



THÈSE

En vue de l'obtention du **DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE**

Délivré par l'Université Toulouse 2 - Jean Jaurès

Présentée et soutenue par
Morgane LE ROUX

Le 15 mars 2023

**Mesure de l'attitude envers les nanoparticules et évaluation du
lien entre attitude et santé mentale**

Ecole doctorale : **CLESCO - Comportement, Langage, Education, Socialisation,
Cognition**

Spécialité : **Psychologie**

Unité de recherche :
CLLE - Unité Cognition, Langues, Langage, Ergonomie

Thèse dirigée par
Valérie LE FLOCH et Nadine CASCINO

Jury

Mme Valérie HAAS, Rapporteuse
M. Alain SOMAT, Rapporteur
M. Marc SOUVILLE, Examineur
Mme Valérie LE FLOCH, Directrice de thèse
Mme Nadine CASCINO, Co-directrice de thèse

Résumé

Les nanomatériaux composent de nombreux produits couramment utilisés et leur développement offre des solutions à d'importantes problématiques actuelles relevant de la croissance industrielle, de la protection environnementale ou encore des avancées médicales. Pourtant, l'exposition à ces matériaux peut générer des risques sanitaires plus ou moins graves (e.g., mutagénicité). Dans ce cadre, les quelques travaux s'intéressant aux opinions des individus indiquent qu'ils ont très peu d'informations relatives aux nanoparticules et à leur propre exposition. Bien qu'elles permettent de dresser un premier bilan, peu d'études ont utilisé une échelle de mesure adaptée à la spécificité des nanomatériaux pour appréhender le positionnement des individus. L'objectif principal de cette thèse était donc d'appréhender l'attitude de la population envers les nanoparticules. Trois études ont permis de construire et de valider un outil d'évaluation de l'attitude à propos des nanoparticules et d'accéder aux premières connaissances et croyances des individus. Les principaux résultats indiquent que l'échantillon consulté perçoit des risques élevés associés aux nanomatériaux et que leurs connaissances sont particulièrement ciblées sur les dangers potentiels. Ces premières conclusions rejoignent les interrogations liées à l'impact éventuel sur la santé mentale lorsque la perception envers un objet auquel l'individu est exposé est orientée vers les risques. En effet, des personnes anciennement exposées à l'amiante présentent des troubles psychologiques plus fréquents que des personnes non exposées (Pairet et al., 2007). Cet effet pourrait découler de la connaissance du risque lié à l'exposition notamment sur les lieux de travail (Maurel et al., 2006). Aussi, le deuxième objectif de cette thèse était d'évaluer le lien entre les perceptions relatives aux nanoparticules - la perception du risque lié aux nano, l'impression d'être exposé(e) ou non à l'objet et les composantes de l'attitude - et les conséquences psychologiques telles que le stress perçu et les symptômes de dépression et d'anxiété. Il apparaît que les symptômes de dépression et d'anxiété varient selon la perception des risques envers les nanoparticules et de l'impression d'y être exposé(e). De plus, la fréquence des comportements d'exposition aux nanoparticules augmente le stress perçu et l'anxiété. Dans un objectif préventif, il semble essentiel d'améliorer la communication liée aux nanoparticules auprès de la population générale et des professionnels(les) concernés(es) afin de réduire l'impact délétère sur la santé physique et mentale.

Mots clés : attitude, nanoparticules, exposition, perception des risques, validation d'un questionnaire

Abstract

Nanomaterials make up many commonly used products and their development offers solutions to major current issues relating to industrial growth, environmental protection and medical advances. However, exposure to these materials can generate more or less serious health risks (e.g., mutagenicity). In this context, the few studies focusing on the opinions of individuals indicate that they have very little information relating to nanoparticles and their exposure. Although they make it possible to draw up an initial assessment, few studies have used a measurement scale adapted to the specificity of nanomaterials to understand the positioning of individuals. The main objective of this thesis was therefore to understand the attitude of the population towards nanoparticles. Three studies have made it possible to build and validate a tool for evaluating attitudes about nanoparticles and to access individuals' first knowledge and beliefs. The main results indicate that the sample consulted perceives high risks associated with nanomaterials and that their knowledge is particularly targeted on the potential dangers. These first conclusions are in line with questions related to the possible impact on mental health when the perception of an object to which the individual is exposed is risk-oriented. Indeed, people formerly exposed to asbestos present more frequent psychological disorders than people not exposed (Pairon et al., 2007). This effect could stem from knowledge of the risk associated with exposure, particularly in the workplace (Maurel et al., 2006). The second objective of this thesis was to evaluate the link between perceptions relating to nanoparticles - the perception of the risk linked to nano, the impression of being exposed or not to the object and the components of the attitude - and psychological consequences such as perceived stress and symptoms of depression and anxiety. It appears that the symptoms of depression and anxiety vary according to the perception of the risks of nanoparticles and the impression of being exposed to them. In addition, the frequency of nanoparticle exposure behaviors increases perceived stress and anxiety. With a preventive objective, it appears essential to improve communication related to nanoparticles with the general population and professionals concerned to reduce the deleterious impact on physical and mental health.

Keywords: attitude, nanoparticles, exposure, risk perception, validation of a questionnaire

Remerciements

Je remercie tout particulièrement mes directrices de thèse Nadine Cascino et Valérie Le Floch de m'avoir accompagnée dans cette aventure. Je suis très reconnaissante envers vous pour vos conseils, vos nombreuses relectures, vos encouragements et votre disponibilité. Vous avez suivi mon travail avec toujours beaucoup d'attention lors de mon Master 1, mon master 2, mon titre de professionnalisation et jusqu'à la fin de mon doctorat. Le chemin allant des OGM aux nanoparticules s'est poursuivi durant ces 8 dernières années et je vous remercie de m'avoir aidée à développer et à positionner cette thèse. C'est en partie grâce aux connaissances que vous m'avez transmises, à l'accompagnement et à la confiance que vous m'avez accordée que j'ai pu mener à terme ce projet.

J'adresse mes remerciements aux membres du jury, le professeur Marc Souville (Université Aix-Marseille), la professeure Valérie Haas (Université Lumière Lyon 2) ainsi que le professeur Alain Somat (Université Rennes 2) d'avoir accepté d'évaluer ce travail et de faire partie de ce jury de thèse. Je suis convaincue que leurs retours seront utiles pour prendre du recul sur le travail conduit et mieux en apprécier la portée ainsi que ses limites.

Du fond du cœur je souhaite remercier Charlotte Blanc et Magali Bringuier qui ont énormément contribué à la poursuite de ce travail de recherche. Vos encouragements, votre soutien inconditionnel, nos sessions statistiques et théoriques, nos retro-plannings, mais aussi nos rendez-vous informels m'ont beaucoup soutenue durant ces sept dernières années. Notre amitié m'apporte beaucoup et j'espère que nous continuerons à partager ainsi. Vous êtes de brillantes chercheuses et de précieuses amies.

Je souhaite également partager ma profonde reconnaissance à Maylis Fontaine. Ta disponibilité, ton soutien et tes encouragements ont été précieux pour moi et particulièrement quand j'ai fait face à des impasses. Merci de m'avoir formée avec expertise et patience au logiciel *Iramutec*.

Un grand merci à mes ami·e·s Karen, Cactus, Lisa, Lydie, Mélanie et Méline. J'ai trouvé tant de partage, de sororité, de confiance et d'affection avec vous. Notre militantisme et nos échanges me donnent de la force et la légitimité qui me manque bien souvent. Vous avoir à mes côtés est une véritable chance.

Je témoigne toute ma reconnaissance à Bastien pour sa patience comme pour la vie au quotidien ces dernières années et à Inès pour son soutien infaillible. Merci à vous deux de m'avoir accompagnée

dans cette aventure dans les bons moments et ceux qui ont été plus difficiles. J'ai trouvé en vous deux un soutien précieux, aucun remerciement ne peut exprimer ma gratitude de vous avoir comme frère et sœur.

Je remercie également Nicolas avec qui je peux vivre d'une yourte et d'eau fraîche mais aussi pour nos nombreuses discussions constructives sur ce travail et ce depuis le début de cette thèse.

Je remercie tout particulièrement ma fille Mélya à qui je témoigne tout mon amour. Je te suis infiniment reconnaissante pour ta patience ces dix dernières années. Cette thèse et moi te devons beaucoup...

J'en profite pour remercier la brillante équipe de relecture et celle qui a inlassablement pré-testé les questionnaires et fait suivre les liens de mes enquêtes. Pour tout ce temps passé à relire et partager merci à Alham, Bastien, Charlotte, Cécile, Cindy, Clémence, Deline, Djib, Hind, Igor, Inès, Jérémy, Joëlle, Lydie, Magali, Malvina, Mathias, Maurane, Maylis, Mélya, Nicolas, Pauline, Rémi, Vanessa et Yoan et toutes celles et ceux que j'oublie.

Je tiens à adresser mes remerciements aux professionnels(les) de l'industrie chimique et de laboratoires pour nos conversations et tout particulièrement à Mathias Palhec. Nos conversations m'ont beaucoup aidée à apprivoiser ce domaine multidisciplinaire. Tous ces échanges ont été extrêmement formateurs mais aussi indispensables à la réalisation de cette thèse. J'adresse donc de très sincères remerciements à ces personnes. Merci également aux nombreuses personnes anonymes qui ont participé aux études de cette thèse, sans qui, elle n'aurait pas pu voir le jour. Merci à Céline Launay, Maité Brunel et Jacques Py d'avoir suivi le projet nano depuis plusieurs années.

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre 1. Les nanomatériaux d'hier à aujourd'hui : état des lieux	6
1. Description et utilisation des nanomatériaux	6
1.1 <i>Applications des nanomatériaux</i>	7
1.2 <i>Caractéristiques et propriétés des nanoparticules</i>	12
1.3 <i>Voies d'expositions aux nanoparticules</i>	12
1.4 <i>Risques sanitaires de l'exposition aux nanoparticules</i>	13
2. Dispositif juridique applicable à la production et à l'utilisation des nanomatériaux manufacturés	16
2.1 <i>Cadre juridique des produits à usages domestiques</i>	16
2.2 <i>Encadrement juridique du secteur professionnel</i>	17
3. Nécessité d'évaluer et d'encadrer l'exposition des activités de travail	18
3.1 <i>Le personnel professionnel particulièrement exposé</i>	18
3.2 <i>Valeur limite d'exposition aux nanoparticules</i>	19
3.3 <i>Outils de mesure de l'exposition</i>	19
3.4 <i>Cibler l'exposition aux nanoparticules en milieu professionnel</i>	20
3.4.1 <i>Secteurs d'activités exposés aux nanomatériaux.</i>	21
3.4.2 <i>Dispositif national de veille sanitaire des personnels exposés aux nanomatériaux manufacturés</i>	22
4. Gestion et compréhension des risques professionnels	23
4.1 <i>Principe de précaution</i>	24
4.2 <i>L'amiante, une référence pour tirer la sonnette d'alarme sur les nanomatériaux ?</i>	27
5. Conclusion du chapitre 1	27
Chapitre 2. Introduction au concept d'attitude : d'une conception unidimensionnelle à une conception multidimensionnelle	29
1. Définition de l'attitude	30
1.1 <i>Première génération des travaux sur l'attitude unidimensionnelle</i>	30
1.2 <i>Deuxième génération : vers une conception multidimensionnelle de l'attitude</i>	31
1.2.1 <i>Le modèle tripartite classique de Hovland et Rosenberg (1960)</i>	32
1.2.2 <i>Le modèle tripartite révisé de Zanna et Rempel (1988)</i>	35
1.2.3 <i>Lien entre attitude et comportement, un changement de conception</i>	36
1.3 <i>Troisième génération des travaux sur l'attitude : la force de l'attitude</i>	39
1.4 <i>Conclusion des trois générations de recherche sur l'attitude</i>	40
2. Panorama de l'attitude de la population à l'égard des nano	41
2.1 <i>Affect lié aux nano</i>	41
2.2 <i>Connaissances liées aux nano.</i>	42
2.3 <i>Comportements liés aux nano</i>	42
3. Influences et sources de l'attitude envers les nano	43
4. Analyse systématique des composantes considérées dans les études sur l'attitude envers les nano	46
4.1 <i>Bilan de l'analyse systématique</i>	50
4.1.1 <i>Mesures évaluées</i>	50
4.1.2 <i>Présentation des modes de recueil</i>	52
4.1.3 <i>Description des dates de publication des articles</i>	52

4.1.4 Nationalité de l'échantillon des études publiées	53
4.2 Limites des études traitant du positionnement de la population à propos des nano	53
4.2.1 Conceptualisations observées de l'attitude	53
4.2.2 Analyse et critique de la construction et la formulation des items	54
5. Objectifs de la recherche de l'étude 1	56
Chapitre 3. Structure et dimensionnalité de l'attitude envers les nanoparticules : Vers une reconsidération des composantes de l'attitude	58
ÉTUDE 1. Validation du questionnaire d'attitude envers les nanoparticules	58
1. Méthode	59
1.1 Préparation d'une première version du questionnaire d'attitude envers les nano, effectuée à partir d'une traduction renversée parallèle	59
1.2 Préparation d'une version expérimentale du questionnaire d'attitude envers les nano, par approche de type comité	60
1.3 Pré-test	61
1.4 Participants(es)	62
1.5 Matériel	64
1.6 Procédure	65
2. Résultats	65
2.1 Étude de la validité	65
2.2 Étude de la consistance interne	73
3. Discussion	73
3.1 Synthèse des résultats	73
3.2 Accessibilité de la dimension cognitive	75
ÉTUDE 2. Validation du questionnaire d'attitude envers les nanoparticules	77
1. Méthode	77
1.1 Amélioration de la version expérimentale par approche de type comité	77
1.2 Pré-test	80
1.3 Participants(es)	80
1.4 Matériel	82
1.5 Procédure	84
2. Résultats	84
2.1 Analyse de la validité	84
2.2 Analyse de la consistance interne	90
2.3 Analyse factorielle confirmatoire	90
2.3.1 Participants(es)	91
2.3.2 Résultats	91
2.4 Établissement des normes	92
2.4.1 Descriptif des normes de la composante de la perception des bénéfices	93
2.4.2 Descriptif des normes de la composante de la perception des risques	94
2.4.3 Descriptif des normes des trois composantes de la confiance	95
2.4.4 Descriptif des normes de la composante du comportement	96
2.4.5 Descriptif des modes de calculs des scores de la composante des connaissances	97
2.5 Caractéristiques statistiques de l'échantillon par composante de l'attitude	98
2.5.1 Perception des bénéfices	98
2.5.2 Perception des risques	99
2.5.3 Confiance en l'industrie	100

2.5.4 Confiance aux politiques et aux médias	101
2.5.5 Confiance aux scientifiques	102
2.5.6 Comportement	103
2.5.7 Connaissances	104
3. Discussion	107
3.1 Synthèse de l'étude	107
3.2 Analyse de la construction de l'outil	107
3.3 Évaluation et compréhension des composantes de l'attitude à propos des nanoparticules	109
3.3.1 Perception des risques et des bénéfices à propos des nanoparticules	109
3.3.2 Confiance à propos des nanoparticules	109
3.3.3 Comportement à propos des nanoparticules	110
3.3.4 Connaissances à propos des nanoparticules	110
3.4 Limites de l'étude	112
3.5 Apports de l'étude	113
ÉTUDE 3. Comparaison des corpus liés au mot nanoparticules produits de mars 2019 à avril 2022	116
1. Méthode	116
1.1 Participants(es)	116
1.2 Matériel	118
1.3 Procédure	118
2 Résultats	118
2.1 Étape 1a : Description des mots recueillis sur l'ensemble du corpus	120
2.2 Étape 1b : Description des mots recueillis sur les sous-corpus	121
2.3 Étape 2 : Observation du nombre moyen de cases remplies en 2019, 2020, 2021 et 2022	123
2.4 Étape 3 : Analyse de similitude	124
2.5 Étape 4a : Classification de Reinert	128
2.6 Étape 4b : Analyse factorielle des correspondances	130
3. Discussion de l'étude 3	135
4. Conclusion du chapitre 3	137
Chapitre 4. Du scandale sanitaire industriel aux atteintes à la santé mentale	139
1. Des pathologies psychiques résultant d'une exposition à risques ?	140
1.1 Exemple de l'exposition professionnelle à l'amiante : des conclusions hétérogènes	140
1.2 Perception liée aux risques d'une exposition et impact psychologique	144
1.3 Conceptualisations théoriques de la santé mentale	144
1.4 Conceptualisations théoriques du stress en psychologie	145
1.5 Les troubles mentaux résultant du stress	147
1.5.1 Les troubles dépressifs	147
1.5.2 Les troubles anxieux	148
2. Objectifs de recherche de l'étude 4	150
3. Attitude envers les nanoparticules et santé mentale (étude 4)	151
3.1 Pré-test	151
3.2 Participants(es)	152
3.3 Matériel	153
3.3.1 Tâche d'association de mots	153
3.3.2 Questionnaire d'attitude envers les nanoparticules élaboré dans les études 1 et 2	153
3.3.3 Mesures d'indicateurs de la santé mentale	154

3.4 Procédure	155
4. Résultats	155
4.1 Étude de la validité : Analyse Factorielle Confirmatoire	156
4.2 Influences psychologiques de l'impression d'être exposé(e) aux nanoparticules et de la perception risquée de l'exposition au travail	157
4.2.1 Influence de l'impression d'être exposé(e) au travail et de la perception des risques de l'exposition sur le stress perçu, les symptômes de dépression et d'anxiété	157
4.2.2 Influences psychologiques de l'impression d'être exposé(e) aux nanoparticules à domicile et de la perception risquée de l'exposition au travail sur le stress perçu et les indicateurs de santé mentale	161
4.3 Attitude envers les nanoparticules et prédiction des conséquences psychologiques	161
4.4 Analyses complémentaires	162
4.4.1 Contrôle de l'effet d'ordre	162
4.4.2 Contrôle de l'effet des participations antérieures	164
5. Discussion de l'étude 4	165
5.1 Synthèse et analyse de l'étude	165
5.2 Contrôles des biais sur les données	170
5.2.1 Effet de l'ordre	170
5.2.2 Effet d'une passation antérieure	171
5.3 Limites apportées aux conclusions de l'étude	171
Chapitre 5. Discussion générale	174
1. Mesure et évaluation de l'attitude envers les nanoparticules	175
1.1 Construction de l'outil d'évaluation de l'attitude envers les nanoparticules	175
1.2 Conceptualisation de l'attitude	177
1.3 Synthèse des résultats concernant l'attitude de la population à propos des nanoparticules	177
1.3.1 Perception des risques, des bénéfices et confiances en matière de nanoparticules	178
1.3.2 Comportements en matière de nanoparticules	178
1.3.3 Connaissances et perception des risques de la population à propos des nanoparticules	179
2. Attitude à propos des nanoparticules, exposition et santé mentale	180
3. Enjeux et résistances d'une communication des risques encourus	182
4. Réduction de l'autonomie et répercussions sur le personnel et l'entreprise	183
5. Conclusion générale et perspectives	186
5.1 Reconnaissance de l'affection psychique	187
5.2 Concevoir la prévention des risques liés aux nanomatériaux	187
Références	190
Annexes	1

Liste des figures

Figure 1. Tonnes de substances nanoparticulaires produites et importées en France entre 2013 et 2019

Figure 2. Nombre d'entreprises françaises ayant déclaré l'importation ou la fabrication de substances nanoparticulaires entre 2013 et 2019

Figure 3. Relation entre le volume et la surface d'une microparticule et d'une nanoparticule

Figure 4. Voies d'expositions professionnelles et domestiques

Figure 5. Voies de pénétration des nanoparticules dans l'organisme humain

Figure 6. Pénétration et stockage des nanoparticules dans l'organisme humain

Figure 7. Conception unidimensionnelle de l'attitude

Figure 8. Modèle tripartite de Hovland et Rosenberg (1960)

Figure 9. Modèle tripartite révisé de Zanna et Rempel (1988)

Figure 10. La théorie de l'action raisonnée

Figure 11. La théorie de l'action planifiée

Figure 12. Recensement des contenus médiatiques liés aux nano entre 1999 et 2019

Figure 13. Nombre d'articles liés à l'attitude envers les nanoparticules entre 1999 et 2019

Figure 14. Proportion d'items modifiés, ajoutés et supprimés par le comité

Figure 15. Description des participations et des exclusions

Figure 16. Tracé d'effondrement du Coude de Catell

Figure 17. Description de l'échantillon

Figure 18. Tracé d'effondrement du Coude de Catell

Figure 19. Répartition de l'effectif en fonction des catégories de perception des bénéfices

Figure 20. Répartition de l'effectif en fonction des catégories de perception des risques

Figure 21. Répartition de l'effectif en fonction des catégories de confiance en l'industrie

Figure 22. Répartition de l'effectif en fonction des catégories de confiance aux politiques et aux médias

Figure 23. Répartition de l'effectif en fonction des catégories de confiance aux scientifiques

Figure 24. Répartition de l'effectif en fonction des catégories des comportements

Figure 25. Répartition de l'effectif en fonction de la proportion de bonnes réponses aux items de connaissances

Figure 26. Nuage de mots issus du corpus de 2019, 2020, 2021 et 2022

Figure 27. Effectif selon le nombre de cases remplies

Figure 28. Analyse de similitudes du corpus et indice de co-occurrences

Figure 29. Analyse de similitudes selon l'année

Figure 30. Dendrogramme des classes sur l'ensemble du corpus

Figure 31. Analyse factorielle des correspondances du corpus

Figure 32. Analyse factorielle des correspondances du corpus selon l'année

Figure 33. Description des participations et des exclusions

Figure 34. Variation du score de troubles dépressifs selon l'interaction entre le score de perception des risques et le score de perception du niveau d'exposition par la méthode des *slope differences*

Figure 35. Variation du score de troubles anxieux selon l'interaction entre le score de perception des risques et le score de perception du niveau d'exposition par la méthode des *slope differences*

Liste des Tableaux

Tableau 1. Classification des propriétés dangereuses des nanomatériaux les plus courants

Tableau 2. Analyse systématique des travaux explorant les composantes de l'attitude envers les nano en Sciences Humaines et Sociales

Tableau 3. Exemples d'items de l'étude de Balakrishnan et al. (2013)

Tableau 4. Variance totale expliquée

Tableau 5. Rotation de la matrice des facteurs

Tableau 6. Items classés selon la factorisation de l'ACP

Tableau 7. Rotation de la matrice en cinq facteurs

Tableau 8. Rotation de la matrice en sept facteurs

Tableau 9. Oméga de MacDonald des composantes de l'attitude envers les nanoparticules

Tableau 10. Résultats de l'ajustement du modèle structural de l'AFC

Tableau 11. Description des choix de réponses de la composante perception des bénéfices

Tableau 12. Description des choix de réponses de la composante perception des risques

Tableau 13. Description des choix de réponses des composantes de confiance

Tableau 14. Description des choix de réponses de la composante comportement

Tableau 15. Description des choix de réponses de la composante connaissances

Tableau 16. Proportion des réponses « *Je ne sais pas* » et des réponses fausses

Tableau 17. Proportion de bonnes réponses

Tableau 18. Description des participations et des exclusions

Tableau 19. Descriptif des caractéristiques des participants(es) selon l'année de l'étude

Tableau 20. Description des quatre corpus

Tableau 21. Fréquences de mots des sous-corpus

Tableau 22. Modèle structural de l'AFC

Tableau 23. Comparaison de moyennes selon l'ordre de présentation des questionnaires

Tableau 24. Analyses de comparaison de moyennes selon la participation

Liste des encadrés

Encadré 1. Descriptif des nanomatériaux les plus courants

Encadré 2. Présentation de l'affaire du blanc de plomb

Encadré 3. Présentation de l'affaire de l'amiante

Encadré 4. Illustration du réseau d'associations simplifié

Encadré 5. Exemple de jeu d'associations avec le terme "ÉCOLE" présenté aux participants(es)

Liste des acronymes, des symboles et des sigles

AFSSET : Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail

ANSES : Agence Nationale de Sécurité de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail

CPA : Comité Permanent Amiante

DGCCRF : Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes.

DGCIS : Direction Générale de la Compétitivité de l'industrie et des Services

DGE : Direction Générale des Entreprises

EFSA : Autorité Européenne de Sécurité des Aliments

INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

INRS : Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles

NAF : Nomenclature d'Activités Françaises

NIOSH : *National Institute for Occupational Safety and Health*

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PME : Petites et Moyennes Entreprises

REACH : *Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals*

SCENIHR : *Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks*

TPE : Très Petites Entreprises

Introduction générale

Depuis les années 2000, le marché des nanomatériaux représente un enjeu stratégique en termes de valorisation industrielle et technologique (Obadia, 2008). À l'échelle nanométrique (1 nanomètre = 10^{-9} mètres), la forme et la taille des particules améliorent les propriétés physiques des matériaux et multiplient leurs usages, ce qui encourage leur développement et l'amélioration de leurs capacités. En effet, la dureté, la résistance, la perméabilité, la conductivité, la couleur, l'élasticité, la solidité des matériaux peuvent être améliorées à l'échelle nanométrique. Les nanomatériaux font l'objet de toutes les convoitises en raison de leurs promesses révolutionnaires (Bretonès, 2014). Leur industrialisation permet ainsi d'apporter des solutions à de nombreuses problématiques actuelles telles que le réchauffement climatique, la pollution, le traitement des maladies graves (Conseil National de la Consommation, 2010). À titre d'exemple, les nanoparticules d'or sont utilisées pour détruire des cellules cancéreuses (Rastinehad et al., 2019) et celles de dioxyde de titane permettent de supprimer des polluants tels que l'acétaldéhyde¹ (Vincent et al., 2007). Les nanomatériaux entrent d'ailleurs dans la composition de produits disponibles sur le marché² dans les domaines de l'aérospatiale, l'industrie chimique, la pharmacutique, l'industrie automobile, la médecine et l'industrie alimentaire et ce, depuis plus de 20 ans.

En 2001, la valeur du montant du marché mondial des nanomatériaux était estimée à 40 milliards de dollars (Monino, 2020). Ce montant a été multiplié par 12 en 2008 et a atteint 75 milliards de dollars en 2020. Près de 8900 brevets de nanotechnologie ont été déposés à l'*United States Patent and Trademark Office* (USPTO) en 2019, les États-Unis détiennent le marché le plus productif au monde. La Corée du Sud, le Japon et la Chine font partie des pays pionniers en termes de brevets dans ce domaine (O'Rourke & Morrison, 2012). Avec près de 3.5 billions d'euros pour le projet *Framework Programme*, les pays européens font aussi partie des plus innovants. L'Allemagne, le Royaume-Uni et la France sont les principaux producteurs européens (ministère de l'Économie des finances et de la relance, 2012). À partir de 2009, le Gouvernement français multiplie les initiatives de soutien au développement des nanomatériaux : le Plan nanoélectronique Nano-INNOV en 2009, le programme PNano en 2009, le projet NanoMet en 2014 ou encore le projet Nano2017. Chaque année, 25 milliards d'euros sont attribués au développement industriel des nanomatériaux et environ 15 milliards d'euros sont alloués à la recherche fondamentale sur le sujet (Valorisation et transfert technologique, CEA,

¹ L'acétaldéhyde est classé comme cancérigène possible pour l'humain (CIRC, 1999)

² Il est difficile de quantifier les produits mis sur le marché, notamment en raison du non-respect de l'étiquetage des cosmétiques et biocides contenant des nanomatériaux (Que Choisir n°566 février 2018).

avril 2014, vu dans Institut National de Recherche et de Sécurité, INRS, 2014). Pourtant, si les bénéfices apportés à la recherche, aux industries et à la technologie sont nombreux, les nanomatériaux présentent des risques spécifiques, parfois difficiles à évaluer. Des travailleurs(es) et des consommateurs(trices) sont « d'ores et déjà exposés(es) à des substances, dont on ne connaît pas les effets à long terme sur la santé humaine, l'environnement ou les écosystèmes » (Fabre et al., 2009, p.57). En conséquence, l'industrialisation massive de ces nouveaux matériaux pourrait engendrer de nombreux problèmes sanitaires et environnementaux.

Le programme international sur la sécurité des substances chimiques (vu dans Marin et al., 2020) retient 10 produits chimiques ayant fortement impacté la santé humaine (amiante, pesticides, plomb, benzène, cadmium, dioxines, arsenic, fluor, mercure et polluants aériens) et questionne l'intégration des nanomatériaux à la liste de ces substances. Certains nanomatériaux interrogent même quant à leur potentielle similarité avec des matériaux nocifs tels que l'amiante (Farshchi et al., 2011 ; Milačić et al., 2009 ; Poland et al., 2008 ; Wolff, 2018). C'est le cas par exemple des nanotubes de carbone qui ont une forme et un impact sanitaire pouvant être proches des fibres d'amiante (Chernova et al., 2017). Une partie des nanotubes de carbone et de dioxyde de titane a été classée par le Centre International de Recherche sur le Cancer (Cancer-environnement, 2022) comme possiblement cancérogène pour l'humain. Ces dernières années, plusieurs études toxicologiques soulignent notamment les risques de passage des barrières physiologiques telles que la barrière hématoencéphalique, la barrière intestinale ou cutanée (Antony et al., 2006), de leur persistance dans l'organisme ainsi que de leur migration vers différents organes (Flahaut et al., 2018 ; Karmakar et al., 2014 ; Nune et al., 2009 ; Oberdörster et al., 2004). Ces risques sont particulièrement élevés pour les utilisatrices, les utilisateurs et le personnel professionnel particulièrement exposé, notamment dans les domaines de la pharmacutique, de l'électronique, de l'hygiène, de l'automobile, du textile, de la peinture, des pneumatiques et des cosmétiques. Plusieurs autrices et auteurs relèvent, entre autres, des risques de toxicité pour certains organes après des expositions répétées, de cancérogénicité, de mutagénicité des cellules germinales, de dommages oculaires graves et de sensibilisation de la peau ou des voies respiratoires (Debia et al., 2016).

