

# La perception des risques et des bénéfices comme déterminants de l'acceptabilité sociale des nanotechnologies

Période : août 2010 à février 2011

Marc GANDIT et Dongo Rémi KOUABENAN

Université Pierre Mendès France – Laboratoire Interuniversitaire de Psychologie (EA4145), Équipe Travail, Santé, Changement dans les organisations – Grenoble

Mots clés : Attitude(s), Bénéfice(s), Expert(s), Nanoparticule(s), Nanotechnologie(s), Perception(s), Public, Risque(s)

Les récentes annulations de débats publics concernant les nanotechnologies en France (Grenoble, Orsay, Lyon, etc.) laissent entrevoir les difficultés d'instaurer un dialogue ouvert à propos de l'utilisation des nanotechnologies. Elles interpellent également sur les possibles divergences d'opinion entre experts et profanes sur une technologie peut-être encore mal connue. Dès lors, elles posent la question cruciale de la perception de ces technologies par certaines catégories de la population.

De nombreuses études se sont justement intéressées à la perception des nanotechnologies par le public. Trois types d'études ont été identifiés récemment par Siegrist (2010) : 1) une première catégorie d'études qui se centrent sur une évaluation des attitudes du public envers les nanotechnologies, 2) une seconde catégorie qui s'emploie à étudier les bénéfices/risques perçus à propos des nanotechnologies et l'impact des informations données au public quant aux risques potentiels sur sa perception des nanotechnologies, 3) une troisième catégorie qui tente de modéliser l'acceptabilité des nanotechnologies à partir de théories issues de différentes disciplines des Sciences Humaines et Sociales, ou des Sciences Économiques.

Les études parues ces derniers mois concernent principalement la première et la deuxième catégorie de recherches. Cependant, une nouvelle voie apparaît et concerne l'étude comparée de ce qui détermine l'acceptabilité des nanotechnologies chez les personnes non-expertes (aussi appelées « profanes ») et chez les personnes expertes du domaine. Une connaissance des perceptions des experts et des profanes peut probablement permettre de cerner les conditions de l'acceptabilité ou non des nanotechnologies.

## Les élèves ingénieurs en sciences des matériaux possèdent une perception des risques et bénéfices liés aux nanotechnologies qui dépend de leur domaine d'application

Gardner G, Jones G, Taylor A, Forrester J, Robertson L. Students Risk Perceptions of Nanotechnology Applications: Implications for Science Education. *Int J Sci Educ.* 2010; 32: 1951-1969.

### Analyse

Le présent article de Gardner *et al.* (2010) s'interroge sur la perception des risques et bénéfices liés aux nanotechnologies par des étudiants en cycle d'ingénieur. La question posée est de savoir si la compréhension et l'intérêt éventuel dont témoignent les étudiants envers les nanotechnologies sont liés à leur perception des risques et bénéfices perçus de ces technologies. Pour répondre à cette question, Gardner *et al.* (2010) interrogent par questionnaire des étudiants américains en sciences de l'ingénieur ( $N=102$ ). Ces étudiants sont inscrits dans une formation comportant des enseignements sur les nanotechnologies. L'échantillon étudié inclut des étudiants inscrits dans un cours d'introduction, dans un cours de perfectionnement et dans un séminaire avancé.

Les étudiants sont interrogés afin de connaître leur perception des risques et des bénéfices associés à douze applications possibles des nanotechnologies (nano-robots pouvant évoluer

