

Les nanotechnologies et l'eau : quels enjeux, quels objectifs, quels moyens ?

L'assainissement des eaux usées, la pollution des milieux aquatiques et l'accès à l'eau potable constituent des enjeux colossaux pour les années et les décennies à venir¹. Ainsi, la demande d'eau potable progressera dans le monde de 55 % entre 2000 et 2050, de 130 % pour les usages domestiques. En dehors de l'OCDE, la qualité des eaux de surface va vraisemblablement se dégrader, compte tenu des apports d'éléments nutritifs d'origine agricole et faute de traitement adéquat des eaux usées.

Que peuvent les solutions de traitement de l'eau face à ces défis gigantesques ?

- **L'eau du robinet** est généralement puisée par captage et pompage à partir de nappes souterraines ou de rivières. L'eau d'origine souterraine a été filtrée naturellement si bien qu'elle peut ne nécessiter aucun traitement spécifique ou être traitée par filtration sur charbon actif ou sur membranes pour éliminer les pesticides. Lorsqu'elle est pompée dans les rivières, l'eau est rendue potable par plusieurs traitements de décantation, floculation, filtration physique et biologique, stérilisation (ozone, chlore ultraviolet), dépollution sur charbon actif, avant stockage en réservoirs.

- **Les eaux usées et pluviales** sont purifiées par les stations d'épuration (STEP) avant rejet dans le milieu naturel (quand la réglementation l'impose). Elles subissent au moins un traitement primaire et un traitement secondaire. Le premier élimine les matières en suspension (déchets grossiers, sables...) et les huiles. Le second élimine les matières en solution dans l'eau (matières organiques biodégradables, substances minérales...), d'une part grâce aux actions biologiques de micro-organismes et décantation (procédé à boues activées), d'autre part par des techniques physico-chimiques (floculation par réactifs chimiques, oxydation, centrifugation, filtration sur membranes poreuses ou par osmose inverse sur membranes denses).

- Compte tenu des tensions sur la ressource en eau, on commence à **réutiliser les eaux usées et pluviales** traitées par les STEP² pour l'irrigation des cultures et des espaces verts, la production industrielle, ou des usages spécifiques (réservoirs anti-incendie, climatisation d'immeubles, chasses d'eau, lavage des rues), voire dans certains pays pour fournir de l'eau potable grâce à des traitements éliminant les risques microbiologiques et toxiques.

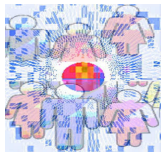
Les applications des nanotechnologies au traitement de l'eau

Parmi les membranes filtrantes, les **membranes nanostructurées** pourraient améliorer l'élimination de molécules polluantes (pesticides, résidus de médicaments...) ou de nanoparticules non biodégradables^{3,4}.

¹ Perspectives de l'environnement de l'OCDE à l'horizon 2050 : Les conséquences de l'inaction, chap.5 L'eau, 2012, www.oecd.org/fr/env/indicateurs-modelisation-perspectives/49848948.pdf ; voir aussi le portail Waternunc www.waternunc.com/

² En France suite à la loi Grenelle du 3 août 2009 et à l'arrêté du 25 juin 2014, voir www.eau-entreprises.org/fr/documents/2012_SYNTEAU_F5-Eaux-Usees-reutilisation-eaux.pdf et le rapport Évaluation de la politique de l'eau, Conseil général de l'environnement et du développement durable, juin 2013. www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/008843-01_rapport-2.pdf

³ <http://theinstitute.ieee.org/technology-focus/technology-topic/purifying-water-with-nanotech>



Le **dessalement de l'eau de mer** par membranes poreuses de « nanofiltration » (pores de 1 nanomètre de diamètre) est proposé par certains pays (tel Israël) en remplacement de l'osmose inverse, car il serait plus économe en énergie⁵. La *National Nanotechnology Initiative* américaine (NNI) place le dessalement de l'eau de mer parmi les « grands défis » de l'avenir⁶.

Des projets spécifiques de **dépollution pour l'accès local à l'eau potable** existent comme la remédiation de nappes phréatiques polluées par des nanoparticules de fer (projet NANOFREZES du CEREGE)⁷.

Le thème « nanotechnologies et eau » peut avoir une grande importance dans les **pays en développement**⁸ compte tenu de l'accès très inégal à l'eau potable.

Les implications des nanomatériaux pour l'eau

Les nanoparticules (NP) qui sont émises dans les usées peuvent poser problème :

- Pour les STEP
De nombreuses NP ont des effets cytotoxiques et peuvent perturber les communautés bactériennes constituant les boues activées des STEP, ce qui pourrait réduire l'efficacité du traitement biologique et augmenter le rejet de polluants. Les implications de leur présence sur le fonctionnement des membranes filtrantes fait aussi l'objet de recherches.
- Pour les organismes des écosystèmes recevant les eaux usées traitées
Dans les cas où les NP présentes dans les eaux usées ne sont pas filtrées par les STEP, la cytotoxicité de certaines d'entre elles a-t-elle des conséquences sur la vie des organismes ? A quelles doses ? Sur quels organismes ?
- Pour la santé humaine
Si des NP se retrouvent dans l'eau potable faute de filtration adéquate à partir des nappes ou des rivières, ou sur des produits de culture irrigués, quels effets sanitaires peuvent-elles avoir ?

A suivre

- Panorama des acteurs, projets et colloques en rapport avec l'eau, Office national de l'eau et des milieux aquatiques (ONEMA) / Office international de l'eau (OIEau)
<http://carteau.onema.fr/>
- Projets européens du Nano4water cluster, <https://nano4water.vito.be/>
- Nanotechnology for water treatment, 5th dissemination workshop of the Nano4water cluster, 20-21 janvier 2015, Barcelone, <http://leitat.org/nano4water/>

⁴ Nanotechnology in Waste Water Treatment: A Review, *International Journal of ChemTech Research* 5(5): 2303-2308, 2013.

www.sphinxesai.com/2013/JulySept13/chPDF/CT=34%282303-2308%29JS13.pdf

⁵ www.bulletins-electroniques.com/actualites/77087.htm

⁶ www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/PCAST/National%20Nanotechnology%20Review.pdf

⁷ [https://www.cerege.fr/spip.php?article233](http://www.cerege.fr/spip.php?article233)

⁸ Un rapport sur ce sujet été réalisé par le GRET et VivAgora en 2011 pour l'Agence française de développement (AFD).

http://archives-vivagora.org/index.php?option=com_content&view=article&id=73:solutions-nanos-quelles-opportunités-pour-le-sud&catid=21:nos-actions&Itemid=111