appliquer pour distinguer les perturbateurs endocriniens des autres classes de produits chimiques, notamment en matière d'effets à faible dose, de fenêtres d'exposition critiques et d'effets seuil ? Sur quels critères distinguer les effets physiologiques (les réponses adaptatives) des effets délétères sur la santé humaine ou la biodiversité suite à une exposition aux perturbateurs endocriniens ? Les méthodes toxicologiques actuelles permettent-elles de déceler des perturbateurs endocriniens pour l'homme et les écosystèmes ?

Après discussion avec la Commission, l'EFSA a restreint la première question en la posant sous la forme « Quels critères scientifiques devrait-on utiliser pour identifier les perturbateurs endocriniens ? », sans faire référence aux effets à faibles doses, seuils et fenêtres critiques d'exposition. Ces questions ne sont abordées que très brièvement, alors qu'elles sont centrales dans les débats sur les perturbateurs endocriniens.

Le rapport de l'EFSA et son site Internet pour le grand public font passer un message ambigu : les effets des substances actives sur le système hormonal « ne sont pas nécessairement négatifs », ce système pouvant

« s'ajuster et s'adapter à ces stimulus ». De plus, selon l'EFSA, bien que l'on ait observé un nombre croissant de cas de maladies et troubles endocriniens, « le fondement scientifique qui relierait ces tendances à des perturbations endocriniennes (par opposition à d'autres facteurs tels que les changements de style de vie ou les antécédents génétiques) n'est pas concluant ».

Partant des trois critères de définition d'un perturbateur endocrinien — induction d'un effet nocif, action endocrinienne et relation plausible entre les deux —, l'EFSA joue sur le fait qu'il est très difficile de distinguer un effet nocif d'un effet produisant une réponse physiologique. Ainsi, il ne serait pas possible de définir des critères spécifiques pour identifier

Il s'appuie sur l'existence de plusieurs dizaines de milliers de rapports de recherche examinant des effets de perturbateurs endocriniens et sur l'augmentation rapide de maladies de la reproduction, de cancers, de maladies neurologiques, qui ne peuvent s'expliquer par la génétique. Le Parlement invoque le principe de précaution et conclut à la nécessité de mesures de protection de la santé humaine. Le vote parlementaire faisait suite à un rapport de l'OMS (Organisation mondiale de la santé) mettant en évidence l'action préoccupante de centaines de perturbateurs endocriniens et la nécessité de tester plusieurs milliers de substances pour leurs effets potentiels en tant que perturbateurs endocriniens.

UN RAPPORT DE L'OMS A SOULIGNÉ l'action préoccupante de centaines de perturbateurs endocriniens et la nécessité de tester plusieurs milliers de substances.

des perturbateurs endocriniens, et chaque cas devrait être jugé séparément pour déterminer si un effet est une « modulation » ou un effet « nocif ».

Il est frappant que ce rapport soit paru quelques semaines après deux autres publications qui soulignent le poids des données reliant les actions des perturbateurs endocriniens à des effets sur les écosystèmes et la santé humaine. Début mars, le Parlement européen adoptait ainsi un rapport aux positions très nettes sur les perturbateurs endocriniens.

Heureusement, l'EFSA n'est pas en désaccord avec l'idée qu'il faut développer des méthodes pour tester les perturbateurs endocriniens potentiels et les appliquer. Cependant, son avis soulève deux difficultés. La première, c'est qu'en faisant la distinction entre un effet nocif et un effet simplement physiologique, l'EFSA suggère que des mécanismes physiologiques peuvent protéger contre les effets de faibles doses et qu'un effet de courte durée n'est pas forcément néfaste. Or pour un fœtus, surtout dans ses premières semaines, il existe certains moments clefs du développement où une action sur le système hormonal de la mère, même transitoire, peut avoir des conséquences durables et irréversibles. L'EFSA se fourvoie encore avec le vieux schéma : « C'est la dose qui fait

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 voies) 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.

VRAI OU FAUX

Les enfants apprennent-ils plus facilement les langues ?

Oui. Leur cerveau, plus flexible, serait mieux adapté à cet apprentissage.