Si cette recension existe, il n'en reste pas moins que l'évaluation des risques reste difficile à apprécier compte tenu des outils métrologiques³ limités et des données épidémiologiques et toxicologiques en cours de construction (Rapport du Conseil National de la Consommation, 2010).

³ Instruments de mesure comprenant un capteur de nanoparticules.

Compte tenu du fait que la sécurité humaine et environnementale soit mise en jeu, le déficit de connaissances scientifiques concernant l'impact des nanomatériaux intensifie les débats à la fois scientifiques, politiques et citoyens. Ainsi, en raison de ce contexte d'incertitude entre les bénéfices apportés et les risques encourus, le marché des nanomatériaux amène un grand nombre d'interrogations liées à la nécessité d'informer tout en apportant la protection nécessaire des consommatrices, des consommateurs et du personnel professionnel. Afin d'appréhender l'objet dans toute sa spécificité, le chapitre 1 de la thèse approfondira la définition, les avantages et les inconvénients des nanomatériaux.

Un décalage temporel se fait déjà ressentir entre la phase de développement industriel, l'introduction des nanoproducts sur le marché et les recherches sur leurs dangers (Fabre et al., 2009). Avant de constater les dégâts sanitaires environnementaux et sociaux, la recherche liée aux risques devrait s'étendre à toutes les étapes allant de la fabrication, l'intégration des nanomatériaux, leur utilisation, jusqu'à leur retraitement et leur recyclage (Aubree, 2017). Les difficultés de quantification des nanoparticules, les questions liées au suivi post-exposition du personnel professionnel ou encore les interrogations sur les conséquences vont constituer un défi dans de nombreuses disciplines. Les Sciences Humaines et Sociales mobilisent leurs outils et démarches depuis plus de 10 ans afin de mieux comprendre les enjeux qui se jouent socialement et notamment en rapport à la façon dont la population considère ce matériau. L'opinion publique est un élément à prendre à compte dans la compréhension de la régulation de la recherche et du développement de nouveaux objets de ce type (Dowling et al., 2004 ; Obadia, 2008). La question qui se pose alors est de savoir si le grand public a conscience de son exposition à l'objet, des risques et des bénéfices mis en jeu, des particularités des nanoparticules et des effets de ces perceptions sur leur santé. L'acceptation et l'utilisation d'un objet est influencée par l'attitude des individus à propos de l'objet (Frewer et al., 1998 ; Sjoberg, 2004). En ce sens, les technologies présentant des avantages sont susceptibles d'être plus acceptées et utilisées que lorsqu'elles présentent des risques. L'évaluation de l'attitude envers les nanoparticules a fait l'objet de plusieurs travaux. De 2004 à 2015, les individus semblent percevoir des risques et des avantages liés à l'utilisation et au développement des nanomatériaux et ont très peu de connaissances sur le sujet (Cobb & Macoubrie, 2004 ; Kahan et al., 2009 ; Lin et al., 2013 ; Macoubrie, 2005 ; Murcia, 2013). Bien que les études recensées permettent de dresser un premier bilan, nous observons un manque de données récentes concernant l'attitude envers les nano, en particulier concernant une population française. Peu d'entre elles ont développé une échelle de mesure adaptée pour évaluer l'attitude d'une population de profanes à l'égard d'un objet nouveau et complexe tel que les nanomatériaux. Au regard des conceptualisations de l'attitude utilisées et des outils employés dans ces études, il semble indispensable de repenser la dimensionnalité de l'attitude et la construction des mesures avant même

de vouloir évaluer à nouveau l'attitude de la population. Malgré l'existence d'une définition commune de l'attitude, il n'existe pas d'accord unanime quant à sa dimensionnalité. À titre d'exemple, il est régulièrement considéré qu'un sentiment positif à l'égard d'un objet traduit une attitude positive. Dans cette conception, l'affect est considéré comme seule retranscription des attitudes et se mesure sur un continuum allant d'une attitude positive à négative (Allport, 1935 ; Fishbein, 1967 ; Thurstone, 1931). Or, le niveau de connaissance et le type d'expérience pourraient constituer des mesures indispensables dans l'étude des attitudes à l'égard d'objets controversés, nouveaux et complexes. Une attitude se construit à travers les informations disponibles provenant de l'expérience ou de l'assimilation d'informations liées à des objets ressemblant et même, lorsqu'un individu a peu de connaissances sur l'objet. Afin de mieux appréhender ces questionnements, le concept et la structure de l'attitude développés en psychologie sociale ainsi que le bilan des travaux liés au positionnement de la population à propos du matériau feront l'objet du chapitre 2 de cette thèse.

L'actualisation des conclusions des travaux antérieurs constitue un enjeu majeur dans la compréhension de la dimensionnalité de l'attitude envers les nano⁴. L'objectif principal de cette thèse est d'évaluer l'attitude d'un échantillon de personnes vivant dans un contexte français. En l'absence d'une méthode appropriée disponible dans la littérature, un outil adapté doit être élaboré. Ainsi, ce travail de recherche se poursuivra par la construction d'un questionnaire d'attitude envers les nano, afin d'évaluer l'attitude de notre échantillon. Pour ce faire, nous nous appuierons sur le travail de recensement et d'analyse des travaux liés à l'attitude envers les nanoparticules présenté dans le chapitre 2. Les étapes d'élaboration d'un questionnaire d'évaluation de l'attitude à propos des nano à travers deux études (études 1 et 2) sont présentées dans le chapitre 3. L'attitude des individus est ainsi appréhendée et détaillée. À l'aide de quatre recueils de données collectées de 2019 à 2022 d'un réseau d'associations simplifié, une étude complémentaire (étude 3) présentée dans le même chapitre, permet d'approfondir la compréhension des informations sémantiques liées aux nanoparticules et de leur évolution dans le temps.

L'ensemble des données obtenues dans les études 1 à 3 suggère que la population a une perception des nanoparticules de plus en plus risquée. Or, les connaissances et les croyances liées aux risques induits par l'exposition à un matériau nocif tel que les nanoparticules pourraient impacter la santé mentale des personnes concernées. En effet, l'information sur les risques encourus ou le manque d'informations claires suite à une exposition prolongée à un matériau nocif tel que l'amiante pourraient

⁴ Le terme *nano* regroupe plusieurs termes reliés tels que nanoparticules, nanomatériaux, nanotechnologie etc.

engendrer des craintes, de l'anxiété, une détresse importante, des symptômes de la dépression ou encore du stress lié à de potentiels futurs problèmes de santé (Houts & McDougall, 1988 ; Maurel et al., 2006 ; Meyerowitz et al., 1989). À travers une rétrospective historique, toxicologique et psychologique d'anciens scandales sanitaires (comme celui de l'amiante), le chapitre 4 s'étend sur l'impact psychologique éventuel provoqué par la crainte d'une exposition à un matériau potentiellement dangereux. L'étude 4 se concentre sur un public se pensant plus ou moins exposé aux nanoparticules au travail et à domicile. Observer cette population permet d'estimer la propension de l'attitude des personnes se pensant exposées à induire un risque pour leur santé mentale. Si nos conclusions venaient confirmer les observations des études liées à l'amiante, elles soutiendraient l'idée que la perception des nanoparticules pourrait être en lien avec le développement de troubles de santé mentale. Ainsi, le deuxième objectif de cette thèse est d'évaluer si l'attitude et plus spécifiquement la perception des risques à propos des nanoparticules et l'exposition de la population impliqueraient l'augmentation de troubles psychologiques.

La thèse questionne la nécessité et la façon d'informer les personnes concernées par une exposition aux nanoparticules. De nombreuses résistances à la transmission d'informations (e.g., minimisation ou occultation des risques) freinent l'accès aux connaissances sur les risques encourus et sur les moyens de sécurité mis en place. Or, une prévention claire et accessible permet aux individus concernés d'acquérir de l'autonomie dans leur consommation et dans leur mise en sécurité. À l'inverse, manquer d'autonomie dans la prise de décision et la mise en place d'actions de sécurité pourrait faciliter la survenue de troubles psychologiques.

Chapitre 1. Les nanomatériaux d'hier à aujourd'hui : état des lieux

1. Description et utilisation des nanomatériaux

En 1959, le physicien Richard Feynman suggère à la communauté scientifique qu'il serait possible de manipuler et de contrôler individuellement les atomes et les molécules. Par cette énonciation, le physicien ouvre la porte au monde de l'infiniment petit. Bien qu'ils fussent utilisés depuis longtemps⁵, il faudra attendre l'invention du microscope à effet tunnel en 1982 par Binnig et al., pour voir apparaître le développement des nanomatériaux.

De nombreuses particules de taille nanométrique se retrouvent naturellement dans l'environnement comme dans la suie, les retombées d'éruptions volcaniques ou de feux de forêt alors que les nanomatériaux manufacturés sont produits ou utilisés par l'humain à des fins industrielles ou de recherches. Ces derniers éléments sont utilisés en tant que tels ou entrent dans la composition d'autres matériaux (e.g., les nanotechnologies qui font référence à l'utilisation de nanomatériaux dans la technologie). Les nanoparticules quant à elles correspondent aux résidus de nanomatériaux relâchés au cours de la fabrication, de l'utilisation ou du recyclage de l'ensemble des particules manufacturées. La définition même du terme « nanomatériaux » fait, encore aujourd'hui, l'objet de nombreux débats et propositions. La recherche d'une définition précise est pourtant essentielle, afin de réguler au mieux la fabrication et l'utilisation des nanomatériaux et d'améliorer l'évaluation des expositions possibles (INRS, 2019). Le préfixe « nano » vient du grec « nannos » signifiant « nain ». Il fait référence à tous les produits et technologies impliquant la production et l'application de la matière à l'échelle nanométrique (Obadia, 2008). Le comité *International Standardization Organization* (ISO, 2010) indique que les nanomatériaux concernent toutes les particules dont la largeur ou la hauteur est inférieure ou égale à 100 nanomètres (un nanomètre correspond à un milliardième de mètre). En s'appuyant sur cette description, la Commission Européenne (2011) précise qu'il s'agit d'un « matériau naturel, formé accidentellement ou manufacturé, contenant des particules libres sous forme d'agrégat ou sous forme d'agglomérat, dont au moins 50 % des particules, dans la répartition numérique par taille, présentent une ou plusieurs dimensions externes se situant entre 1 nm et 100 nm » (2011, p.3). Depuis 2013, la Commission Européenne réexamine⁶ cette définition afin de l'adapter à la spécificité de tous les nanomatériaux et d'intégrer les nouvelles données scientifiques. Par exemple, selon cette

⁵ Les premières traces de l'utilisation des nanomatériaux datent d'il y a près de 4500 ans. Des nanofibres d'amiante naturelles sont par exemple utilisées pour renforcer et faire briller des objets en céramique (Heiligtag & Niederberger, 2013).

⁶ La présente recommandation met à jour la recommandation 2011/696/UE.

dernière, le terme *nanomatériau* recouvre tout « matériau naturel, formé accidentellement ou manufacturé, constitué de particules solides qui sont présentes soit individuellement soit en tant que particules constitutives identifiables dans des agrégats ou des agglomérats, dont au moins 50 % des particules [...] présentent une ou plusieurs dimensions se situant entre 1 nm et 100 nm » (Commission Européenne, 2022, p.40). Cette nouvelle définition intègre des notions de taille comme par exemple le fait que le matériau doive répondre au moins à une des conditions suivantes : avoir une ou plusieurs dimensions externes entre 1 nm à 100 nm, présenter une forme allongée ou de tube en ayant deux dimensions externes inférieures à 1 nm et une dimension supérieure à 100 nm, présenter une forme de plaque et avoir une dimension externe inférieure à 1 nm et les autres dimensions supérieures à 100 nm. Cette définition est à l'heure actuelle la plus détaillée mais elle ne recouvre pas totalement la complexité caractéristique de l'ensemble des nanomatériaux (Fabre, 2022). De nombreuses équipes de recherches (e.g., Laboratoire National de métrologie et d'Essais, ISO, OCDE) contribuent à l'adaptation de cette définition et à la normalisation des nanomatériaux (i.e., définir une terminologie de l'objet, lister ses caractéristiques, adapter une méthodologie d'évaluation de l'exposition, lister les implications sociétales, etc.).

1.1 Applications des nanomatériaux

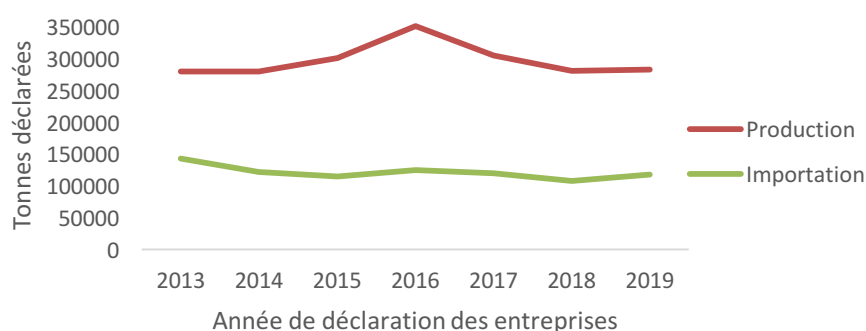
Le développement des connaissances scientifiques fondamentales ainsi que les progrès technologiques en nanosciences nourrissent de nombreux espoirs dans différents domaines d'applications. Dans le secteur médical, l'utilisation des nanoparticules se situe à trois niveaux : le diagnostic, l'amélioration du matériel et les soins. Par exemple, afin de pallier les effets indésirables de la chimiothérapie en cas d'atteinte cancéreuse, l'utilisation de nanovecteurs permet d'acheminer la molécule médicamenteuse en direction de la tumeur. Contrairement aux traitements habituels, cette approche permet de limiter la dégradation du traitement lors du passage des barrières naturelles et de réduire les dégâts sur les tissus sains (Mehdi, 2020). De nouvelles thérapies sont aussi envisagées dans la maladie de Parkinson, seconde pathologie neurodégénérative la plus fréquente, pour laquelle les nanovecteurs pourraient améliorer la pénétration de la barrière hématoencéphalique du traitement de substitution de la dopamine (Karthivashan et al., 2020). Cette action reste encore exploratoire mais elle permettrait de véhiculer les principes actifs vers le tissu cérébral tout en contrôlant leur libération.

L'utilisation des nanomatériaux dans le domaine des énergies renouvelables et durables fournit des sources d'énergie écologiques. Selon Brandl et al. (2015) les nanomatériaux offrent des solutions rapides et efficaces en cas de pollution environnementale. En effet, leurs travaux présentent l'efficacité des nanomatériaux pour décontaminer l'eau et les sols de polluants hydrophobes tels que des

pesticides, le bisphénol A, les phtalates et les hydrocarbures. Il s’agirait de relâcher des nanoparticules photosensibles nommées « copolymères diblocs amphiphiles » dans des lieux pollués. Le noyau de ces nanoparticules agit comme un piège en absorbant les molécules hydrophobes et en les éliminant. Cette manipulation pourrait permettre de réhabiliter des sols à la suite d’accumulation ou de déversements chimiques répétés. D’autres types de matériaux à l’échelle nanoparticulaire permettent de développer des techniques d’assainissement réduisant la pollution des sols, d’améliorer la filtration, le traitement et la purification des eaux souterraines afin d’éliminer des polluants tels que l’arsenic (Lenoble, 2003). L’industrialisation des nanomatériaux est ainsi susceptible d’apporter des solutions à de nouvelles problématiques rencontrées. Le traitement des cancers et d’autres maladies graves, la pollution de l’air, des sols et des eaux, ou encore la raréfaction des énergies et le réchauffement climatique pourraient trouver des réponses adaptées (Conseil National de la Consommation, 2010). Depuis 2013, le ministère de la transition écologique et la Direction générale de la prévention des risques rendent compte annuellement de la production et de l’importation de ces substances en France *via* les rapports R-Nano (Agence Nationale de Sécurité de l’Alimentation, de l’Environnement et du Travail, ANSES, 2020).

Figure 1

Tonnes de substances nanoparticulaires produites et importées en France entre 2013 et 2019

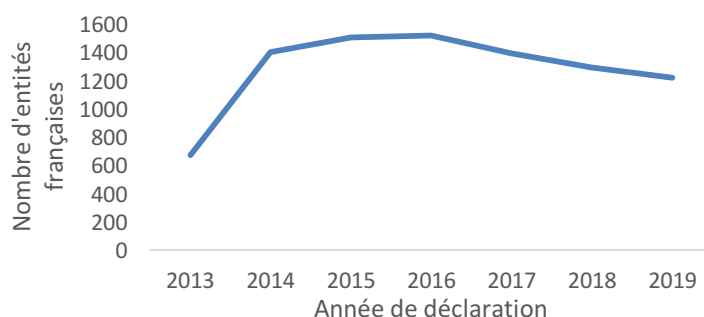


Note : Graphique effectué *via* les données des rapports R-Nano de l’ANSES de 2013 à 2019. Les rapports post 2019 ne sont pas publiés.

Les structures françaises déclarent avoir produit en moyenne 296 776 tonnes de substances nanoparticulaires et avoir importé 121 449 tonnes par année entre 2013 et 2019 (Figure 1). Le volume global des nanomatériaux importés semble relativement stable entre 2013 et 2019. On remarque une légère augmentation de la production jusqu’en 2016 puis une diminution de 2016 à 2019 (ANSES, 2020). Cette variation pourrait s’expliquer par la diminution du nombre de déclarations effectuées par les entreprises depuis 2016.

Figure 2

Nombre d’entreprises françaises ayant déclaré l’importation ou la fabrication de substances nanoparticulaires entre 2013 et 2019



Note : Graphique effectué via les données des rapports R-Nano.

L’analyse des déclarations R-Nano présentée dans la Figure 2 montre le nombre d’entreprises françaises déclarant la production, l’utilisation ou l’importation de substances nanométriques. En 2013, lors de la création du registre R-Nano, seulement 670 structures ont déclaré l’importation ou la distribution de substances à l’état nanoparticulaire alors qu’elles sont plus du double en 2016. En somme, entre 2013 et 2021 et chaque année, 1282 structures en moyenne déclarent l’importation ou la distribution de substances à l’état nanoparticulaire. Tout comme le volume global des nanomatériaux produit en France, le nombre d’entités françaises déclarant l’importation ou la distribution de substances à l’état nanoparticulaire augmente de 2013 à 2016 puis diminue jusqu’en 2019 (Figure 2). Le nombre de déclarations enregistrées oriente donc probablement les quantités recensées. Par conséquent, il est difficile de connaître avec exactitude les quantités de nanomatériaux produites et importées en France entre 2013 et 2019.

Par ordre de tonnage, le noir de carbone, la silice, le carbonate de calcium, le dioxyde de titane, l’oxyde d’aluminium, la boehmite et le silicate de magnésium sont les plus produits et importés en France. Les nanomatériaux les plus couramment utilisés (>10 000 tonnes) ainsi que leurs champs d’applications⁷ sont détaillés dans l’encadré 1.

⁷ Les catégories de produits contenant le plus de nanomatériaux concernent les produits phytopharmaceutiques, les cosmétiques et produits de soins personnels, les revêtements et peintures, solvants, diluants et les polymères (ANSES, 2020).

Encadré 1

Descriptif des nanomatériaux les plus courants

Le noir de carbone (N330) est produit par l'industrie pétrolière grâce à la combustion d'hydrocarbures. Près de 70% du noir de carbone concerne l'industrie du pneumatique pour améliorer la dureté et la souplesse des pneus. Il compose aussi de nombreux élastomères⁸ comme protection aux rayons ultraviolets (UV) et réduit la conductivité des plastiques et des caoutchoucs. Il sert également de pigment pour le maquillage, les encres, les plastiques, les vernis, etc. Il est aussi utilisé en laboratoire comme purificateur, car il permet aux déchets de se fixer et de former des agrégats (Flamand & Bilodeau, 2008).

La silice (SiO_2) est élaborée à partir de matières premières telles que le chlorure de silicium ou le métasilicate de sodium. Les nanosilices sont utilisées dans des produits alimentaires en tant qu'agglomérant (E551) dans le sucre, le sel, la poudre d'œuf et le café instantané ou comme agent fluidifiant dans les sauces industrielles. Elles entrent aussi dans la composition de cosmétiques pour leurs propriétés anti-UV dans les crèmes solaires, abrasives dans les dentifrices (Maynard, 2006), épaississantes dans les décolorations et comme agent de matité dans le maquillage (INRS, 2014). Depuis plus de 30 ans, elles se retrouvent dans la composition de bétons et de mortiers à hauteur de 5 à 10% de la masse totale pour augmenter leur fluidité, leur perméabilité et leur résistance au temps et au gel (INRS, 2014). Elles sont aussi utilisées pour renforcer d'autres matériaux tels que les élastomères, les résines, les peintures et les encres.

Le carbonate de calcium (CaCO_3) se retrouve dans le calcaire, dans la craie ou dans le marbre. En raison de sa légèreté et de la spécificité de sa surface, le carbonate de calcium à l'échelle nanométrique (E170) est largement utilisé dans la fabrication de matières plastiques, les revêtements automobiles, les produits d'étanchéité, les encres. Il entre aussi dans la composition de plusieurs aliments grâce à ses propriétés blanchissantes et pour augmenter la teneur en calcium.

Le dioxyde de titane (TiO_2) entre dans la composition de nombreux produits finis (peintures, médicaments, dentifrices, matériaux de construction de bâtiments et de travaux publics ...). L'industrie cosmétique l'exploite particulièrement dans les crèmes solaires pour ses capacités à réfléchir et absorber les rayonnements UV. Il est également employé comme antibactérien dans les déodorants, comme pigment dans les décolorations capillaires et dans le maquillage

⁸ Un élastomère est un polymère ayant des propriétés élastiques.

(INRS, 2014). Le secteur des Bâtiments de Travaux Publics emploie aussi ce matériau pour ses propriétés anti-germes et hydrophiles qui préservent l'aspect des bâtiments et minimisent leur entretien (INRS, 2014). Le dioxyde de titane sous forme de nanopoudre est aussi utilisé en tant qu'additif alimentaire (E171) pour ses propriétés opacifiantes et colorantes blanches.

L'oxyde d'aluminium (Al_2O_3) est lui aussi utilisé comme pigment dans le maquillage par l'industrie des cosmétiques (INRS, 2014).

La boehmite (AlO OH) est utilisée dans différentes applications industrielles. Elles permettent de produire l'alumine, composant principal de la céramique ou comme matériau de blindage pour automobile et comme retardateur de flamme dans les plastiques (Pauluhn, 2009). Les nanoparticules de boehmite peuvent être utilisées comme adjuvants dans les vaccins.

Le silicate de magnésium (E553) est formé à partir de sodium et de chlorure de magnésium. Au même titre que la silice, il est employé comme anti-agglomérant dans des aliments de type lait en poudre, sel, saucisse sèche, condiments, confiseries et épices.

Dans ce contexte de production et d'utilisation massive, les nanomatériaux occupent donc une place prépondérante dans le développement industriel et technologique (Conseil National de la Consommation, 2010) et font désormais partie de notre environnement quotidien (Comité de la Prévention et de la Précaution, 2020).

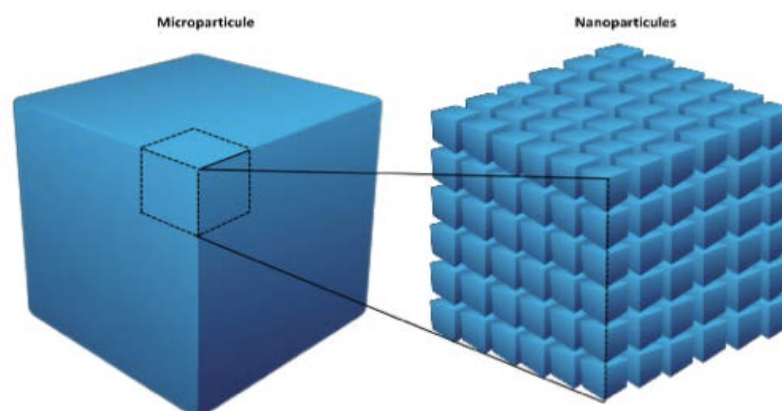
Peu de temps après le lancement des programmes liés aux nanomatériaux (e.g., Nano-INNOV, NanoMet, Pnano, Nano2017), des Organisations Non Gouvernementales (ONG) telles que *Friends of the Earth* et *Greenpeace* soulèvent des interrogations relatives à la toxicité des nanomatériaux (Chaskiel, 2021). La question des risques liés à l'exposition, particulièrement en milieu professionnel, est rapidement soulevée. Ainsi, en parallèle de la dynamique de valorisation industrielle, des projets se basent sur la précaution et la responsabilisation des entreprises en matière de nanomatériaux. En ce sens, l'Organisation de Coopération et de Développement Économique (OCDE) initie en 2006 un groupe de travail lié à la coopération internationale sur la sécurité des nanomatériaux. Cette démarche permet, entre autres, le regroupement des connaissances liées à l'identification des dangers pour l'environnement et à la santé humaine et à la gestion des risques encourus.

1.2 Caractéristiques et propriétés des nanoparticules

Chaque nanomatériau présente un profil toxicologique qui lui est propre et prend en compte de nombreux paramètres physiques et chimiques (Debia et al., 2016 ; INRS, 2014). Par conséquent, la compréhension toxicologique des particules à l'échelle micrométrique ne s'applique pas « aux particules nanométriques ; et la spécificité de l'échelle nanométrique comprend, outre les nouvelles propriétés innovantes des matériaux, de nouvelles propriétés quant à leur réactivité biologique » (Mamaeva et al., 2013, vu dans Kurtz-Chalot, 2014, p.34). Les propriétés physiques et chimiques d'une nanoparticule dépendent particulièrement du matériau qui la constitue. Le passage d'un matériau à l'échelle nanométrique augmente fortement sa surface, ce qui modifie ses propriétés (Lidén, 2011). En effet, comme illustré dans la Figure 3, un matériau à l'échelle nanométrique a une surface 50 fois plus importante qu'un même matériau à échelle micrométrique.

Figure 3

Relation entre le volume et la surface d'une microparticule et d'une nanoparticule (Kurtz-Chalot, 2014)

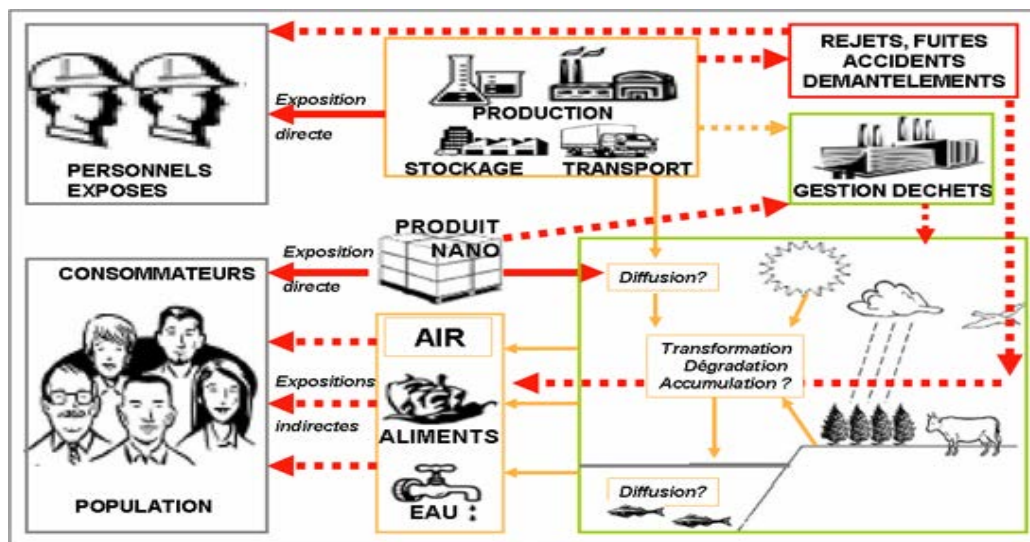


1.3 Voies d'expositions aux nanoparticules

Pour bien comprendre les enjeux sanitaires, il est essentiel de distinguer l'exposition professionnelle de celle des consommatrices et consommateurs. L'exposition par ingestion d'aliments composés de nanomatériaux est sans doute la plus conséquente. Par exemple en 2012, la quantité journalière moyenne ingérée de dioxyde de titane nanométrique chez l'enfant était de 1 mg/kg (Weir et al., 2012). En ce sens, l'exposition dépend de l'action exercée (Hervé-Bazin, 2007). Elle peut avoir lieu directement ou indirectement par la manipulation des nanomatériaux, mais aussi dans l'air, les aliments, ou encore l'eau dès lors que les nanoparticules sont disséminées dans l'environnement (Figure 4) (Kurtz-Chalot, 2014).

Figure 4

Voies d'expositions professionnelles et domestiques (Kurtz-Chalot, 2014)



L'exposition aux nanoparticules peut avoir lieu par inhalation, par injection, par ingestion ou par contact cutané (Figure 5) (Debia et al., 2016). Il est possible que plusieurs voies de pénétrations soient mobilisées, notamment lorsqu'il y a inhalation de particules en suspension en même temps qu'une exposition par voie cutanée et /ou par ingestion.

