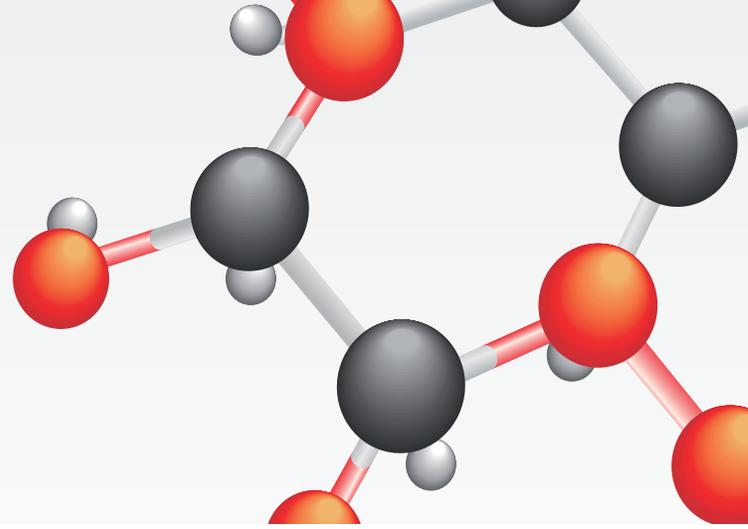


LES NANOTECHNOLOGIES DANS LE BIOALIMENTAIRE

VEILLE TECHNIQUE
ET SCIENTIFIQUE



NUMÉRO 19 | MAI 2016

1 Le *United States Department of Agriculture* annonce des investissements de 5,2 millions de dollars dans la recherche liée aux nanotechnologies

2 Une première mondiale bientôt offerte au Centre de recherche industrielle du Québec : l'imprimante 3D NANO à échelle moléculaire

3 Évaluation du potentiel de migration des nanoparticules d'argent de faible densité à partir des emballages alimentaires

4 Exposition orale et devenir dans l'intestin des nanoparticules alimentaires : exemples du dioxyde de titane et de l'argent

6 Une image 3D nano de la structure des aliments pourrait réduire les coûts et le gaspillage alimentaire

7 Les nanoparticules peuvent augmenter la stabilité et la biodisponibilité du resvératrol

8 Nanotechnologies en agriculture : les prochaines étapes pour mieux comprendre les risques

9 Nouvelles brèves

11 Aussi parus récemment...

Le *United States Department of Agriculture* annonce des **investissements de 5,2 millions de dollars** dans la recherche liée aux nanotechnologies

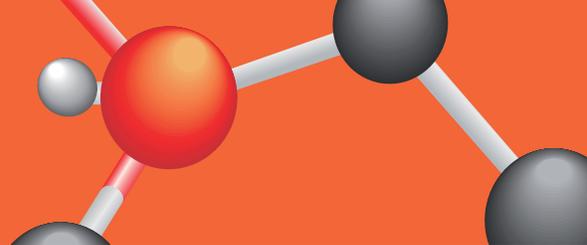
À la fin de mars 2016, un communiqué du *United States Department of Agriculture* (USDA) portait sur des investissements majeurs dans la recherche liée aux nanotechnologies. Le Secrétaire à l'agriculture Tom Vilsack annonçait en effet que plus de 5,2 millions de dollars américains seraient investis pour soutenir ce type de recherche dans 11 universités.

Les universités en question travailleront à trouver, entre autres, des solutions visant à améliorer la sécurité alimentaire et les carburants renouvelables, à augmenter les rendements des cultures et à contrôler les parasites agricoles. Les subventions ont été accordées dans le cadre de l'Initiative de recherche en agriculture et en alimentation (*Agriculture and Food Research Initiative [AFRI]*), un programme de subventions évaluées par les pairs pour les recherches fondamentales et appliquées du domaine agricole. Selon M. Vilsack, les nanotechnologies offrent des possibilités importantes pour l'accroissement de la sécurité alimentaire étant donné l'augmentation globale de la population.

