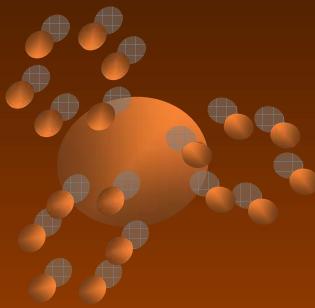


Les nanotechnologies dans le bioalimentaire

Veille technique et scientifique

Janvier 2013
Bulletin n° 8



Les nanotechnologies au service des vaccins vétérinaires

..... p. 1

Un nanovelcro pour détecter la présence de mercure dans la chaîne alimentaire

..... p. 2

Une réglementation sur la nanotechnologie est-elle nécessaire?

..... p. 3

Quel sort attend les matières plastiques, les nanomatériaux et les contaminants synthétiques émergents présents dans l'océan et quelles sont les incidences liées à cette présence?

..... p. 4

Les biosenseurs – secteur clé des nanotechnologies

..... p. 5

Les nanomatériaux doivent maintenant être déclarés en France

..... p. 5

Les nanotechnologies au service des vaccins vétérinaires

La vaccination des animaux et des êtres humains a été pratiquée pendant des siècles et est généralement considérée comme la méthode la plus rentable et durable de lutte contre les maladies infectieuses. Au cours des 20 dernières années, il y a eu des changements importants dans la capacité à produire des antigènes, les composés actifs des vaccins. Aux techniques classiques d'extraction et de purification s'ajoutèrent l'ADN recombinant et les molécules de synthèse. Malgré ces améliorations, plusieurs vaccins doivent toujours être combinés avec des molécules de support (vecteurs) pour générer des réponses immunitaires optimales.

Des chercheurs canadiens viennent de publier une revue de littérature dans l'important périodique scientifique international *Vaccine* expliquant les avancées dans la synthèse des vecteurs pour les vaccins vétérinaires. Parmi les sujets choisis, ils traitent de l'utilisation de formulations de nanoparticules (NP).

Lorsque des formulations de NP sont utilisées, généralement on fixe l'antigène à la surface des NP ou on l'encapsule dans une matrice de NP. Les NP utilisées seront classifiées par leur nature chimique (ex. lipides, polymères, sucres, etc.). L'alginate, un sucre complexe dérivé des algues brunes, et le chitosane,

composé naturel le plus souvent extrait de crustacés ou de champignons, sont fréquemment utilisés sous forme de nanocomposantes.

L'utilisation de NP dans les vecteurs de transport des vaccins vétérinaires peut avoir les avantages suivants :

- i) les NP peuvent protéger l'antigène contre la dégradation *in vitro* et *in vivo*;
- ii) la libération de l'antigène dans l'organisme à vacciner peut être contrôlée;
- iii) les NP peuvent être modifiées pour cibler des cellules immunitaires spécifiques;
- iv) comme les NP sont souvent de taille comparable aux pathogènes, elles sont facilement reconnues et intégrées dans les cellules immunitaires pour une réponse plus efficace;
- v) les NP peuvent transporter ensemble au même endroit l'antigène et l'adjuvant*;
- vi) les NP peuvent restreindre la distribution dans tout l'organisme (systémique) et ainsi permettre l'utilisation de doses réduites de vaccins, limitant par le fait même les effets secondaires qui leur sont associés.

La plupart des essais de nanotechnologies dans les vaccins vétérinaires ont été réalisés jusqu'ici sur des animaux de laboratoire. Dans leur revue de littérature, les chercheurs présentent des résultats efficaces, entre autres pour l'immunisation de souris face à des infections pulmonaires, la tuberculose (*Mycobacterium tuberculosis*), la grippe porcine, le choléra des poules (*Pasteurella multocida*) et la peste porcine. Des tests positifs ont été aussi obtenus contre la diarrhée (*E. coli* – F4) chez des porcelets, contre la peste aviaire

(*Newcastle Disease Virus*) et la bactérie *Campylobacter jejuni* chez des poulets. Des expériences avec des antigènes modèles chez le saumon ont été également réalisées.