Figure 5

Voies de pénétrations des nanoparticules dans l'organisme humain (Kurtz-Chalot, 2014, inspiré de Vicari et al., 2010)



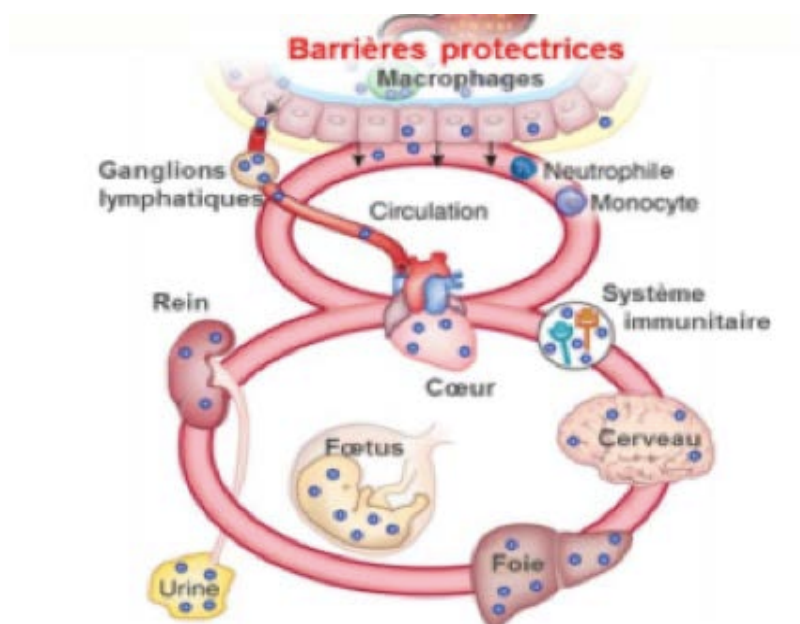
1.4. Risques sanitaires de l'exposition aux nanoparticules

Les données disponibles indiquent que les nanoparticules inhalées ou ingérées traversent les muqueuses et les barrières hématoencéphalique, pulmonaire, rénale et intestinale pour se diffuser dans

l'organisme par le sang et la lymphe et s'accumuler dans des organes tels que le cerveau et le foie (Flahaut et al., 2018 ; Karmakar et al., 2014 ; Nune et al., 2009 ; Oberdörster et al., 2004). Par exemple, des nanoparticules, telles que celles de dioxyde de titane ou de noir de carbone, peuvent pénétrer l'appareil respiratoire et se fixer sur les muqueuses, pouvant alors engendrer des risques cardiovasculaires, de stress oxydatif, de fibroses et de cancers (Figure 6) (ANSES, 2014).

Figure 6

Pénétration et stockage des nanoparticules dans l'organisme humain (Kurtz-Chalot, 2014, inspiré de Vicari et al., 2010)



Bien que les conséquences sur la santé humaine associées aux nanomatériaux manufacturés ne soient pas encore totalement déterminées (Auplat & Delemarle, 2012), les travaux d'évaluation des risques permettent de dresser un premier bilan. Dans ce sens, la Commission européenne *Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks* (SCENIHR) indique que certains nanomatériaux manufacturés peuvent impacter la santé.

Tableau 1

Classification des propriétés dangereuses des nanomatériaux les plus courants (tableau tiré de Lee et al., 2017 et adapté selon la littérature (cf. notes de bas de page))

	Noir de Carbone	Sio ₂	Carbonate de calcium	Tio ₂	Oxyde d'aluminium	Oxydes de zinc	Boehmite	Silicate de magnésium	Nanoparticules d'argent	Nanotubes de carbone ⁹
Dommages oculaires graves	Non	Non	Na	Non	Na	Non	Na	Na	Non	Oui
Sensibilisation de la peau ou des voies respiratoires	Non	Non	Na	Non	Na	Na	Na	Na	Oui	Non
Mutagénicité des cellules germinales	Non	Non	Na	Non	Na	Non	Na	Na	Non	Oui
Cancérogénicité	Oui	Na	Na	Oui	Na	Na ¹⁰	Na	Na	Na	Oui
Toxicité pour la reproduction	Non	Na	Na	Oui	Na	Non	Na	Na	Non/Oui ¹¹	Na
Toxicité pour certains organes après une exposition	Na*	Na	Na	Na	Na	Na	Na	Na	Na	Na
Toxicité pour certains organes après expositions répétées	Non	Oui	Na	Oui	Na	Oui	Na	Na	Oui	Oui
Stress oxydatif	Na	Na	Na	Na	Na	Na	Na	Na	Oui ¹²	Na

*Na = pas de données (Les nanomatériaux classés Na n'indiquent pas nécessairement une absence de danger. Cela signifie que les études en question ne relèvent pas de risque spécifique mais qu'il est nécessaire d'approfondir les connaissances).

⁹ Dans les études toxicologiques évaluant les effets des nanotubes de carbone, la durée d'exposition ne dépasse généralement pas 90 jours. Or les études d'une durée inférieure à 90 jours ne sont généralement pas suffisantes pour évaluer la toxicité potentielle (Hardy et al., 2018)

¹⁰ Selon Wang et al. (2013) et De Angelis et al. (2013) les nanoparticules d'oxyde de zinc insérées dans la crème solaire augmentent les risques de cancers de la peau.

¹¹ Plusieurs autrices et auteurs indiquent que des nanoparticules d'argent (utilisées comme biocides) présentent des risques pour la fertilité masculine (Gromadzka-Ostrowska et al., 2012 ; Klein et al., 2013).

¹² Liu et al., 2020

Les travaux résumés dans le Tableau 1 offrent de nombreuses informations sur la toxicité des nanoparticules et permettent d'établir « des hypothèses sur les mécanismes impliqués dans la toxicité des nanoparticules dans des conditions contrôlées » (Kurtz-Chalot, 2014, p.39). Kurtz-Chalot (2014) précise que le devenir des nanomatériaux une fois dans l'organisme est difficile à appréhender. Qu'elles soient réalisées sur des organismes vivants (*in vivo*) ou en dehors de celui-ci (*in vitro*), les études toxicologiques sur les nanoparticules sont critiquées en raison du manque d'homogénéité de leur méthodologie (Kurtz-Chalot, 2014), ce qui rend leurs comparaisons difficiles et conduit à des résultats parfois contradictoires (Caroly & Drais, 2016). Horie et al. (2012) relèvent notamment d'importantes différences dans les modèles cellulaires employés, les temps d'expositions et les doses de nanoparticules observées. Dans de nombreux cas, il est difficile de leur attribuer la causalité d'une pathologie qui se déclare longtemps après une exposition « l'ouvrier, même très ignorant, qui plonge les mains dans un liquide qui lui est inconnu et voit aussitôt ses mains se couvrir de boutons, fait aisément la relation de cause à effet. Cependant, il faut avoir beaucoup de connaissances spécialisées pour traquer un poison qui n'est toxique qu'à long terme » (Guérin & Paty, 1980, p.321). En résumé, à ce jour les travaux toxicologiques soulignent de potentiels effets graves induits par des nanomatériaux tels que le noir de carbone ou le dioxyde de titane. À l'inverse, d'autres nanomatériaux comme le carbonate de calcium ou la boehmite ne semblent pas engendrer de complications en cas d'exposition prolongée. Au vu du fort développement des nanomatériaux et de l'incertitude scientifique quant à leurs effets sur la santé, il semble fondamental d'encadrer juridiquement les situations qui supposeraient que les individus soient exposés aux nanomatériaux.

2. Dispositif juridique applicable à la production et à l'utilisation des nanomatériaux manufacturés

2.1 Cadre juridique des produits à usages domestiques

La connaissance liée aux risques des nanoparticules étant en cours de construction, cela implique que des mesures de protection et de prévention doivent encadrer l'exposition de la population (Binet et al., 2015). Pourtant, l'ineffectivité du cadre juridique se constate pour de nombreux produits contenant des nano sur le marché. La Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes (DGCCRF, 2019) précise qu'en 2015 et en 2018, environ la moitié des produits cosmétiques contrôlés ne remplissaient pas les normes d'étiquetage en vigueur, bien que, depuis 2013, les nanomatériaux manufacturés insérés dans l'alimentation, les cosmétiques et les biocides sont soumis à une obligation d'étiquetage (Règlement 1169/2011 du Parlement européen et du Conseil). La mention [*nano*] doit être clairement spécifiée dans la liste des ingrédients. Or, les acteurs industriels craignent que cette réglementation suscite des craintes chez les consommatrices et

consommateurs. En 2018, l'association Union Fédérale des Consommateurs (UFC) « Que Choisir » porte plainte contre neuf industriels pour non-respect de cette obligation légale. Ce type d'action encourage les industriels à plus de transparence quant à la composition de leurs produits mis sur le marché. Depuis, les composés à l'échelle nanométrique deviennent un peu plus visibles sur l'étiquette des produits de consommation courante. Très rapidement, le dioxyde de titane (TiO_2) sous forme nanoparticulaire apparaît dans l'affichage de nombreuses compositions¹³. Son insertion comme additif dans l'alimentation (E171) a été interdite très récemment en France (Journal Officiel, 17 avril 2019), puis en Europe (journal Officiel, 18 janvier 2022). En résumé, les actions mises en place pour informer et protéger la population se développent depuis peu mais peuvent être insuffisantes pour remplir leur rôle de protection et de prévention.

2.2 Encadrement juridique du secteur professionnel

En tant qu'agents chimiques, les nanomatériaux sont soumis à différentes mesures réglementaires en matière de prévention du risque chimique mais la réglementation ne prend pas en compte la spécificité imposée par la composition chimique, la taille et la forme des nanomatériaux. Par exemple, la réglementation européenne *Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals* (REACH) de 2007 a pour objectif l'encadrement de la protection de la santé humaine et de l'environnement, en rapport aux risques de fabrication et d'utilisation des substances chimiques en général. Dans ce cadre, les industriels doivent déclarer¹⁴ leur production et leur importation de nanomatériaux à l'Agence Européenne des Produits Chimiques (ECHA). La difficulté est que cette procédure d'enregistrement et de contrôle ne s'applique qu'aux productions supérieures à une tonne par an alors que bon nombre de nanomatériaux sont fabriqués ou importés dans de plus petites quantités (INRS, 2014). En parallèle, depuis 2013, les articles L.523-1 à L.523-3 du Code de l'environnement concernent spécifiquement les nanomatériaux. Les entreprises et les laboratoires de recherches qui produisent, importent, utilisent ou mettent sur le marché français plus de 100 grammes de substances à l'état nanoparticulaire doivent obligatoirement le déclarer à l'ANSES.

L'ensemble de ces mesures devrait permettre à la fois le recensement et le contrôle des substances chimiques, de sécuriser l'exposition du personnel et de rendre les informations accessibles aux consommatrices et aux consommateurs. Or, le contexte d'incertitude scientifique offre aux industriels concernés par la fabrication et l'utilisation de nanomatériaux de nombreuses possibilités

¹³ Bien que l'industrialisation du TiO_2 commence à être réglementée en 2008 par l'Autorité Européenne de Sécurité des Aliments (EFSA), l'insuffisance des travaux scientifiques toxicologiques empêche toute recommandation.

¹⁴ 9 595 déclarations ont été effectuées par des entités françaises en 2019.

d'échapper à la réglementation (Jouzel, 2011). L'ANSES relève que 90% des données déclarées de caractérisation des nanomatériaux (e.g., taille, surface spécifique, charge de surface) sont incomplètes et ne sont pas exploitables (ANSES, 2020). Par conséquent, le fait que seuls 10% des déclarations renseignent correctement sur l'usage de ces nanomatériaux entrave fortement l'évaluation des risques sanitaires potentiels.

3. Nécessité d'évaluer et d'encadrer l'exposition des activités de travail

En France, en l'absence d'une réglementation spécifique à propos des nanomatériaux, les dispositifs préventifs applicables concernent de manière générale les prescriptions inscrites dans l'article L.4121-2 du Code du travail. Il s'agit d'éviter les risques (1), d'évaluer ceux qui ne peuvent pas être évités (2), de combattre les risques à la source (3), d'adapter le travail à l'humain (4), de tenir compte de l'état d'évolution de la technique (5), de remplacer ce qui est dangereux par ce qui ne l'est pas ou par ce qui l'est moins (6), de planifier la prévention (7), de prendre des mesures de protection collective en donnant la priorité aux mesures de protection individuelle (8) et de donner des consignes appropriées au personnel professionnel (9). L'ensemble des neuf points énoncés implique que l'exposition professionnelle doit être connue lorsqu'elle a lieu. Par conséquent, l'évaluation de l'atmosphère du milieu du travail constitue une étape indispensable dans la prévention des risques sanitaires induits par l'exposition aux nanoparticules. Elle permet d'une part que l'employeuse ou l'employeur prenne les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et la protection de la santé physique et mentale des travailleuses et travailleurs (Article L. 4121-1 du Code du travail) et d'autre part que les utilisatrices et utilisateurs puissent améliorer leur prise de conscience du risque de leur exposition (Rosén et al., 2005). Le fait d'avoir conscience d'être exposé(e) offre la possibilité d'adapter les comportements afin de réduire l'exposition (Beurskens-Comuth et al., 2011 ; Kuhl & Dobernowsky, 2011)¹⁵.

3.1 Le personnel professionnel particulièrement exposé

Les travailleuses et travailleurs qui manipulent des nanomatériaux sont en première ligne en termes d'exposition (Debia et al., 2016). Dans certains milieux professionnels, chaque millilitre d'air peut contenir plusieurs centaines de milliers de nanoparticules. Une grande quantité de ces résidus est

¹⁵ La mise en place de ce type d'appareillage sous-entend que « l'opérateur serait souvent responsable de son exposition » (Galey, 2019, p.2). Cette vision classique en hygiène industrielle semble peu considérer le poids de la responsabilité patronale et du manque d'informations données aux salarié(es) sur leur exposition et sur les risques associés. Le risque étant que seules les entreprises ayant mis en œuvre une démarche de prévention et d'information des risques de l'exposition aux nanoparticules pourraient avoir accès à ces mesures.

d'ailleurs relâchée dans l'environnement et expose ainsi la population à travers l'eau et l'air. Keller et al. (2013) précisent d'ailleurs qu'entre 63 et 91% des 300 000 tonnes de nanomatériaux manufacturés produits dans le monde en 2010, ont terminé dans des décharges, le reste étant libéré dans les sols (8 à 28%), dans l'eau (de 0,4 à 7%) ou l'atmosphère (0,1-1,5 %) (Kurtz-Chalot, 2014). Ricaud, ingénieur chimiste spécialiste des nanomatériaux à l'INRS, explique que l'exposition du personnel professionnel « est plus forte dans la mesure où les quantités manipulées ou utilisées sont plus importantes. En plus, certains sont en contact avec des nanomatériaux bruts, qui se présentent sous la forme de poudres très volatiles et peuvent donc facilement entrer dans le corps en étant inhalés ou ingérés. (...). Une partie des salariés n'est pas protégée comme il le faudrait, alors que certains nanomatériaux sont utilisés depuis des dizaines d'années, comme le dioxyde de titane ou le noir de carbone » (Ricaud, vu dans Blandin, 2016, p.1). Pour ces raisons, les nanomatériaux sont considérés comme l'un des dix principaux risques sanitaires émergents sur les lieux de travail par l'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail (Kaluza et al., 2009). Dans l'objectif d'engager une réflexion sur la limite d'exposition professionnelle au noir de carbone nanométrique, un seuil limite d'exposition professionnelle compris entre 0.12 et 0.170 mg/m³ est proposé (Binet et al., 2015). Cette limite permettrait de diminuer les risques pour la santé, notamment la probabilité de développer un cancer. Or, la concentration atmosphérique de 1994 à 2018 de 326 prélèvements (issus de la base de données d'expositions professionnelles des agents chimiques COLCHIC), dépasse jusqu'à 200 fois la limite haute préconisée (valeurs comprises entre 0,005 et 33,73 mg/m³ avec une médiane à 0,6 mg/m³).

3.2 Valeur limite d'exposition aux nanoparticules

À ce jour en France, aucune valeur limite d'exposition professionnelle n'est déterminée. Depuis 2005, Hédelin souligne l'importance de légiférer sur une limite d'exposition et conseille pour le moment de suivre les indications du *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) recommandant une valeur limite de 0,07 mg/m³. Ce seuil a pour objectif de réduire le risque de développer un cancer à une chance sur dix mille. Depuis 2011 aux États-Unis, le NIOSH recommande des valeurs de seuils d'expositions professionnelles notamment pour le dioxyde de titane à l'état nanoparticulaire (0,3 mg/m³) et pour les nanotubes de carbone (1 µg/ m³) (INRS, 2014). En Allemagne aussi, le seuil limite d'exposition est de 0,3 mg/m³ pour les poussières biopersistantes comme le dioxyde de titane. Cette valeur est aujourd'hui abaissée à 0,075 mg/m³.

3.3 Outils de mesure de l'exposition

Plusieurs équipements sont utilisés pour caractériser l'atmosphère (e.g., mesure de la concentration particulaire, mesure de la concentration et de la taille, mesure de la matière et de la

forme) (Agence Française de Sécurité Sanitaire de l’Environnement et du Travail, AFSSET, 2008). Des travaux en ergotoxicologie¹⁶ ont mis en place l’analyse conjointe de l’activité de manipulation des nanomatériaux par vidéo (technique de *video exposure monitoring*, VEM) avec des mesures de concentration de particules dans l’air en temps réel. Les mesures obtenues permettent d’une part d’identifier les variations des paramètres mesurés et d’autre part d’identifier en temps réel une situation de travail qui engendre une exposition accrue aux polluants atmosphériques (Beurskens-Comuth et al., 2011 ; Rosén et al., 2005 vu dans Galey, 2019). Néanmoins, ce type d’appareillage présente deux limites principales à son utilisation. La première difficulté concerne la nécessité d’un appareillage particulier et d’un travail important d’analyse des données. Par conséquent, l’évaluation est pour le moment un moyen de contrôle préventif et ponctuel, à défaut d’obtenir des marqueurs de contrôle sur le long terme. La seconde difficulté est que les outils de mesure actuels permettent difficilement de différencier les nanoparticules qu’elles soient manufacturées ou naturelles. Or, sur le terrain les personnes sont exposées à un cocktail de particules de toutes tailles et origines. En effet, il reste difficile de différencier deux nanomatériaux de compositions chimiques similaires présentant un profil différent. Par exemple, il existe de très nombreux profils de nanotubes de carbone qui se distinguent par leur souplesse, leur rigidité, leur longueur ou encore par le nombre de leurs parois. Il est aussi compliqué de différencier une nanoparticule de sa version initiale. Le dioxyde de titane est par exemple, utilisé à l’échelle nanométrique mais aussi sous des formes non nanométriques, ce qui change sensiblement ses propriétés (cf. p.12).

3.4 Cibler l’exposition aux nanoparticules en milieu professionnel

À ce jour, quelques travaux portent sur l’exposition aux nanoparticules pour les activités de recherche scientifique en laboratoire et pour les personnels de fabrication, de transformation et d’utilisation de nanomatériaux. Le Conseil National de la Consommation (2010) identifie plusieurs groupes d’activités constituant la chaîne industrielle des nanomatériaux : la fabrication, la transformation, l’incorporation ou l’utilisation des nanomatériaux dans un produit. En France, il y a déjà quelques années, le nombre de personnes potentiellement exposées aux nanomatériaux au travail était estimé à une dizaine de milliers d’individus (AFSSET, 2008). En 2008, la fabrication concernait entre 2000 et 4000 personnes (AFSSET, 2008). La transformation l’incorporation et l’utilisation de nanomatériaux impliquaient près de 1 500 personnes en 2012 (la Direction Générale de la Compétitivité de l’Industrie et des Services, DGCIS, 2012). En 2014, près de 5000 salariés(es)

¹⁶ Pratique de l’ergonomie développant la prévention des risques sanitaires des travailleuses et travailleurs exposés(es) à des produits chimiques.

étaient comptabilisés(es) en industrie et 7000 chercheurs(es) en laboratoires de recherche¹⁷ (INRS, 2014). La Direction Générale des Entreprises (DGE) précise que 80% de la production française de nanomatériaux provient de Petites et Moyennes Entreprises (PME) (DGE, 2012).

3.4.1 Secteurs d'activités exposés aux nanomatériaux.

Dès 2012, des travaux ont tenté d'identifier les secteurs d'activités concernés par l'exposition aux nanoparticules sur le territoire national. Jacquet (2012) recense les principaux secteurs d'activités (selon les codes de la Nomenclature d'Activités Françaises, NAF) qui fabriquent et utilisent des nanomatériaux. À cette époque, il s'agissait des secteurs de la peinture, de la chaudronnerie, des cosmétiques et du verre, des laboratoires de recherche et de développement, de la fabrication du ciment et de celle de produits pharmaceutiques. Dans ce même objectif, la DGCIS (2012) identifie les secteurs d'activité impliqués dans la fabrication et l'utilisation des nanomatériaux sur l'année 2011 en France¹⁸. La production industrielle est essentiellement issue des secteurs de la chimie, de la santé et de la microélectronique. L'intégration et la transformation de ces matériaux sont principalement représentées par les secteurs des Bâtiments et Travaux Publics, de la chimie, de la microélectronique, de la plasturgie et de la santé. De nombreuses étapes de manipulation des nanomatériaux sont de potentielles sources d'exposition. En effet, la réception, l'entreposage, l'utilisation et l'incorporation des matières premières, le conditionnement et l'expédition des produits finis, le nettoyage et l'entretien des locaux et des équipements, ou encore le traitement des déchets peuvent exposer les salariés(es) (Ricaud, 2014). En 2017, 2018 et 2019, les 4 secteurs les plus déclarés sont l'agriculture, la sylviculture, la pêche, la formulation de préparations et/ou de reconditionnement, la fabrication de produits alimentaires, la fabrication de substances chimiques fines, la recherche scientifique et du développement (ANSEES, 2019). Les secteurs de la fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base et de la fabrication de rechapage de pneumatiques semblent particulièrement concernés par l'exposition au noir de carbone nanométrique dans l'air (Binet et al., 2015). À de moindres quantités, se retrouvent aussi la fabrication d'autres articles en caoutchouc, la fabrication

¹⁷ En 2014, 243 laboratoires de recherche dans les domaines des nanomatériaux étaient comptabilisés et dans lesquels exerçaient près de 5300 chercheurs (INRS, 2014).

¹⁸ Selon Jacquet et la DGCIS, la récolte des données présentées dans le paragraphe ci-dessus est restreinte par de nombreuses difficultés techniques de repérage, une évolution réglementaire permanente et un manque de communication des entreprises. L'exhaustivité des résultats que l'on retrouve est largement compromise. La DGCIS (2012) indique que les entreprises « potentiellement utilisatrices de nanomatériaux limitent leur communication sur l'utilisation ou non de nanomatériaux dans leurs produits. Cette communication minimale est liée d'une part à l'absence de visibilité sur l'évolution de la norme et de la réglementation et d'autre part aux réactions de méfiance des consommateurs face à l'intégration de nanomatériaux dans les produits » (DGCIS, 2012, p.19).

d'autres machines d'usages généraux, la fabrication d'autres meubles et industries connexes à l'ameublement, la fabrication d'autres équipements automobiles.

Ces différents travaux proposent un aperçu global des secteurs les plus exposés aux nanomatériaux. Il est cependant essentiel de distinguer les entreprises dans lesquelles les salariés(es) sont recensés(es). La DGCIS précise que, sur les industries productrices de nano, 80% sont des PME. Les grandes entreprises - qui ont les moyens financiers d'aménager leurs locaux - sont souvent équipées de systèmes d'aspiration, de filtration et peuvent imposer le port de protections adaptées à leurs salariés(es), alors que les PME et les Très Petites Entreprises (TPE) ont une prévention de l'exposition aux nanoparticules peu développée. Les domaines les plus sujets aux risques concernent les petites entreprises dans lesquelles il est difficile d'installer des équipements de prévention (Ricaud, 2019) et d'autant plus lorsque le personnel ne manipule pas directement des nanomatériaux. Les activités telles que le soudage, la découpe laser, le ponçage, le polissage ou encore le perçage produisent de grandes quantités de nanoparticules auxquelles les individus sont exposés. Blandin (2016) illustre cela en expliquant que le(a) garagiste qui ponce de la peinture contenant des nanotubes de carbone ou l'ouvrier(e) du bâtiment chargé(e) de couler du béton rempli de dioxyde de titane sont pourtant les personnes les plus exposées.

3.4.2 Dispositif national de veille sanitaire des personnels exposés aux nanomatériaux manufacturés

Dans l'objectif de mieux comprendre l'utilisation et les effets des substances nanoparticulaires, Santé Publique France a mis en place en 2014 le dispositif *EpiNano* de surveillance des personnes potentiellement exposées au travail. Cette étude longitudinale sur une période indéterminée évalue les potentielles apparitions de maladies professionnelles liées à l'exposition aux nanoparticules manufacturées. Ce dispositif national repose sur les déclarations des substances à l'état nanoparticulaire de la base de données R-Nano. Il s'appuie sur le repérage des postes de travail mettant en œuvre les nanomatériaux concernés lors de visites en entreprise. Seuls les sites industriels dans lesquels les nanotubes de carbone, le dioxyde de titane, de silice ou au noir de carbone sont produits, utilisés ou conditionnés de manière intentionnelle sont considérés. Les conclusions des recueils de données n'ont pas encore été publiées mais pourraient permettre à terme d'apporter des connaissances longitudinales sur les conséquences sanitaires de l'exposition aux nanomatériaux au travail et donc d'améliorer la prévention de potentiels risques.

4. Gestion et compréhension des risques professionnels

En attendant que la réglementation évolue vers une prise en compte des spécificités des nanomatériaux, la prévention devrait être améliorée afin d'encadrer autant que possible les risques sanitaires. Cette amélioration passe par l'évaluation de l'atmosphère du milieu du travail et principalement des activités potentiellement risquées. Dans une vision stratégique à long terme, la gestion des risques devient une priorité en entreprise. Cette gestion consiste à identifier l'ensemble des risques chimiques, physiques ou biologiques qui peuvent avoir des effets négatifs, à court ou à long terme sur le plan environnemental, social, opérationnel ou encore financier (El Bouzaidi & Zenasni, 2021). Le risque professionnel peut être défini comme étant une incertitude ou une menace que l'entreprise doit comprendre, prévenir, anticiper puis gérer (Dominique, 2005). Ce risque doit être compris comme la probabilité qu'un dommage (blessure, maladie, mort...) puisse survenir après l'exposition à un danger (Gul & Ak, 2018). La notion de risque est donc utilisée pour décrire le niveau d'atteinte à un système spécifique dans de nombreuses activités et domaines technologiques (Huang et al., 2020). Par ailleurs, l'évaluation du risque devrait passer par l'élaboration d'un référentiel des facteurs de risques, afin de déterminer un plan d'action préventif (Gul & Ak, 2020). Ces conceptions s'appliquent aux risques professionnels courants mais elles sont difficilement transposables aux risques émergents (Chaskiel, 2021). Les nanomatériaux représentent un changement dans la conceptualisation des risques technologiques pour deux raisons (Chaskiel, 2021). Au vu des complications matérielles rencontrées pour évaluer le niveau d'exposition professionnelle, la première raison porte sur la difficulté voire l'impossibilité actuelle d'évaluer les risques. Selon l'auteur, il est nécessaire de modifier les conceptions toxicologiques de relation classique dose-effet¹⁹. « Ce paradigme doit être remplacé par un nouveau paradigme, encore à définir, qui combinerait l'analyse d'effets toxiques avec des paramètres physico-chimiques qui varieraient selon les conditions de fabrication d'un matériau donné » (Chaskiel, 2021, p.25). La seconde raison porte sur la difficulté de prédire l'impact des nano tant qu'elles ne sont pas utilisées depuis de nombreuses années. Une fois qu'un matériau se développe, il se propage et oriente les besoins économiques et sociaux. Envisager de faire marche arrière devient alors compliqué, malgré les effets négatifs constatés. Ces deux arguments appuient l'impossibilité d'évaluer le risque des nanomatériaux selon le principe classique

¹⁹ La relation dose-effet exprime une modification, sur un organisme provoquée par une quantité différente de stimuli à la suite d'une d'exposition.

énoncé et suggèrent plutôt une prévention des risques reposant sur le principe de précaution et ce, au cas par cas, en fonction de chaque particule (Chaskiel & Suraud, 2014).

4.1 Principe de précaution

Les autorités françaises suggèrent d'appliquer le principe de précaution dès lors qu'il subsiste un manque de certitude sur l'innocuité d'un objet. Il s'agit de reconnaître l'insuffisance d'informations pour maintenir « le développement de ces connaissances et de l'activité, tout en adoptant certaines mesures visant à se prémunir d'éventuelles atteintes à la santé humaine » (Caroly & Drais, 2016, p.16). Bien qu'absente du Code du travail, la notion de précaution est de plus en plus mobilisée dans la prévention et la gestion des risques professionnels émergents (Drais, 2017). C'est particulièrement le cas des nanomatériaux qui constituent un enjeu technologique et économique majeur, tout en posant d'importantes questions quant aux conséquences sur la santé. Compte tenu du manque de connaissances scientifiques et techniques actuelles, le principe de précaution devrait permettre de prévenir les risques sanitaires et environnementaux. Dab (2014) précise que plus l'incertitude est importante, plus elle doit être débattue. Cela signifie aussi que l'exposition devrait être diminuée si l'incertitude sur l'innocuité du matériau demeure. Ainsi « les nanomatériaux doivent être considérés comme dangereux jusqu'à ce qu'il soit clairement prouvé qu'ils ne le sont pas » (Debia et al., 2016, p.2). En guise d'approche de précaution, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande « qu'en présence d'un enjeu de santé perçu, lorsque les données scientifiques provenant d'études chez l'humain ne permettent pas d'évaluer l'ampleur du risque, il convient d'user de précaution afin de réduire ou de prévenir l'exposition autant que possible » (Debia et al., 2016, p.17). Par conséquent, l'approche par principe de précaution permettrait de protéger les personnes les plus exposées en attendant le développement des connaissances scientifiques nécessaires.

Les affaires du blanc de plomb (cf. encadré 2) et celle de l'amiante (cf. encadré 3), qui présentent des risques pour l'ensemble de la population et des risques connus et élevés pour les populations professionnelles, fournissent un terrain d'observation adéquat pour voir que la réglementation et la considération des risques encourus ne semblent pas toujours proportionnées aux risques encourus.