Avec ces subventions, l'Université d'Auburn propose de travailler au développement d'un nouveau système de suivi et de détection des pathogènes d'origine alimentaire. L'Université du Mississippi mettra au point, pour le bois, un traitement antifongique et retardateur de flammes à base de nano-chitosane. Par ailleurs, à l'Université du Wisconsin, les experts des nanotechnologies, de la biologie moléculaire et des maladies de la volaille élaboreront des vaccins à base de nanoparticules destinés à la volaille. L'Université de Géorgie, quant à elle, a déjà commencé un projet de développement d'un biosenseur à base de nanocomposites pour détecter les pathogènes fongiques responsables de la production de composés volatiles dans les cultures. Enfin, l'Université du Massachusetts travaillera à concevoir une plateforme plus performante pour la détection des pathogènes dans les aliments. ■

Référence :

USDA News Release. *USDA Announces \$5.2 Million For Nanotechnology Research*, Release No. 0078.16, Washington, March 30, 2016. En ligne : <http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome?contentid=2016/03/0078.xml&contentidonly=true>



Une première mondiale bientôt offerte au Centre de recherche industrielle du Québec : l'imprimante 3D NANO à échelle moléculaire



« les experts du CRIQ nous aideront grandement à faire connaître l'imprimante NANO 3D afin qu'il soit maintenant possible de réaliser des objets et des structures 3D d'une précision inégalée »

Le Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ) et l'entreprise Nanogrande ont conclu une entente pour poursuivre le développement et faciliter la commercialisation de la toute première imprimante 3D permettant de créer des objets à partir de nanoparticules de métal, de polymères et de matières organiques aussi petites que des molécules d'ADN.

En vertu de cette entente, Nanogrande, qui a mis au point l'imprimante 3D NANO, continuera les travaux relatifs à cette technologie au CRIQ, où elle bénéficiera du soutien d'une équipe d'experts et d'une vitrine technologique pour promouvoir son produit.

Un équipement bientôt offert aux entreprises voulant en faire l'essai

Intégrée au laboratoire de fabrication additive de Québec du CRIQ, l'imprimante 3D NANO sera aussi utilisée par cet organisme à l'interne et à des fins commerciales. Par conséquent, les entreprises québécoises auront également un accès prioritaire à cet équipement pour le développement de leurs propres produits.

« En plus de bonifier l'offre du CRIQ en fabrication additive, cette entente est en lien direct avec le mandat de faire croître l'expertise québécoise en impression 3D que nous a confié le gouvernement du Québec », a mentionné M. Laurent Côté, vice-président à la recherche, à l'innovation et aux partenariats au CRIQ.

Pour M. Juan Schneider, président-directeur général de Nanogrande, « les experts du CRIQ nous aideront grandement à faire connaître l'imprimante NANO 3D afin qu'il soit maintenant possible de réaliser des objets et des structures 3D d'une précision inégalée ».

À propos du CRIQ

Depuis plus de 45 ans, le CRIQ a pour mission de contribuer à la compétitivité des secteurs industriels québécois et à la croissance des organismes en soutenant l'innovation, la productivité ainsi que les exportations et en créant des partenariats pour élargir son offre de service. Avec près de 200 employés et des laboratoires situés à Québec et à Montréal, le CRIQ réalise près de 2 000 mandats par année.

À propos de Nanogrande

L'entreprise Nanogrande, située à Laval, a développé la première imprimante 3D capable de fabriquer des objets à l'échelle moléculaire. Cette imprimante assemble des multicouches de particules d'une taille aussi petite que 1 nm, créant ainsi des objets 3D avec une définition sans précédent.

L'entreprise conçoit aussi des outils de revêtement, des processus de fabrication et des surfaces fonctionnelles nanométriques. ■

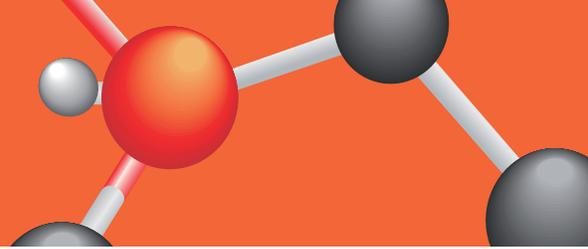
Références :

Portail Québec, Actualité gouvernementale, Fil d'information CNW Telbec, Québec, le 10 mai 2016.

