

Un grand nombre de substances sont ajoutées aux aliments pour obtenir un effet aromatique, conservateur, humectant, texturant, stabilisant, épaississant, colorant, émulsifiant ou antimicrobien. Divers nanomatériaux en font partie¹. Dans un contexte où la définition européenne des nanomatériaux est en refonte et où une obligation d'étiquetage des nano-ingrédients est en cours d'application, l'industrie agroalimentaire est appelée à sécuriser ces usages.

1. Trois catégories de nanomatériaux dans l'agro-alimentaire

Dans le secteur agroalimentaire, les nanomatériaux sont utilisés en tant que tels ou intégrés à des polymères. On distingue les nanomatériaux organiques, inorganiques et les combinés organiques-inorganiques. Les premiers sont des nanocapsules ou nanosphères lipidiques (micelles ou liposomes), protéiques (à base de caséine) ou à base de polysaccharides (amidon, cellulose, chitosane, chitine, alginate, pectine) renfermant des additifs alimentaires, mais aussi des médicaments ou des pesticides.

Les nanomatériaux inorganiques sont des métaux et des éléments minéraux : notamment argent, titane, zinc, aluminium, cuivre, argiles, nanotubes de carbone (ceux-ci uniquement dans les emballages). Les nanomatériaux combinés, ou nanocomposites, sont utilisés pour les emballages. Ils comprennent des métaux ou des minéraux (argile montmorillonite) incorporés dans des polymères organiques biocompatibles et plus ou moins biodégradables. Les polymères sont par exemple des polyamides (PA), polyoléfines, l'éthylène-acétate de vinyle (EVA), le polyéthylène téréphtalate (PET), l'acide polylactique (PLA) et le polyhydroxybutyrate (PHB).

D'après un inventaire approfondi², les nanomatériaux les plus fréquemment utilisés dans l'industrie agroalimentaire sont les nanocapsules organiques, l'argent, le dioxyde de titane et la silice amorphe.

2. Applications dans le secteur agroalimentaire

2.1. Agriculture

- Nanocapsules pour la libération de pesticides ou d'engrais
- Nanocapteurs pour la détection de pathogènes

2.2. Ingrédients de produits alimentaires

- Nanocapsules pour augmenter la biodisponibilité et l'absorption de nutriments tels que les phytostérols, les vitamines, oméga 3...
- Nanocapsules contenant des exhausteurs de goût et molécules aromatiques
- Nanocapsules de polysaccharides comme agents gélifiants et épaississants
- Anti-agglomérants : le principal est le dioxyde de silicium SiO₂ (silice amorphe, ou E551), autorisé sous forme micrométrique mais qui contient une part de nanoparticules.
- Colorants : le principal est le dioxyde de titane TiO₂ (E171), colorant blanc autorisé depuis 1969 sous forme micrométrique (confiseries, pâtisserie...) et dont une part (20 à 45 %) est constituée de nanoparticules.

2.3. Emballages ou matériaux de contact alimentaire (FCM, Food Contact Materials)

En Europe, le règlement 1935/2004 distingue 17 types de matériaux pouvant se trouver au contact avec les aliments : les matières plastiques, les celluloses régénérées, les élastomères et le caoutchouc, les papiers et cartons, les céramiques, le verre, les produits textiles, etc. Les FCM plastiques suivent un règlement spécifique (10/2011) : trois nanomatériaux y sont autorisés : le nitrure de titane (TiN, FCM 807) ajouté au PET ; le noir de carbone (FCM 411), et la silice amorphe (FCM 504).

Les nanomatériaux ont 4 grandes applications pour les emballages :

- Effets barrière contre l'air, les ultra-violets ou les pathogènes, qui augmentent la durée de vie des produits.
- Matériaux actifs incorporant des minéraux antimicrobiens ou capteurs d'oxygène- Matériaux « intelligents » (règlement EC N° 450/2009) : détection de pathogènes et de substances chimiques (toxines), surveillance de la température et de l'humidité
- Revêtements antimicrobiens (à base de nanoargent surtout)

¹ Voir le dossier très complet de Veille Nanos : <http://veillenanos.fr/wakka.php?wiki=NanoAlimentation>

² RIKILT and JRC, 2014. Inventory of Nanotechnology applications in the agricultural, feed and food sector. EFSA supporting publication 2014:EN-621, 125 pp. http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific_output/files/main_documents/621e.pdf

3. Les risques

En Europe, l'Autorité européenne de sécurité alimentaire (EFSA) est responsable de l'évaluation des risques alimentaires³. Deux problèmes principaux sont posés : l'exposition digestive aux nanoparticules libres ou à leurs agglomérats ; et la migration éventuelle de nanoparticules à partir d'emballages fonctionnalisés vers la nourriture. Les scientifiques considèrent en revanche que les nanoparticules incorporées dans des matrices organiques stables sont sans risque⁴.