Encadré 2

Présentation de l'affaire du blanc de plomb

Connu depuis l'antiquité pour son action couvrante dans les cosmétiques, le blanc de plomb, appelé plus communément céruse, interroge déjà quant à son innocuité (Faure, 1889). Tout d'abord importée de l'étranger, la céruse est produite en France dès le XIX^e siècle. Au fur et à mesure de son processus d'industrialisation de plus en plus massif, de nombreux(ses) professionnels(les) du domaine médical alertent l'opinion publique sur ses dangers et recommandent de la remplacer par d'autres matériaux tels que le talc ou la poudre d'amidon (Lanoë, 2002). Effectivement, l'intoxication au plomb, également nommée saturnisme, peut se traduire par des troubles digestifs (ou coliques de plomb), de l'hypertension (Korrick et al., 1999), des cancers, de l'anémie, une paralysie des muscles ou encore des atteintes neurologiques. David (1952) met en avant que cette grande variabilité de symptômes a permis aux industriels de défendre la production de ce produit, moins cher que ses alternatives, pendant plus d'un demi-siècle. « Il n'est [...] pas étonnant que le risque chimique, en dehors des brûlures, asphyxies ou malaises immédiats qu'entraînent les manipulations industrielles, ne se soit pas prêté facilement à la contestation ouvrière et syndicale. Sans même parler de fatalisme, l'aspect insaisissable, voire improbable de la cause incriminée, l'illisibilité du symptôme, son retard, sa relative rareté dans une communauté de travail atteinte par bien d'autres agressions physiques et morales, rendait sa transformation en objet de lutte fort aléatoire » (Duclos, 1983, p.219). L'intoxication au plomb s'observe essentiellement chez les professionnels(les) en contact avec ce métal. L'exposition peut avoir lieu par inhalation des poussières, par ingestion ou manipulation de substances qui se déposent sur les mains, les cheveux, la moustache et les vêtements et qui pénètrent les voies respiratoires et le système digestif. À partir de 1898, la responsabilité patronale, la santé au travail et plus précisément le saturnisme, commencent à être discutés à l'Assemblée. La volonté d'une partie du Gouvernement de dénoncer la dangerosité de ce matériau se heurte à une puissante opposition industrielle et politique (Rainhorn, 2016). Différents matériaux de substitution inoffensifs comme l'oxyde de zinc sont mis sur le marché, mais l'industrie cérusière, massivement implantée, bénéficie d'appuis politiques puissants. L'interdiction de la peinture au plomb est alors votée à compter de 1915, ce qui permet d'en limiter l'usage sans pour autant prohiber sa fabrication (Rainhorn, 2010). Alors que le saturnisme entre dans la catégorie des maladies professionnelles les plus couramment observées en 1919 et que les nombreuses conclusions de travaux scientifiques dénoncent les dangers de la céruse, il faudra attendre 1992 pour qu'une directive européenne impose l'interdiction d'usage.

Encadré 3

Présentation de l'affaire de l'amiante

L'exploitation des mines d'amiante débute en 1880. L'amiante se trouve naturellement sous forme de minerais fibreux dont les propriétés sont d'être incombustibles et peu attaquables par les acides (Chateauraynaud & Torny, 1999). Abondante et peu coûteuse, elle est rapidement utilisée dans la construction des bâtiments et des navires, dans l'isolation phonique et calorifique, dans le flochage²⁰, ainsi que dans plus de 3000 produits de consommation courante tels que des réfrigérateurs, des fours, des revêtements de sol, des peintures ou encore des jouets pour enfants (Chateauraynaud & Torny, 1999). En 1899, Murray rend compte des premières observations cliniques des maladies liées à l'amiante aux États-Unis, à l'époque premier producteur mondial du matériau (vu dans Malye, 2012). Il apparaît que les fibres d'amiante inhalées s'immiscent dans les bronchioles et les parois alvéolaires jusqu'à affecter et limiter la fonction pulmonaire. Ces caractéristiques empêchent son élimination et engendrent de nombreuses maladies telles que des cancers de la plèvre (mésothéliome), des fibroses pulmonaires, des insuffisances respiratoires, voire la mort (Marchand, 2018). Peu de temps après, Auribault (1906), alerte les autorités sur la surmortalité des ouvrières d'une usine de textile dans le Calvados. La fréquence d'exposition est, de fait, dominante pour les professionnels(les) du bâtiment (Doll & Peto, 1985) mais plus de 15% des victimes n'ont fait que côtoyer l'amiante dans leur environnement quotidien. Le début du siècle est ainsi marqué par les successions d'alertes qui rendent compte du lien causal avec un certain nombre de nouvelles pathologies (Chateauraynaud & Torny, 1999). C'est seulement à partir de 1970 que la dénonciation devient visible. Les scientifiques se rapprochent des regroupements syndicaux et l'utilisation de l'amiante commence à être limitée. Le dossier de l'amiante prend alors de l'ampleur et les procès contre les industries se multiplient (vu dans Malye, 2012). Néanmoins ce mouvement tombe rapidement sous silence dès lors que les industriels convainquent les responsables politiques français de mettre en place le Comité Permanent Amiante (CPA) en 1982. À travers « l'usage contrôlé de l'amiante », le CPA se voit confier l'entière responsabilité de la politique de santé publique liée à l'amiante. L'action du CPA permet de réunir les intérêts des producteurs d'amiante en même temps que ceux des salariés(es) en sauvant leurs emplois. C'est finalement la dénonciation appuyée sur le grand nombre de victimes et les nombreux procès associés au rapport Golbert (1997) qui conduisent à remettre en cause la politique française en matière d'amiante. L'interdiction généralisée de l'utilisation de l'amiante et de sa mise sur le marché est votée le 1^{er} juillet 1997. Ainsi, malgré la connaissance des risques encourus dès la fin du XIX^{ème} siècle, la réglementation a été tardive, pointant ainsi la responsabilité de l'État et des industriels. Il est annoncé plus de 100 000 mortes et morts en France avant 2030 (Goldberg, 2007). L'amiante était, encore en 2000, le cancérigène professionnel produisant le plus grand nombre de victimes (Henry, 2000).

²⁰ Concerne l'application de fibres d'amiante qui constituent une surface protectrice fibreuse.

4.2 L'amiante, une référence pour tirer la sonnette d'alarme sur les nanomatériaux ?

L'historique des affaires de la céruse et de l'amiante (Encadrés 2 et 3) se révèle indispensable pour élaborer des plans d'action préventifs en rapport à de nouveaux matériaux. Depuis plus d'une dizaine d'années, les données toxicologiques alertent d'ailleurs sur la similarité des conséquences sanitaires et sociales qu'il pourrait y avoir entre l'amiante et les nanomatériaux (Jia et al., 2005 ; Tschopp et Schroder, 2010 ; Pletscher, 2009). Les nanotubes de carbone et le dioxyde de titane par exemple sont qualifiés de *nouveaux amiantes* en raison de leur effet inflammatoire sur les poumons (Farshchi et al., 2011 ; Milačić et al., 2009 ; Poland et al., 2008 ; Wolff, 2018). Les particules carbonées, ayant également une forte capacité de pénétration pulmonaire, pourraient avoir les mêmes effets cancérogènes que l'amiante (Jia et al., 2005). En effet, chez la souris, les nanotubes de carbones multiparois provoquent des cancers de la plèvre (mésothéliome) qui présentent des événements moléculaires similaires aux mésothéliomes provoqués par l'amiante (Chernova et al., 2017).

Les enseignements tirés des scandales industriels passés « devraient permettre de prévenir le renouvellement de catastrophe en matière de santé et de sécurité au travail » (INRS, 2014, p.93). Ils pourraient en effet permettre de prévenir la reproduction d'un nouveau scandale sanitaire et environnemental et d'améliorer la sécurité au travail en appliquant le principe de précaution. Selon Ricaud (2019), il est primordial qu'il se passe le moins de temps possible entre la mise sur le marché des nanomatériaux et la mise en place de mesures de protection de la santé des salariés(es) afin d'éviter qu'un scandale sanitaire similaire à celui de l'amiante ne se reproduise. La réflexion sur ces risques doit couvrir l'ensemble des étapes allant de la fabrication des nanomatériaux, leur utilisation, jusqu'à leur retraitement et leur recyclage (Aubree, 2017) et ce, avant de devoir constater les dégâts sanitaires environnementaux et sociaux.

5. Conclusion du chapitre 1

La recherche scientifique et le développement des nanomatériaux nourrissent de nombreux espoirs technologiques et industriels pour plusieurs domaines d'applications. Depuis 2013, 1 282 structures déclarent en moyenne chaque année manipuler des quantités plus ou moins importantes de substances à l'état nanoparticulaire. Ainsi, chaque année sur le territoire national, 418 225 tonnes de nanomatériaux sont produites, importées ou insérées dans de nombreuses compositions alimentaires, médicamenteuses, cosmétiques et bien d'autres. Par conséquent, un grand nombre de travailleuses, de travailleurs, de consommatrices et de consommateurs ont été et sont, exposés(es) à des substances

nanométriques. Le cadre réglementaire de la production et de l'utilisation des nanomatériaux semble pourtant être peu adapté à leur spécificité. En effet, il ne prend pas en compte les propriétés de l'échelle nanométrique et la multiplicité des matériaux concernés. De plus, les difficultés rencontrées pour quantifier le taux d'exposition aux particules nanométriques entravent l'identification et le suivi des personnes exposées. À l'heure actuelle, quelques travaux scientifiques s'intéressent aux risques sur la santé humaine d'une exposition répétée (Auplat & Delemarle, 2012). Bien que les conséquences sanitaires induites par l'exposition aux nanoparticules ne soient pas encore totalement déterminées, il est admis que ces particules traversent les différentes muqueuses, se diffusent et s'accumulent dans l'organisme, ce qui entraîne des conséquences graves telles que des mutations génétiques, des cancers ou de l'infertilité (cf. Tableau 1). Par conséquent, de nombreuses personnes ont un risque de développer des maladies potentiellement graves. Les interrogations liées au suivi de santé vont constituer un défi au cours des prochaines décennies et ce, dans de nombreuses disciplines. Les sciences sociales et notamment la psychologie sociale, mobilisent leurs outils et démarches depuis plus de 10 ans pour faire face à cette situation. De nombreuses études ont montré que l'acceptation et l'utilisation d'un objet sont influencées par l'attitude des individus vis-à-vis de celui-ci (Frewer et al., 1998 ; Sjoberg, 2002, 2004 ; Siegrist et al., 2000). De cette manière, plus les individus perçoivent des avantages, plus ils sont susceptibles d'accepter et d'utiliser l'objet. À l'inverse, plus ils perçoivent de dangers, moins il y a de probabilité qu'ils l'acceptent. L'opinion publique est donc un élément moteur de régulation de la recherche et du développement des nanomatériaux (Dowling et al., 2004 ; Obadia, 2008). La question qui se pose aujourd'hui est de savoir si le grand public a conscience de son exposition, des risques et des bénéfices mis en jeu et des particularités des nanoparticules et des effets de ces perceptions sur leur santé. Le concept d'attitude développé en psychologie sociale doit permettre de mieux appréhender ces questionnements et sera présenté dans le chapitre 2.

Chapitre 2. Introduction au concept d'attitude : d'une conception unidimensionnelle à une conception multidimensionnelle

Nous avons vu dans le chapitre précédent que les nanomatériaux ouvrent de multiples perspectives innovantes. Du fait de leurs propriétés variées, les nanomatériaux détiennent des potentialités très diverses dans de nombreux secteurs d'activité tels que la santé, l'automobile, la chimie, la construction, l'agroalimentaire ou encore l'électronique. Si la population y est exposée principalement par les produits de consommation courante, de nombreuses personnes sont fortement exposées aux nanoparticules sur leurs lieux de travail. Compte tenu de leur petite taille, les nanomatériaux inhalés ou ingérés pourraient franchir les barrières biologiques (e.g., nasale, pulmonaire, alvéolaire), se déplacer dans l'organisme en étant transportés par le sang et la lymphe et se stocker dans différents organes (e.g., cerveau, poumons). À ce jour, les données scientifiques demeurent lacunaires pour pouvoir estimer l'impact des nanomatériaux sur la santé. Toutefois, l'exposition à certains nanomatériaux tels que le dioxyde de titane ou les nanotubes de carbones pourrait induire des lésions cardiaques, des lésions de l'ADN (Wang et al., 2013), une inflammation pulmonaire, une augmentation des pathologies respiratoires chroniques (Oberdörster, 2005) et même avoir des effets cancérogènes ressemblant à ceux de l'amiante (Savolainen et al., 2010). À l'heure actuelle des instruments de mesure permettant d'identifier les nanoparticules dans l'atmosphère sont réfléchis et mis en place dans des espaces de travail. Néanmoins, ces appareils restent complexes, coûteux et rendent compte d'une mesure ponctuelle. Force est de constater que l'évaluation de l'exposition des individus et la traçabilité des nanomatériaux sont fortement limitées et ce, malgré la réglementation demandant aux industriels de déclarer leur utilisation, fabrication ou importation en France. L'évaluation de l'atmosphère et la traçabilité des nanomatériaux constituent pourtant des informations nécessaires à l'évaluation des risques pour la santé des individus. Les constats posés en conclusion du chapitre 1 soulèvent de nombreuses interrogations sur l'impact sanitaire de ces particules et sur le rapport que les individus entretiennent avec cet objet. En effet, mieux comprendre la façon dont les individus considèrent les nanomatériaux pourrait permettre de savoir s'ils ont conscience de leur exposition, des risques et avantages de ceux-ci ou encore d'en savoir plus sur les informations dont ils disposent. La psychologie sociale et plus précisément les travaux sur les attitudes constituent un éclairage incontournable à cette thématique.

1. Définition de l'attitude

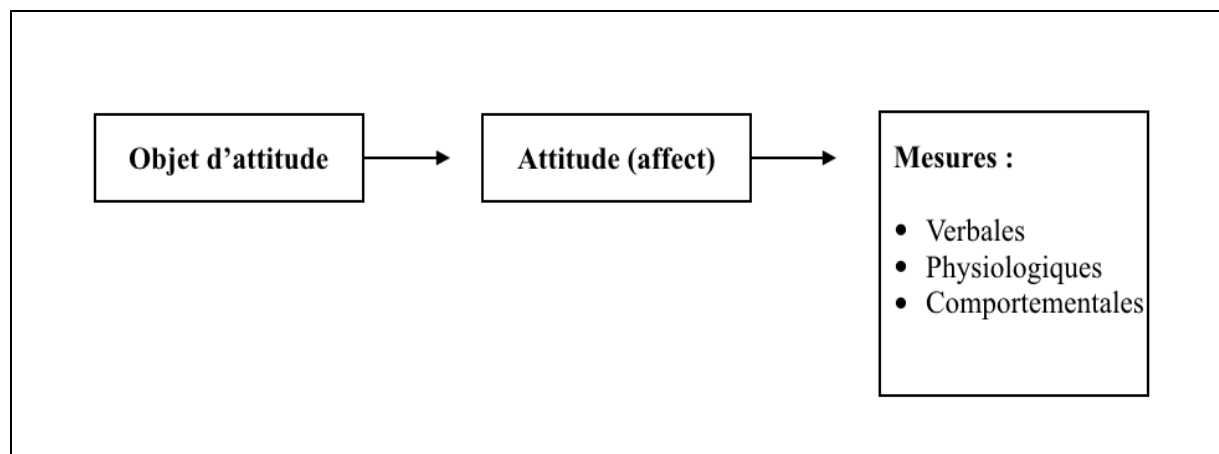
Le terme *attitude* est utilisé comme un générique recouvrant différents concepts tels que les préférences, les sentiments, les émotions, les croyances, les jugements, les évaluations, les valeurs, les opinions ou les intentions (Davis et al., 1989). Il s'agit pourtant d'un concept clé au cœur des recherches en psychologie sociale depuis près d'un siècle. Dans ce cadre, plusieurs autrices et auteurs ont centré leurs travaux sur la définition et la caractérisation de l'attitude. Les résultats de plusieurs recherches s'accordent à dire que la propriété la plus importante de l'attitude correspond à l'évaluation (Ajzen, 2001 ; Eagly & Chaiken, 1993 ; Petty & Brinol, 2008). Ainsi, l'attitude peut être positive ou négative et se positionne sur un continuum à deux extrémités (Ajzen, 1991, 2001 ; Olsen, 1999). Elle peut concerner des objets vastes (*e.g.*, la religion, la politique, l'écologie) autant que des objets très précis (*e.g.*, l'utilisation du préservatif chez une personne atteinte du VIH, l'appellation *fauxmage végétal*, la concurrence sportive chez les élèves de secondaire). L'attitude s'évalue fréquemment à l'aide d'échelles de mesures mais elle ne s'observe pas directement (Eagly & Chaiken, 1993 ; Lutz, 1991 ; Michelik, 2008). Malgré une définition commune de l'attitude, il n'existe toujours pas de consensus quant à sa dimensionnalité. Selon Zanna et Fazio (1982), trois générations de travaux se distinguent. Chacune des périodes d'étude tente d'expliquer la relation entre l'attitude et ses influences.

1.1 Première génération des travaux sur l'attitude unidimensionnelle

La première génération commence dès 1930. À cette époque, l'attitude renvoie à la représentation qu'un individu se fait d'un objet (Allport, 1935 ; Fishbein, 1967 ; Thurstone, 1931). Une attitude représente alors « l'affect pour ou contre un objet psychologique [...] [elle] est définie pour décrire une action potentielle à l'égard de cet objet en fonction de la seule question de savoir si l'action potentielle sera favorable ou défavorable à l'égard de cet objet » (Thurstone, 1931, p.261). Dès 1935, Allport ajoute qu'il s'agit d'un état mental et neurophysiologique déterminé par l'expérience et qui prépare l'individu à agir d'une manière particulière. Ainsi, à cette époque, la notion d'attitude se résume à l'évaluation positive ou négative qui se réfère à toutes les classes de réponses possibles qu'elles soient cognitives, affectives ou comportementales (Eagly & Chaiken, 1993). Dans cette considération, l'attitude peut se mesurer à travers des réponses verbales, physiologiques et elle peut orienter l'individu à engager un comportement en rapport à l'objet (Figure 7). Une attitude favorable envers un objet entraînerait des comportements d'approche, alors qu'une attitude négative engendrerait des comportements d'évitement (Giger, 2005).

Figure 7

Conception unidimensionnelle de l'attitude



1.2 Deuxième génération : vers une conception multidimensionnelle de l'attitude

À partir des années 1960, la relation entre l'attitude et le comportement est plus largement étudiée en psychologie sociale²¹. Cette deuxième génération de recherches comprend la notion d'attitude non plus comme une construction unidimensionnelle mais comme une construction multidimensionnelle (Krosnick et al., 1993). Dans cette conception, une personne qui n'aime pas un aliment (attitude défavorable) aura un sentiment négatif à son égard et refusera d'en manger. Ainsi, l'affect et le comportement peuvent être intimement liés.

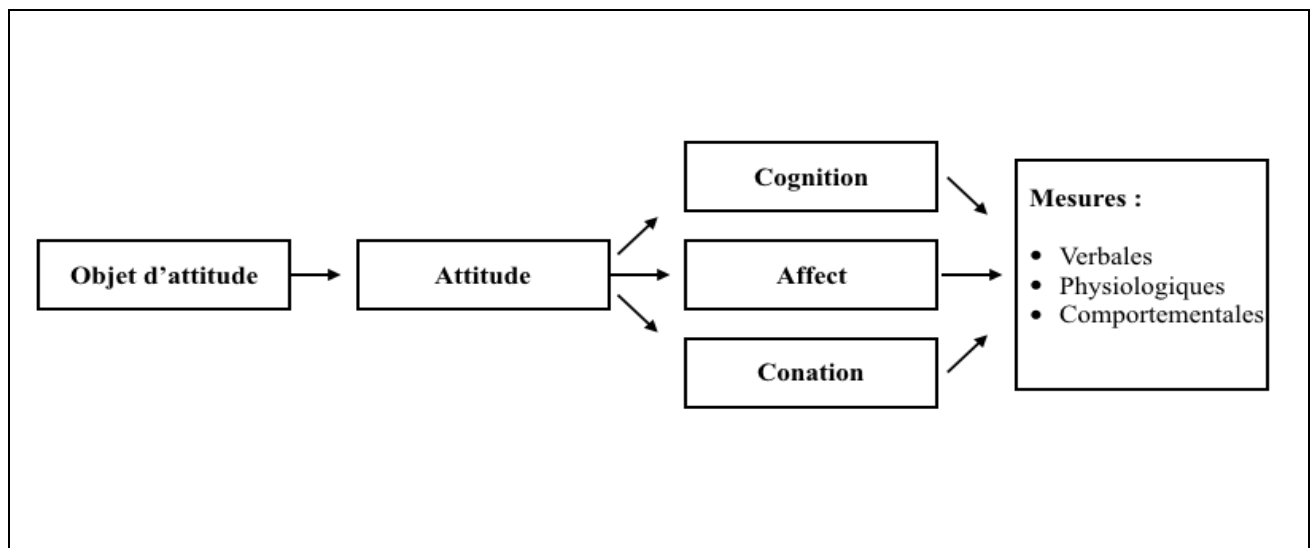
²¹ Selon Ajzen et Fishbein (2005, vu dans Morchain & Somat, 2019), le lien entre ces notions est extrêmement variable. Dans certains cas, des prédictions positives sont fréquemment observées, par exemple pour les attitudes envers les politiques et les votes, alors qu'à l'inverse, l'attitude envers les étrangers et le comportement à leur égard ne sont pas liés.

1.2.1 Le modèle tripartite classique de Hovland et Rosenberg (1960)

Le modèle tridimensionnel soutient l'idée que l'individu a une opinion en faveur ou en défaveur de tout objet, à laquelle viennent s'ajouter la connaissance et l'expérience passée ou à venir de l'objet. Ces trois dimensions sont à la fois indépendantes les unes des autres et, en même temps, chacune peut être corrélée avec une ou plusieurs autres (Figure 8). Dans ce sens, avoir un affect favorable envers un objet s'accompagne de connaissances et de comportements positifs. L'attitude peut s'établir à partir d'un ensemble limité d'informations (Folkes, 1988 ; Hastie & Park 1986 ; Lee et al., 2005 ; Tversky & Kahneman, 1973). En effet, un manque de connaissances sur l'objet n'empêche pas la formation d'une attitude (Scheufele & Lewenstein, 2005). La construction d'une attitude peut être basée sur l'expérience passée ou à partir d'informations provenant de notre environnement (Girandola & Fointiat, 2016).

Figure 8

Modèle tripartite de Hovland et Rosenberg (1960)



L'attitude s'évalue à partir de mesures verbales (e.g., entretien), physiologiques (e.g., rythme cardiaque, sudation) et comportementales (observation directe). Elle peut s'appuyer sur une dimension plutôt qu'une autre (Girandola & Fointiat, 2016). Lorsque l'individu ressent une incohérence entre les différentes dimensions, il fait en sorte de rééquilibrer l'ensemble. En prenant l'exemple d'une personne opposée à la vaccination (affect négatif), qui n'a pas l'intention de se faire vacciner, qui n'a pas son carnet de vaccination à jour (composante comportementale). On pourrait penser que si elle était confrontée à des informations en faveur de la vaccination, cette personne chercherait à équilibrer son attitude générale en faisant varier une des composantes. Elle pourrait par exemple décider de se faire

vacciner ou bien chercher des informations en défaveur de la vaccination. Pratte et al. (2014) ajoutent qu'il y a une relation bidirectionnelle entre l'attitude et ses composantes. D'un côté, l'attitude intériorisée influence les composantes en les mettant en cohérence avec elle-même, ce qui oriente le traitement des objets rencontrés et de l'autre côté, les composantes influencent l'attitude. Cette action à double sens facilite le développement de l'attitude lorsqu'il y a de la cohérence entre l'attitude et ses composantes ou entrave le développement de l'attitude lorsqu'il y a de l'incohérence. En résumé, ce modèle propose une conception dans laquelle l'attitude résulte de l'organisation des trois structures interactives : la composante affective, la composante conative et la composante comportementale.

1.2.1.1 Composante affective

L'affect reste un concept clé largement examiné pour comprendre les actions sociales et morales du grand public. Son évaluation s'effectue à travers des jugements de valeur (j'aime/je n'aime pas) ou bien des conséquences positives et négatives (coût/bénéfices) (Fishbein & Ajzen, 1975). La composante affective peut faire référence aux émotions suscitées, par exemple à de la peur (Verhoef, 2005) ou à un jugement de valeur notamment dû à une impression de confiance (Oosterhof & Todorov, 2009). L'affect s'évalue principalement à travers la confiance et la perception des risques et des bénéfices (Cobb & Macoubrie, 2004 ; Lee et al., 2005 ; Sahin & Ekli, 2013 ; Siegrist et al., 2008)²². Deux angles différents distinguent la compréhension de l'affect. La première vision considère que l'affect, traduit par l'état émotionnel, influence la perception des risques et des bénéfices. Finucane et al. (2000) indiquent qu'une situation provoquant des émotions positives amène une perception plus faible des risques et plus importante des bénéfices. Comme l'individu se fie à son affect immédiat, sa perception peut manquer de cohérence, par exemple lorsque les avantages sont compensés par des risques bien plus élevés. Les autrices et auteurs expliquent ce raisonnement par la théorie de l'heuristique d'affect. Il s'agit d'un raccourci mental rapide et intuitif permettant de prendre des décisions en s'appuyant davantage sur son émotion que sur un raisonnement logique et raisonné. C'est dans cet état d'esprit que les risques et les avantages perçus sont façonnés par l'affect. La deuxième vision considère que la confiance et la perception des risques et des bénéfices constituent l'affect lui-même (Sahin & Ekli, 2013). En effet, de nombreux travaux définissent les attitudes (unidimensionnelles) comme une équation entre la perception des risques et celle des bénéfices. Dans ce sens, l'affect d'un individu à l'égard d'une technologie est important pour sa perception (Siegrist &

²² Les autrices et auteurs évaluent l'affect à travers l'inquiétude liée aux applications des nano et la perception du risque sur la santé liée aux contacts avec les nano.

Keller, 2011). La perception du risque serait d'ailleurs liée aux sentiments (Loewenstein et al., 2001). L'affect correspond donc à la perception positive ou négative d'un objet et permet l'évaluation rapide des risques ou avantages (Conti et al., 2011). Cette perception est notamment utilisée pour évaluer un danger (Slovic & Weber, 2002). En somme, tout comme la confiance (Cobb & Macoubrie, 2004 ; Parr, 2005), les perceptions des risques et des bénéfices peuvent être interprétées comme des réponses affectives (Townsend et Campbell, 2004).

1.2.1.2 Composante cognitive

La composante cognitive se réfère aux croyances et aux connaissances qu'un individu possède à propos d'un objet ou d'une classe d'objets (Hovland & Rosenberg, 1960). Elle peut se traduire par des associations d'idées générales ou spécifiques ou par ce qu'un individu tient pour vrai. Elle pourrait, par exemple, concerner l'*iPhone 12* de *Apple* (marque de téléphone) ayant 256 Go de mémoire (caractéristiques) à un prix de 859€ (prix) que l'on peut acheter sur Internet ou directement en magasin (disponibilité). Provenant de l'expérience, elle représente donc la mémoire des situations dans lesquelles l'individu interagit avec l'objet d'attitude.

1.2.1.3 Composante conative

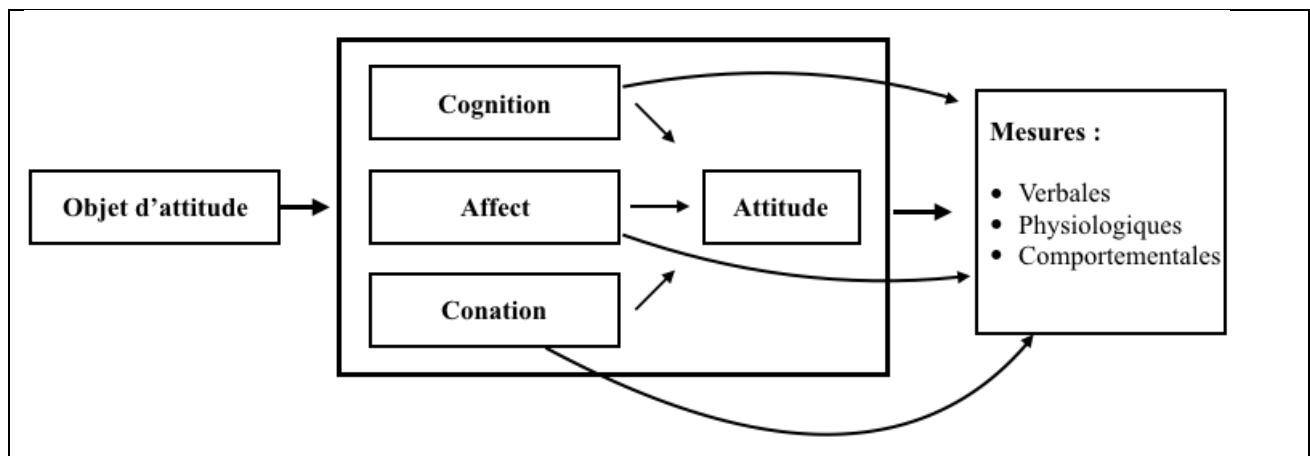
La troisième dimension de ce modèle théorique renvoie aux comportements passés, présents et à l'intention comportementale. La composante conative est orientée vers l'action et la décision dans le sens où elle traduit une prédisposition favorable ou défavorable d'un individu à entreprendre un comportement. L'intention d'avoir un comportement nécessite de l'avoir adopté par le passé (Warshaw & Davis, 1985) et se traduit fréquemment par la volonté d'un individu à réaliser un comportement (Gagné & Godin, 1999). En reprenant notre exemple, elle pourrait se traduire par l'achat, la possession (qui sous-entend un achat antérieur) d'un *iPhone 12* ou l'intention d'en acheter un. De manière générale, le comportement est orienté par les composantes affective et cognitive (Michelik, 2008). À ce titre, la perception des risques et des bénéfices et le niveau de connaissances à propos d'un objet modifient significativement les comportements d'utilisation d'un objet (Bieberstein et al., 2011). En effet, le manque de familiarité avec l'objet affecte directement la consommation des individus (Vidigal et al., 2015). Un individu ayant peu de connaissances liées à l'alimentation et une perception élevée des risques consommera seulement des aliments considérés comme suffisamment sûrs. À l'inverse, les individus ayant un niveau de connaissances élevé et une perception orientée vers des bénéfices adopteront un comportement en faveur de l'objet (Vidigal et al., 2015).