En ligne : <http://www.fil-information.gouv.qc.ca/Pages/Article.aspx?motsCles=nano&listeThe=&listeReg=&listeDiff=&type=&dateDebut=2015-11-10&dateFin=2016-05-10&afichierResultats=oui&idArticle=2405105918>

Site Internet du CRIQ : www.criq.qc.ca

Site Internet de Nanogrande : www.nanogrande.com



Évaluation du potentiel de migration des **nanoparticules d'argent** de faible densité à partir des emballages alimentaires

Des chercheurs irlandais ont étudié des emballages alimentaires de polyéthylène recouverts de multicouches de nanoparticules d'argent de faible densité. Trois couches de nitrate d'argent à des concentrations de 0,5 %, de 2,0 % et de 5,0 % ont ainsi été évaluées.

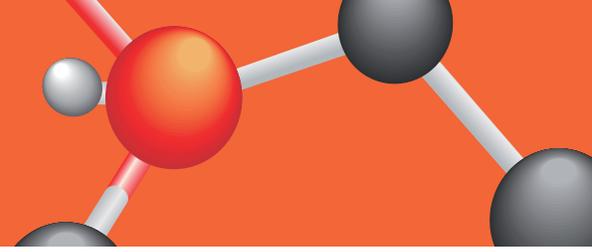
Les conditions expérimentales pour des études de migration par un chauffage au four (10 jours à 60 °C, 2 heures à 70 °C, 2 heures à 60 °C ou 10 jours à 70 °C) ont été choisies pour reproduire le pire cas d'une période d'entreposage de plus de 6 mois. La migration a été également mesurée par un chauffage aux micro-ondes. Les niveaux moyens de migration trouvés pour le chauffage au four ont été en moyenne de 0,01 à 1,75 mg/l de la solution de stimulation. Sous l'effet du micro-onde, la migration a été plus élevée. Elle semble également diminuer à des températures plus hautes sur un court temps d'exposition.

Les auteurs estiment que d'autres études sont nécessaires pour dresser un bilan complet. Toutefois, les résultats des migrations obtenus dans leur étude se situent près ou au-dessus des limites établies par la Commission européenne pour les substances non autorisées. ■



Référence :

HANNON, J.C., *et al.* (2016)
Assessment of the migration potential of nanosilver from nanoparticle-coated low-density polyethylene food packaging into food simulants. Food Additives & Contaminants : Part A. 33 (1) :167-178. En ligne : <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19440049.2015.1114184#.V0SYV40UU5s>



Exposition orale et devenir dans l'intestin des **nanoparticules alimentaires** : exemples du dioxyde de titane et de l'argent

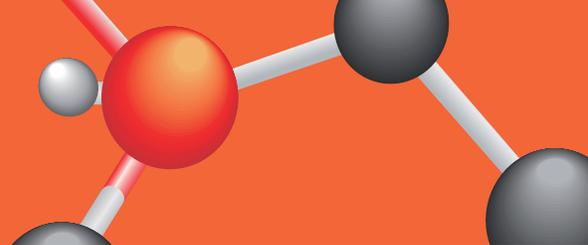
Étant donné l'utilisation croissante des produits nanomanufacturés dans de nombreux biens de consommation courante, notamment dans le secteur agroalimentaire, l'évaluation des conséquences d'une exposition chronique chez l'homme constitue un enjeu de santé publique.

La voie orale reste peu explorée, alors que des particules nanodimensionnées se trouvent dans certains additifs ou compléments alimentaires ou sont incorporées à des emballages en contact avec des aliments. Une fois ingérées, les nanoparticules sont susceptibles de transiter dans le tractus digestif, de subir des transformations et d'avoir un impact sur l'environnement luminal avant de franchir éventuellement la barrière épithéliale et de se distribuer de façon systémique.

Des chercheurs de l'Université de Toulouse et de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) ont effectué une revue de synthèse sur ce sujet où deux exemples sont principalement évoqués : le nano-dioxyde de titane et le nano-argent. Sur le plan alimentaire, le nano-dioxyde de titane (TiO₂) est utilisé sous sa forme ultrafine comme colorant blanc (additif E171 « food-grade ») dans les confiseries, les sauces, les dentifrices et les pâtisseries. Le nano-argent (Ag), quant à lui, est employé, par exemple, dans l'additif E174 ou encore dans des emballages alimentaires ou des revêtements d'outils de cuisine ou de réfrigérateurs. Ces produits ne sont toutefois pas offerts uniformément à l'échelle internationale.