* Adjuvant : substance, qui, administrée avec un antigène, stimule, active, prolonge, renforce ou module le système immunitaire

Référence :

GERDTS, V. et al (2013). *Carrier molecules for use in veterinary vaccines*. *Vaccine* 31(4): 596–602.

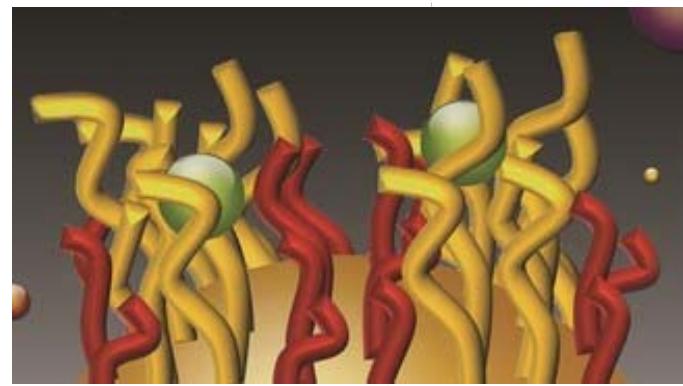
Un nanovelcro pour détecter la présence de mercure dans la chaîne alimentaire

Une équipe de chercheurs helvético-américaine a mis au point un système de détection ultraprecis et facile d'utilisation de l'ion méthylmercure.

Le méthylmercure est la forme la plus courante du mercure. Il s'accumule le long de la chaîne alimentaire, notamment dans la chair de certains poissons prédateurs tels que les thons ou les espadons. Chez l'homme, le mercure peut être dangereux pour la santé, en particulier chez les femmes enceintes, car il peut entraîner des troubles du développement du système nerveux chez le fœtus. Or, jusqu'à présent, les moyens de contrôle existants se révèlent coûteux et complexes, ne permettant pas des vérifications en continu ou du moins régulières.

Les équipes de l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) et de la *Northwestern University* viennent de développer un nanovelcro capable de détecter et de piéger le méthylmercure. Cette technologie, facile d'utilisation, se compose d'une languette de verre recouverte d'un film de nanoparticules recouvertes de poils. On trempe dans l'eau la languette. Quand un ion – une particule dotée d'une charge positive, comme le méthylmercure ou l'ion cadmium – se retrouve entre deux poils, ces derniers se referment et piègent le polluant. Un simple appareil de mesure

du courant électrique est nécessaire pour déduire le nombre de particules retenues : plus le nanovelcro capture d'ions, plus il est conducteur. Il suffit alors de mesurer le courant électrique à travers la nanostructure pour déduire combien de particules polluantes sont piégées.



© Northwestern University

Cette méthode, présentée dans la revue *Nature Materials*, permet le contrôle facile et à moindre coût de la concentration de méthylmercure dans l'eau. La fabrication d'une languette ne coûte pas plus de dix euros et le prix des appareils de mesure n'excède pas quelques milliers d'euros. L'analyse peut être effectuée sur le terrain, et les résultats sont immédiatement disponibles, contrairement aux méthodes conventionnelles où il est souvent nécessaire d'envoyer des prélèvements dans un laboratoire.

En jouant sur la longueur des nanopoils, les chercheurs peuvent cibler les types de polluants à capturer. Selon les chercheurs, le méthylmercure a, notamment, des propriétés telles qu'il est extrêmement facile de le piéger sans attraper au passage d'autres substances. Les résultats sont donc particulièrement fiables avec une précision à des concentrations infimes ($10-15 \text{ mol/m}^3$).

Les chercheurs ont notamment testé leur système dans le Lac Michigan, au large de Chicago, afin de comparer leurs résultats à ceux de la *Food and Drug Administration*. Malgré la forte industrialisation de la région, le niveau de mercure était extrêmement bas, tout comme les résultats obtenus par des moyens conventionnels. Ils ont également analysé un

poisson mangeur d'algues de la région des Everglades, en Floride, une espèce qui n'accumule pas beaucoup de mercure car elle ne se trouve pas très haute dans la chaîne alimentaire. L'équipe a été en mesure de détecter même les quantités extrêmement infimes de mercure présentes dans cet organisme.