1.2.2 Le modèle tripartite révisé de Zanna et Rempel (1988)

Le modèle tripartite révisé intègre les modèles unidimensionnel et classique de l'attitude (Figure 9). Dans cette conception, l'attitude est définie comme un jugement exprimant un sentiment favorable ou défavorable d'un individu à propos d'un objet. Cette attitude se positionne sur un axe bipolaire allant d'un jugement positif à un jugement négatif. En adéquation au modèle classique, ce jugement prend appui sur trois sortes d'informations pouvant influencer l'attitude à savoir, des informations cognitives (caractéristiques), des informations affectives (émotions ressenties) et des informations conatives (comportements déjà adoptés ou intentionnalité d'agir). Selon cette définition, l'attitude repose donc sur différentes valeurs (cognitives, affectives et conatives) dont les poids respectifs pourront varier en fonction des objets attitudinaux.

Figure 9

Modèle tripartite révisé de Zanna et Rempel (1988)



L'individu peut avoir plus d'une attitude à l'égard d'un même objet en fonction du contexte. En effet, elle est le résultat d'un processus constructif « il n'y a pas une attitude unique envers un objet mais, plutôt, un certain nombre d'attitudes dépendant d'un certain nombre de schémas disponibles pour penser l'objet » (Tesser, 1978, p.297-298). Ainsi, en reprenant notre exemple lié aux vaccins, une attitude positive peut être exprimée à leur égard si l'on prend en compte la notion d'immunité collective (information cognitive) et, en parallèle, exprimer une attitude négative si on ressent de la peur (affect) en rapport aux effets secondaires du vaccin.

L'attitude est considérée comme une variable intermédiaire qui prépare l'individu à agir d'une certaine manière à l'égard d'un objet donné. Elle est d'ailleurs devenue un élément déterminant dans

l'articulation des modèles de prédiction des comportements. Le rapprochement entre ces deux modèles soulève toutefois des interrogations quant à l'action prédictive et explicative de l'attitude sur les comportements.

1.2.3 Lien entre attitude et comportement, un changement de conception

La relation entre l'attitude et le comportement est difficile à cerner. Elle reste, encore aujourd'hui, au centre des débats et de nombreuses recherches qui tentent de l'explorer. Lapiere (1934), précurseur sur le sujet, remet en question la relation entre l'attitude et le comportement. Ses travaux consistent à observer les agissements de propriétaires d'hôtels et de restaurants et leurs attitudes déclarées envers les Chinois. L'auteur observe qu'un seul établissement a refusé d'accueillir des personnes asiatiques, alors que 90% des propriétaires affirmaient six mois plus tard qu'ils(elles) les auraient refusées. Dès lors, les travaux relatifs à cette relation entre les attitudes et le comportement se sont succédé. Une méta-analyse de 45 études obtient d'ailleurs une très faible corrélation ($r = 0,15$) entre les attitudes et les comportements (Wicker, 1969). Bien que parfois critiquables sur le plan méthodologique, ces études illustrent les difficultés à prédire le comportement à partir de l'attitude. Les autrices et auteurs des travaux sur le sujet finissent par conclure que la relation entre les deux objets est très faible, voire inexistante. Zanna et Fazio (1982) indiquent que tout comportement implique des choix, réfléchis à l'aide des informations disponibles. La Théorie de l'action raisonnée de Fishbein et Ajzen (1975) et sa révision par Ajzen (1987) du comportement planifié tentent de déterminer les conditions qui permettent à l'attitude d'influencer le comportement.

1.2.3.1 Théorie de l'action raisonnée (Fishbein & Ajzen, 1975)

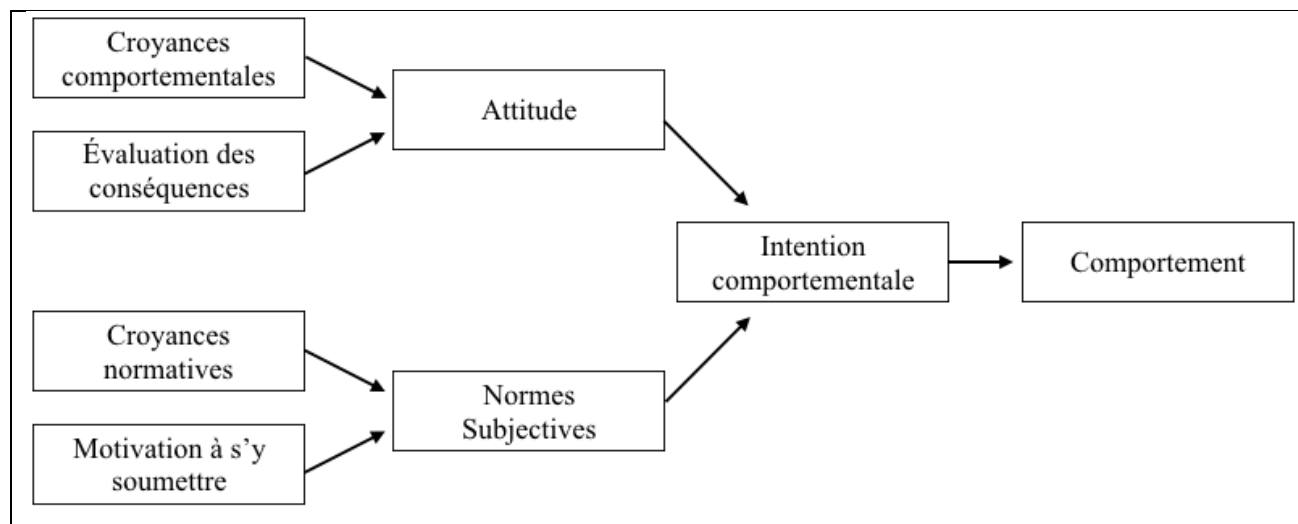
La théorie de l'action raisonnée a pour objectif de comprendre la construction du comportement volontaire de l'individu. Elle inclut la notion d'*intention*, comprise comme une motivation à agir (Figure 10). Afin qu'un comportement soit produit, l'individu doit, en amont, avoir l'intention de le mettre en œuvre. Cette intention comportementale est régie par l'attitude d'une personne et par ses propres normes subjectives à propos du comportement. L'attitude²³, quant à elle, provient des croyances comportementales (croyances liées aux conséquences du comportement) et de l'évaluation des conséquences que pourrait avoir le comportement. Les auteurs définissent les normes subjectives

²³ Les auteurs considèrent ici les composantes cognitives et conatives des théories tridimensionnelles.

comme les attentes que perçoit l'individu de la part de ses groupes de références²⁴ (e.g., la famille, les amis(es)). Leur poids dépend d'ailleurs de la volonté de la personne à se soumettre à ces normes. Ainsi, les deux sources d'influences énoncées peuvent impacter différemment la prédiction du comportement.

Figure 10

La théorie de l'action raisonnée (Fishbein & Ajzen, 1975)



Bon nombre de travaux se sont inspirés de cette modélisation et, généralement, leurs conclusions la confirment. Une critique essentielle est toutefois apportée à cette théorie en raison du manque de prise en compte des situations où les individus ont la volonté d'agir. En effet, « la théorie de l'action raisonnée ne tient pas compte du rôle des variables qui limitent la liberté individuelle dans l'exécution d'un comportement souhaité » (Kefi, 2010, p.52). Dans certaines situations, l'individu est contraint dans son action (e.g., contraintes temporelle ou contextuelle, limites des capacités ou compétences) ce qui oriente son intention d'agir.

1.2.3.2 La théorie du comportement planifié (Ajzen, 1987)

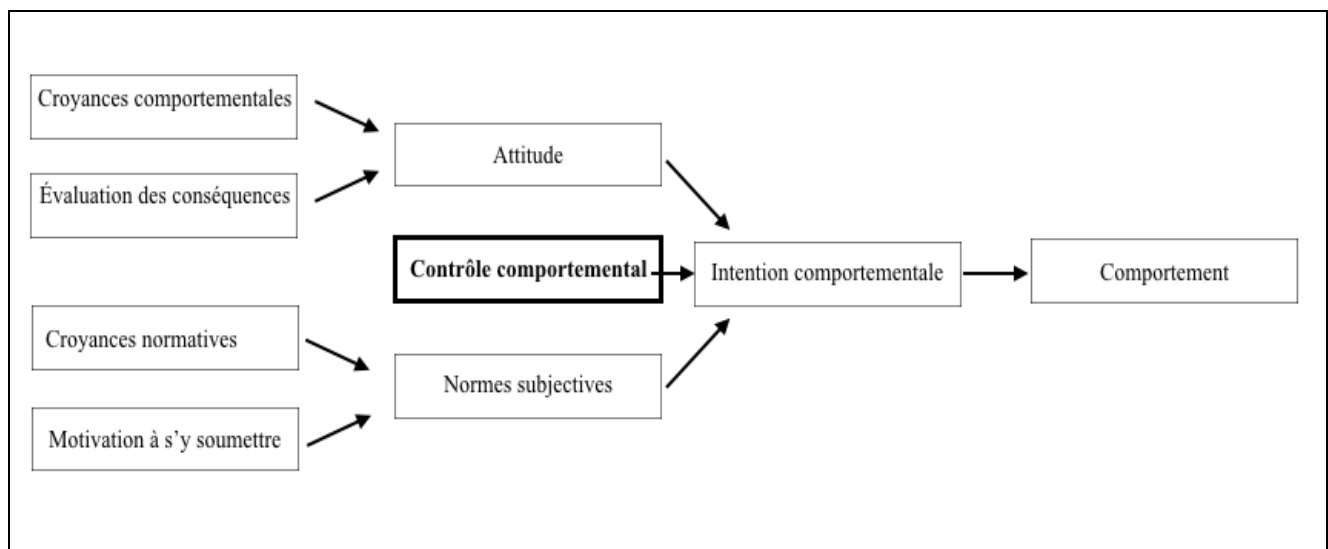
Dans la continuité du précédent modèle et pour pallier ses limites, le contrôle comportemental perçu est alors introduit dans la théorie du comportement planifié (Ajzen, 1987). Ce contrôle est défini comme la capacité ou la difficulté à réaliser un comportement en raison de contraintes intellectuelles et contextuelles. Ces contraintes sont elles-mêmes influencées par des expériences et obstacles

²⁴ D'après la théorie de l'identité sociale (Tajfel, 1972), les normes du groupe de référence peuvent influencer le comportement d'un individu. Afin de renforcer son adhésion au groupe, l'individu aura tendance à agir ou à ne pas agir en fonction des normes qui régissent le groupe.

antérieurs. Ce modèle postule que, pour avoir lieu, le comportement doit être planifié en amont. Pour que cette planification soit effective, trois facteurs entrent en jeu : une perception positive ou négative sur les conséquences du comportement (attitude liée au comportement), la norme sociale et la croyance quant à la capacité à réussir le comportement (contrôle comportemental) (Figure 11). L'ensemble des facteurs énoncés influence l'action finale.

Figure 11

La théorie de l'action planifiée (Ajzen, 1987)



Par conséquent, si la norme subjective et l'attitude auxquelles se rattache une personne sont en faveur d'une action et qu'elle pense que son comportement ne rencontrera pas de difficultés majeures, alors son intention comportementale sera forte. À l'inverse, si la norme ou l'attitude sont en défaveur d'une action ou que la personne pense que son comportement pourrait rencontrer des difficultés, alors son intention comportementale sera plus faible.

Le point commun aux travaux de cette deuxième génération de recherche concerne l'importance de l'intention comportementale et des conditions qui permettent à l'attitude de prédire le comportement. Néanmoins, il apparaît que l'attitude ne peut pas toujours prédire le comportement. Une méta-analyse de 88 études (Kraus, 1995) constate une corrélation moyenne modérée ($r = 0,38$) entre l'attitude et le comportement. Cette conclusion appuie l'importance de considérer de nouveaux facteurs prédicteurs afin d'améliorer la compréhension des situations dans lesquelles le comportement se produit en cohérence avec l'attitude.

1.3 Troisième génération des travaux sur l'attitude : la force de l'attitude

La troisième génération de recherche s'intéresse, elle aussi, aux facteurs prédictifs des comportements. Néanmoins, plutôt que de se limiter à la relation entre l'attitude et le comportement, les travaux de cette nouvelle génération tentent de comprendre les conditions d'adéquation entre attitude et comportement par l'effet d'un intermédiaire.

Au cœur des travaux de la troisième génération, apparaît la notion de force de l'attitude. Selon cette conception, pour qu'un comportement soit en cohérence avec l'attitude (i.e., qu'elle soit un indicateur fiable du comportement), il est nécessaire que cette dernière soit suffisamment forte, que sa structure soit stable et qu'elle persiste dans le temps (Abelson, 1988). La force de l'attitude traduit la qualité de la relation entre l'attitude et le comportement. Cette qualité varie selon la consistance entre la composante affective et la composante cognitive de l'attitude à propos d'un objet (Chaiken & Baldwin, 1981 ; Rosenberg, 1968). Plus il y a de congruence entre ces composantes, plus il y a de chances de voir apparaître un comportement en cohérence avec l'attitude. Au même titre que la consistance, plusieurs autres variables définissent cette force. Une des dimensions les plus importantes concerne l'accessibilité. Il s'agit de la mémoire de l'objet d'attitude et de son évaluation. Plus l'évaluation d'un objet est répétée, plus elle est accessible en mémoire. Par conséquent, plus l'accessibilité en mémoire est rapide, plus le comportement est consistant avec cette attitude. L'accessibilité est en lien avec une autre variable déterminant la force de l'attitude, à savoir, l'extrémité ou la polarisation. Une attitude est extrême quand elle se polarise significativement sur une échelle d'évaluation. Plus une personne est en contact avec un objet, plus l'attitude risque de se polariser et plus la force du lien attitude/comportement est élevée (Judd & Johnson, 1981). La confiance accordée en son jugement (être sûr(e) de soi) est aussi une variable déterminante dans la compréhension de la force de l'attitude. En effet, être sûr(e) de son jugement renforce l'attitude et augmente la prédiction des comportements (Fazio & Zanna, 1978). Enfin, au même titre que les variables mentionnées, plus une personne perçoit son attitude comme importante, plus elle a d'expérience directe (attitude basée sur l'expérience passée), de quantité d'information disponible et d'intérêt pour un objet, plus son évaluation sera rapide et son comportement prédictible. Selon Hovland et Rosenberg (1960, vu dans Michelik, 2008), la consistance de l'ensemble des variables susmentionnées renforce la cohérence entre les composantes de l'attitude.

1.4 Conclusion des trois générations de recherche sur l'attitude

En conclusion de cette description conceptuelle de l'attitude, il apparaît que sa dimensionnalité, tout comme sa mesure restent au cœur de nombreux débats. Ainsi, il semble quelquefois difficile d'anticiper la construction, la structure et les influences sur le comportement de l'attitude de manière précise. On remarque toutefois que le modèle unidimensionnel est fréquemment privilégié en raison de son opérationnalisation plus aisée et des nombreuses validations qui le sous-tendent et ce, en comparaison au modèle tridimensionnel. Pourtant, en se focalisant sur une seule dimension, la relation entre le comportement et l'affect est mise de côté. Les trois générations de recherche explorant cette relation ont montré que la cohérence ou l'incohérence entre l'attitude et le comportement s'expliquent tant par des conditions situationnelles que par des variables modératrices telles que des traits individuels de la personne (e.g., normes subjectives, motivation) qui augmentent ou amoindrissent la relation. Par conséquent, il peut être intéressant d'explorer pour chaque objet considéré, les facteurs qui sous-tendent les attitudes plutôt que de considérer que nos appuis scientifiques sont assez solides pour connaître à l'avance la structure des attitudes et ce, pour tout objet.

En suggérant que des facteurs autres que l'affect, la cognition ou le comportement peuvent sous-tendre une attitude, plusieurs travaux élargissent les conceptions théoriques établies. Par exemple, Aikman et al. (2006) relèvent une attitude composée de cinq dimensions indépendantes dans le domaine alimentaire, soit l'affect positif, l'affect négatif, les qualités cognitives abstraites, les qualités sensorielles générales et les qualités sensorielles spécifiques. Il en est de même pour l'évaluation de l'attitude envers les préférences alimentaires en matière de santé (Roininen et al., 1999). Cette dernière étude construit son outil d'évaluation avec de nombreux items que l'on pourrait attribuer aux trois composantes de l'attitude tridimensionnelle (e.g., « *Je suis très pointilleux sur la salubrité des aliments que je mange* », « *Je ne pense pas que les produits légers soient plus sains que les produits conventionnels* », « *Je crois que manger des produits légers garde son taux de cholestérol sous contrôle* »). Les autrices et auteurs retrouvent alors quatre dimensions distinctes liées à la santé (intérêt général pour la santé, intérêt pour les produits peu caloriques et intérêt pour les produits naturels) et deux dimensions liées au goût (envie d'aliments sucrés, utilisation des aliments comme récompense ou par plaisir). En ce sens, cette étude souligne l'importance de l'ensemble de ces dimensions pour comprendre l'orientation d'une personne envers cet objet et au-delà illustre l'importance de prendre en compte la spécificité des attitudes et de continuer à l'explorer.

2. Panorama de l'attitude de la population à l'égard des nano

En cohérence avec le modèle tridimensionnel, une présentation des travaux sur l'attitude de la population envers les nanomatériaux est proposée au regard de chacune des composantes, à savoir, l'affect, les connaissances et les comportements. Le recensement des travaux a eu lieu en 2016, une réactualisation des données est réalisée en intégrant les études publiées entre 2016 et 2022.

2.1 Affect lié aux nano

Au début des années 2000, une majorité de répondants(es) américains(es) rapportent peu de confiance en l'industrie des nanotechnologies pour les protéger des risques. Près de 60% des personnes interrogées ont peu de confiance, alors que moins de 5% ont beaucoup de confiance en la volonté de l'industrie de réduire les risques liés aux nanoparticules (Cobb & Macoubrie, 2004). En 2014, 26,2% des Françaises et Français perçoivent un risque élevé lié à l'utilisation des nanomatériaux, 36,3% comme moyennement élevé, 24,2% le perçoivent comme faible et 13,4% ne savent pas répondre à cette question (El Jammal et al., 2014). Aussi, en 2017, 37 % des Françaises et Français considèrent que les risques des nanoparticules sont élevés alors qu'ils(elles) étaient moins de 20% en 2010 (IRSN, 2019). À cette information, s'ajoutent 38% qui n'ont pas confiance aux actions des pouvoirs publics pour protéger la population (IRSN, 2019). Ces conclusions laissent penser que la population pourrait percevoir les nanomatériaux de plus en plus négativement.

À l'inverse, des travaux récents montrent que l'affect de la population taïwanaise est extrêmement positif (Lin, 2018). Les nano sont perçues comme un avantage économique et compétitif participant à l'amélioration de la vie quotidienne et de la compétitivité de Taiwan. Les étudiantes et étudiants en médecine en Roumanie et en Norvège ont aussi une perception bénéfique de l'utilisation de nanomatériaux dans leurs pratiques professionnelles (Xenaki et al., 2019). Le médical apparaît d'ailleurs comme le domaine dans lequel les Italiens(nes) sont le plus confiants(es) quant à cette utilisation (Brondi et al., 2021). Les individus n'ayant pas confiance aux scientifiques perçoivent plus de risques que d'avantages liés aux nanotechnologies (Lee et al., 2005). Ce qui peut s'expliquer par le fait que la confiance envers les nanoparticules soit considérée soit comme un prédicteur de la perception des risques et des bénéfices (Cobb & Macoubrie, 2004), soit comme une influence (Alhakami & Slovic, 1994). Les autrices et les auteurs ajoutent que les étudiantes et étudiants ne faisant pas confiance aux scientifiques leur attribuent plus de risques que d'avantages. Les personnes percevant de nombreux avantages des applications des nanomatériaux perçoivent peu de risques et semblent être plus enclines à les accepter (Siegrist & Keller, 2011). De plus, les personnes ayant

confiance aux institutions impliquées dans l'utilisation ou la réglementation des nanotechnologies perçoivent plus d'avantages que de risques liés à cette technologie (Siegrist et al., 2007). La perception des bénéfices est positivement corrélée aux connaissances relatives aux nanomatériaux. En ce sens, les personnes expertes perçoivent plus de bénéfices liés aux nano, bien qu'elles restent plus préoccupées par les conséquences à long terme sur la santé et l'environnement (Satterfield et al., 2009). Il en est de même pour la perception des risques qui est négativement corrélée aux connaissances. Ainsi, plus une personne a d'informations sur les nanomatériaux, plus elle perçoit de bénéfices et moins elle perçoit de risques (Retzbach et al., 2011).

2.2 Connaissances liées aux nano.

De nombreux travaux indiquent que la notion de petite taille est assez connue mais que les individus restent peu informés quant aux autres principes (Cobb & Macoubrie, 2004 ; Kahan et al., 2009 ; Lin et al., 2013 ; Macoubrie, 2005 ; Murcia, 2013 ;). La Commission européenne indique qu'en 2010, 54% des Européennes et Européens ne savent pas ce que recouvre l'appellation nano et que 46% des Françaises et Français n'en ont jamais entendu parler. D'après Lin et al. (2013), près de 70% des Taïwanais n'ont aucune connaissance liée aux concepts de base de l'échelle nanométrique. Ces résultats se retrouvent déjà aux États-Unis en 2004 où plus de 60% de la population n'est pas en mesure de donner une définition (Cobb & Macoubrie, 2004 ; Kahan et al., 2009 ; Macoubrie, 2005). En Angleterre et au Japon, seulement 20% de la population peut donner une définition simple mais souvent erronée des nano (Dowling et al., 2004 ; Fujita et al., 2006). Une grande majorité d'étudiantes et d'étudiants en médecine en Norvège et en Roumanie a globalement une connaissance limitée du matériau. En effet, seuls 10% de l'effectif sait, à raison, que les nanoparticules peuvent être plus toxiques que des particules plus grandes. En revanche, environ 70% d'entre elles et eux peuvent identifier les définitions correctes parmi d'autres descriptions fausses. Près de 70% reconnaissent que ces particules pourraient pénétrer les tissus et les cellules. Plus de la majorité sait que ces particules sont utilisées dans les composites de résine et les systèmes de collage dentaire mais seulement un tiers d'entre eux a conscience de leur présence possible dans les dentifrices, les empreintes et les matériaux endodontiques.

2.3 Comportements liés aux nano

Peu de travaux examinent les variables de motivation, d'intérêt ou de comportements envers les nanomatériaux (Kahan et al., 2009). Néanmoins, les quelques conclusions sur le sujet relèvent peu d'intentions et de comportements liés aux nanomatériaux. Par exemple, la population européenne reste

sceptique quant à l'achat de produits alimentaires contenant des nanotechnologies (Siegrist et al., 2007). Les travaux de Xenos et al. (2011) complètent ces résultats en précisant que le fait de discuter des nanotechnologies n'a pas d'effet sur la volonté d'un engagement futur au sujet de l'objet mais encourage les individus à rechercher des informations. Les étudiantes et étudiants norvégiens(es) (86,5%) et roumains(es) (77,5%) ont majoritairement l'intention d'utiliser des nanomatériaux dans leur future pratique professionnelle (Xenaki et al., 2019). De plus, comme décrit dans la théorie du comportement planifié (cf. p.37 et 38), il apparaît que cette intention se prédit par l'affect lié aux nanomatériaux et les normes sociales. En effet, les sujets ayant une attitude positive (affect) et une forte approbation des collègues et des enseignants(es) (norme sociale) sont plus enclins(es) à utiliser des matériaux dentaires innovants dans leur pratique dentaire potentielle.

En conclusion, les travaux présentés dressent un bilan soulignant d'une part que l'attitude dépend de la population interrogée (e.g., niveau d'expertise, pays) et d'autre part elle souligne son caractère évolutif. On retrouve notamment un affect de plus en plus négatif vis-à-vis des nanomatériaux, bien que la perception ne soit pas clairement polarisée. Il apparaît que les individus ont des connaissances sur l'échelle nanométrique mais qu'ils restent très peu informés sur les propriétés des nano, la matière et leurs applications. Peu de travaux rendent compte des intentions et des comportements vis-à-vis des nanomatériaux, ce qui est certainement lié à la nouveauté du matériau où à son évocation récente pour le grand public. Les individus n'ont ainsi pas assez d'informations sur la présence de substances nanométriques dans les produits de consommation courante. En définitive, on retrouve pour les trois composantes, de nombreuses interactions les unes avec les autres et une influence non négligeable de plusieurs variables. À ce titre, se retrouvent des caractéristiques individuelles telles que le genre, l'âge, le niveau d'étude, les croyances religieuses ou encore l'influence médiatique auxquelles nous consacrerons le prochain paragraphe.

3. Influences et sources de l'attitude envers les nano

Les facteurs individuels jouent parfois un rôle important dans la détermination de l'attitude. On retrouve une différence statistiquement significative entre l'affect des hommes et celui des femmes en

matière de nano (Cobb & Macoubrie, 2004 ; Kahan et al., 2007 ; Lee et al., 2005 ; Murcia, 2013²⁵). En ce sens, les hommes seraient plus susceptibles d'avoir des affects positifs envers les nanotechnologies que les femmes. En revanche, Sahin et Ekli (2013) n'observent aucune différence de perception entre les genres. Les quelques prospectives élaborées à ce jour à propos du niveau d'éducation au sujet des nanomatériaux soutiennent l'idée que la perception positive du public augmente à mesure que les connaissances vont croître. En effet, plus le niveau de connaissance à propos des nanomatériaux est élevé, plus la perception des bénéfices augmente (Kahan et al., 2009 ; Satterfield et al., 2009²⁶). À titre d'exemple, Scheufele et al. (2007) ont comparé les perceptions des risques de profanes et celles d'expertes et experts à propos des nanotechnologies. Les profanes semblent percevoir plus de risques de pollution et un impact sanitaire plus important que les expertes et experts. Des travaux plus anciens considèrent que les profanes attribuent, dans certains cas, des risques plus élevés que les expertes et experts. Cette distinction a lieu en fonction de la nature des connaissances de base qui caractérisent le risque différemment (Irwin & Wynne, 2003). Néanmoins, de récents travaux précisent que cette perception n'est pas seulement liée au niveau de connaissances des répondants(es) mais qu'elle dépend également de leur domaine d'activité (Bertoldo et al., 2015). En effet, les scientifiques²⁷ du domaine de la chimie ou de la physique ont tendance à percevoir les nanoparticules en termes de bénéfices alors que les scientifiques en toxicologie ou en Sciences Humaines et Sociales les perçoivent en termes de risques. Concernant l'influence de l'âge sur cette attitude, il apparaît que la perception négative à l'égard de la nanotechnologie est plus élevée chez les personnes âgées que chez les plus jeunes (Lee et al., 2005). Il a également été observé que les personnes ayant de fortes croyances religieuses étaient moins susceptibles d'accepter les nanomatériaux que les personnes ayant des croyances moins fortes (Scheufele et al., 2009).

Par ailleurs, la couverture médiatique semble, elle aussi, influencer les attitudes du public envers la science et la technologie (Nisbet et al., 2003 ; Nisbet & Lewenstein, 2002). Déjà en 1995, les médias étaient la principale source de connaissances scientifiques de la population (Nelkin, 1995). Quelques années plus tard, les conclusions des travaux sur le sujet indiquent que les journaux, la

²⁵ L'autrice appelle à prendre cette différence entre les sexes avec précaution en raison du nombre restreint d'hommes interrogés ($n = 12$) dans cette étude et du jeune âge (élèves du secondaire) de l'ensemble des participants(es). Aussi, l'enquête porte sur des élèves du secondaire.

²⁶ Les autrices et auteurs n'ont pas évalué les connaissances mais l'impression d'avoir ou non des connaissances sur le sujet.

²⁷ Les personnes se positionnant en faveur de la science et technologie ont tendance à rechercher des informations scientifiques, à discuter de la science avec leur entourage et ont des attitudes plus positives envers des nano (Vandermoere et al., 2010).

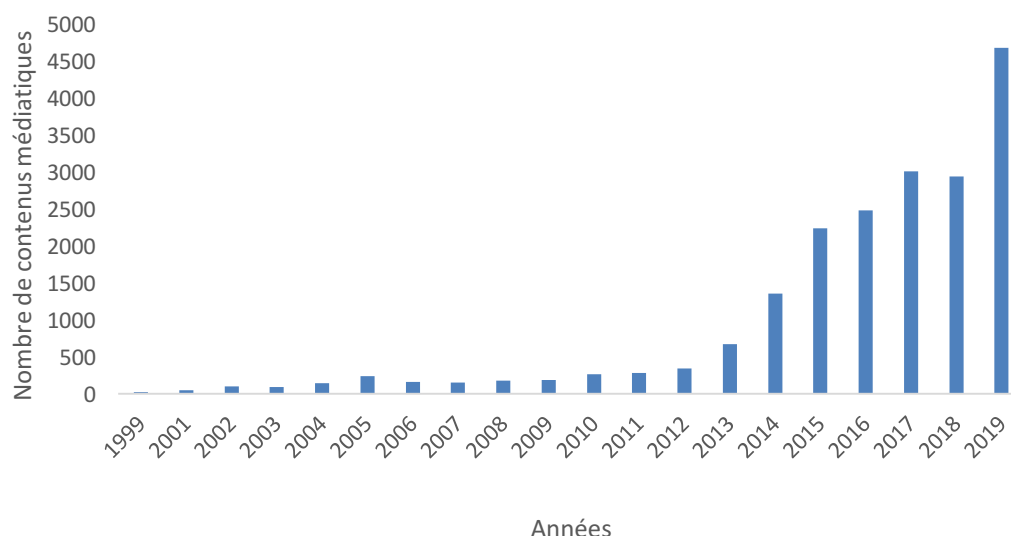
télévision et Internet restent des sources de connaissances importantes (Lee & Scheufele, 2006) et notamment lorsque les individus se renseignent sur les nanomatériaux (Binet et al., 2015 ; Hart & Research Associates, 2007). Le ton positif ou négatif de la couverture médiatique des nanoparticules sert de règle de décision simplifiée pour traiter de nouvelles informations en peu de temps, influençant l'acceptation du grand public (Brossard & Nisbet, 2007 ; Ho et al., 2010 ; Lee & Scheufele, 2006 ; Scheufele & Lewenstein, 2005). Par conséquent, un contenu médiatique qui soutient les nanotechnologies influence positivement l'opinion publique (Gaskell et al., 2004). Pourtant, les articles parus dans les journaux américains et non américains évoquent bien plus d'avantages que de risques. (Friedman & Egolf, 2011 ; Gaskell et al., 2004 ; Stephens, 2005). En moyenne, chaque année, seulement 36.7 articles américains et britanniques abordent les risques sanitaires, environnementaux et sociétaux. Lorsque les risques sont abordés dans ces journaux, ils sont basés sur des événements discrets et ponctuels. Le manque de continuité dans le temps ne permet pas aux lecteurs et lectrices d'interpréter et de suivre l'évolution des risques des nanoparticules. Il est ici essentiel de mettre en lien toutes ces données avec le niveau d'éducation puisque les journaux et notamment les contenus scientifiques sont plus abordables pour des personnes instruites (Jenssen, 2012). Les personnes les plus instruites ont, de ce fait, plus de probabilité d'être exposées aux contenus relatifs aux nanomatériaux. Ceci pourrait expliquer en partie l'écart que l'on peut retrouver au niveau des connaissances et de la perception des nanomatériaux. En effet, les individus ont tendance à aller vers des informations qui entrent dans leurs champs de connaissances (Festinger, 1955 vu dans Ehrlich et al., 1957). Zajonc (1968) ajoute qu'une exposition répétée à un objet augmente les probabilités d'avoir un sentiment positif à son égard. La manière de percevoir l'objet résulte ainsi de la quantité d'informations sur les nanoparticules à laquelle un individu est exposé.