Malgré leurs particularités et leurs différences, une relation étroite existe entre la réactivité physico-chimique et la biodisponibilité ou la biopersistance dans le tractus gastro-intestinal du nano-TiO₂ et du nano-Ag. Peu d'études ont porté sur les interactions entre le nano-TiO₂ ou le nano-Ag et le mucus ainsi que le microbiote, deux acteurs essentiels à l'homéostasie intestinale et à la santé générale de l'hôte, et susceptibles de conditionner la distribution des nanométaux vers le compartiment systémique.

L'absence de consensus clair sur la biodisponibilité, l'innocuité ou la toxicité du nano-argent est liée, du moins en partie, à la variabilité des conditions expérimentales utilisées dans l'ensemble des travaux recensés. Ainsi, les études diffèrent par la taille et le conditionnement des nanoparticules d'argent (ex. : présence de stabilisant ou d'enrobage). De plus, les modèles animaux (le rat, la souris et le porc, le plus souvent), les durées d'exposition variables (de 14 à 90 jours), la stratégie d'administration (à volonté, unique ou à intervalles réguliers), les doses administrées ainsi que des témoins différents rendent délicate toute extrapolation ou proposition de mécanismes d'action génériques.



Exposition orale et devenir dans l'intestin des **nanoparticules alimentaires** : exemples du dioxyde de titane et de l'argent (suite)

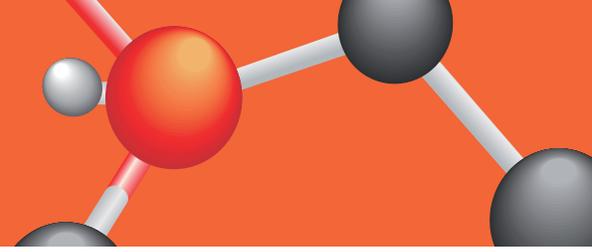
La structure de la matrice alimentaire et sa déconstruction tout au long du processus digestif peuvent également s'avérer des éléments clés dans la cinétique de disponibilité des nanoparticules, même si, à l'heure actuelle, de telles considérations sont rarement ou ne sont jamais intégrées à la réflexion et à la définition de la stratégie expérimentale.

Concernant la fonction de barrière « sélective » exercée par l'intestin, rares sont les travaux relatifs aux interrelations entre les nanoparticules et le mucus (piégeage, quantité et qualité du mucus) ou entre les nanoparticules et le microbiote intestinal (séquestration ou internalisation, effets bactériostatiques ou bactéricides et déséquilibre du microbiote intestinal).

Selon les chercheurs, l'ensemble des questions soulevées dans l'analyse témoigne du large champ exploratoire restant à couvrir pour une meilleure maîtrise des risques d'exposition aux nanoparticules chez l'humain. ■

Référence :

BONIN, M.M. *et al.* (2016).
*Exposition orale et devenir dans
l'intestin des nanoparticules
alimentaires : exemple de l'argent
et du dioxyde de titane. Cahiers
de Nutrition et de Diététique*
Sous Presse.



Une **image 3D nano** de la structure des aliments pourrait réduire les coûts et le gaspillage alimentaire

Des chercheurs du Danemark ont démontré que l'analyse des réseaux colloïdaux sur le plan nanométrique dans la structure des aliments pourrait être appliquée lorsque l'analyse de la qualité est cruciale.

Si l'échantillon alimentaire est inaltéré avant l'inspection, la méthode Ptychographic X-Ray Computed Tomography (PXCT) pourrait bien se révéler utile dans la phase de conception des produits, où la compréhension des défauts de fabrication ou des qualités est essentielle, et pour certains produits dont la structure n'a pu être analysée aussi finement jusqu'à maintenant.

La technique de nano-imagerie 3D PXCT offre une résolution spatiale de l'ordre de 100 nm. Elle fournit des renseignements quantitatifs en reconstituant en trois dimensions la répartition des densités d'électrons de l'échantillon complet. Cette technique repose sur le fait que des composants des aliments comme l'eau et le gras possèdent des densités d'électrons différentes (nombre d'électrons /volume).