Les chercheurs tentent maintenant d'adapter ce système à d'autres particules et sont d'ores et déjà parvenus à détecter, avec un très bon niveau de précision, le cadmium, un autre métal lourd polluant.

Références :

CHO, E.S., et al. (2012). *Ultrasensitive detection of toxic cations through changes in the tunnelling current across films of striped nanoparticles*. *Nature Materials* 11 :978–985.

École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL). *Un nano-velcro pour détecter le mercure*. Communiqué de presse du 10 septembre 2012. En ligne : <http://actu.epfl.ch/news/un-nano-velcro-pour-detecter-le-mercure/>.

Une réglementation sur la nanotechnologie est-elle nécessaire?

Collaboration : David Carter, Conseiller en veille et en prospective au ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche, de la Science et de la Technologie

Oui, selon l'*Institute of Environmental and Human Health* du Texas. Afin de prévenir de futurs effets indésirables des produits issus de la nanotechnologie, des chercheurs de cet institut proposent une approche multifacettes qui inclut une réglementation axée sur l'analyse de cycle de vie. La recherche, la sensibilisation du public et la couverture médiatique constituent les autres facettes de l'approche proposée.

D'après les chercheurs, l'analyse du cycle de vie des nanomatériaux doit certes inclure les aspects environnementaux et économiques, mais aussi les aspects sociaux : préférences, normes, pression. Seule une approche globale permet d'analyser adéquatement les effets sur la santé et l'environnement d'une innovation technologique, telle la nanotechnologie.

La réglementation sur la nanotechnologie requiert une coopération accrue et une meilleure transmission du savoir des scientifiques vers les entreprises. La première étape en ce sens est d'accroître le savoir scientifique afin de déterminer dans quelle mesure la législation actuelle nécessite de nouvelles réglementations.

Plus de recherche...

Afin de surmonter le débat entre la protection environnementale et la croissance économique, un cadre doit intégrer les connaissances scientifiques et les perceptions sociétales liées aux effets économiques de la nanotechnologie. La recherche scientifique doit se dérouler dans un large éventail de domaines : génie des matériaux, chimie environnementale, toxicologie et science médicale...

La recherche scientifique et l'évaluation du cycle de vie sont aussi essentielles à la gouvernance des nanotechnologies. Ces analyses généreront des données essentielles pour la prise en considération des normes sociales et économiques. Les données obtenues seront vitales pour mieux informer, non seulement les secteurs gouvernementaux et industriels, mais aussi le grand public.

Pour un public averti...

En matière de gouvernance de la nanotechnologie, la sensibilisation du public peut influencer le développement et la mise en œuvre de la réglementation. En raison de la complexité de la nanotechnologie, de l'émergence rapide de différents nanomatériaux et des connaissances actuelles, le grand public n'est pas bien informé sur les effets des nanomatériaux tant sur la santé, sur l'environnement que sur l'innocuité.

Une présentation simple, honnête et fiable d'informations relatives aux nanomatériaux est cruciale afin d'informer la population et favoriser

le développement de politiques efficaces en matière de nanotechnologie. La formation du public devrait inclure les avantages et les risques potentiels associés aux nanomatériaux. Cette information fondamentale réduit la controverse et les craintes engendrées chez le public en raison de risques inconnus, en particulier dans les produits alimentaires.

Qui veut en savoir plus!

La sensibilisation du public augmente son intérêt d'en savoir plus sur les nanotechnologies, ce qui entraîne une plus grande couverture médiatique. Avec plus de recherches couvertes par les médias, la compréhension des multiples facettes de la nanotechnologie augmente chez le grand public. Les médias jouent ainsi un rôle de courroie de transmission entre l'industrie et le public sur les nanotechnologies, vital pour accroître la sensibilisation du public en matière de nanotechnologie. La communication des informations doit toutefois s'appuyer sur des données scientifiquement valides.