Compte tenu de ces données, la quantité et l'évolution du nombre d'articles publiés semblent être un des facteurs d'influences de l'attitude liées aux nano. Nous avons donc effectué un recensement sur la plateforme *Europress* de l'ensemble des contenus médiatiques publiés en France, dans les journaux, à la télévision, à la radio et dans les médias sociaux entre 1999 et 2019²⁸. Ces informations présentées dans la Figure 12, permettent d'avoir un aperçu de l'exposition médiatique de la population française et de connaître son évolution dans le temps.

²⁸ Plusieurs critères permettent de spécifier cette recherche. Le contenu contenait au moins deux fois le terme nano. Il peut s'agir d'une déclinaison de *nano* mais les termes *Ipod nano* et *Tata nano* à caractère commercial ne sont pas pris en compte.

Figure 12

Recensement des contenus médiatiques liés aux nano entre 1999 et 2019



Au total, 19 543 contenus issus de la presse, de la radio ou de la télévision sont répertoriés au cours des 20 dernières années. Ce graphique fait apparaître plusieurs points intéressants. Tout d'abord, le terme nano est peu employé en 1999 et c'est à partir de 2012 que le nombre de contenus médiatiques double d'année en année. On peut voir aussi qu'avant 2014, peu d'informations circulaient, alors qu'entre 2014 et 2019, les médias français ont relayé de nombreuses informations liées aux *nano*. Il se pourrait que les prix Nobel de chimie décernés à Betzig et al. en 2014 et à Sauvage en 2016 sur la thématique des nanotechnologies aient grandement favorisé cette médiatisation.

4. Analyse systématique des composantes considérées dans les études sur l'attitude envers les nano

L'ensemble de la littérature énoncé dans ce chapitre souligne l'intérêt de la recherche en Sciences Humaines et Sociales quant au rapport que la population et certains publics spécifiques (e.g., des professionnelles, des professionnels, des étudiantes et des étudiants) entretiennent avec les nanomatériaux. Afin de mieux cerner le modèle des structures de l'attitude mobilisé dans la littérature ainsi que les mesures utilisées, nous avons effectué une analyse systématique des travaux sur le sujet. Nous avons recensé²⁹ 68 études relatives aux nanomatériaux conduites en Sciences Humaines et

²⁹ Le recensement a été effectué en 2016 au début de ce travail de recherche.

Sociales (Annexe A). Ces études concernent des sujets tels que l'influence des connaissances de base des nanotechnologies sur la perception du risque chez les expertes et experts, l'étude de l'amorçage d'informations sur la perception et l'engagement ou encore sur la communication du gouvernement sur les risques et l'industrie. Sur la totalité de ces travaux, nous avons retenu les 20 recherches qui explorent au moins une des composantes de l'attitude envers les nano. Ces composantes sont, pour la plupart, présentées comme des mesures de l'attitude et, dans quelques cas, les études affichent d'autres concepts tels que l'acceptabilité, la ou les représentations sociales. Ces travaux sont classés dans le Tableau 2 selon la composante de l'attitude. L'objectif est ici d'extraire un matériel pouvant être réutilisé pour la construction d'un nouvel outil visant à opérationnaliser la mesure de l'attitude telle qu'appréhendée par les autrices et auteurs clés du concept. Afin de bien cerner la spécificité contextuelle de chaque étude, des informations supplémentaires sont ajoutées, à savoir le pays dans lequel s'est déroulée l'étude, le taux de réponses, le nombre d'items (les items sont référencés et présentés en Annexe B), la taille de l'échantillon et enfin l'outil méthodologique employé. L'ensemble des conclusions de ces études est résumé en page 43 afin d'obtenir un aperçu de l'attitude de la population et de mieux prédire les comportements relatifs aux nanomatériaux.

Tableau 2

Analyse systématique des travaux explorant les composantes de l’attitude envers les nano en Sciences Humaines et Sociales

	Mesure	Pays	Taux de réponse	Nombre d’items relatifs aux composantes de l’attitude				Outils méthodologiques			N
				Confiance	Perception des risques et bénéfices	Connaissance	Comportement	Entretien semi-structuré	Questionnaire	Vignette ³⁰	
Anderson et al., 2013	Opinion et perception	États-Unis	<i>ns</i>		2 ³¹				*		1736
Balakrishnan et al., 2013 ³²	Attitude	Malaisie	<i>ns</i>		7 ³³			*	*		30
Bertoldo et al., 2015	Représentation sociale des experts(es)	Europe	21%		13				*		163
Cobb & Macoubrie, 2004	Attitude	États-Unis	[38 % ; 48%]	1	5	4		*	*		1536
Conti et al., 2011	Attitude	États-Unis	51,9%		8				*	*	1100
Commission européenne, 2010	Attitude	Europe	<i>ns</i>		11		3		*		<i>na</i>
Handford et al., 2015 ³⁴	Attitude	Irlande du Nord	<i>ns</i>		2	2 ³⁵	1		*	*	1014
Ho et al., 2010	Attitude	États-Unis	30,7%	2	14	5			*		1015

³⁰ Il s’agit d’un scénario relatif aux nano.

³¹ Les items de cette étude évaluent le soutien à la nanotechnologie.

³² Les items de cette étude concernent essentiellement l’attitude envers l’ingénierie et l’éthique des nanotechnologies. Il est difficile de déterminer le nombre d’items traitant l’attitude car ils ne sont pas clairement identifiés comme mesure d’attitude. Par exemple dans l’item « Je suis conscient de l’impact de l’ingénierie des nanotechnologies sur les enjeux économiques », il s’agit plutôt d’une évaluation de ce que pense la personne sur ses propres connaissances.

³³ Les items concernent essentiellement des questions socio-éthiques en rapport aux nanotechnologies.

³⁴ La première partie de l’étude comprend des entretiens semi-structurés.

³⁵ Les autrices et les auteurs évaluent les connaissances en plus d’une prise en compte unidimensionnelle de l’attitude.

	Mesure	Pays	Taux de réponse	Nombre d'items relatifs aux composantes de l'attitude				Outils méthodologiques			N
				Confiance	Perception des risques et bénéfices	Connaissance	Comportement	Entretien semi-structuré	Questionnaire	Vignette ³⁶	
Kahan et al., 2009	Opinion et perception	États-Unis	<i>ns</i>		1	1			*		1862
Lee et Ho, 2015	Familiarité	Singapour	27,1%			1	15		*		719
Lin et al., 2013	Attitude	<i>na</i>	63%	10	10				*		209
Murcia, 2013	Attitude	Australie	<i>ns</i>		14	3			*		125
Nerlich et al., 2007	Attitude	Angleterre	<i>ns</i>		10					*	434
Retzbach et al., 2011	Compréhension publique	États-Unis	<i>ns</i>		6		2	*	*		587
Sahin & Ekli, 2013	Opinion et perception	Turquie	<i>ns</i>		5	1			*		1396
Shönborn et al., 2015	Connaissance	International	<i>ns</i>			28			*		301
Siegriest et al., 2007	Attitude	Suisse Allemande	<i>ns</i>	3	6				*		153
Siegrist et al., 2008	Attitude	Suisse Allemande	<i>ns</i>		6				*	*	337
Siegrist et Keller, 2011	Opinion et perception	Suisse Allemande	47%		1				*		1382
Vidigal et al., 2015	Attitude	Brésil	<i>ns</i>		13				*		389

³⁶ Il s'agit d'un scénario relatif aux nano.

4.1 Bilan de l'analyse systématique

Des travaux recensés dans cette analyse, nous pouvons dresser un bilan général. Ce bilan aborde les mesures évaluées, les modes de recueil ainsi que les limites observées.

4.1.1 Mesures évaluées

Comme illustré dans le Tableau 2, de nombreux travaux en Sciences Humaines et Sociales évaluent des concepts théoriques tels que l'attitude, l'opinion, les représentations sociales, la familiarité, les connaissances ou la perception. L'attitude se différencie de l'opinion par son niveau de profondeur (Javeau, 1978). En étant davantage révélatrice d'informations rationnelles et profondes, l'attitude pourrait représenter le substrat des opinions. En comparaison avec les items d'attitude, les items mesurant l'opinion devraient être très généraux. Alors que leur évaluation provient de conceptualisations distinctes, les mesures d'attitude, de l'opinion, de la familiarité ou de la perception sont parfois formulées de manière similaire. À titre d'exemple, Anderson et al. (2013) évaluent l'opinion et les perceptions à travers des items tels que « *Dans l'ensemble, je soutiens l'utilisation de la nanotechnologie* » ou « *Dans l'ensemble, je soutiens le financement fédéral pour les nanotechnologies* ». Lee et Ho (2015) quant à eux évaluent la familiarité, aussi appelée connaissance perçue, à travers l'item « *Êtes-vous bien informés sur les nanotechnologies* » (1 = « *Pas du tout informé* », 10 = « *Très bien informé* »). À titre de dernier exemple, Balakrishnan et al. (2013) évaluent l'attitude avec des items comme « *Je suis confiant à résoudre éthiquement les problèmes d'ingénierie des nanotechnologies* » ou « *Je crois en l'importance des questions de durabilité dans les projets d'ingénierie en nanotechnologie* ». N'ayant pas, pour la grande majorité des études, accès à la construction et à la validation des outils, il peut être difficile de comprendre les choix théoriques qui sous-tendent les échelles de mesure des outils utilisés.

De plus, l'attitude, l'opinion ou la perception sont fréquemment évaluées à travers des items liés à l'affect. Par exemple, lorsque Sahin et Ekli (2013) évaluent l'affect, la confiance et la perception, la distinction entre les échelles de mesure nous semble discutable. En effet, la confiance est évaluée à travers l'item « *Pensez-vous que les scientifiques impliqués dans l'industrie des nanotechnologies minimisent les risques ?* » avec comme choix de réponses « *Beaucoup, Pas beaucoup ou Un peu* ». Il est difficile de dire que le fait de penser que les scientifiques minimisent les risques de l'exposition aux nanomatériaux traduit un manque de confiance. Il en est de même lorsque Balakrishnan et al. (2013) évaluent l'attitude et les connaissances (en termes de compétence) envers la socioéthique des

nanotechnologies auprès d'étudiantes et d'étudiants en génie des nanotechnologies. Les deux variables (attitude et connaissance) sont évaluées à l'aide des énoncés repris dans le tableau ci-après.

Tableau 3

Exemples d'items de l'étude de Balakrishnan et al. (2013)

Numéros des items	Items	Choix de
1	Je suis confiant de résoudre les problèmes d'ingénierie en nanotechnologie de manière éthique.	Pas du tout d'accord Tout à fait d'accord
2	Je suis conscient du rôle des ingénieurs en nanotechnologie dans la société d'aujourd'hui.	
3	Je suis conscient de l'impact de l'ingénierie des nanotechnologies sur les enjeux économiques.	
4	Je suis conscient de l'impact de l'ingénierie des nanotechnologies sur l'environnement.	
5	Je suis conscient de l'impact de l'ingénierie des nanotechnologies sur l'humanité.	
6	Je crois à l'importance de l'éthique dans chaque processus de prise de décision.	
7	Je crois en l'importance d'être sensible aux opinions du public dans la conception/les projets d'ingénierie en nanotechnologie.	
8	Je crois en l'importance des questions de durabilité dans la conception/les projets d'ingénierie des nanotechnologies	

Dans le Tableau 3, on peut se demander si l'item 1 rend bien compte de l'affect envers la socioéthique des nanotechnologies ou s'il n'interroge pas davantage la confiance en sa propre éthique professionnelle. Dans le même ordre d'idée, les items 3, 4 et 5 interrogent l'impact de l'ingénierie des nanotechnologies envers différents objets (économie, environnement et humanité). Il nous semble évident que le fait d'être d'accord ou non avec ces items ne renseigne pas outre mesure sur des connaissances ou un affect particulier. Il pourrait ainsi s'agir d'un problème de validité de construit dans le sens où l'outil ne mesure pas forcément ce qu'il devrait mesurer. En effet, un individu peut se sentir conscient de l'impact de l'ingénierie des nanotechnologies sur l'humanité en ayant une attitude très négative tout autant que très positive. Ces items nous semblent davantage renseigner sur l'impression d'avoir ou non des connaissances que sur des connaissances factuelles à propos des nano. Il en est de même pour les items annoncés par Retzbach et al. (2011) comme évaluant les connaissances à propos des nanotechnologies « *Avez-vous déjà entendu parler des nanotechnologies et si oui, quelles connaissances avez-vous à ce sujet ?* » (sur l'échelle de réponse suivante : 1 = jamais entendu parler ; 2 = très peu de connaissances ; 3 = peu de connaissances ; 4 = quelques connaissances) ou l'item « *J'ai reçu une formation professionnelle en sciences* » (sur l'échelle de réponse suivante : 1 = fortement en

désaccord ; 2 = en désaccord ; 3 = plutôt en désaccord ; 4 = plutôt d'accord ; 5 = d'accord ; 6 = fortement d'accord). En effet, ces items évaluent davantage les comportements passés rapportés.

4.1.2 Présentation des modes de recueil

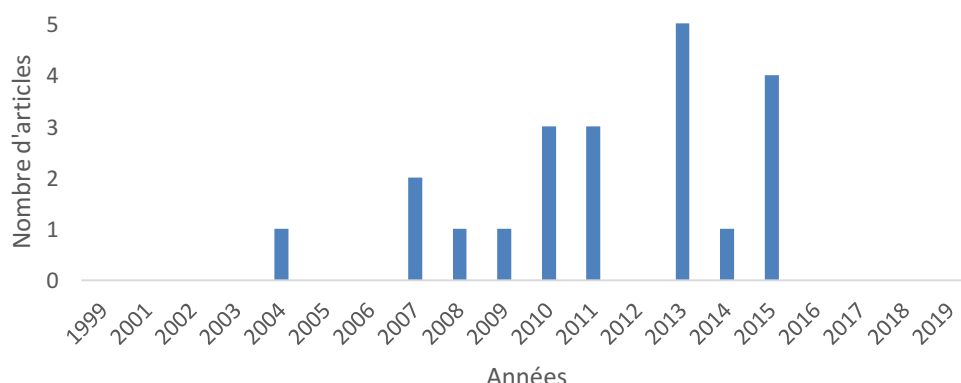
Le classement des outils montre que le recueil des réponses par questionnaire est systématiquement utilisé (sauf dans l'étude de Nerlich et al., 2007) alors que la vignette et l'entretien semi-structuré ne sont utilisés qu'à trois reprises seulement. Le questionnaire reste donc un outil de recueil d'informations essentiel pour ce type d'objectif (Bouletreau et al., 1999). Il s'agit du moyen le plus adapté pour rendre compte de l'exposition, des connaissances, de la perception, du comportement ou de l'opinion à un produit.

4.1.3 Description des dates de publication des articles

Cette analyse porte aussi sur les dates de publication des articles (Figure 13). En effet, les derniers travaux sur le sujet datent de 2015. Le graphique ci-dessous montre que si le nombre d'articles a augmenté depuis 2007, à notre connaissance, aucune étude n'est effectuée sur le sujet après 2015. Pourtant, comme souligné précédemment (cf. p.28), l'attitude reste un élément moteur de régulation de la recherche et du développement.

Figure 13

Nombre d'articles liés à l'attitude envers les nano entre 1999 et 2019³⁷



Source : données issues des travaux recensés par l'analyse systématique

4.1.4 Nationalité de l'échantillon des études publiées

L'analyse systématique rend compte de l'étendue internationale des données recensées. Cette étendue est une source importante d'informations, puisque les travaux retracent l'attitude de la population de nombreux pays d'Amérique du Sud et du Nord, d'Océanie, d'Europe de l'Ouest et d'Asie. En revanche, aucune étude ne relate d'évaluation d'une population française.

4.2 Limites des études traitant du positionnement de la population à propos des nano

L'analyse systématique souligne deux catégories de limites. La première est relative à l'inconsistance de la conceptualisation de l'attitude et la seconde concerne la construction et la formulation des items.

4.2.1 Conceptualisations observées de l'attitude

Le Tableau 2 nous informe sur la conception de la dimensionnalité de l'attitude considérée par les autrices et auteurs. La structure de l'attitude semble être différente en fonction des conceptions. En effet, 47.6% des études se concentrent seulement sur la composante affective en évaluant la perception des risques et des bénéfices ou la confiance (Anderson et al., 2013 ; Balakrishnan et al., 2013 ; Bertoldo et al., 2015 ; Conti et al., 2011 ; Lin et al. 2013 ; Nerlich et al., 2007 ; Retzbach et al., 2011 ; Siegrist et al., 2008 ; Siegrist et al., 2007 ; Siegrist & Keller, 2011 ; Vidigal et al., 2015). D'autres autrices et auteurs se sont intéressés(es) à l'affect ainsi qu'au comportement (Commission européenne, 2010 ;

³⁷ Des études ont été publiées depuis 2019 (e.g., Ghanei et al., 2021 ; Kamarulzaman et al., 2020 ; Kamarulzama & Siow, 2020 ; Lin, 2018 ; Rathore & Mahesh, 2021). Ces travaux évaluent l'attitude unidimensionnelle (affect) en Iran, Malaisie ou encore en Autriche.

Handford et al., 2015 ; Lee & Ho, 2015) ou aux connaissances (Cobb & Macoubrie, 2004 ; Handford et al., 2015 ; Ho et al., 2010 ; Kahan et al., 2009 ; Lee & Ho, 2015 ; Murcia, 2013 ; Sahin & Ekli, 2013). Des travaux tels que ceux de Lin et al. (2013) proposent l'évaluation de l'attitude envers les nano conjointement à l'évaluation des connaissances (Annexe B). Leur conception de l'attitude reste unidimensionnelle mais les outils comprennent des mesures de connaissances. Ainsi, l'attitude a été mesurée dans une majorité de travaux *via* une conception unidimensionnelle (mesure de l'affect) et peu d'entre eux s'appuient sur plusieurs dimensions (confiance et perception ou perception et connaissances). Or, mesurer une seule dimension pour rendre compte de l'attitude pourrait dans certains cas s'avérer incomplet (Giger, 2008 ; Perrissol, 2004).

4.2.2 Analyse et critique de la construction et la formulation des items

L'analyse systématique permet de dégager le fait que les échelles utilisées dans certains questionnaires mobilisent un nombre insuffisant d'items. À titre de premier exemple, les travaux de Handford et ses collaborateurs(trices) (2015) évaluent à la fois l'affect et les connaissances à propos des nano mais utilisent un seul item pour évaluer les comportements. L'item en question « *Votre organisation utilise-t-elle actuellement des nanotechnologies ou des nanomatériaux à un stade quelconque de la chaîne d'approvisionnement agroalimentaire ?* » n'est d'ailleurs pas directement considéré comme appartenant à un comportement envers les nano mais comme « Utilisation actuelle de la nanotechnologie par les organisations ». Pour deuxième exemple, la perception des risques et des bénéfices envers les nanoparticules est appréhendée uniquement à partir de l'item suivant : « *Les risques de la nanotechnologie l'emporteront largement sur ses avantages, les risques de la nanotechnologie l'emporteront légèrement sur ses avantages, les avantages de la nanotechnologie l'emporteront légèrement sur ses risques ou les avantages de la nanotechnologie l'emporteront largement sur ses risques* » (Cobb & Macoubrie, 2004 ; Kahan et al., 2009). En troisième exemple, on notera que Siegrist et al. (2008) évaluent la confiance sociale à partir d'une seule question : « *Dans quelle mesure faites-vous confiance aux informations sur les risques alimentaires fournies par les institutions suivantes ?* ». Les autrices et les auteurs notifient eux-mêmes le manque de fiabilité de l'utilisation d'une échelle unique. Évaluer l'attitude avec peu d'items risque de manquer de précision (Kahan et al., 2009), simplifier la pensée des individus ou même rendre compte de leur attitude de manière erronée, particulièrement lorsque l'évaluation se fait via un item unique (Perrissol, 2004). Ajouter un plus grand nombre d'items augmente la fiabilité de l'outil³⁸ (Furr, 2011 ; Laveault &

³⁸ Un trop grand nombre d'items peut aussi rendre compte d'une fiabilité gonflée artificiellement (Laveault, 2012).

Grégoire, 1997). Un test qui a des résultats fiables produit des résultats similaires lors de différentes sessions.

Cette analyse a également fait ressortir plusieurs aspects qui ne sont pas présentés dans le Tableau 2 mais qui semblent essentiels dans la compréhension de ces travaux. Par exemple, les items que nous avons réunis peuvent être adressés à des publics très spécifiques. Lorsque Balakrishnan et al. (2013) étudient les attitudes et les croyances des étudiantes et étudiants sur les questions socioéthiques de l'ingénierie en lien avec les nanotechnologies, certains items sont très précis et ciblés sur la population étudiée (e.g., « *Que pensez-vous de vos rôles et responsabilités en tant qu'ingénieur en nanotechnologie ?* » ou « *Je suis conscient de l'impact de l'ingénierie des nanotechnologies sur l'environnement* »).

Par ailleurs, on observe que des items sont régulièrement réemployés d'un questionnaire à l'autre. Par exemple, l'outil de Sahin et Ekli (2013) est élaboré sur la base d'instruments déjà utilisés et publiés dans la littérature. Il en est de même pour les études de Cobb et Macoubrie (2004) et Macoubrie (2005). Ceci permet de comparer les résultats des différents échantillons mais rend difficile l'identification de la validation originelle de chacune des échelles. Comme elles ne sont pas systématiquement présentées, nous n'avons pas accès aux informations nécessaires à la compréhension de la construction et de la validation des outils.

En conclusion, cette analyse systématique donne accès à la conceptualisation et au contexte méthodologique qui fondent la spécificité de chacune des études recensées. L'ensemble des études recensées dans cette analyse critique souligne l'intérêt de la recherche en Sciences Humaines et Sociales liée au positionnement de la population en rapport aux nano. Si ce bilan nous a permis de dresser un bilan global de l'état de l'art sur le sujet et d'en savoir plus sur l'attitude des différentes populations (cf. p.41 à 43), nous notons que les études ont porté sur des populations très diverses. Ceci rend nécessaire l'actualisation des connaissances sur les attitudes de la population à propos des nanoparticules. Par ailleurs, des limites peuvent être soulevées sur le plan méthodologique. La première limite concerne la conceptualisation même de l'attitude. Nous avons vu que l'attitude envers les nanomatériaux est essentiellement évaluée *via* une conception unidimensionnelle (mesure de l'affect à travers la perception des risques et des bénéfices ou la confiance). Ceci nous semble constituer une première limite majeure dans ces études car ce choix se fait au risque d'évaluer des informations incomplètes. La seconde limite concerne la construction et la formulation des items. Les échelles utilisées dans certains questionnaires mobilisent un nombre insuffisant d'items au risque de

manquer de précision et de fiabilité. Une importante majorité des études ne donne d'ailleurs pas d'information sur le processus d'élaboration et de la validation des outils utilisés. Il peut être difficile de comprendre les choix théoriques, méthodologiques et statistiques qui sous-tendent les échelles de mesure. Nous avons aussi vu que l'on peut parfois discuter la cohérence entre les items utilisés et la dimension qu'ils sont censés évaluer. Au final dans ce domaine de recherche, il n'existe pas d'outil validé faisant consensus et étant largement utilisé.

5. Objectifs de la recherche de l'étude 1

Le développement des nanomatériaux recèle une multitude d'avancées dans de nombreux secteurs d'activités. D'un côté, il ouvre considérablement les frontières des connaissances et des actions en chimie, en ingénierie et en physique et de l'autre, il suscite de grandes inquiétudes. À l'heure où les travaux toxicologiques et les veilles sanitaires des personnes exposées aux nanomatériaux manufacturés sont en cours de développement, il est indispensable de prendre en compte les craintes exprimées. Les recherches incluses dans l'analyse systématique (cf. Tableau 2) rendent compte de l'attitude de la population ancrée dans une période politique, environnementale, médiatique et industrielle spécifique. La revue de littérature présentée renseigne sur le manque de données récentes concernant l'attitude envers les nano, notamment d'un échantillon de personnes françaises. Les travaux menés jusqu'en 2015 rendent compte d'un manque de connaissances du public à propos des nano et d'un affect assez hétérogène. Les comportements quant à eux sont peu étudiés.

Le fait que les nano ne fassent pas l'objet d'attitude spécifique pour la population présente un intérêt particulier (Le Floch & al., 2014). Il s'agit en effet, d'un cas de figure assez rare puisque les études dans le champ de la persuasion ou des représentations sociales ont toujours porté sur des attitudes ou opinions déjà existantes. Le modèle tricomponentiel des attitudes (Hovland & Rosenberg, 1960) trouve sa pertinence dans l'idée plus récemment développée par Fazio (1990) de force de l'attitude (Le Floch et al., 2014). Les individus ont des opinions sur « tout » et peuvent se positionner le long d'une échelle variant d'un pôle « *pour* » à un pôle « *contre* » (composante évaluative) ou d'un pôle « j'aime » à un pôle « je n'aime pas » (composante affective) à propos de toutes sortes d'objets sociaux. Cependant, la connaissance de l'objet (composante cognitive), qui provient de l'expérience vécue en rapport avec cet objet, est déterminante dans l'évaluation de la force de l'attitude et permet de prédire les comportements, ce que l'on ne peut pas faire uniquement sur la base de la composante évaluative ou affective (Channouf et al., 1996). Lorsqu'une attitude a déjà une certaine force (e.g., saillance, disponibilité), l'individu traite les stimuli liés à l'objet de l'attitude de manière relativement

automatique. Toutefois, lorsque l'attitude présente un caractère superficiel, l'individu utilise des informations provenant de son environnement pour se positionner à l'égard de l'objet. Ces informations sont décrites par le modèle de l'action raisonnée (Fishbein & Ajzen, 1975). Une attitude se construit sur la base de croyances, d'expériences et de l'information disponible et même lorsque les gens possèdent peu d'informations sur l'objet, ils n'en ont pas moins des opinions. Cette attitude peut alors engendrer une intention d'agir, façonnée par des normes subjectives et la motivation du sujet à émettre un comportement en rapport avec cet objet. Les connaissances disponibles et l'expérience constituent donc des variables indispensables à prendre en compte dans l'évaluation des attitudes à l'égard des nano.

L'ensemble des arguments énoncés appuie la nécessité d'évaluer l'attitude à propos des nano de façon spécifique en considérant qu'elle pourrait être multidimensionnelle. Pour ce faire, il nous semble indispensable d'utiliser un outil fiable (1) afin d'appréhender l'attitude d'une population vivant dans un contexte français³⁹ et (2) d'en vérifier son évolution dans le temps. Il s'agira donc, en premier lieu, d'élaborer un outil d'évaluation de l'attitude envers les nano et en second lieu, à partir des données recueillies, d'appréhender cette attitude (Chapitre 3). Dans ce cadre, la construction et l'évaluation des propriétés psychométriques du questionnaire seront réalisées à travers l'étude 1 et l'étude 2. La première étude permettra d'élaborer puis de perfectionner les items constituant chacune des composantes de l'attitude. La deuxième étude quant à elle permettra d'une part de tester la fiabilité et la validité du questionnaire d'attitude et d'autre part de confirmer la structure de celui-ci. L'outil validé permettra par la même occasion d'accéder à notre deuxième objectif qui est d'appréhender l'attitude de la population envers les nano et d'identifier les composantes de cette attitude spécifique. Une troisième étude portant sur l'évaluation des connaissances sémantiques de l'échantillon à propos des nanoparticules sera menée de 2019 à 2022. Une analyse textuelle des données sera effectuée afin de rendre compte des informations sémantiques liées aux nanoparticules et de leur évolution au cours de la période. L'ensemble de ces objectifs nous permettra d'examiner les informations connues et inconnues, la perception et la conscience que les individus ont de leur propre exposition aux nanoparticules.

³⁹ Nous n'avons pas souhaité demander la nationalité des personnes. Afin de contrôler le niveau de compréhension, la langue maternelle a été demandée ainsi que leur pays d'habitation. Les personnes n'ayant pas le français comme langue maternelle et ne vivant pas actuellement en France sont exclues des analyses.

Chapitre 3. Structure et dimensionnalité de l'attitude envers les nanoparticules : Vers une reconsidération des composantes de l'attitude

ÉTUDE 1. Validation du questionnaire d'attitude envers les nanoparticules

Il s'agissait dans cette première étude de construire un outil d'évaluation de l'attitude envers les nanoparticules à partir des travaux antérieurs sur le sujet, en s'appuyant sur la méthode transculturelle de validation de questionnaire de Vallerand (1989) organisée en 7 étapes.