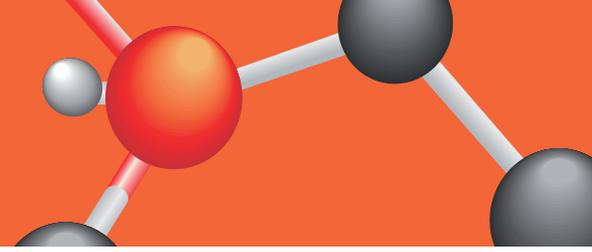
Dans l'étude, les chercheurs ont analysé, entre autres, une crème à base de gras végétaux. L'échantillon étudié avait des propriétés similaires aux structures d'aliments comme le fromage, le yogourt ou la crème glacée, tout en étant aussi solide que le chocolat. La technique PXCT a révélé que 98 % des globules de gras de cet échantillon étaient cimentés ensemble dans un réseau 3D de façon continue.

L'équipe de chercheurs estime qu'une échelle de densités d'électrons pourrait ainsi être développée et servir à identifier les différents ingrédients des aliments ainsi qu'à étudier leur emplacement dans la structure. Une meilleure compréhension de la structure de l'aliment permet de moduler cette dernière et d'obtenir la qualité de produits désirée sans trop d'essais et d'erreurs. ■

Références :

NIELSENA, M. S. et al. (2016). *Ptychographic X-ray computed tomography of extended colloidal networks in food emulsions*. *Food Structure* 7 : 21-28.

FoodNavigator. march, 31, 2016. Chu, Will, *Nano-3D-structure-of-food-could-lead-to-reduced-costs-and-waste*. En ligne : http://www.foodnavigator.com/Science/Nano-3D-structure-of-food-could-lead-to-reduced-costs-and-waste/?utm_source=Newsletter_Subject&utm_medium=email&utm_campaign=Newsletter%2BSubject&c=PYHrmnhbrFcmMIGVjQwxwQ%3D%3D



Les **nanoparticules** peuvent augmenter la stabilité et la biodisponibilité du resvératrol

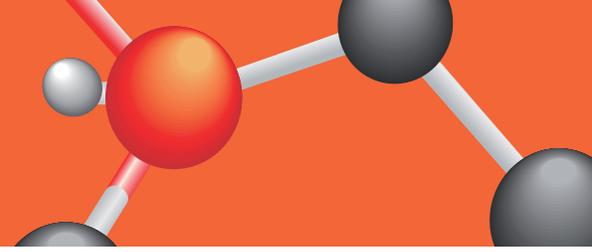
Le resvératrol est un polyphénol de la classe des stilbènes présent dans certains fruits comme le raisin, la mûre ou la cacahuète. On le trouve particulièrement, en quantité notable, dans le raisin et donc dans le vin, qui en est issu. Le resvératrol a été longuement étudié pour ses effets potentiels anticancéreux, anti-inflammatoires et antidiabétiques ou favorisant l'augmentation de l'endurance (énergie) et la protection contre la maladie d'Alzheimer. Mais l'administration du resvératrol par voie orale représente tout un défi, puisque ce composé est peu soluble, se dégrade rapidement et a un fort métabolisme. Des systèmes de nanotransporteurs simples, économiques et accessibles pourraient protéger le resvératrol de la photodégradation et aider à l'absorption à travers la barrière intestinale.

Des scientifiques de l'Université de Porto au Portugal ont rapporté que les nanoparticules lipidiques solides (NLS) et les transporteurs nanostructurés lipidiques (TNL) pourraient constituer des systèmes de support efficaces pour des suppléments de resvératrol et les produits nutraceutiques. Les deux « transporteurs » conçus avec du lipide de palmitate de cétyle avaient un diamètre moyen de 160 à 190 nm. La capacité de rétention du resvératrol par les nanotransporteurs était de 80 %. Les conditions intestinales reproduites dans l'expérience ont aussi démontré que les TNL augmentent la perméabilité intestinale au resvératrol, alors que les NLS n'entravent pas cette même perméabilité. Ces nanocapsules de resvératrol pourraient être consommées lors des repas, alors que la présence de sucs intestinaux augmente encore la perméabilité intestinale. ■