dans le corps humain pour détecter et réparer des lésions, nanocapsules pouvant irradier une tumeur, biocapteurs pouvant indiquer la fraîcheur d'un produit alimentaire en changeant de couleur, emballage alimentaire pouvant limiter le développement bactérien, nanotechnologie pouvant stocker de l'hydrogène comme combustible, nanomatériaux pouvant être utilisés pour créer des munitions perforantes, nanotubes augmentant la résistance mécanique des matériaux de construction, nanocapsules permettant de libérer un médicament, nano-filtre pour purifier l'eau, nanotechnologie améliorant le stockage de données, nanoparticules filtrant les rayons du soleil pour protéger la peau). Les auteurs évaluent le niveau de compréhension des nanotechnologies par les étudiants (1 item), l'intérêt ressenti pour les nanotechnologies (9 items) puis pour chacune des 12 applications, la perception des risques et la perception des bénéfices sur une échelle en cinq points qui va de « 1 = pas du tout risqué/bénéfique » à « 5 = tout à fait risqué/bénéfique ». Les statistiques descriptives réalisées montrent que l'usage des nanotechnologies perçu comme le plus risqué est l'utilisation à des fins de munitions perforantes, suivi des nano-robots médicaux, des nanotechnologies stockant de l'hydrogène, des nanocapsules irradiantes, des nanocapsules libérant un médicament, des nanotechnologies limitant le développement bactérien dans les aliments, des traceurs, de l'écran solaire, des filtres à eau, des indicateurs de fraîcheur des produits

alimentaires, des nanomatériaux de construction et des nanomatériaux stockant des données. Une analyse factorielle (factorisation en axes principaux) réalisée sur le score de risque perçu permet de préciser ce classement. En effet, elle permet de grouper les applications possibles des nanotechnologies en trois catégories. Une première catégorie nommée « consommateur » regroupe les applications liées aux produits quotidiens telles que les supports de sauvegarde des données, les indicateurs de fraîcheur pour la nourriture, les écrans solaires, les emballages antibiotiques, les traceurs de produits, les matériaux de construction. Une seconde catégorie nommée « santé » qui regroupe les nanotechnologies appliquées à la santé telles que les médicaments, les anti-tumoraux, les nano-robots médicaux, les filtres pour l'eau et enfin, une troisième catégorie nommée « applications spéciales » regroupe les munitions, le stockage d'énergie et les matériaux de construction.

Une seconde analyse factorielle (factorisation en axes principaux) permet de classer les applications des nanotechnologies selon le niveau de bénéfices perçu. Le premier facteur extrait regroupe les applications perçues comme présentant un bénéfice élevé (nano-robots médicaux, nanocapsules libérant un médicament, nanocapsules irradiantes, nanomatériaux de construction et nanomatériaux stockant des données). Le second facteur extrait regroupe les applications des nanotechnologies perçues comme présentant un bénéfice faible (munitions perforantes et traceurs). Les autres applications ne sont pas clairement perçues comme représentant un bénéfice particulièrement faible ou élevé. Une analyse des corrélations indique que chez les élèves ingénieurs, un score élevé d'intérêt pour les nanotechnologies est positivement lié au score obtenu sur le facteur « bénéfices élevés ». Ainsi, plus les étudiants expriment de l'intérêt pour le domaine des nanotechnologies et plus ils perçoivent des bénéfices importants à ces technologies. De même, plus ils possèdent un niveau élevé de compréhension de ce que sont les nanotechnologies et plus ils perçoivent des bénéfices à leur utilisation. Ces résultats ont été complétés par une analyse de données qualitatives. Cette analyse indique que les étudiants ont tendance à se focaliser davantage sur les risques liés aux applications militaires des nanotechnologies que sur les risques liés aux nanotechnologies utilisées dans les emballages alimentaires ou les écrans solaires. Mais elle indique également que les étudiants ne perçoivent pas les bénéfices et les risques des nanotechnologies de la même façon selon la finalité de leur utilisation. Cette étude confirme donc que les nanotechnologies ne sont pas perçues de la même façon selon qu'elles sont appliquées à la santé, à des biens de consommation courants ou à des applications militaires. Elle indique également que les élèves ingénieurs possèdent bien une vision différenciée des bénéfices et des risques des nanotechnologies.

#### Commentaire

Les résultats obtenus dans cette étude montrent que les élèves ingénieurs se montrent intéressés par les développements possibles des nanotechnologies. Ces jeunes chercheurs montrent une capacité à différencier les bénéfices et risques perçus des

nanotechnologies selon le domaine d'application possible et ont même souligné lors des entretiens réalisés qu'ils avaient conscience que la notion de bénéfices/risques pouvait varier d'un groupe de la population à l'autre.

