

Science et société

Des milliards d'euros qui partent en fumées

Plusieurs dizaines de milliards d'euros : c'est le coût associé à la pollution de l'air en France, selon un bilan dressé par une commission d'enquête du Sénat et rendu public le 15 juillet. Olivier Chanel, économiste de l'environnement à l'AMSE-GREQAM, à Marseille, nous décrit les divers impacts des polluants et la façon dont on calcule leur coût.

Une heure après le passage de la sonde au plus près de Pluton, une image de la planète occultant le Soleil a été prise. On voit ainsi son atmosphère, éclairée par l'étoile (c). Elle s'étend jusqu'à 130 kilomètres d'altitude. La couche au-dessus de 80 kilomètres est plus diffuse et composée de méthane. Exposées au rayonnement ultraviolet du Soleil, ses molécules se combinent pour former de l'éthylène et de l'acétylène qui migrent dans la partie basse de l'atmosphère. Ces composés organiques, sous l'action de la lumière, forment alors des molécules diverses nommées tholins, qui se déposent sur le sol et lui donnent sa couleur sépia.

Les compagnons de Pluton sont aussi à l'honneur sur les images de *New Horizons*. Un cliché de Charon (d), corps de 1 200 kilomètres de diamètre, révèle des structures impressionnantes et variées : un canyon profond de 7 à 9 kilomètres et des falaises s'élevant sur 1 000 kilomètres, qui seraient le résultat d'une activité géologique interne. La tache sombre visible au pôle Nord, baptisée Mordor en référence au *Seigneur des anneaux*, serait un mince dépôt noir encore non identifié. Comme Pluton, Charon semble relativement pauvre en cratères d'impact, probablement effacés par une activité géologique encore importante.

New Horizons est loin d'avoir transmis toutes les données recueillies lors de son bref survol de Pluton : elles sont envoyées vers la Terre au rythme de 2 000 bits par seconde, et il faudra 16 mois pour toutes les réceptionner ! Les astronomes sont impatients de pouvoir les éproucher pour y trouver des réponses à leurs questions... et de nouvelles énigmes.

Sean Bailly

Site de la mission : <http://pluto.jhuapl.edu/>

Quels sont les principaux polluants et leurs sources ?

Olivier Chanel : Nous vivons dans un cocktail de multiples polluants : oxydes d'azote, particules fines, ozone, ammoniac, oxydes de soufre... Les pollueurs varient selon le composé et la zone géographique. Les oxydes d'azote sont principalement émis par les transports, l'ammoniac par l'agriculture, les oxydes de soufre par l'industrie... Quant aux particules fines, les principales sources sont les transports en zone urbaine, mais l'industrie et les chauffages individuels sur le reste du territoire.

Quels effets néfastes ont ces polluants ?

O. C. : Principalement des effets sanitaires. La pollution de l'air augmente par exemple le risque de cancer du poumon, d'accident cardiovasculaire et de crise d'asthme. Cela réduit l'espérance de vie de quelques mois en moyenne en France. Avec de grandes disparités : chacun est plus ou moins sensible et les citadins sont particulièrement exposés. À Marseille, la plus touchée des grandes villes, la baisse de l'espérance de vie atteint 7,5 mois par habitant en moyenne.

Il existe également des effets non sanitaires. Les polluants, parfois toxiques pour les plantes, entraînent une baisse des rendements agricoles et forestiers, et dégradent les bâtiments.

Comment quantifie-t-on les effets sanitaires ?

O. C. : On mesure à la fois les émissions polluantes à un endroit particulier et certains indicateurs de santé, tels que le nombre de cas de cancer du poumon dans la population habitant ou travaillant à proximité de cet endroit. Des traitements statistiques permettent ensuite d'éliminer les autres causes potentielles et d'attribuer les troubles aux polluants.

Reste alors à évaluer leur coût. Pour les maladies,



Olivier Chanel est directeur de recherche au CNRS.

l'une des méthodes consiste à compter le nombre de jours d'arrêts de travail ou d'hospitalisation, et à multiplier par les salaires et les frais de santé. Pour les décès prématurés, c'est plus compliqué. Depuis une trentaine d'années, on utilise des méthodes dites de préférences déclarées, où l'on demande aux gens combien ils seraient prêts à payer pour réduire leur probabilité de mourir. On estime ainsi la valeur d'une année de vie perdue entre 30 000 et 80 000 euros.

Comment les coûts se répartissent-ils ?

O. C. : Environ 80 % du coût de la pollution atmosphérique est lié à la surmortalité. L'augmentation des pathologies représente 5 à 10 %, comme les effets non sanitaires. Au total, on obtient plusieurs dizaines de milliards d'euros pour l'impact sanitaire et quelques milliards pour les autres effets.

Le rapport du Sénat propose-t-il des solutions ?

O. C. : Oui, il préconise toute une série de mesures. La plupart visent à diffuser les bonnes pratiques (nettoyage des équipements, cycles de combustion optimisés, etc.) ou à favoriser la recherche et l'innovation. L'instauration d'une fiscalité écologique est aussi conseillée, par exemple pour développer les véhicules électriques.

Un levier important, et insuffisamment traité dans le rapport à mon sens (une seule mesure), serait de réduire les transports individuels. Plusieurs pistes existent, telles qu'un meilleur maillage du territoire par les transports publics. Si l'on diminue le nombre de véhicules, on fait baisser non seulement la pollution, mais aussi les nuisances associées, tels le bruit ou les émissions de gaz à effet de serre.