Référence :

NEVES, A.R., *et al.* (2016).
Nanoscale Delivery of Resveratrol towards Enhancement of Supplements and Nutraceuticals.
Nutrients 8(3), 131 (14 pages).
En libre accès: <http://www.mdpi.com/2072-6643/8/3/131>





Nanotechnologies en agriculture : les prochaines étapes pour mieux comprendre les risques

Les utilisations potentielles des nanotechnologies commencent à être mieux connues, notamment la possibilité de produire des aliments à des coûts inférieurs, en utilisant moins d'énergie et en générant moins de déchets. Il demeure toutefois encore des questions sur les risques potentiels de ces technologies. Une littérature importante sur l'évaluation de la toxicité des nanomatériaux pour les espèces végétales terrestres et agricoles est en voie de constitution. Cependant, une grande partie de cette littérature porte sur des études à court terme, avec des doses élevées de nanomatériaux et des scénarios d'exposition souvent menés dans des milieux modèles.

Bien qu'il soit important de déterminer le risque inhérent aux nanomatériaux, ces études sont insuffisantes pour l'évaluation du risque réel auquel sont exposés les systèmes agricoles, y compris les récepteurs sensibles tels que les humains. Bien que la littérature existante soit quelque peu contradictoire, les conclusions générales semblent suggérer une toxicité faible ou modérée pour les espèces de plantes terrestres.

Une approche systémique est maintenant nécessaire pour détecter de façon plus subtile les impacts de l'exposition aux

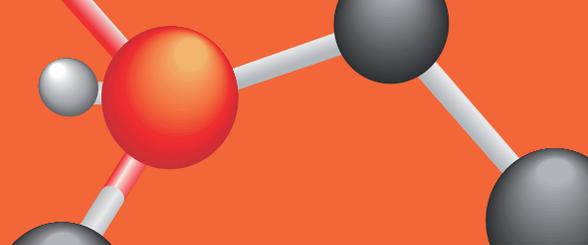
nanomatériaux dans les systèmes agricoles. Des chercheurs de la Station expérimentale en agriculture du Connecticut ont recensé la littérature sur le sujet pour relever les lacunes en matière de connaissances et les domaines de recherche qui devront être approfondis dans les prochaines années pour caractériser pleinement les risques et les avantages de l'utilisation des nanomatériaux dans les systèmes agricoles.

Les lacunes décelées sont les suivantes :

- les impacts sur la qualité nutritionnelle;
- le manque d'études intergénérationnelles et d'études sur les transferts trophiques dans la chaîne alimentaire;
- l'analyse de la toxicité pour les plantes selon des concentrations plus réelles de nanocomposantes (ex. : 1 à 100 mg/kg) et en fonction de l'ensemble du cycle de vie des espèces, y compris les tissus comestibles et la qualité des aliments qui en seront issus;
- l'empreinte sur la rhizosphère et les endosymbiotes;
- l'accumulation de copolluants ou les risques de toxicité dans les cultures vivrières. ■

Référence :

SERVIN, A.D., et J.C. WHITE (2016). *Nanotechnology in agriculture: Next steps for understanding engineered nanoparticle exposure and risk*. *NanoImpact* 1: 9-12. En libre accès: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452074815300185>



Nouvelles brèves

Une nouvelle définition des nanomatériaux sera annoncée à l'automne par la Commission européenne

Une mise à jour de la définition des nanomatériaux d'ingénierie est attendue pour septembre ou octobre prochain, a annoncé le directeur général de la santé (unité des procédés de transformation alimentaire et des aliments nouveaux) de la Commission européenne, le Dr Rafael Pérez Berbejal. Des changements sont prévus au regard du seuil du nombre de nanoparticules présentes, entre autres, dans les aliments et dans le libellé de la définition du terme « nano ». Cette nouvelle réglementation devrait entrer en vigueur le 1^{er} janvier 2018.

Source :

EU Nanomaterial Definition Expected this Autumn, Says Commission, FOODnavigator, 14 avril 2016.

