

anticancéreux, tel le méthotrexate, paracétamol, diazépam, parmi d'autres] peuvent passer, malgré les méthodes de purification utilisées, dans les eaux de boisson, à des doses de quelques nanogrammes par litre.

Certains de ces polluants peuvent s'accumuler dans les organismes vivants. Le cas le plus connu est celui d'un anti-inflammatoire, le diclofénac. Administré à des vaches au Pakistan, il a entraîné le déclin des populations de trois espèces de vautour se nourrissant de carcasses bovines, selon une étude publiée en 2004.

IL FAUT DÉVELOPPER une « écopharmacovigilance ».

Même si les concentrations détectées dans les eaux de boisson sont généralement infimes, on s'interroge : cette pollution a-t-elle des effets sur la santé ? À ne considérer que l'eau du robinet, le risque paraît négligeable : les quantités cumulées pendant 70 ans représentent moins d'une seule dose thérapeutique, sauf dans quelques cas comme le clenbutérol, un anabolisant « brûleur » de graisse [sur la durée d'une vie, l'eau apporte environ 25 doses de ce produit].

Mais il faut tenir compte aussi des apports alimentaires de petites doses cumulées sur plusieurs années et des effets synergiques avec d'autres polluants (bisphénol A, phtalates, PCB, dioxines, insecticides organochlorés, métaux, etc.). Les risques pour la faune et la flore sont réels : sélection de bactéries résistantes aux antibiotiques, perturbations endocriniennes, notamment. Chez l'homme, les résidus ingérés risquent d'être suffisants à certaines périodes de la vie, lorsque la sensibilité à certains polluants est la plus grande, pour provoquer des perturbations hormonales et des troubles de la reproduction, par exemple.

À défaut de connaissances précises sur ces risques sanitaires, il est primordial de limiter et contrôler les rejets : on sait le faire à la source, bien que les diverses méthodes utilisées, telle l'osmose inverse, soient relativement coûteuses. Mais aujourd'hui, les hôpitaux et les industries ne mesurent pas leurs rejets d'anticancéreux, d'hormones ou

d'antibiotiques, faute de réglementation les y contraignant. La loi ne les oblige qu'à des analyses sans lien direct avec l'utilisation ou la production de médicaments, telles des mesures standards de pollution de l'eau. Or, pour connaître l'impact des polluants, il faut mettre en œuvre des tests sur cellules et sur modèles animaux, seuls à même d'évaluer les effets néfastes, mutagènes ou perturbateurs endocriniens par exemple, d'un échantillon prélevé dans l'environnement.

Il est primordial de développer en France et en Europe une nouvelle science, l'écopharmacovigilance. Des programmes de recherche sont indispensables, ainsi que des actions d'éducation dans toutes les universités, afin notamment de former les médecins à la santé environnementale.

Quant à la population, si elle doit éviter de surconsommer les médicaments, elle doit aussi rapporter systématiquement ceux qui n'ont pas été utilisés ou qui sont périmés dans les pharmacies. Depuis juin 2009, les officines sont tenues par la réglementation de collecter « gratuitement les médicaments non utilisés, contenus le cas échéant dans leurs conditionnements, qui leur sont apportés par les particuliers ». La réglementation prévoit qu'ils sont obligatoirement incinérés par des unités spécialisées conformes aux normes environnementales, qui valorisent l'énergie ainsi obtenue – la redistribution humanitaire étant en revanche interdite depuis 2008.

Ce dispositif est organisé par le réseau de l'association CYCLAMED, financé par les cotisations des entreprises du médicament. Sur ce plan particulier, l'augmentation récente des quantités collectées et valorisées (huit pour cent entre 2008 et 2009, soit un peu plus de 13 200 tonnes) suggère que nous sommes, peut-être, sur la bonne voie. ■

Jean-Marie HAGUENOER, professeur émérite de l'Université de Lille 2, président la Commission santé environnement de l'Académie nationale de pharmacie.