Conclusion

Les auteurs estiment que les limitations de la réglementation actuelle pourraient provoquer une cascade des risques tout au long de la chaîne de production des nanomatériaux (fabrication, distribution, utilisation et élimination). Une gouvernance efficace de la nanotechnologie devrait être fondée sur la recherche scientifique qui comble les lacunes des connaissances de base. Cette recherche améliore aussi l'évaluation du cycle de vie, ce qui permet de mieux comprendre les impacts des nanomatériaux sur l'environnement et sur la santé. Les gouvernements devraient élaborer une approche réglementaire intégrée en matière de nanotechnologie axée sur le savoir scientifique.

Selon les auteurs, l'implantation d'une telle réglementation permettrait d'éviter de gérer la protection environnementale des nanomatériaux de façon réactive.

Référence :

WANG, J. et al. (2013). *Necessity and approach to integrated nanomaterial legislation and governance*. *Science of the Total Environment* 442: 56–62.

Quel sort attend les matières plastiques, les nanomatériaux et les contaminants synthétiques émergents présents dans l'océan et quelles sont les incidences liées à cette présence?

Collaboration : Julie Boyer, Conseillère en innovation, Direction générale des pêches et de l'aquaculture commerciales, MAPAQ

Cette question compte parmi les 40 priorités de recherche définies dans le cadre d'un atelier collaboratif ayant réuni 22 experts canadiens et étrangers des sciences de la mer.

Les océans ont une importance fondamentale pour l'environnement, la culture, la santé publique, l'économie et la société. À la demande du Consortium universitaire canadien en sciences de la mer, le Conseil des académies canadiennes (CAC) a mené cette activité de consultation qui a abouti à la rédaction du rapport d'atelier « Les 40 questions prioritaires pour la recherche canadienne en sciences de la mer », publié en juillet 2012.

Les 40 questions de recherche prioritaires, si elles trouvaient réponse, permettraient de mieux aborder les possibilités et les défis reliés aux sciences de la mer qui se présenteront au Canada. Elles sont groupées sous quatre thèmes :

1. Améliorer la compréhension scientifique fondamentale;
2. Réaliser la surveillance, les données et la gestion de l'information;
3. Comprendre les incidences des activités humaines;
4. Éclairer les processus de gestion et de gouvernance.

Un des experts du groupe réuni par le CAC, le Dr Émilien Pelletier de l'UQAR/ISMER, a présenté un aperçu des questions prioritaires lors de la 11^e édition du Forum québécois en sciences de la mer, tenue à Rimouski les 27 et 28 novembre dernier.

Pour en savoir plus, ou pour télécharger une copie du rapport du CAC, suivez ce lien :
http://sciencepourlepublic.ca/fr/assessments/other/ocean_science_phase_one.aspx.

Les biosenseurs – secteur clé des nanotechnologies

C'est ainsi que la Newsletter internationale *FoodNavigator* titrait son article le 4 décembre 2012. La nanobiotechnologie et les nano-biosenseurs ont un potentiel considérable de développement pour le secteur alimentaire.

Cet article faisait référence à une revue de littérature publiée dans *l'International Journal of Food Science and Technology* qui relate que la nanotechnologie prend de plus en plus de place dans les travaux de recherche dédiés au secteur alimentaire.

Des applications prometteuses sont déjà en cours de développement dans les domaines des systèmes de distribution des nutriments à travers la nano-encapsulation de composés bioactifs, ou encore avec les nanobiofilms comestibles pour conserver les fruits ou les légumes. Toutefois, selon les auteurs de trois universités brésiliennes, un des secteurs-clés des nanotechnologies pour le domaine alimentaire demeure l'utilisation et le développement de nouveaux biosenseurs.

Les biosenseurs, comme des nez ou des langues électroniques, peuvent évaluer la saveur mais aussi la toxicité éventuelle d'un produit (ex. fermentation). Des biosenseurs conçus à l'aide de nanocomposantes, peuvent détecter par exemple les contaminations fongiques des grains (mycotoxines) ou des bactéries pathogènes comme la salmonelle, *Escherichia coli* et la listeria.

Cet article examine également la demande et les avantages de la nanotechnologie dans les différents domaines de l'industrie alimentaire. Les auteurs concluent que les progrès des nanotechnologies augmenteront sans aucun doute la sécurité et la qualité de la nourriture et surtout diminueront le temps de détection de pathogènes.