La perception des bénéfices et des risques des nanotechnologies chez les élèves ingénieurs n'a pas, ici, été comparée à la perception d'étudiants dans d'autres cycles de formation (philosophie, sciences économiques par exemple). Cette comparaison entre perception des publics profanes et élèves ingénieurs n'a pas encore été opérée à notre connaissance et mériterait d'être réalisée. Une telle analyse comparative permettrait de comprendre si la filière d'étude influence la perception et l'acceptabilité des nanotechnologies et si cela diffère de la vision des experts. Les résultats obtenus ne permettent pas de conclure sur une évolution de la perception des risques chez les élèves ingénieurs selon leur niveau d'étude. Cependant, il s'agit ici d'une étude transversale (comparaison simultanée de plusieurs groupes d'élèves de niveau différents) et il serait intéressant de suivre une cohorte d'étudiants pour observer l'éventuelle évolution de leur perception des risques dans le temps de façon plus fine.

#### Le niveau de religiosité des experts n'influence pas leur perception des risques.

Ho, SS, Scheufele, DA, Corley, EA. Value Predispositions, Mass Media, and Attitudes Toward Nanotechnology: The Interplay of Public and Experts. *Sci Commun.* 2010 : 1-34. doi: 10.1177/1075547010380386

#### Analyse

Les nanotechnologies ouvrent des possibilités d'application dans de nombreux domaines. Elles sont de ce fait considérées, entre autres aux États-Unis, comme la technologie clé du vingt et unième siècle. Pourtant, comme toute technologie émergente, elles peuvent être à l'origine de conséquences négatives aussi bien sur le plan sanitaire, social, moral qu'éthique. Dans leur article, Ho *et al.* (2010) tentent de déterminer les similitudes et les différences quant aux perceptions des experts et du public à propos des nanotechnologies. Ils s'interrogent notamment sur l'impact des bénéfices et des risques perçus sur les attitudes des experts et du public envers les politiques publiques visant à développer la recherche sur les nanotechnologies. Enfin, les auteurs examinent dans quelle mesure les croyances religieuses, le respect pour l'autorité scientifique, l'utilisation de médias scientifiques et la confiance dans les scientifiques jouent-ils sur les risques perçus liés aux nanotechnologies.

Pour éclairer ces points, Ho *et al.* (2010) interrogent par questionnaire deux groupes d'individus entre mai et juillet 2007. Le premier groupe, celui des individus profanes (n = 1015) est composé d'Américains âgés de plus de dix-huit ans (taux de réponse à l'enquête de 30,6 %). Le second groupe, celui des experts en nanotechnologies (n = 363) est composé de chercheurs américains ayant publié des articles référencés dans la base de données scientifiques ISI Web of Knowledge. Tous ces chercheurs sont les premiers auteurs des articles considérés et ont publié au moins cinq articles dans le domaine des nanotechnologies entre

janvier 2005 et juillet 2006. Le taux de réponse pour ce second groupe est de 39,5 %.

Les répondants sont questionnés pour savoir dans quelle mesure ils sont favorables au financement public des recherches sur les nanotechnologies (« Dans l'ensemble je suis favorable à un financement public sur les nanotechnologies »), sur une échelle en cinq points allant de « 1 = pas du tout d'accord » à « 5 = tout à fait d'accord » pour les experts et sur une échelle en dix points allant de « 1 = pas du tout d'accord » à « 10 = tout à fait d'accord » pour les profanes (recodée ensuite par deux, exemple : 1 et 2 recodés en 1). Les mêmes échelles et le même recodage ont été utilisés pour les deux autres variables dépendantes. Les répondants sont également questionnés sur leur perception des risques associés aux nanotechnologies à l'aide d'une échelle comportant 7 items (par exemple : « Les nanotechnologies vont conduire à de nouveaux problèmes de santé »). Une troisième échelle questionne les répondants sur les bénéfices perçus des nanotechnologies à l'aide d'une échelle comportant sept items (par exemple : « Les nanotechnologies vont ouvrir de nouvelles voies plus efficaces pour diagnostiquer et traiter les maladies humaines »).