Guillaume Jacquemont

Pollution de l'air : le coût de l'inaction, rapport n° 610, 2015 (www.senat.fr/rap/r14-610-1/r14-610-11.pdf)

Une cousine de la Terre

L'exoplanète Kepler-452b, découverte en juillet, se distingue de la Terre par peu de choses. Elle est située dans la zone habitable – la région autour de l'étoile où l'eau est susceptible d'être liquide. Et contrairement aux autres planètes connues dans cette zone, Kepler-452b est en orbite autour d'une étoile similaire au Soleil. La durée de sa révolution est de 385 jours. La différence la plus marquée est sa taille : un diamètre 60 % plus important que celui de la Terre. La composition rocheuse de cette super-Terre reste à confirmer.

Captivantes diatomées

Dans l'océan, les diatomées sont parmi les membres les plus efficaces du phytoplancton pour fixer le dioxyde de carbone par photosynthèse : ces organismes unicellulaires contribuent autant à la production de matière organique planétaire que les forêts tropicales. Benjamin Bailleul, de l'université de Liège, et ses collègues ont compris pourquoi. Chez les diatomées, des échanges énergétiques soutenus se produisent entre les chloroplastes, sièges de la photosynthèse, et les mitochondries, sièges de la respiration, ce qui, en ajustant l'énergie fournie aux chloroplastes, optimise la photosynthèse.

Percées de pulsar

Le système binaire B1259 contient un pulsar – une étoile à neutrons en rotation rapide – et une étoile 30 fois plus massive que le Soleil, également en rotation rapide sur elle-même. Cette dernière expulse de la matière qui forme un disque autour d'elle. Grâce à l'observatoire spatial *Chandra*, George Pavlov, de l'université d'État de Pennsylvanie, et ses collègues ont observé que le pulsar perce le disque et en disperse la matière lors de chacun de ses passages au plus près de l'étoile, tous les 41 mois.

Biophysique

Quand l'hippocampe inspire la robotique



© bluehand/shutterstock.com

Les os de la queue de l'hippocampe forment des plaques carrées articulées.

Chez les différentes espèces animales, la queue est généralement cylindrique. Pas celle de l'hippocampe, qui est constituée d'une succession de segments osseux carrés. Ces derniers sont formés de quatre plaques en forme de L reliées par des joints offrant une grande flexibilité. Quel avantage cette structure confère-t-elle à l'hippocampe ?

Michael Porter, de l'université de Clemson aux États-Unis, et ses collègues ont utilisé une imprimante 3D pour reproduire deux structures : une carrée s'inspirant de la queue de l'hippocampe, et une circulaire. Ces prototypes ont ensuite été soumis à différentes contraintes : torsion, pliage, compression et écrasement.

Il faut fournir plus d'énergie (environ dix fois plus) pour casser la structure carrée que pour briser la circulaire. Cette résistance confère sans doute à l'hippocampe une meilleure protection face aux prédateurs. De plus, comme la surface de contact des plaques carrées est plus grande que celle des plaques rondes, l'hippocampe saisit des objets plus aisément et avec un meilleur contrôle.

Cette étude pourrait aider les ingénieurs à créer de nouveaux dispositifs robotiques. L'une des idées est, par exemple, d'imiter la structure de l'hippocampe pour construire un solide bras automatisé capable d'intervenir dans des environnements hostiles.

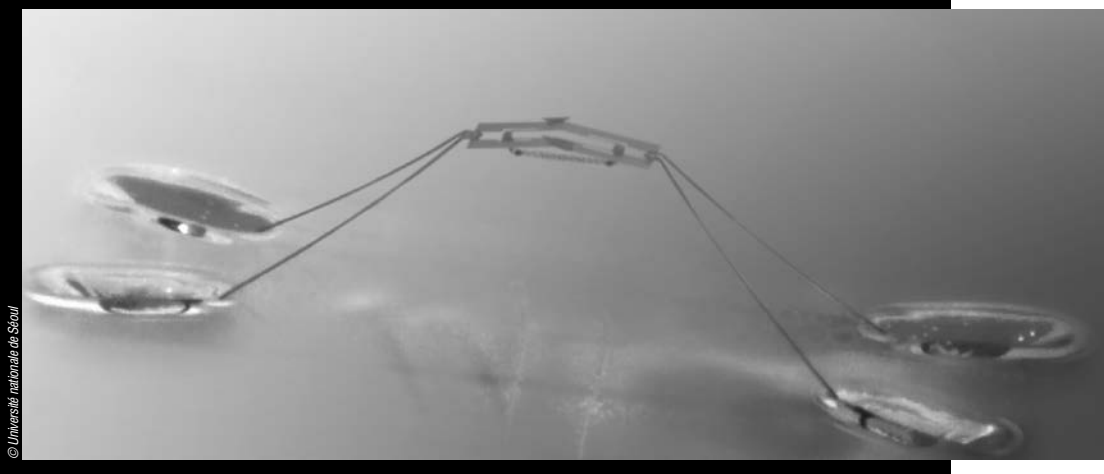
Dylan Beiner

M. M. Porter et al., *Science*, vol. 349, n° 6243, 2015

Insolite

Le robot qui saute sur l'eau

Décidément, la nature est une bonne source d'inspiration pour la robotique. Dans la catégorie « marcher sur l'eau », les gerris, des punaises d'eau, sont imbattables. Ces insectes profitent de la tension superficielle de l'eau, qui fait de sa surface une sorte de peau sur laquelle ils évoluent. Des robots se déplaçant sur l'eau existent depuis une dizaine d'années, mais plus difficile à reproduire était le saut du gerris : l'insecte est capable de créer une poussée verticale sans percer la surface du liquide, évitant ainsi le risque de noyade. Je-Sung Koh, de l'université nationale de Séoul, et ses collègues ont montré que pour ce faire, les pattes de l'insecte effectuent un mouvement de rotation, que leur robot sauteur (*ci-dessous*) reproduit parfaitement.



© Université nationale de Séoul