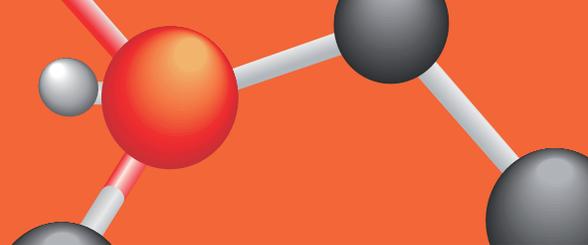
En ligne : <http://www.foodnavigator.com/content/view/print/1245140>

Applications des nanotechnologies pour le secteur des aliments fonctionnels : occasions et défis

Harjinder Singh de l'Université Massey en Nouvelle-Zélande a effectué une revue de la littérature portant sur les applications potentielles et les défis liés à l'utilisation des nanotechnologies dans le domaine des aliments fonctionnels. Plusieurs défis demeurent présents, comme la découverte des composés bénéfiques, l'établissement de niveaux d'absorption optimaux et le développement de matrices pour la libération des formulations des produits. Un certain nombre de nouveaux procédés et de matériaux issus des nanotechnologies peuvent fournir de nouvelles solutions sur plusieurs de ces fronts. En choisissant soigneusement les composants moléculaires, il semble possible de concevoir des particules ayant différentes propriétés de surface. Plusieurs nanovéhicules, tels que des coacervats de protéines-polysaccharides, des nano-émulsions, des liposomes et des structures cochléaires de petite taille, ont été développés à l'échelle des laboratoires, mais ont donné lieu à peu d'applications dans les systèmes alimentaires réels. Les préoccupations du public concernant les effets négatifs potentiels sur la santé humaine des systèmes de distribution basés sur les nanotechnologies sont aussi à prendre en considération.

Source :

SINGH, H. (2016). *Nanotechnology Applications in Functional Foods; Opportunities and Challenges*. *Preventive Nutrition and Food Science*, 21(1): 1-8. En libre accès : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4827628/pdf/pnfs-21-001.pdf>



Nouvelles brèves (suite)

Le potentiel des nanotechnologies en agriculture

Une équipe de chercheurs brésiliens et italiens ont cosigné un article, dans la publication *Frontiers in Environmental Science*, portant sur le potentiel des nanotechnologies en agriculture. Des données scientifiques récentes indiquent que les nanotechnologies sont susceptibles d'avoir un impact positif sur le secteur agroalimentaire, notamment pour minimiser les effets négatifs des pratiques agricoles sur l'environnement et la santé humaine, et améliorer la sécurité alimentaire de même que la productivité, promouvant ainsi l'équité sociale et économique. Ces chercheurs présentent un rapport sur les tendances récentes de systèmes basés sur des nanomatériaux ou des nanodispositifs qui pourraient fournir des avantages pour la chaîne alimentaire : libération contrôlée des substances nutritives, des pesticides et des engrais; nanosenseurs pour la gestion des pratiques agricoles, la qualité alimentaire et la sécurité.

Source :

FRACETO, L., et al. (2016). *Nanotechnology in Agriculture : Which Innovation Potential Does It Have?* *Frontiers in Environmental Science* 4 (article 20). En libre accès: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fenvs.2016.00020/full>

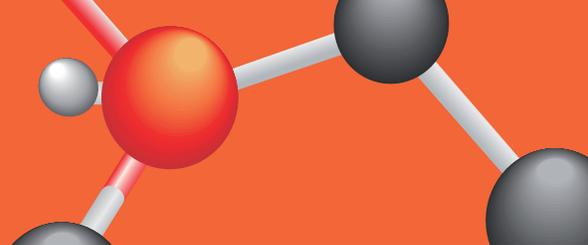


L'acceptation des nanotechnologies par les consommateurs italiens

Des chercheurs de l'Université de Naples ont étudié les attitudes des consommateurs italiens à l'égard d'un ensemble d'applications des nanotechnologies dans le domaine alimentaire. Ils voulaient déterminer les principaux facteurs qui influencent leur volonté d'acheter ou non des nano-aliments. Ils ont aussi distingué les facteurs liés aux produits, en ce qui a trait aux risques et aux avantages perçus, des facteurs psychologiques. En tout, 300 personnes ont répondu à un questionnaire portant sur leur motivation à acheter six nano-aliments (crème glacée plus onctueuse avec la même teneur en matières grasses, sel et sucre qui ne forment pas de grumeaux avec l'humidité, jus de fruits enrichis de molécules bioactives, pain enrichi d'oméga-3, bière dans une bouteille de plastique, viande dans un emballage alimentaire antimicrobien). Les répondants ont montré une certaine réticence à acheter des aliments produits à l'aide des nanotechnologies. Les estimations du modèle économétrique indiquent que leur choix est influencé par la perception des risques et des avantages par rapport aux six nano-aliments à l'étude, le niveau de néophobie et le niveau de confiance en l'industrie alimentaire.