Le degré de religiosité des répondants est évalué en leur demandant d'indiquer dans quelle mesure la religion les guide dans leur vie quotidienne, sur une échelle allant de « 1 = aucunement un guide » à « 10 = un guide important ». Le respect de l'autorité scientifique est évalué à l'aide de deux items (par exemple : « Les scientifiques savent bien ce qui est bon pour le public, même s'ils doivent convaincre les gens que c'est vrai »), sur une échelle en cinq points allant de « 1 = pas du tout d'accord » à « 5 = tout à fait d'accord » pour les experts et sur une échelle en dix points allant de « 1 = pas du tout d'accord » à « 10 = tout à fait d'accord » pour les profanes. L'utilisation des médias scientifiques est évaluée en indiquant dans quelle mesure les répondants font attention à différents contenus scientifiques lorsqu'ils lisent les journaux, regardent la télévision et regardent des sites internet. Ces contenus scientifiques concernent des informations 1) liées aux sciences et technologies, 2) liées aux études dans de nouveaux domaines scientifiques comme par exemple les nanotechnologies, et 3) à propos des implications sociales ou éthiques des nouvelles technologies. La confiance dans les scientifiques est évaluée à partir de deux items pour lesquels les répondants doivent indiquer dans quelle mesure ils font confiance aux chercheurs universitaires travaillant sur les nanotechnologies et dans quelle mesure ils font confiance aux chercheurs travaillant pour l'industrie des nanotechnologies.

Les auteurs examinent à l'aide d'une analyse de régression multiple un modèle visant à prédire le score de risques perçus des nanotechnologies. Le premier bloc de variables prédictives est constitué des variables démographiques (âge et genre), le second bloc est constitué des traits de personnalité (niveau de religiosité et respect de l'autorité scientifique), le troisième bloc est constitué de la variable mesurant le niveau d'utilisation des médias scientifiques, le quatrième bloc est constitué de la variable confiance dans les scientifiques, le cinquième bloc est le statut du répondant (profane *versus* scientifique), le sixième bloc de variables est constitué des interactions entre les

variables précédentes. Les résultats obtenus indiquent que le groupe des profanes perçoit davantage de risques liés à l'usage des nanotechnologies et moins de bénéfices que le groupe des experts. Le groupe des profanes soutient également moins le financement public de la recherche sur les nanotechnologies. Les experts présentent une plus grande homogénéité en tant que groupe qui se traduit par une plus faible dispersion néanmoins chez les experts, ce sont les femmes qui perçoivent le plus de risques et l'âge n'a pas d'effet sur cette perception des risques. Chez les profanes, ce sont les plus jeunes qui perçoivent le plus de risque. Le niveau de religiosité est positivement lié aux risques perçus. Les individus qui déclarent être davantage guidés par la religion sont ceux qui perçoivent le plus de risques. Enfin, toujours chez les profanes, ni le genre, ni le respect de l'autorité scientifique, ni l'utilisation des médias scientifiques, ni la confiance dans les scientifiques n'ont d'effet sur le niveau de risque perçu. En comparant les réponses des experts et des profanes, Ho *et al.* (2010) montrent que la différence de soutien au financement public des recherches sur les nanotechnologies entre experts et profanes tend à diminuer lorsque le respect envers les scientifiques est plus grand, l'utilisation des médias scientifiques est plus importante, la confiance dans les scientifiques est plus grande et les bénéfices perçus des nanotechnologies sont plus importants. Les individus qui possèdent le plus fort niveau de religiosité sont ceux qui perçoivent le plus de risques chez les profanes, mais il n'existe pas de différence chez les experts. Ce résultat indique selon Ho *et al.* (2010) que les experts semblent capables de faire abstraction de leur niveau de religiosité lorsqu'ils évaluent les risques liés aux nanotechnologies. Par ailleurs, la différence significative dans la perception des risques en fonction du niveau de confiance envers les scientifiques est présente uniquement chez les experts, dont les plus confiants perçoivent moins de risques.