La première étape consistait à réunir l'ensemble des items en langue initiale pour entamer leur traduction. La préparation d'une première version (1) peut s'effectuer de trois manières différentes : la méthode traditionnelle dans laquelle seul le chercheur traduit les éléments, la méthode du comité où un groupe établit et discute les traductions ou alors la méthode de la traduction inversée qui rend compte d'une traduction (de la langue d'origine vers la langue cible) et d'une contre traduction (de la langue cible vers la langue d'origine) dans l'objectif de les comparer à la version originale (Brislin et al., 1973 ; Brislin, 1986). Différents biais méthodologiques peuvent se présenter dans les deux premières propositions tels que le biais de compréhension du chercheur seul ou le biais linguistique⁴⁰ qui entraîne des divergences entre la version traduite et la version de référence. À l'inverse, la méthode de la traduction inversée permet davantage de fiabilité par rapport à l'élément de référence tout en préservant les propriétés psychométriques des items (Beauvois & Ghiglione, 1981 ; Vallerand, 1989). De plus, la contre-traduction permet la comparaison avec l'élément original et détermine la justesse de la première traduction en langue cible (Brislin, 1986). Pour plus d'objectivité, les items ont été traduits et ont ensuite été discutés par un comité (2) (Spielberger & Sharma, 1976). L'étape suivante permet d'évaluer la clarté du contenu de l'outil à travers l'application d'une version expérimentale de l'outil sur une population cible (3). Ces trois premières étapes permettent d'élaborer un outil traduit, expertisé et éprouvé par plusieurs personnes ce qui assure une qualité effective et une meilleure compréhension des items. Le questionnaire est ensuite proposé à une population cible et les données recueillies permettent d'appliquer les phases de validation restantes. La validité concomitante et la validité du contenu (4) sont évaluées en comparant l'indice de corrélation des résultats de l'outil original et ceux

⁴⁰ Un biais linguistique renvoie à « une asymétrie systématique dans le choix des mots en fonction de la catégorie sociale à laquelle appartient la cible » (Beukeboom et al., 2014).

de la version expérimentale. Le degré de corrélation intracomposante (Oméga de MacDonald) permet ensuite d'évaluer la fiabilité du test (5) en indiquant si le construit psychologique est mesuré de la même façon (Vallerand, 1989). L'étape suivante concerne l'évaluation de la validité (6) et vérifie que le construit est mesuré tel qu'il est théoriquement décrit à travers une analyse factorielle. La validation transculturelle se termine par l'établissement des normes (7) en comparant les résultats de l'outil original avec ceux de la version élaborée. Nous avons appliqué l'ensemble de ces étapes en les adaptant au contexte de cette première étude. En effet, il ne s'agissait pas de la validation d'un seul outil mais d'un recueil d'items et de consignes à travers la littérature en Sciences Humaines et Sociales.

1. Méthode

1.1 Préparation d'une première version du questionnaire d'attitude envers les nano, effectuée à partir d'une traduction renversée parallèle

Au total, l'analyse systématique des 20 études (cf. Tableau 2) a permis de former une banque d'items ($N = 230$) dont 218 en langue anglaise. Après une sélection des items les plus pertinents⁴¹ ($n = 168$) (Annexe C), une traduction transculturelle inversée parallèle a été appliquée. Pour ce faire, trois participants(es) bilingues de langue maternelle anglaise, âgés(es) de 27, 34 et 55 ans, dont deux femmes et un homme, recruté(es) par le biais des réseaux sociaux, ont traduit les items de l'anglais vers le français. Les traducteurs et traductrices étaient informés(es) des objectifs principaux de la recherche. Ensuite, trois autres traductrices et traducteurs bilingues, de langue maternelle française âgés(es) de 23, 27 et 37 ans dont deux hommes et une femme, ont contre traduit les items du français vers l'anglais, dans l'objectif de faire émerger des erreurs dans les traductions initiales. Les six traductrices et traducteurs se sont ensuite mis(es) d'accord sur la meilleure traduction afin que les items soient plausibles (au sens donné à ce concept par Beauvois et Ghiglione « quelque chose que l'on n'est pas étonné d'entendre, quelle que soit la situation » (1981, p.150)). Cette étape a permis de faire émerger 142 items sur lesquels les personnes traductrices étaient en accord (Annexes D) et 26 items sur lesquels elles étaient en désaccord (Annexe E). Ces derniers ont été supprimés.

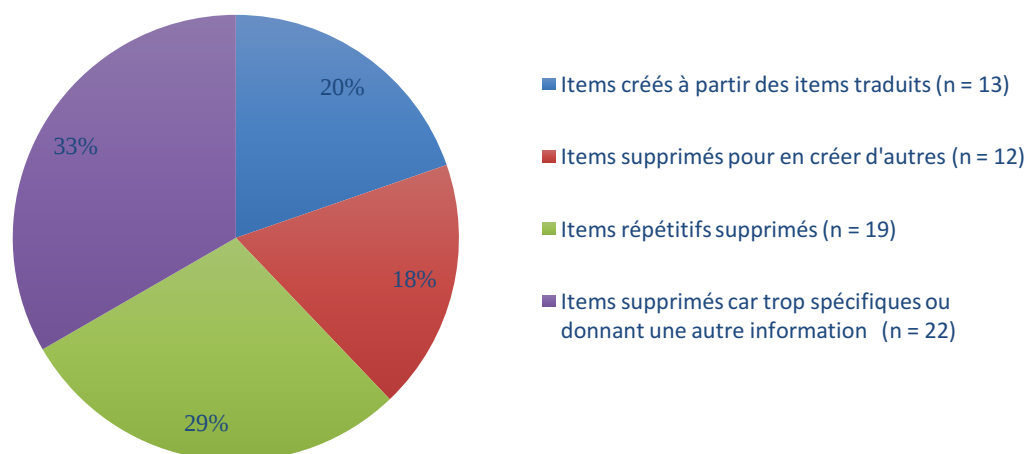
⁴¹ Les items totalement similaires ou qui ne concernent pas assez le sujet ont été supprimés.

1.2 Préparation d'une version expérimentale du questionnaire d'attitude envers les nano, par approche de type comité

La deuxième étape d'évaluation et de modification de la première version du questionnaire a été effectuée par un comité d'expertes et d'experts constitué de cinq enseignants(es) chercheurs(es) et d'une doctorante en psychologie sociale (moi-même). Chacun des 142 items, traduits et retenus, a été discuté et modifié si nécessaire, en respectant le sens de l'item original et les propriétés psycholinguistiques de la langue cible. Dans ce sens, le comité a supprimé des items, en a modifié certains (Annexe F) et en a créé de nouveaux (Annexe G), pour harmoniser l'ensemble de l'outil et les consignes. Le graphique ci-après renseigne sur la proportion d'items supprimés, modifiés et créés.

Figure 14

Proportion d'items modifiés, ajoutés et supprimés par le comité.



Les items qui se répétaient avec d'autres, qui étaient trop spécifiques ou qui renseignaient sur une autre information que celle que nous recherchions ont été supprimés. Le graphique précise aussi que quelques items ont été créés à partir des items traduits (20%). Afin de compléter l'outil, le comité formé de chercheurs(es) a ajouté 14 items issus de la littérature française (Annexe G). À titre d'exemple, les items « *Dans les mois à venir, j'ai l'intention de consommer des aliments contenant des nanotechnologies* » et « *Dans les mois à venir, j'ai l'intention d'utiliser des cosmétiques (crème de jour, savon, etc.) contenant des nanotechnologies* » ont été ajoutés car le comité a jugé les items de comportement et d'intention comportementale trop peu nombreux. Ces derniers ont été ajoutés aux

items traduits puis retravaillés. Au final, 116 items ont été classés par le comité selon la composante évaluée (cognitive, affective et conative) dans l'objectif d'harmoniser les consignes⁴².

1.3 Pré-test

Vingt-et-un participants(es) dont 10 femmes et 11 hommes âgés(es) de 18 à 60 ans ($M = 35$; $SD = 13.26$) ont répondu à la version expérimentale du questionnaire présentée au format papier avec la consigne suivante : « *Merci de lire et de répondre aux questions tout en notant ce que vous ne comprenez pas ou ce qui vous semble ambigu ou peu clair. Si les choix de réponses vous semblent inappropriés ou insuffisants, indiquez ce que vous mettriez à la place* ».

L'outil comprenait tout d'abord le consentement libre et éclairé accompagné d'un descriptif global des objectifs de l'étude suivi de 116 items d'attitude envers les nano traduits. La dernière partie de l'outil comprenait une série de questions sociobiographiques⁴³ portant sur l'âge, le genre, la situation professionnelle actuelle, le niveau d'étude et la langue maternelle.

Trois points principaux ont été mis en avant par les commentaires des participants(es). Tout d'abord, les items du questionnaire semblaient accessibles au tout venant bien que la partie *connaissances* restait particulièrement difficile. Dans ce sens, 11 items sont considérés comme trop complexes (e.g., « *Les nanotubes de carbone sont constitués d'atomes de carbone liés les uns aux autres selon un motif régulier* » ou « *Les objets à l'échelle nanométrique sont maintenus en mouvement aléatoire par des collisions continues avec d'autres particules* ») et ils ont été supprimés pour faciliter la compréhension d'ensemble (Annexe H). Ensuite, les consignes de la partie *confiance* étaient considérées comme étant difficilement compréhensibles, elles ont donc été simplifiées. En effet, les items avaient des formulations différentes (« *Faites-vous confiance aux garanties de sécurité des produits technologiques émergents fabriqués par le secteur industriel ? (par exemple, nano-toilettes, nano-cosmétiques, nano-photo-catalyseurs)* » ou « *Je fais confiance aux nouvelles technologies recommandées par les experts(es) (par exemple les scientifiques ou les docteurs)* »), ils ont donc été harmonisés pour obtenir une consigne commune (« *Je fais confiance aux garanties de sécurité pour les produits de technologies émergentes fabriquées par le secteur industriel (par exemple nano-*

⁴² Au vu du nombre important d'items empruntés à différentes études de référence et pour davantage de clarté, le format de présentation et les consignes utilisées dans les versions d'origine ne sont pas applicables à la version préliminaire. Une fois la version expérimentale élaborée, une pré-expérimentation auprès de la population cible a été appliquée pour éliminer les items non-discriminants ou ambigus (Gagné & Godin, 1999).

⁴³ Les items sociobiographiques étaient systématiquement proposés à la fin de l'outil afin de ne pas activer de stéréotype particulier chez les répondant(es) (Steele & Aronson, 1995)

toilettes, nano-cosmétiques » et « *Je fais confiance aux nouvelles technologies recommandées par les expertes et experts (par exemple les scientifiques ou les docteurs)* »).

Pour finir, des participants(es) ont précisé que certains items des parties *comportement* et *confiance* auraient pu influencer le choix de réponse de la partie *connaissances*. En effet, un item concernant le niveau de confiance en l'industrie des nanotechnologies aurait, par exemple, pu orienter les connaissances sur la production et l'application de l'objet. Il était donc décidé que les items de *connaissances* soient présentés avant les autres dimensions. Au total, le comité a supprimé 11 items trop complexes et 18 autres ont été modifiés pour plus de clarté. Le questionnaire ainsi ajusté comportait 105 items.

L'étape suivante (4) de la méthode de validation d'un questionnaire de Vallerand (1989) consiste à évaluer la validité concomitante et de contenu en comparant les résultats de l'outil original et ceux de la version expérimentale. Du fait qu'il s'agissait d'une construction et que les items ont été empruntés à plusieurs études, cette étape ne pouvait pas être réalisée. En effet, les consignes ont été harmonisées, des items ont été supprimés et d'autres étaient présentés dans un ordre différent des études de référence. Le fait de comparer les données obtenues à l'aide d'un questionnaire avec celles d'un outil différent ne nous permettait pas d'évaluer la validité concomitante de façon pertinente. En revanche, les résultats de la deuxième version de l'outil ont permis d'évaluer ses caractéristiques psychométriques comme le préconise Vallerand.

1.4 Participants(es)

Mille deux cent quarante-sept participants(es) ont répondu au questionnaire déposé en ligne et 65,8% d'entre eux et elles ont abandonné⁴⁴ en cours de passation (Figure 15) et ont été supprimés. Il s'agit d'un taux d'abandon plus élevé que celui obtenu habituellement dans les questionnaires en ligne de O'Neil et al. (2003).

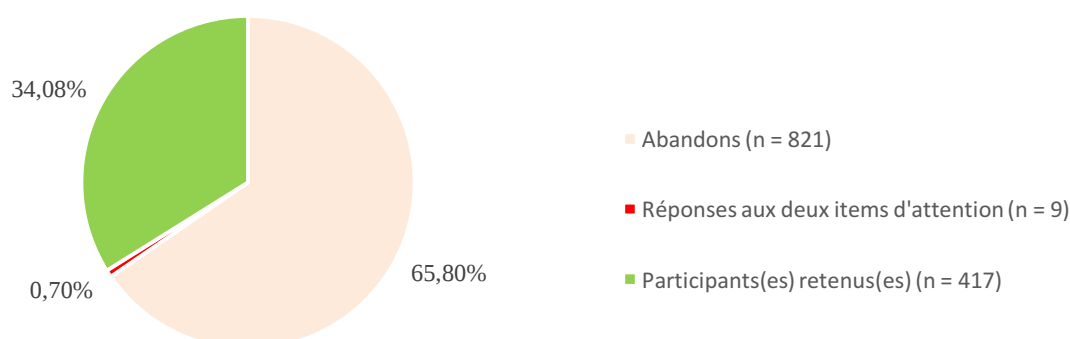
La quantité importante de personnes ayant abandonné la passation avant la fin peut s'expliquer par la longueur du questionnaire et la complexité du sujet puisque, plus un questionnaire est long et complexe, plus le taux d'abandon risque d'être élevé (Bouletreau et al., 1999 ; Dussaix, 2009). En effet, le temps de passation détermine en partie le taux d'abandon et le niveau de concentration des individus. Cette information est d'autant plus importante pour des thématiques d'étude qui impliquent

⁴⁴ Lorsque les items sociobiographiques, placés en fin de passation ne sont pas remplis, la participation est considérée comme n'étant pas terminée.

peu les personnes. Pour la présente étude, le temps médian de passation des participants(es) retenus(es) était de 18,28 minutes (minimum = 8.26 minutes ; maximum = 654.8 heures) ce qui est proche de la valeur haute de 20 minutes recommandée par Bô (2022). Nous prenons en compte la médiane puisque les données comportaient des valeurs extrêmes. En effet, les participants(es) avaient la possibilité de quitter la page web du questionnaire pour y revenir plus tard, ce qui explique que le maximum de temps était très élevé. Seuls(es) les participants(es) ayant terminé la passation et n'ayant pas rempli les deux items d'attention insérés dans le questionnaire (0,70% supprimés) ont été retenus pour les analyses statistiques.

Figure 15

Description des participations et des exclusions⁴⁵



Au final, 417 participants(es) dont 145 hommes, 272 femmes et huit personnes ne souhaitant pas répondre à cette question, âgés(es) de 18 à 84 ans ($M = 35.12$; $SD = 14.75$) ont complété entièrement le questionnaire. Cet échantillon était composé de 1.4% de participants(es) n'ayant aucun diplôme, 19.1% ayant obtenu le bac, 5.2% ayant un diplôme technique de type CAP, BEP ou autres diplômes techniques, 18.5% ayant un niveau d'étude bac+2, 17.7 ayant un bac+3, 13,4 ayant un bac+4 et 24.7% ayant un bac+5 et plus. Par ailleurs, l'échantillon comprenait 36,5% de salariés(es), 35%

⁴⁵ Le taux de réponse est une donnée essentielle informant sur la qualité d'une enquête. Son calcul implique généralement la taille de l'échantillon de départ, le nombre de participant(es) ainsi que l'ensemble des personnes ayant été contactées pour participer à l'étude. Cette dernière information n'étant pas accessible lors d'un recrutement en ligne, le calcul du taux de réponse de cette étude se fait *via* un pourcentage obtenu entre la taille de l'échantillon de départ et le nombre de participant(es).

d'étudiantes et d'étudiants, 10,1% de travailleuses et travailleurs indépendants(es), 6,2% de retraités(es), 0,5% d'ouvrières et d'ouvriers et 11,7% de personnes sans emploi.

1.5 Matériel

Le questionnaire (Annexe I) comprenait en première page le consentement libre et éclairé accompagné d'un descriptif global des objectifs de l'étude puis les 105 items retenus à l'issue du pré-test avec différents choix de réponses. Les items de connaissances ($n = 17$) (e.g., « *Un nanomètre est 1 million de fois plus petit qu'un mètre* ») avaient comme choix de réponse une échelle de Likert en 7 points allant de *Incontestablement vrai* à *Incontestablement faux*. Les items relatifs à l'affect étaient présentés en deux parties. Les 15 premiers items concernant la confiance étaient associés à une échelle de Likert allant de *Pas du tout confiance* à *Tout à fait confiance* (e.g., « *Je fais confiance aux scientifiques étudiant les nanotechnologies* »). Les 51 items suivants étaient associés à la perception des risques et des bénéfices et étaient proposés sur une échelle de Likert allant de *Pas du tout d'accord* à *Tout à fait d'accord* (e.g., « *Les nanotechnologies peuvent aider notre pays à développer sa sécurité* »)⁴⁶. Les items d'intention comportementale ($n = 22$) (e.g., « *Dans les mois à venir, j'ai l'intention de consommer des aliments contenant des nanotechnologies* ») étaient rapportés à une échelle de Likert allant de *Jamais* à *Énormément*.

Pour éviter l'effet d'ordre, la totalité des items de l'outil était randomisée en intra (randomisation entre les items des composantes) et en inter (randomisation entre les composantes), excepté pour les items de connaissances qui étaient seulement randomisés en intra. En effet, cette partie était présentée systématiquement avant les autres composantes afin que les réponses ne soient pas polluées par la formulation des items relatifs à l'affect ou à l'intention comportementale. L'attention des participants(es) était vérifiée au cours de la passation à partir de l'item suivant « *Afin de vérifier votre attention, merci de ne pas répondre à cet item* ». Ce dernier était placé à deux reprises dans les parties connaissances et affect, qui sont apparues, en pré-test, comme étant les plus difficiles en termes de concentration. Pour finir, la dernière partie de l'outil comprenait une série de questions sociobiographiques : l'âge, le genre, la situation professionnelle actuelle, le niveau d'étude et la langue maternelle.

⁴⁶ La polarisation du codage était modifiée selon l'orientation positive ou négative de l'item (*orientation négative* Aff3, Aff17, Aff18, Aff19, Aff20, Aff21, Aff28, Aff29, Aff32, Aff40, Aff41, Aff42, Aff44, Aff46, Aff47)

1.6 Procédure

Les questionnaires ont été proposés et remplis volontairement sur Internet à partir du logiciel *Qualtrics*. Le questionnaire était disponible sur une période de quatre semaines (du 16.03.2017 au 14.04.2017) afin de rendre compte d'une première évaluation de l'attitude du grand public à propos des nano au cours d'une période limitée garantissant un contexte informationnel et politique assez homogène. Durant cette période, aucune loi liée aux nano n'est parue et aucun accident industriel important n'est survenu.

2. Résultats

Les traitements statistiques des données ont été réalisés à partir des logiciels *Jamovi* (version 2.3, 2022) et R (*R Core Team*, 2016). Ces analyses ont initialement porté sur l'étude descriptive des caractéristiques de l'échantillon à travers les effectifs et les proportions, ainsi que sur le test d'adéquation de l'échantillon par l'indice Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), le test de sphéricité de Bartlett, la structure factorielle par Analyse en Composantes Principales (ACP) et des mesures de cohérence interne à travers l'analyse de fiabilité.

2.1 Étude de la validité

Dans l'objectif de valider le questionnaire d'attitude envers les nano en réduisant le nombre d'items et en appréhendant la structure de l'attitude, tous les items du questionnaire ont été soumis à une ACP suivie d'une procédure de rotation *varimax*⁴⁷ direct. L'échantillon étant supérieur à 300 (Tabachnick & Fidell, 2007), l'indice KMO de .866 pouvait être qualifié d'excellent, le résultat du test de sphéricité de Bartlett était significatif ($p < .001$) (tous les items étaient indépendants les uns des autres). L'analyse pouvait donc se poursuivre. Comme renseigné dans le Tableau 4, les 27 premiers facteurs expliquaient plus de 1% de la variance et représentaient 67,34% de la variance cumulée.

⁴⁷ La rotation Varimax permet de simplifier la lecture lorsqu'il y a de nombreux items sous chaque facteur.

Tableau 4

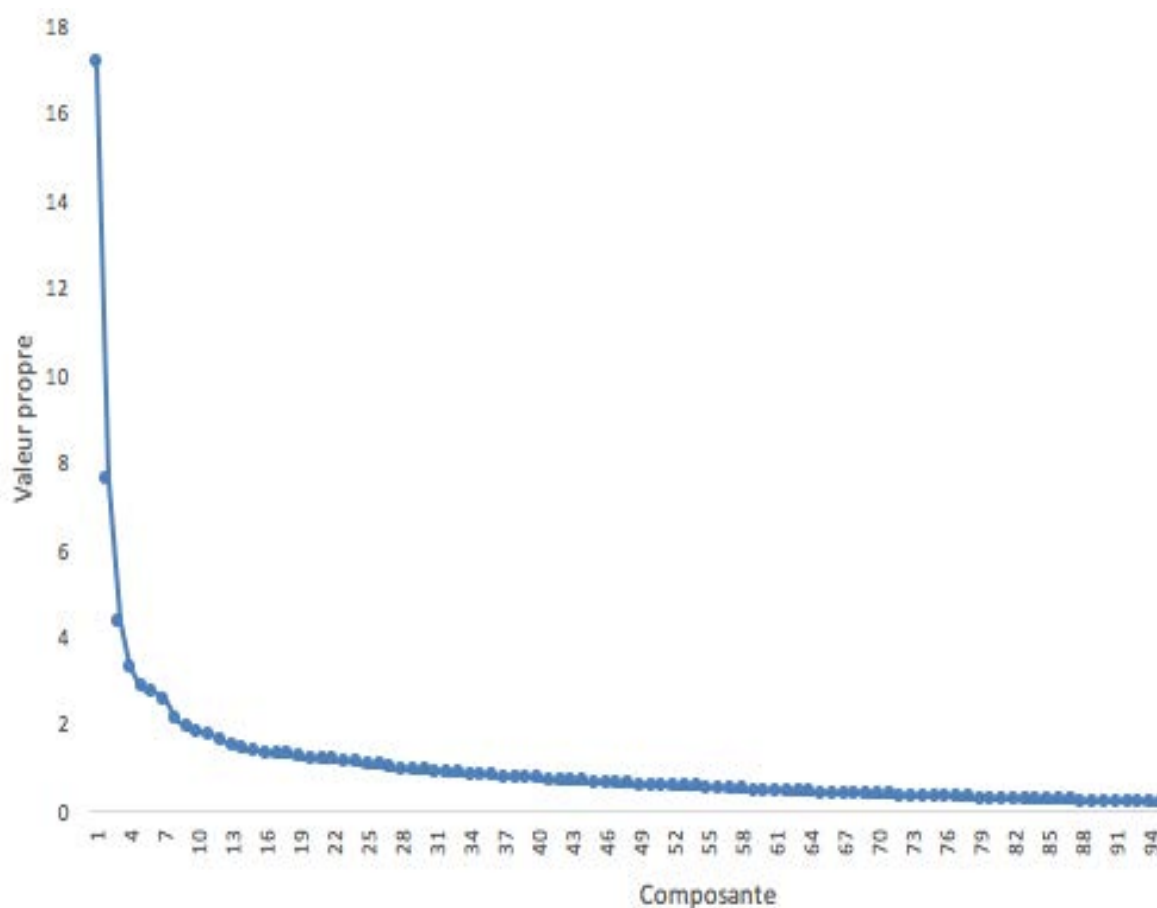
Variance totale expliquée

Composante	Valeurs propres initiales			Sommes extraites du carré des chargements		
	Total	% de la variance	% cumulé	Total	% de la variance	% cumulé
1	18,643	17,104	17,104	18,643	17,104	17,104
2	8,262	7,580	24,684	8,262	7,580	24,684
3	4,714	4,324	29,008	4,714	4,324	29,008
4	3,546	3,253	32,261	3,546	3,253	32,261
5	3,056	2,804	35,065	3,056	2,804	35,065
6	2,969	2,724	37,789	2,969	2,724	37,789
7	2,760	2,532	40,322	2,760	2,532	40,322
8	2,277	2,089	42,411	2,277	2,089	42,411
9	2,033	1,865	44,276	2,033	1,865	44,276
10	1,957	1,796	46,072	1,957	1,796	46,072
11	1,884	1,728	47,800	1,884	1,728	47,800
12	1,755	1,610	49,411	1,755	1,610	49,411
13	1,594	1,463	50,873	1,594	1,463	50,873
14	1,526	1,400	52,274	1,526	1,400	52,274
15	1,479	1,357	53,631	1,479	1,357	53,631
16	1,415	1,298	54,929	1,415	1,298	54,929
17	1,391	1,276	56,206	1,391	1,276	56,206
18	1,364	1,252	57,457	1,364	1,252	57,457
19	1,307	1,199	58,657	1,307	1,199	58,657
20	1,289	1,182	59,839	1,289	1,182	59,839
21	1,256	1,153	60,991	1,256	1,153	60,991
22	1,244	1,141	62,133	1,244	1,141	62,133
23	1,223	1,122	63,254	1,223	1,122	63,254
24	1,188	1,090	64,344	1,188	1,090	64,344
25	1,117	1,025	65,370	1,117	1,025	65,370
26	1,108	1,016	66,386	1,108	1,016	66,386
27	1,045	,958	67,344	1,045	,958	67,344

Cette analyse exploratoire est complétée par l'observation du coude de Catell présenté par la Figure 16, dans laquelle se retrouvent deux ruptures du tracé d'effondrement. Une première rupture franche fait ressortir trois facteurs (29% de la variance cumulée) et une seconde rupture, peu marquée, fait apparaître sept facteurs (40,32% de la variance cumulée) sur l'ensemble de cette structure.

Figure 16

Tracé d'effondrement du Coude de Catell



Au vu de la netteté de la première rupture du tracé d'effondrement, nous postulons que la structure du questionnaire était composée de trois facteurs qui représentaient respectivement 17,1%, 7.58% et 4.32% de la variance totale. Les autres facteurs n'expliquant pas suffisamment de variance n'ont pas été retenus. La matrice des facteurs présentée dans le Tableau 5 représente la structure factorielle de l'outil en trois facteurs. Les codes des items sont barrés lorsque leur factorisation est inférieure à .300 ou qu'elle factorise sous deux facteurs.

Tableau 5

Rotation de la matrice des facteurs

Codes des items	Facteurs		
	1	2	3
Con 1			
Con 2			
Con 3			
Con 4			
Con 5			
Con 6			
Con 7			
Con 8			
Con 9			
Con 10			
Con 11			
Con 12			
Con 13			
Con 14			
Con 15			
Con16			-,313
Con17			-,322
Conf 1	,659		
Conf 2	,399	,543	
Conf 3		,562	
Conf 4		,509	
Conf 5		,394	,343
Conf 6	,608	,333	
Conf 7	,407	,532	
Conf 8		,550	
Conf 9		,487	
Conf 10		,393	,337
Conf 11	,552	,435	
Conf 12	,622	,381	
Conf 13	,485	,421	
Conf 14	,407	,535	
Conf 15	,320	,436	
Aff1	,409		
Aff2	,454	,352	
Aff3	,491		
Aff4	,487		
Aff5	,476	,386	
Aff6	,308	,501	
Aff7	,313	,554	
Aff8	,591		
Aff9	,696		
Aff10	,576		
Aff11	,657		
Aff12	,750		
Aff13	,675		
Aff14	,650		
Aff15	,547		
Aff16	,523		
Aff17			
Aff18		-,345	
Aff19		-,357	
Aff20		-,393	

Aff21	-,314		
Aff22		-,413	
Aff23	,545		
Aff24	,732		
Aff25	,558		
Aff26	,481		
Aff27	,503	-,452	
Aff28	,622		
Aff29	,683		
Aff30			
Aff31	-,476		
Aff32		,360	
Aff33		-,358	
Aff34	,347	,555	
Aff35	-,340	-,371	
Aff36		,490	
Aff37	,384		
Aff38	,668		
Aff39	,637		
Aff40	,662		
Aff41		-,529	
Aff42	-,467		
Aff43	-,387	-,388	
Aff44		-,558	
Aff45	,576		
Aff46	-,321	-,401	
Aff47		,553	
Aff48		-,418	
Aff49		-,410	
Aff50			
Aff51	,537		
Comp_1			,422
Comp_2			,554
Comp_3			,542
Comp_4			,672
Comp_5			,746
Comp_6			,717
Comp_7			,304
Comp_8			,518
Comp_9			,482
Comp_10			,653
Comp_11			,758
Comp_12			,722
Comp_13			,359
Comp_14			,455
Comp_15			,381
Comp_16			,407
Comp_17			,383
Comp_18			,355
Comp_19			,386
Comp_20			,422
Comp_21	,448	,309	
Comp_22	,380		

La structure représentée dans le Tableau 5 permet d'organiser les facteurs en trois composantes. Ces dernières sont nommées et présentées dans le Tableau 6. Le premier facteur retenu était composé de 31 items et pouvait être nommé *composante affective positive* puisqu'il englobait 26 items dans lesquels les nano étaient présentées comme bénéfiques (« *Les nanotechnologies développées par le gouvernement protègent la santé publique* »). Il comprend tout de même cinq items qui pouvaient être liés à la perception négative des nano (e.g., « *À cause des nanotechnologies, nous pouvons perdre plus d'emplois* »). Trois d'entre eux avaient d'ailleurs un indice de factorisation négatif. Ce qui pouvait être considéré comme une polarisation négative de la composante affective positive. Le second facteur, composé de 16 items, était nommé *composante affective négative* car il comprenait des items plus orientés vers les risques (e.g., « *Les nanotechnologies peuvent être utilisées par des terroristes* »). Il est intéressant de noter que quatre items concernent la confiance envers l'industrie pharmaceutique (Conf 3, Conf 8) et les politiques (Conf4, Conf9) factorisaient dans cette composante. Cette structuration pourrait traduire une confiance faible ou une perception négative envers ces deux instances en rapport aux nano. Le troisième facteur confirmait la présence de la *composante conative* puisqu'il englobait les items relatifs aux comportements d'exposition aux nano (e.g., « *Dans les mois à venir j'ai l'intention d'utiliser des cosmétiques (crème de jour, savon etc.) contenant des nanotechnologies* »). En revanche, il comprenait aussi deux items qui auraient pu être liés à des connaissances sur les comportements des nano (« *Un nanotube modifié qui s'est attaché à une cible restera lié à elle en permanence* » et « *Après avoir été introduits dans le corps, les nanotubes se modifient et se déplacent directement vers leur cible* »).