Ranka BIJELJAC-BABIC



© Elina Manninen/shutterstock.com

Lorsqu'une famille s'expatrie dans un pays où une autre langue est parlée, les jeunes enfants semblent l'acquérir vite et sans effort. Les adultes, en revanche, paraissent peiner pendant des années pour la maîtriser. Cette impression correspond-elle à une réalité mesurable ?

De nombreuses études montrent que c'est le cas. Dans l'une d'elles, parue en 1999, James Flege, de l'Université de l'Alabama, et ses collègues ont évalué les performances en anglais de 240 immigrants coréens, en fonction de leur âge d'arrivée aux États-Unis (pour des durées de résidence équivalentes, d'environ 15 ans en moyenne). Leur accent était d'autant meilleur qu'ils étaient arrivés jeunes. La grammaire aussi serait mieux maîtrisée quand elle est apprise jeune, mais dans une moindre mesure.

Comment un cerveau en développement surpasse-t-il celui de l'adulte lors de l'acquisition d'une nouvelle langue ? Plusieurs hypothèses ont été émises. La première, proposée notamment par le neuropsychologue canadien Wilder Penfield dès la fin des années 1950, tient à la plus grande plasticité du cerveau de l'enfant. En effet, l'apprentissage d'une seconde langue suppose une certaine restructuration des réseaux cérébraux, qui seraient particulièrement modulables jusqu'à trois ou quatre ans. Par la suite, le traitement cérébral des perceptions et les gestes articulatoires s'automatisent, ce

qui accroît progressivement les difficultés à acquérir une langue.

Selon une autre hypothèse classique, l'accumulation de connaissances à mesure que l'on grandit créerait de plus en plus de connexions neuronales et rendrait le cerveau moins flexible. L'apprentissage des langues deviendrait alors plus difficile – mais pas impossible !

Plusieurs explications possibles

En 1992, J. Flege a proposé une troisième explication : il serait plus difficile d'acquérir un accent parfait après sept ou huit ans, car les catégories phonétiques (la perception et la prononciation des consonnes et des voyelles) se sont stabilisées dans la langue natale ; et l'apprentissage de la lecture renforcerait ce phénomène. Dès lors, les sons de nouvelles langues apprises plus tardivement auraient tendance à être assimilés à ceux de la première langue.

Une quatrième hypothèse, avancée en 2004 par Michel Paradis, de l'Université McGill, se réfère aux notions d'apprentissage implicite et explicite. L'apprentissage d'une langue se fonderait en partie sur l'acquisition inconsciente de règles grammaticales (concernant par exemple l'ordre des mots). Elles seraient automatiquement enregistrées dans la mémoire dite procédurale, où sont stockées les compétences (faire du vélo, jouer d'un instrument, etc.). Or

la capacité d'incorporer à cette mémoire de nouvelles connaissances diminuerait avec l'âge. L'apprentissage tardif d'une seconde langue mobiliserait alors davantage la mémoire dite déclarative (qui utilise le langage), où sont stockées des connaissances explicites, conscientes.

De même, les mouvements articulatoires sont en partie sous la responsabilité de la mémoire procédurale : la baisse d'efficacité de cette mémoire expliquerait ainsi la difficulté à parler avec un parfait accent dans une langue apprise tardivement. En revanche, l'acquisition de nouveaux mots et de connaissances sémantiques, liée à la mémoire déclarative, resterait stable.

Même si aucune des explications proposées n'a été démontrée, le cerveau des enfants semble particulièrement adapté à l'apprentissage des langues. Ainsi, les enfants maîtriseraient mieux et plus vite la grammaire et la prononciation d'une seconde langue. En contrepartie, ils l'oublient plus vite s'ils ne la pratiquent pas : Christophe Pallier, de l'INSERM, et ses collègues ont ainsi montré que des adultes d'origine coréenne arrivés en France alors qu'ils étaient âgés de trois à huit ans ne se souvenaient plus de leur langue maternelle, dont ils ne distinguaient même plus les sons spécifiques. ■

Ranka BIJELJAC-BABIC est maître de conférences à l'Université de Poitiers et chercheuse au Laboratoire Psychologie de la perception (CNRS UMR 8158), à l'Université Paris Descartes.