Source :

SODANO, V. et al. (2016). *Consumer acceptance of food nanotechnology in Italy.* *British Food Journal* 118(3):714-733.



Aussi parus récemment...

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

Madame France Brunelle,

biochimiste Ph. D.

Conseillère scientifique expert en biotechnologie

Direction de l'appui à la recherche et à l'innovation

200, chemin Sainte-Foy, 10^e étage
Québec (Québec) G1R 4X6

☎ 418 380-2100, poste 3196

📠 418 380-2162

✉ france.brunelle@mapaq.gouv.qc.ca

Applications des nanotechnologies dans la production et le contrôle de qualité du vin

MONGE, M. *et al.* (2016). Livre « Wine Safety, Consumer Preference, and Human Health » : pp : 51-69.

La bioencapsulation des pesticides par les nanotechnologies

RENATO, G. *et al.* (2016) Journal of Nanoscience and Nanotechnology 16 (1) : 1231-1234

Les opportunités des nanotechnologies dans les sciences végétales

WANG, P. *et al.* (2016) Trends in Plant Science, Avril. Sous presse

La migration de nanoargile à partir de matériaux d'emballage alimentaire

ECHEGOYEN, Y. *et al.* (2016). Food Additives & Contaminants : Part A 33(3) :530-39.

Les nanotechnologies à la convergence de l'innocuité et de la sécurité alimentaire

KAGAN, C. R. (2016). ACS Nano 10:2985-2986.

Plateforme antibactérienne composée de nanostructures pour le contrôle des pathogènes alimentaires

PYRGIOTAKIS, G. *et al.* (2016). Scientific Report 6 :21073.

Les nanoparticules présentes naturellement dans les aliments

ROGERS, M. A. (2016). Current Opinion in Food Science 7 :14-19.

Nanotechnologie alimentaire, utilisations, préoccupations et règles de sécurité

COUCH, L. M. *et al.* (2016). AgroFood Industry Hi Tech 27(1), January/February.

Nouvelles technologies pour l'encapsulation des composés bioactifs dans les aliments

SANTIAGO, L. G. *et al.* (2016). Current Opinion in Food Science 7 :78-85.

Les besoins de recherche en techniques analytiques pour la détection des nano-matériaux d'ingénierie dans les aliments

GRIEGER, K. D. *et al.* (2016). Trends in Food Science & Technology 50 :219-29.

Emballage alimentaire antimicrobien avec des nanofilms contenant de l'huile essentielle de cannelle

WEN, P. *et al.* (2016). Food Chemistry 196 :996-1004.

Évaluation de l'impact d'une nano-émulsion à base d'huile essentielle de tournesol sur les propriétés physicochimiques de la truite arc-en-ciel pendant l'entreposage

SHADMAN, S. *et al.* (2016). LWT – Food Science and Technology sous presse, DOI : 10.1016/j.lwt.2016.01.073

*Développement d'un biosenseur à base de nanoparticules d'or pour détecter *Brettanomyces bruxellensis* dans le vin*

VIZZINI, P. *et al.* (2016). Sensors and Actuators B : chemical 196 :996-1004

Nouvel outil à base de nanoparticules pour le contrôle des infections aux nématodes chez les plantes

BHAU, B. S. *et al.* (2016). Livre « Microbial Inoculants in Sustainable Agricultural Productivity » : pp : 253-269

Nouveau film pour les emballages actifs à base de polysaccharide de soya et de nanoparticules d'oxyde de zinc

SALARBASHI, D. *et al.* (2016). Carbohydrate Polymers 140 :220-227

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

SOYEZ DES NÔTRES À LA PROCHAINE
CELLULE DE VEILLE NANO