#### Commentaire

L'étude de Ho *et al.* (2010) est la première à notre connaissance à examiner le lien entre le niveau de religiosité, la confiance dans les scientifiques, le respect de l'autorité scientifique et les bénéfices ou les risques perçus des nanotechnologies sur un échantillon aussi important d'experts et de profanes. L'intérêt de cette étude est justement d'envisager une comparaison systématique des perceptions des experts et des profanes, là où de nombreuses études les opposent sans les comparer. Cette étude réalisée sur un échantillon important est un apport complémentaire à celle menée par Siegrist *et al.* (2007).

## CONCLUSION GÉNÉRALE

De nombreuses études ont documenté la perception des risques et des bénéfices perçus concernant les nanotechnologies (pour une revue, voir Besley, (2010) ou Siegrist (2010)). Les études présentées ici montrent premièrement que les jeunes experts en cours de formation évaluent plus favorablement les nanotechnologies appliquées à la santé que les nanotechnologies appliquées aux biens de consommation, comme semblent le faire les profanes. Mais elles montrent également que les élèves ingénieurs les plus expérimentés (ceux qui ont une meilleure connaissance des nanotechnologies et qui expriment plus d'intérêt pour ce domaine) n'évaluent pas différemment les risques liés à ces technologies par rapport aux élèves ingénieurs débutants.

Une voie prometteuse pour comprendre les leviers et les freins à l'acceptabilité des nanotechnologies semble être de comparer les perceptions des profanes et des experts sur des dimensions telles que les risques ou les bénéfices perçus, mais en tenant compte également du niveau de religiosité et de la confiance déclarée envers les scientifiques. Il serait également intéressant de réaliser ce type d'études dans des contextes culturels différents pour voir si l'on obtient des données comparables ou différentes.

## Publications de référence

**Handy R, Shaw B.** Toxic effects of nanoparticles and nanomaterials: Implications for public health, risk assessment and the public perception of nanotechnology. *Health Risk Soc.* 2007; 9: 125-144.

**Nerlich B, Clarke D, Ulph F.** Risks and benefits of nanotechnology: How young adults perceive possible advances in nanomedicine compared with conventional treatments. *Health Risk Soc.* 2007; 9: 159-171.

**Ott I, Papilloud C.** Convergence or mediation? Experts of vulnerability and the vulnerability of experts' discourses on nanotechnologies - a case study. *Innovation Abingdon.* 2008; 21: 41-64.

**Siegrist M, Cousin ME, Kastenholz H et al.** Public acceptance of nanotechnology foods and food packaging: The influence of affect and trust. *Appetite.* 2007; 49: 459-466.

**Smith S, Hosgood H, Michelson E et al.** Americans' nanotechnology risk perception: Assessing opinion change. *J Ind Ecol.* 2008; 12: 459-473.

## Revue de la littérature

**Allan S, Anderson A, Petersen A.** Framing risk: Nanotechnologies in the news. *J Risk Res.* 2010; 13: 29-44.

**Ackland R, Gibson R, Lusoli W et al.** Engaging with the public? Assessing the online presence and communication practices of the nanotechnology industry. *Soc Sci Comput Rev.* 2010; 28: 443-465.

**Bostrom A, Löfstedt RE.** Nanotechnology Risk Communication Past and Prologue. *Risk Anal.* 2010; 30: 1645-1662.

**Buzby, JC.** Nanotechnology for Food Applications: More Questions Than Answers. *J Consum Aff.* 2010; 44: 528-545.

**Cope S, Frewer LJ, Houghton J et al.** Consumer perceptions of best practice in food risk communication and management: Implications for risk analysis policy. *Food Policy.* 2010; 35: 349-357.

**Dudo A, Choi DH, Scheufele DA.** Food nanotechnology in the news. Coverage patterns and thematic emphases during the last decade. *Appetite.* 2011; 56: 78-89.

**Ekli, E., Sahin, N.** Science teachers and teacher candidates' basic knowledge, opinions and risk perceptions about nanotechnology. *Proc Soc Behav Sci.* 2010; 2: 2667-2670.

**Fitzgerald S, Rubin B.** Risk society, media, and power: The case of nanotechnology. *Sociological Spectrum.* 2010; 30: 367-402.

**Kuzma J, Priest S.** Nanotechnology, Risk, and Oversight: Learning Lessons from Related Emerging Technologies. *Risk Anal.* 2010; 30: 1688-1698.