Médicament et environnement, rapport de l'Académie nationale de pharmacie, 2008, sur www.acadpharm.org (rapports d'étude). J.-M. Haguenoer, Les résidus de médicaments présentent-ils un risque pour la santé publique ?, *Santé Publique*, n° 3, pp. 325-342, 2010.

www.cyclamed.org



MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Patrimoines naturels & géologiques



Atlas des poissons et des crustacés d'eau douce de la Guadeloupe

**Dominique Monti
Philippe Keith
Erick Vigneux**

Cet inventaire au sein du milieu dulçaquicole de la Guadeloupe a permis de recenser 14 espèces de crustacés décapodes et 16 espèces de poissons. Chaque espèce est présentée dans une fiche synthétique (morphologie, biologie, distribution et menaces) accompagnée d'une carte de répartition et d'une photo. Deux clés de détermination complètent ce descriptif. L'ouvrage aborde aussi les différentes caractéristiques des milieux de l'archipel : géologie, relief, climat, hydrographie, originalité des peuplements aquatiques, menaces et conservation des milieux. Un tableau donne le classement UICN des espèces en danger à l'échelle de la Guadeloupe et une perspective historique permet de remettre dans leur contexte les espèces introduites et celles qui se sont acclimatées.

ISBN : 978-2-85653-648-3 • 128 p. • 23 € TTC



Stratotype Albien

**Claude Colleté
coordinateur**

L'Albien est un étage de l'échelle stratigraphique internationale dont le stratotype se situe dans le département de l'Aube et qui date du Crétacé. L'ouvrage, richement illustré, aborde à la fois l'historique de l'étude scientifique de cette couche, son contexte géologique, son contenu paléontologique, les paléogéographies et son utilisation par l'homme.

ISBN : 978-2-85653-657-5 • 326 p. • 35 € TTC

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES DU MUSÉUM

Commandes et renseignements :
Muséum national d'Histoire naturelle
Publications scientifiques
Case postale 41 • 57 rue Cuvier • 75231 Paris cedex 05
Tél. : 01 40 79 48 05 • Fax : 01 40 79 38 40
diff.pub@mnhn.fr • <http://www.mnhn.fr/pubsci>



Pour réagir aux articles : courrier@pouirlascience.fr
ou directement sur les pages correspondantes du site www.pouirlascience.fr

✓ REMPLACER LE BISPHÉNOL A

L'article *Le bisphénol A : un danger pour la santé ?* (*Pour la Science* n° 396 - octobre 2010, <http://bit.ly/pls396-bisphenol>) met en évidence les risques liés aux plastiques durs. Quel produit chimique remplace désormais le bisphénol A dans les biberons ? Ce produit n'est-il pas similaire ? Ne se dégrade-t-il pas en composés semblables aux dérivés du bisphénol A ?

Félicia Berthaut, Paris

→ RÉPONSE DE JEAN-PIERRE CRAVEDI

Pour l'instant le bisphénol A est toujours utilisé dans la fabrication des plastiques rigides, y compris ceux à usage alimentaire. Plusieurs types de matériaux sont également utilisés pour fabriquer des objets en plastique rigide à usage domestique ; les plus courants sont le PVC, le polyéthylène et le polypropylène. C'est d'ailleurs en polypropylène que sont fabriqués les biberons en plastique garantis sans bisphénol A.

Il faut noter qu'il existe d'autres bisphénols (par exemple le bisphénol F ou S), mais ils sont pour l'instant beaucoup moins utilisés que le bisphénol A et l'on connaît peu de choses sur leur éventuelle toxicité. Le polypropylène est mieux connu et ses produits de dégradation ne sont pas des perturbateurs endocriniens.

Signalons enfin que parmi les perturbateurs endocriniens figurent les phtalates qui sont incorporés dans de nombreux plastiques pour leur conférer leurs propriétés de souplesse.

✓ CAOUTCHOUC ET ALLERGIES

Dans votre article *Du caoutchouc naturel en Europe* (*Pour la science* N° 394, août 2010, <http://bit.ly/pls394-caoutchouc>), vous écrivez que, parce qu'elles se combinent aux ingrédients de la vulcanisation, 20 pour cent des protéines liées aux particules de caoutchouc peuvent provoquer des réactions allergiques. Cela signifie-t-il qu'un latex d'hévéa dans lequel aucun ingrédient de vulcanisation ne serait incorporé ne provoquerait aucune réaction allergique, ou en réduirait le risque ?