Pour lire le résumé sur FoodNavigator :
<http://www.foodnavigator.com/content/view/print/705184>.

Pour la référence complète de l'article :

DURÁN, N. et P. D. MARCATO (2012). *Nanobiotechnology perspectives. Role of nanotechnology in the food industry: a review*. *International Journal of Food Science & Technology*. doi: 10.1111/ijfs.12027. Version en ligne (*Early view online version*).

Les nanomatériaux doivent maintenant être déclarés en France

Les nanoparticules sont de plus en plus utilisées dans les produits de consommation, notamment dans les cosmétiques comme les crèmes solaires, les matériaux de construction, les articles de sport, etc. car elles présentent des propriétés particulières. Les risques et les usages des nanoparticules ne sont pas encore tous connus.

Une réglementation française oblige, à compter du 1^{er} janvier 2013, l'ensemble des fabricants, distributeurs ou importateurs à déclarer les usages de substances à l'état nanoparticulaire ainsi que les quantités annuelles produites, importées et distribuées sur le territoire français. Cette déclaration est annuelle et sera réalisée par voie électronique sur un site Internet gouvernemental sécurisé avant le 1^{er} mai et avec les données de l'année civile précédente.

La déclaration des substances à l'état nanoparticulaire venant tout juste d'entrer en vigueur, les premières déclarations seront donc relatives à l'année 2012. Cette initiative est une première en Europe.

La déclaration est obligatoire lorsqu'au moins 100 grammes de substance à l'état nanoparticulaire ont été produits, distribués ou importés sur le territoire.

Cette déclaration permettra de mieux connaître les substances à l'état nanoparticulaire présentes sur le marché et leurs usages. Elle permettra un suivi des nanomatériaux dans les différentes filières d'utilisation, une meilleure connaissance du marché et des volumes commercialisés et une collecte d'informations par rapport à leurs propriétés toxicologiques.

De premières informations seront également mises à la disposition du public d'ici la fin de l'année 2013.

Les textes législatifs et réglementaires encadrant la déclaration annuelle sont les suivants :

- Code de l'environnement – partie législative : articles L. 523-1 à L. 523-5
- Code de l'environnement – partie réglementaire : articles R. 523-12 à D. 523-22

- Arrêté du 6 août 2012 relatif au contenu et aux conditions de présentation de la déclaration annuelle des substances à l'état nanoparticulaire, pris en application des articles R. 523-12 et R.523-13 du code de l'environnement

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) gèrera les données recueillies.

Les déclarations et l'ensemble de la documentation pertinente sont sur le site Internet R-Nano.fr.

Références :

Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES). *R-Nano.fr. Déclaration des substances à l'état nanoparticulaire* En ligne : <https://www.r-nano.fr/>.

Ministère de l'Écologie et du Développement durable. Questions/Réponses sur la déclaration des substances à l'état nanoparticulaire (R-nano.fr).

Version du 17 décembre 2012 : http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/FAQ_17122012-2.pdf.

Note : une base de données sur le nouveau sujet d'actualité des nanotechnologies dans le bioalimentaire est en élaboration. Vous pouvez communiquer avec la responsable de cette cellule de veille pour obtenir des documents ou en fournir des nouveaux. Si vous avez des sujets que vous souhaitez voir traiter dans ce bulletin de veille, veuillez communiquer avec la responsable aux coordonnées ci-dessous.

Ce bulletin est destiné aux membres de la cellule de veille Nano et ne peut être diffusé sans l'autorisation préalable des responsables.

MAPAQ

Pour de plus amples renseignements sur le contenu de ce bulletin ou pour transmettre des informations et/ou des commentaires, vous pouvez vous adresser à :

Madame France Brunelle, biochimiste Ph. D.
Conseillère scientifique experte en biotechnologie
Direction de l'appui à la recherche et à l'innovation
200, chemin Sainte-Foy, 10^e étage
Québec (Québec) G1R 4X6

Téléphone : 418 380-2100, poste 3196
Télécopie : 418 380-2162
Messagerie : france.brunelle@mapaq.gouv.qc.ca

*Soyez des nôtres
à la prochaine*
Cellule de veille Nano