**McCarthy E, Kelty C.** Responsibility and nanotechnology. *Soc Stud Sci.* 2010; 40: 405-432.

**Musee N, Brent A, Ashton P.** A South African research agenda to investigate the potential environmental, health and safety risks of nanotechnology. *S Afr J Sci.* 2010; 106: 111.

**Reish LA, Scholl G, Bietz S.** Better safe than sorry': consumer perceptions of and deliberations on nanotechnologies. *Int J Cons Stud.* 2011; 3: 1-11.

**Scholz, RW.** Low Risks, High Public Concern? The Cases of Persistent Organic Pollutants (POPs), Heavy Metals, and Nanotech Particles. *Hum Ecol Risk Assess.* 2010; 16: 185-198.

**Siegrist M.** Predicting the future: Review of public perception studies of nanotechnology. *Hum Ecol Risk Assess.* 2010; 16: 837-846.

**Sørensen P, Thomsen PM, Assmuth T et al.** Conscious worst case definition for risk assessment, part I: A knowledge mapping approach for defining most critical risk factors in integrative risk management of chemicals and nanomaterials. *Sci Total Environ.* 2010; 408: 3852-3859.

**Stampfli N, Siegrist M, Kastenholz H.** Acceptance of nanotechnology in food and food packaging: a path model analysis. *J Risk Res.* 2010; 13: 353-365.

**Stebbing M.** Avoiding the trust deficit: Public engagement, values, the precautionary principle and the future of nanotechnology. *J Bioethic Inq.* 2009; 6: 37-48.

**Vandermoere F, Blanchemanche S, Bieberstein A et al.** The morality of attitudes toward nanotechnology: about God, techno-scientific progress, and interfering with nature. *J Nanopart Res.* 2010; 12: 373-381.

## Autres publications identifiées

**Binder AR, Scheufele DA, Brossard D et al.** Interpersonal Amplification of Risk? Citizen Discussions and Their Impact on Perception of Risks and Benefits of a Biological Research Facility. *Risk Anal.* 2011; 31: 324-334.

*Cet article examine le lien entre le fait de déclarer avoir eu des conversations concernant les biotechnologies qu'ont pu avoir des individus et leur perception favorable ou défavorable des biotechnologies. Les résultats indiquent que chez les opposants aux biotechnologies, des discussions plus fréquentes sur le sujet tendent à diminuer la perception des bénéfices perçus, alors que pour les personnes favorables aux biotechnologies des conversations plus fréquentes favorisent la perception des bénéfices de ces technologies.*

*Cet article illustre bien les effets que peuvent avoir des conversations sur une nouvelle technologie selon que l'on y est a priori favorable ou défavorable, malheureusement il ne concerne pas les nanotechnologies.*

**Hosseini SJF, Dehyouri S, Mirdamadi SM.** The perception of agricultural researchers about the role of nanotechnology in achieving food security. *Afr J Biotechnol.* 2010; 9: 6152-6157.

*Cet article présente une recherche réalisée sur le continent africain à propos de la perception des bénéfices apportés par les nanotechnologies pour améliorer les conditions sanitaires liées à l'alimentation. Ces données permettent de questionner l'aspect culturel et contextuel de la perception des nanotechnologies, mais elles restent malheureusement descriptives.*

**Besley JC.** Current Research on Public Perceptions of Nanotechnology. *Em Health Treats J.* 2010; 3 : 2-25.

*Cet article présente une revue des principales recherches ayant étudié le lien entre la perception des risques et des bénéfices des nanotechnologies, des connaissances à propos des nanotechnologies, de la confiance dans les experts, des croyances religieuses, des valeurs pro-environnementales et la perception favorable ou défavorable des nanotechnologies. Les recherches listées ont été réalisées entre 2004 et 2008 et publiées entre 2004 et 2010. Il nous a paru important de signaler cet article relativement exhaustif sur les recherches menées sur la thématique de la présente note, bien qu'il s'agisse d'une revue de littérature.*

## Mots clés utilisés pour la recherche bibliographique

Attitude, Communication, Expert, Nano\*, Public, Risk perception.