Daniel Deméré,

Ingenieur conseil formulation latex naturel

→ RÉPONSE DE SERGE PALU

Lors de la centrifugation, les protéines en suspension ou dissoutes dans le latex sont entraînées avec le surnageant. Néanmoins, celles qui sont attachées à la surface des particules de caoutchouc y restent et se retrouvent, après trempage et vulcanisation, dans les objets finis.

Or elles migrent progressivement à la surface lors du stockage. Ce sont ces protéines de surface qui entraînent des réactions allergiques chez certains patients.

On peut en éliminer une partie par lavage et essorage du produit fini après une vulcanisation partielle. Mais le mieux est de limiter la présence de protéines dans le latex naturel. Pour le latex



Les biberons et les jouets pour nourrisson contiennent du bisphénol A, un perturbateur endocrinien. Par quoi le remplacer ?

d'hévéa, on peut utiliser du latex récupéré en surface par une opération de crémage, ce qui réduit de deux à quatre fois la teneur totale en protéines. C'est cependant une opération longue. Une autre solution est de faire une double centrifugation, mais c'est coûteux, et de ce fait réservé pour des applications très spécifiques.

Une autre piste est d'utiliser du latex de guayule. En effet, contrairement au latex d'hévéa, on ne l'obtient pas par saignée, mais par broyage, donc avec un lavage intensif. Il contient ainsi dix fois moins de protéines qu'un latex d'hévéa.

Par ailleurs, on ne peut totalement écarter des réactions des protéines avec les autres ingrédients de la vulcanisation (acide stéarique, antioxygène, et accélérateurs), mais, à ma connaissance, on n'a pas encore mis en évidence de réactions entre protéines et additifs chimiques.

En conclusion, moins il y a de protéines dans un latex au départ, plus faibles sont les risques de réactions allergiques liées au latex. C'est une opportunité pour le latex de guayule.

✓ LASER SANS CAVITÉ : PAS NOUVEAU ?

Dans l'article *Le laser aléatoire : un vrai laser ?* (*Pour la science* N° 396, octobre 2010, <http://bit.ly/pls396-laser>), les auteurs donnent à la cavité un rôle essentiel. Or des lasers sans cavité existent depuis longtemps. Par exemple, dans l'édition de juin 1974 de *Scientific American*, Jim Small décrit la façon de construire à la maison un laser à azote qui fonctionne sans cavité résonante. Ce laser n'a pas besoin de cavité, car le gain du milieu est énorme : de l'ordre de 2 tous les 20 millimètres.

L. Peralta

→ RÉPONSE DE CHRISTIAN VANNESTE

Il existe en effet un certain nombre de lasers dits « sans miroirs » dont le gain est suffisamment élevé pour pouvoir fonctionner sans cavité. Le laser à azote en est un exemple à la longueur d'onde de 337 nanomètres. On pourrait aussi en citer d'autres comme le laser à hydrogène, certains lasers à excimère, des lasers à gaz comme le laser hélium-néon à 3,39 micromètres, certains lasers à colorants ou à semi-conducteurs. Cependant, si cette liste semble importante, la majorité des lasers connus ne fonctionnent pas sans cavité. Il en est de même pour les lasers aléatoires. Sans le milieu diffusant, les lasers aléatoires ne fonctionneraient pas. Le milieu diffusant joue donc un rôle indispensable, comme la cavité d'un laser classique.

Il est intéressant de noter que si la directivité des lasers sans miroirs peut être assez bonne, leur cohérence temporelle reste en général très moyenne. Ces lasers sont donc intermédiaires entre un oscillateur laser cohérent et une source thermique incohérente. Par contraste, les lasers aléatoires se caractérisent par une directivité médiocre, mais par une assez bonne cohérence temporelle, du moins en principe. La notion de laser sans cavité peut ainsi couvrir plusieurs réalités physiques différentes.