Les niveaux d'exposition peuvent être assez importants. Selon Eric Houdeau, de l'Inra de Toulouse, la consommation de confiseries expose particulièrement les enfants au dioxyde de titane, avec des doses quotidiennes de 1 à 3 milligrammes par kg de poids⁵.

3.1. Exemple : la silice amorphe

Le dioxyde de silicium (E551) est utilisé principalement comme antiagglomérant. Selon son mode de production, il se présente sous 4 formes ayant des caractéristiques physico-chimiques différentes. Il peut être inséré dans de nombreux aliments à toute dose « estimée raisonnablement nécessaire par le fabricant, jusque 10 000 mg/kg dans le lactosérum en poudre et 15 000 mg/kg dans le sucre ou le dextrose en poudre »⁶. On le trouve ainsi dans des fromages et produits laitiers, le sel, les compléments alimentaires, les préparations à base de céréales et aliments pour bébés, les confiseries traitées en surface, les chewing-gums, etc. Il sert aussi de support de colorants et d'émulsifiants.

Selon plusieurs études, lorsqu'elles sont mises en présence *in vitro* de nanoparticules de silice, des cellules de l'intestin sont susceptibles de subir des effets toxiques, comme le stress oxydatif⁷. Une étude néerlandaise sur un modèle *in vitro* de digestion a conclu que l'épithélium intestinal humain est très probablement exposé à des nanoparticules de silice provenant de la nourriture⁸. Il en résulte un risque difficile à quantifier *in vivo* compte tenu du manque d'études et de données toxicologiques prenant en compte les expositions réelles⁹.

3.2. L'information des consommateurs

Aujourd'hui, Il reste difficile de savoir pour un aliment donné du commerce s'il contient des nanoparticules. La transparence de l'industrie agro-alimentaire reste faible : une enquête de *60 Millions de consommateurs* menée en octobre 2014 n'a obtenu que 26 réponses sur 100 demandes auprès d'entreprises, 25 d'entre elles affirmant d'ailleurs ne pas utiliser de nanoparticules dans leurs produits¹⁰.

Le règlement 1169/2011 (INCO) du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2011 concernant l'information des consommateurs sur les denrées alimentaires prévoyait que la mention « nano » soit apposée sur les étiquettes de produits alimentaires contenant des nanomatériaux à partir du 13 décembre 2014. Mais, malgré l'opposition du Parlement européen, la Commission a décidé d'exempter provisoirement de la mention « nano » les additifs utilisés depuis plusieurs années – au prétexte que des ingrédients anciennement utilisés passeraient pour nouveaux. Cette décision a été vivement critiquée par des ONG¹¹. Par ailleurs, un texte de compromis censé réviser le règlement « Nouveaux Aliments » de 1997, afin notamment de traiter l'usage des nanomatériaux, devrait être discuté au Parlement européen en octobre 2015. Mais il reste contesté par l'Association des industries des nanotechnologies (NIA)¹².

³ Scientific Opinion on Guidance on the risk assessment of the application of nanoscience and nanotechnologies in the food and feed chain. *EFSA Journal* 2011;9(5):2140-76.

⁴ Cubadda F *et al.* Nanomaterials in the food sector: new approaches for safety assessment. *ISTISAN* 13/48, 2013..

⁵ Bettini S, Houdeau E. Oral exposure to titanium dioxide (TiO₂) nanoparticles: from translocation through oral and intestinal epithelia to fate and effects in the organism. *Biol Aujourd'hui*. 2014;208(2):167-75.

⁶ http://www.additifs-alimentaires.net/E551.php?src_ponct&nostat#a_src

⁷ Par ex. : Tarantini A *et al.* Toxicity, genotoxicity and proinflammatory effects of amorphous nanosilica in the human intestinal Caco-2 cell line. *Toxicol In Vitro*. 2015 Mar;29(2):398-407.

⁸ Peters R *et al.* Presence of nano-sized silica during *in vitro* digestion of foods containing silica as a food additive. *ACS Nano*. 2012 Mar 27;6(3):2441-51.

⁹ Van Kesteren PC *et al.* Novel insights into the risk assessment of the nanomaterial synthetic amorphous silica, additive E551, in food. *Nanotoxicology*. 2015 May;9(4):442-52.

¹⁰ « Nanoparticules dans les aliments : la loi du silence », 19 mars 2015

http://www.60millions-mag.com/actualites/articles/nanoparticules_dans_les_aliments_nbsp_la_nbsp_loi_du_nbsp_silence

¹¹ http://www.beuc.eu/publications/beuc-x-2014-024_sma_nano_position_paper_caracal_final_clean.pdf

¹² <http://www.nanotechia.org/news/nia-press/proposed-update-regulation-novel-foods-%E2%80%98unworkable%E2%80%99>