Tableau 6

Items classés selon la factorisation de l'ACP

Codes items	Facteur 1 : composante affective positive
	Dans quelle mesure faites-vous confiance aux sources d'informations suivantes, pour vous donner de vraies informations sur les risques et les bénéfices des nanotechnologies ?
Conf1	Je fais confiance aux scientifiques étudiant les nanotechnologies.
	Dans quelle mesure faites-vous confiance aux institutions suivantes, pour agir de manière responsable en matière de nanotechnologie ?
Conf 6	Je fais confiance aux scientifiques étudiant les nanotechnologies.
Aff1	Les scientifiques sont les mieux placés pour savoir ce qui est bon pour le public.
Aff3	Les scientifiques s'inquiètent des risques sanitaires liés aux nanotechnologies.
Aff4	Les scientifiques définissent clairement les nanotechnologies pour améliorer la compréhension publique.
Aff8	Les nanotechnologies sont un secteur important pour le développement et la compétitivité économique européenne.
Aff9	Les nanotechnologies ont un grand potentiel pour la santé.
Aff10	Dans les années futures, les gens considéreront que les nanotechnologies sont une vraie révolution industrielle.
Aff11	Globalement, je soutiens le financement des nanotechnologies.
Aff12	Globalement, je soutiens l'utilisation des nanotechnologies.
Aff13	C'est dans l'intérêt de la société de soutenir le développement des nanotechnologies.
Aff14	Les nanotechnologies sont importantes pour la société.
Aff15	Les nanotechnologies peuvent nous aider à développer la sécurité nationale et les capacités défensives.
Aff16	Les nanotechnologies peuvent aider notre pays à développer sa sécurité.
Aff21	À cause des nanotechnologies, nous pouvons perdre plus d'emplois.
Aff23	Les nanotechnologies peuvent conduire à un nouveau boom économique.
Aff24	Les nanotechnologies susciteront des opportunités pour les futures générations.
Aff25	Le développement des nanotechnologies créera des emplois.
Aff26	Les nanotechnologies rendront le travail plus intéressant.
Aff28	Les nanotechnologies rendront nos vies plus simples.
Aff29	Les nanotechnologies rendront nos vies plus confortables.
Aff31	À ce jour, aucune preuve ne suggère que les nanomatériaux présentent des avantages.
Aff37	Des objets nanométriques (par ex. des nanotubes) inhalés ne peuvent pas causer de dommages aux poumons.
Aff38	Les nanotechnologies peuvent donner aux scientifiques la capacité d'améliorer les facultés physiques et mentales humaines.
Aff39	Les nanotechnologies apportent de nouvelles et meilleures façons de traiter des maladies humaines.
Aff40	Les nanotechnologies apportent de nouvelles et meilleures façons de détecter des maladies humaines.
Aff42	Les nanotechnologies peuvent engendrer de nouveaux problèmes de santé humaine.
Aff45	Les nanotechnologies peuvent avoir des effets négatifs sur l'environnement à long terme.
Aff51	Le principe " <i>pas de données technologiques, pas de marché</i> " devrait s'appliquer aux nanotechnologies.
Comp22	Dans les mois à venir j'ai l'intention d'utiliser des cosmétiques (crème de jour, savon etc.) contenant des nanotechnologies.
	Facteur 2 : composante affective négative
	Dans quelle mesure faites-vous confiance aux sources d'informations suivantes, pour vous donner de vraies informations sur les risques et les bénéfices des nanotechnologies ?
Conf 3	Je fais confiance à l'industrie pharmaceutique.
Conf4	Je fais confiance aux politiques.
	Dans quelle mesure faites-vous confiance aux institutions suivantes, pour agir de manière responsable en matière de nanotechnologie ?
Conf8	Je fais confiance à l'industrie pharmaceutique.
Conf9	Je fais confiance aux politiques.
Aff18	Les gens inhalent probablement des nanoparticules chaque jour sous forme de gaz d'échappement.

Aff19	Les nanotechnologies peuvent mener à la perte d'intimité personnelle à cause de minuscules nouveaux dispositifs de surveillance.
Aff20	Les nanotechnologies peuvent mener à la compétition entre les forces militaires de certains pays.
Aff22	Les nanotechnologies peuvent être utilisées par des terroristes.
Aff32	À ce jour, aucune preuve n'indique que les nanomatériaux présentent des risques.
Aff33	Les nanotechnologies peuvent engendrer aussi bien des avantages que des risques.
Aff36	Les nanotechnologies ont peu de probabilité d'avoir des effets négatifs à long terme sur la santé.
Aff41	Les nanotechnologies aideront à soigner des maladies, par exemple le cancer.
Aff44	L'utilisation de nanotechnologies est inquiétante pour l'environnement.
Aff47	Les nanotechnologies sont la cause de certains problèmes environnementaux.
Aff48	Les nanotechnologies ne polluent pas notre environnement.
Aff49	Le développement des nanotechnologies devrait être sous contrôle réglementaire strict.
Facteur 3 : comportements d'expositions aux nano	
Con16	Un nanotube modifié qui s'est attaché à une cible restera lié à elle en permanence.
Con17	Les nanotechnologies peuvent renforcer l'hydrophobicité d'une surface (une surface hydrophobe permet l'imperméabilité des matières). Sur une échelle allant de jamais à énormément, veuillez s'il vous plaît, indiquer à quelle fréquence vous prêtez attention aux contenus suivants à la télévision :
Comp1	Informations liées à la science et à la technologie.
Comp2	Informations liées aux recherches scientifiques sur les nanotechnologies.
Comp3	Informations liées à l'implication sociale ou morale des nanotechnologies.
Sur une échelle allant de jamais à énormément, veuillez s'il vous plaît, indiquer à quelle fréquence vous prêtez attention aux contenus suivants à la radio :	
Comp4	Informations liées à la science et à la technologie.
Comp5	Informations liées aux recherches scientifiques sur les nanotechnologies.
Comp6	Informations liées à l'implication sociale ou morale des nanotechnologies.
Sur une échelle allant de jamais à énormément, veuillez s'il vous plaît, indiquer à quelle fréquence vous prêtez attention aux contenus suivants sur Internet :	
Comp7	Informations liées à la science et à la technologie.
Comp8	Informations liées aux recherches scientifiques sur les nanotechnologies.
Comp9	Informations liées à l'implication sociale ou morale des nanotechnologies.
Sur une échelle allant de jamais à énormément, veuillez s'il vous plaît, indiquer à quelle fréquence vous prêtez attention aux contenus suivants dans les journaux :	
Comp10	Informations liées à la science et à la technologie.
Comp11	Informations liées aux recherches scientifiques sur les nanotechnologies.
Comp12	Informations liées à l'implication sociale ou morale des nanotechnologies.
Sur une échelle allant de jamais à énormément, à quelle fréquence parlez-vous avec votre famille, vos collègues des propositions suivantes :	
Comp13	Des histoires liées à la science et la technologie.
Comp14	Des histoires liées aux recherches scientifiques sur les nanotechnologies
Comp15	Des histoires liées à l'implication sociale ou morale des nanotechnologies.
Sur une échelle allant de jamais à énormément, adoptez-vous ou non ces comportements ?	
Comp16	Après avoir obtenu de l'information par les médias, je l'utilise pour organiser mes pensées.
Comp17	J'essaie de comprendre le sens de ce que je rencontre dans les médias en le comparant à mes propres expériences.
Comp18	Quand j'ai appris quelque chose dans les actualités, je m'en rappelle plus tard.
Comp19	Quand j'ai appris quelque chose dans les actualités, j'y réfléchis plus tard.
Comp20	J'aimerais en apprendre plus sur la science et la technologie.

2.2 Étude de la consistance interne

Afin de vérifier la pertinence de l'outil à travers l'étude de la consistance interne, la fiabilité de chaque sous-échelle issue de l'ACP a été évaluée avec l'Oméga de MacDonald⁴⁸. Les items de la *composante affective positive* ont un Oméga de 0.942, ceux de la *composante affective négative* ont un Oméga de 0.827 et les items du *comportement d'exposition aux nano* ont un Oméga de 0.883. Les résultats des Oméga de Mac Donald de l'ensemble des échelles sont considérés comme très satisfaisants.

3. Discussion

3.1 Synthèse des résultats

La méthode de validation transculturelle de Vallerand a permis de traduire en français, 168 items issus de la littérature sur les attitudes à l'égard des nano, d'en modifier puis d'en sélectionner certains pour créer une première version de l'outil de mesure de l'attitude envers les nano. La structure factorielle mise à jour par les analyses statistiques des données, issues des 417 répondants(es), donne une vision de cet outil en langue française en trois facteurs : l'affect positif, l'affect négatif et les comportements d'exposition aux nano. Le fait que seules les composantes affectives et conatives émergent du questionnaire reste compréhensible. En effet, l'individu est en mesure de se positionner sur tout objet, sans forcément avoir de connaissances au préalable (Zanna & Rempel, 1988). Brossard et Nisbet (2007) ajoutent que l'attitude envers les technologies émergentes se construit à partir de peu d'informations. L'attitude est un objet complexe dont la structure ne peut s'appréhender de manière précise que pour un domaine spécifique. À ce titre, reprenons l'exemple des travaux de Roininen et al. (1999) ou de Aikman et al. (2006) dans lesquels se retrouvent respectivement sept et cinq dimensions de l'attitude. Les informations retrouvées dans ces dimensions reflètent la spécificité des attitudes évaluées. En effet, l'affect, la cognition ou le comportement peuvent refléter de larges catégories d'informations pouvant être appliquées à de nombreux objets. Néanmoins cela n'exclut pas qu'il puisse y avoir différents niveaux d'informations à prendre en compte. Des sous-catégories d'informations

⁴⁸ Vallerand préconise la mesure de la fiabilité à l'aide des coefficients de Cronbach, or de nombreux auteurs (Laveault, 2012 ; Revelle & Zinbarg, 2009 ; Sijtsma, 2009 ; Trizano-Hermosilla & Alvarado, 2016) critiquent cette mesure. L'alpha de Cronbach ou le coefficient de McDonald s'interprètent de façon similaire mais ce dernier apparaît comme plus adapté à la mesure de la consistance interne (Dunn et al., 2014).

affectives, cognitives ou comportementales peuvent ainsi être saillantes pour certaines classes d'objets d'attitudes.

La mesure de l'attitude évaluée par notre outil pourrait ne pas se référer à un niveau d'analyse similaire aux concepts théoriques que nous connaissons, notamment puisque les affects positifs et négatifs apparaissent comme deux facteurs séparés et que la composante cognitive ne ressort pas des analyses. Il s'agit d'un point particulièrement intéressant puisque cette conception sépare également des sources de confiance. Par exemple, les items qui concernent la confiance aux scientifiques pour donner de vraies informations sur les risques et les bénéfices et pour agir de manière responsable par rapport aux nanoparticules (conf 1 et conf 6) factorisent sous la composante affective positive. À l'inverse, les items qui concernent la confiance accordée aux politiques (conf 9) et en l'industrie nanotechnologique et pharmaceutique (conf 2, conf 3 et conf 8) pour donner de vraies informations sur les risques et les bénéfices liés et pour agir de manière responsable par rapport aux nanoparticules factorisent sous la composante affective négative. Nous pourrions interpréter cette analyse par le fait que les répondants(es) ont un affect positif envers les scientifiques alors que leur affect est négatif par rapport aux politiques et à l'industrie et pharmaceutique en lien avec les nano. Il est difficile de savoir si cette perception négative était liée aux instances en rapport aux nanoparticules ou s'il s'agit d'un manque de confiance initial envers les politiques et l'industrie. Le niveau de confiance accordée aux instances politiques, sociales et économiques est évalué depuis 2009 (Cheurfa & Chanvriil, 2019). Leurs conclusions soutiennent l'idée que ces dix dernières années, les Françaises et Français ont un niveau de confiance plus faible qu'auparavant vis-à-vis des politiques, des médias et des banques. Ce rapport parle même d'une décennie noire pour la confiance aux politiques où les mandataires de droite et de gauche provoquent des sentiments négatifs (e.g., méfiance, dégoût) et sont perçus(es) comme négligents(es) et corrompus(es).

Aussi, certains items factorisent sous des composantes rendant l'interprétation difficile. Par exemple, le troisième facteur comprend 20 items interprétables comme du comportement d'exposition des individus, avec deux items qui pourraient se rapporter au comportement des nano ou aux connaissances des individus (e.g., « *Les nanotechnologies peuvent renforcer la force adhésive entre une surface et une goutte d'eau* » et « *Les nanotechnologies peuvent renforcer l'hydrophobicité d'une surface* »). Il se pourrait que la structure choisie en trois facteurs ne soit pas optimale et force le regroupement de certains items. Il semblerait cohérent que ces items ne soient pas retenus dans une structure avec davantage de facteurs.

Toujours en se rapportant aux items de comportements d'exposition aux nano retenus dans l'analyse factorielle, on remarque qu'il s'agit surtout d'items d'exposition aux informations liées aux nano. Ces items concernent soit l'attention portée aux informations sur les nanotechnologies et la technologie dans les médias, soit la façon d'organiser leurs pensées lors de nouvelles informations. Ils ne sont donc pas directement liés au comportement envers notre objet. Le fait que peu de travaux aient étudié la composante conative limite notre sélection d'items. Il serait nécessaire de trouver des items concernant l'intention comportementale et le comportement directement en lien avec les nano.

Il est aussi intéressant de voir que les deux items comp21 et comp22 (« *Dans les mois à venir j'ai l'intention de consommer des aliments contenant des nanotechnologies* » et « *Dans les mois à venir j'ai l'intention d'utiliser des cosmétiques (crème de jour, savon etc.) contenant des nanotechnologies* » que l'on pourrait, à première vue, qualifier d'intention comportementale ne sont pas retenus dans l'analyse factorielle (comp21) ou se positionnent dans le facteur de la composante affective positive (Comp22). Il s'agit d'items relatifs à l'intention d'utiliser des produits contenant des nano. Ayant très peu de connaissances sur les applications des nano, les individus n'auraient pas conscience d'utiliser des produits en contenant. Il serait ainsi incohérent que les individus aient une intention de consommer des produits contenant des nano sans avoir la connaissance qu'ils en contiennent. Rappelons d'ailleurs, que pour qu'un comportement soit cohérent avec l'affect (émotionnel), il est essentiel que l'attitude soit suffisamment forte et que sa structure soit stable. En effet, cette force varie d'autant plus selon la quantité d'informations disponibles à propos de l'objet d'attitude (Fazio & Zanna, 1978b, 1981 ; Fazio et al., 1978). Cette explication est cohérente avec les résultats de l'ACP réalisée puisque seuls deux items de connaissances sur 17 factorisent sous une dimension (Con16 et Con17).

3.2 Accessibilité de la dimension cognitive

Compte tenu de ces résultats, plusieurs conclusions sont envisageables. Il se pourrait qu'il y ait effectivement une absence de dimension cognitive, ce qui est un résultat auquel nous pouvions nous attendre. Nous pouvions supposer qu'en 2017, année du recueil de données, l'attitude envers les nano s'appréhendait uniquement au regard d'une attitude considérant des affects positifs et négatifs et des comportements. Ainsi, les individus auraient raisonné en termes d'évaluation affective sans avoir beaucoup de connaissances. L'évaluation de la cognition que nous proposons, pouvait ne pas être adaptée à l'appréhension des connaissances en cours de construction. Dyehouse et al. (2008) mettent en avant la difficulté de construire un instrument de mesure adapté au tout venant concernant un sujet aussi complexe que les nano. En l'état actuel des connaissances, il pouvait être trop exigeant pour le

grand public d'utiliser et de comprendre de telles terminologies scientifiques (Brossard & Shanahan, 2006). Les outils adressés au grand public sont encore trop complexes concernant les connaissances factuelles des nano (Lee & Ho, 2015). Par exemple, sont utilisés des items tels que « *Les objets à l'échelle nanométrique sont maintenus en mouvement aléatoire par des collisions continues avec d'autres particules* » (Schönborn et al., 2015) qui requièrent un niveau d'expertise important et mettent ainsi l'accent sur un manque de connaissances. De cette façon, le manque de connaissances observé n'indique pas forcément que la population n'a pas d'informations. Il s'agit alors de questionner la notion de connaissance, la complexité et l'accessibilité des items proposés.

En ce sens, Foray (2010) distingue les concepts de *connaissance* et *d'information*. L'information est ici considérée comme un ensemble de données qui peuvent être structurées mais qui sont souvent inactives, inertes et difficiles d'accès, ce qui pose une difficulté évidente pour les appréhender. Aussi, l'auteur insiste sur la difficulté à observer la connaissance qui est certaines fois invisible même pour la détentrice ou le détenteur. En ce sens, sa reproduction reste difficile et coûteuse puisqu'elle nécessite une transformation du contenu. Selon Satterfield et al. (2009), l'évaluation des connaissances vis-à-vis des nanotechnologies n'est pas encore possible. Les autrices et auteurs ajoutent que la familiarité peut servir de relais pour accéder à la connaissance. Cette conception s'accorde avec les travaux d'Alba et Hutchinson (1987) et ceux de Jacoby et al. (1986) qui indiquent que la connaissance comporte elle-même deux dimensions : la familiarité et l'expertise. La familiarité rend compte de l'expérience accumulée à propos d'un objet, alors que l'expertise correspond à la capacité à donner des caractéristiques et des croyances de cet objet. En d'autres termes, l'expertise renvoie aux connaissances factuelles. Ainsi, les travaux ayant cherché à rendre compte des connaissances de la population envers les nano ne s'appuieraient en réalité que sur une mesure de l'expertise. Il est ainsi probable que la population puisse être sensibilisée aux nano à travers son expérience familière sans avoir acquis d'expertise sur le sujet.

En considérant que l'attitude vis-à-vis des nano se forme avec peu de connaissances factuelles, il pourrait être pertinent d'intégrer la notion de familiarité, résultante de l'expérience vécue, pour mieux appréhender l'attitude dans sa complexité (Channouf et al., 1996). Nous proposons une nouvelle évaluation de l'attitude en ajoutant la mesure de la familiarité. De cette manière, l'échelle de mesure d'attitude aura toute sa place pour évaluer le poids relatif de chacune des dimensions. Dans ce sens, une deuxième étude doit permettre d'améliorer l'outil et d'ajouter une mesure de la familiarité.

ÉTUDE 2. Validation du questionnaire d'attitude envers les nanoparticules

1. Méthode

La deuxième étude consistait à améliorer l'outil de la première étude à l'aide des pistes d'amélioration proposées (cf. Discussion étude 1) et à tester ce nouveau matériel. Les objectifs de cette amélioration étaient de simplifier les consignes et les items, de réduire le temps de passation et d'intégrer une mesure de la familiarité liée aux nanoparticules. Nous avons à nouveau appliqué les étapes de validation de questionnaire proposées par Vallerand (1989). La première étape étant déjà effectuée, le matériel utilisé pour l'étude 1 a été discuté et modifié par un comité d'expertes et d'experts (étape 2). Après un pré-test (étape 3), un nouvel échantillon a permis de tester la fiabilité et la validité de cet outil d'attitude envers les nanoparticules. Cette validation était effectuée à l'aide d'une étude de la validité (étape 6), d'une étude de la consistance interne (étape 5) suivie d'une Analyse Factorielle Confirmatoire (AFE). L'ensemble de ces étapes ont permis d'établir des normes de référence d'attitude envers les nanoparticules pour l'échantillon.

1.1 Amélioration de la version expérimentale par approche de type comité

La version du questionnaire telle qu'utilisée dans l'étude 1 a été améliorée par une approche de type comité constitué de cinq enseignants(es) chercheurs(es) en psychologie sociale (Université Toulouse 2 Jean Jaurès et Université de Lille) et de cinq doctorants(es) en psychologie sociale et cognitive. Les doctorants(es) se sont d'abord réunis(es) à trois reprises afin de lister des propositions de modifications, après quoi, le comité d'enseignants(es) chercheurs(es) a amélioré à son tour l'outil. Lors de deux réunions, chaque terme constituant les éléments de l'outil a été discuté et plusieurs modifications ont été proposées. La longueur du questionnaire constitue une grande contrainte dans la construction d'un questionnaire car, plus elle augmente, plus le risque d'abandon en cours de passation est important (Bouletreau et al., 1999). Nous avons donc effectué plusieurs modifications complémentaires à la réduction des dimensions de l'outil proposée par l'ACP. De plus, des retours écrits de participantes et participants de l'étude 1 stipulaient que les différences de termes relatifs aux nano telles que *nanoparticules*, *nanotubes* et *nanostructures* du questionnaire ajoutaient de la difficulté. Il semble donc préférable d'harmoniser les termes pour ne garder qu'une seule appellation. Dans l'ensemble de l'outil, les différents termes liés aux nano étaient harmonisés et seul le terme *Nanoparticule* était utilisé afin d'améliorer la compréhension. En effet, la notion de *nanoparticules* est fréquemment utilisée dans les articles de vulgarisation et en milieu professionnel (e.g., Baert et al., 2013 ; Bressot et al., 2018 ; Bouvier Capely, 2021 ; Debia et al., 2012 ; Galey, 2019 ; INRS, 2022 ;

INSERM, 2016 ; ministère du Travail, 2021 ; Witschger et al., 2012). À titre d'exemple, l'item « *Des objets à l'échelle nanométrique n'occupent aucun volume* » a été modifié par « *Les nanoparticules n'occupent aucun volume* ».

Les items du questionnaire modifié ont été à nouveau répartis en trois parties (Annexe J). La première partie comprenait des items de connaissances envers les nano, dans laquelle 10 items ont été modifiés pour une meilleure compréhension (e.g., l'item « *Plus un objet est petit, plus sa surface est petite par rapport à son volume* » est devenu « *Plus un objet est petit, plus sa surface est petite* ») et deux items ont été ajoutés (e.g., « *Les nanoparticules permettent de créer des produits plus solides* »). L'ensemble des items ajoutés était tiré de faits descriptifs à propos des nano. Aussi, cinq items ont été supprimés car ils étaient considérés comme trop compliqués (e.g., « *Les scientifiques peuvent structurer les nanotechnologies de la même manière que dans la nature* ») ou parce qu'ils contenaient trop d'informations rendant difficile une réponse univoque (e.g., « *les scientifiques sont neutres et objectifs* »). Les choix des modalités de réponses de cette première partie ont été modifiés en choix dichotomique (Vrai / Faux) auquel s'est ajoutée une modalité « *Je ne sais pas*⁴⁹ ».

Ensuite, l'outil comprenait une partie contenant les items relatifs à l'affect à savoir la confiance et la perception des risques et des bénéfices. Les consignes de la partie confiance étaient harmonisées et simplifiées. Par exemple, la consigne « *Dans quelle mesure faites-vous confiance aux sources d'informations suivantes, pour vous donner de vraies informations sur les risques et les bénéfices des nanotechnologies ?* » a été modifiée en la consigne suivante : « *Veillez indiquer votre niveau de confiance envers les informations données par les institutions suivantes, en matière de nanoparticule* ». Dix items ont été modifiés, comme par exemple l'item « *Je fais confiance aux politiques* » a été modifié en « *Je fais confiance aux informations données par les politiques* ». Cinq autres items ont été supprimés en raison de leur redondance, de leur complexité ou bien parce qu'ils ne traitaient pas spécifiquement de la thématique principale (e.g., « *Je fais confiance aux nouvelles technologies recommandées par les experts(es) (par exemple les scientifiques ou les docteurs)* »). Nous avons ensuite ajouté cinq items concernant la confiance aux politiques, aux scientifiques, en l'industrie agroalimentaire et pharmaceutique ainsi qu'aux médias.

⁴⁹ La modalité modalité « *Je ne sais pas* » permet de ne pas forcer la réponse sur un choix binaire Vrai / Faux.

Les consignes des items de la perception des risques et des bénéfices étaient similaires à celles de l'outil de la première étude mais 13 items ont été modifiés et 36 ont été supprimés en raison de leur manque de clarté, de leur complexité ou parce qu'ils contenaient plusieurs informations, par exemple l'item « *Les scientifiques sont neutres et objectifs* ». Ensuite, 15 autres items plus spécifiques ont été ajoutés (e.g., « *Il faudrait mieux protéger les travailleurs exposés aux nanoparticules* »).

La dernière partie comprenait des items relatifs à l'intention comportementale. Les consignes de l'outil de l'étude 1 ont été modifiées pour plus de clarté et 22 items ont été supprimés car ils étaient considérés comme n'étant pas assez spécifiques aux comportements envers l'objet mais plutôt en rapport à l'utilisation des sources d'informations liées aux nano. Huit nouveaux items, directement liés aux nano, tels que « *Je pense utiliser des produits d'entretien qui contiennent des nanoparticules* » ou « *Je pense consommer des aliments contenant des nanoparticules* » ont été insérés. Nous nous sommes conformés(es) aux préconisations de Cox (1980) qui recommande l'utilisation d'échelle de Likert en cinq points afin de ne pas obliger les répondants(es) à donner des réponses polarisées. Au final, nous avons ajouté 30 items, supprimé 68 items et modifié la formulation de 33 items. Les ajouts, suppressions et modifications ont permis de réduire le nombre d'items de 105 (étude 1) à 67 (étude 2). Le questionnaire comportait ainsi 14 items de connaissances, 15 items de confiance, 30 items de perception des risques et des bénéfices et 8 items de comportements.

Aussi, une tâche d'associations libres a été proposée pour recueillir des connaissances de type *informations* (Jodelet, 1988). Alors que le questionnaire rend compte de connaissances conscientes pour l'individu, la tâche d'associations quant à elle, laisse apparaître des représentations stables et des contenus moins accessibles pour l'individu (Lo Monaco et al., 2016). Les personnes participant à l'étude étaient invitées à noter jusqu'à 10 mots ou expressions auxquels le terme « nanoparticules » leur faisait penser. Elles pouvaient ensuite associer les uns avec les autres les mots inscrits dans la phase précédente (cf. matériel). Initialement, cette tâche rend compte de la polarisation positive et négative de la perception de l'individu. Cependant, comme nous obtenons déjà ce type d'information sur l'affect *via* le questionnaire et pour ne pas compliquer l'ensemble de la passation, nous avons choisi de ne pas ajouter cette consigne. Comme le préconise Javeau (1978), cette tâche facile et ludique a été placée en début de passation pour favoriser la continuité de la passation.

1.2 Pré-test

Trente participants(es) dont 17 femmes et 13 hommes âgés(es) de 18 à 57 ans ont répondu à la version expérimentale du questionnaire présentée en format papier avec la consigne suivante : « *Merci de lire et de répondre aux questions tout en notant ce que vous ne comprenez pas, ce qui vous semble ambigu ou peu clair. Si les choix de réponses vous semblent inappropriés ou insuffisants, indiquez ce que vous mettriez à la place* ».

Le questionnaire comprenait tout d'abord le consentement libre et éclairé, accompagné d'un descriptif global des objectifs de l'étude. Ensuite, le réseau d'associations (cf. p.82 et 83) était proposé, suivi de 67 items d'attitude envers les nano. La dernière partie de l'outil comprenait une série de questions sociobiographiques portant sur l'âge, le genre, le niveau d'étude, la situation professionnelle actuelle, le secteur d'activité et la langue maternelle.

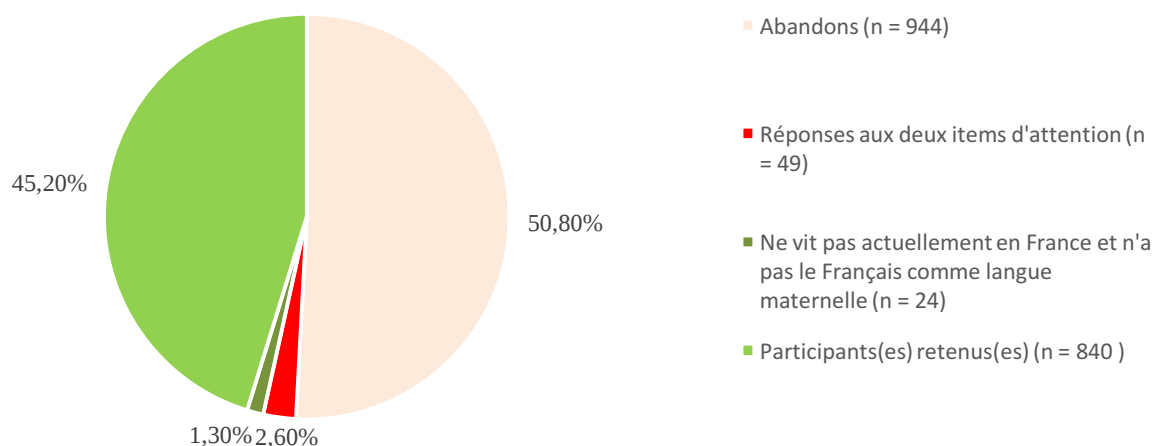
Au final, aucune incompréhension ou proposition de modification n'a été faite sur les consignes et les items. Le pré-test a ainsi rendu compte de la clarté et de la compréhension des items, de l'appréciation générale des échelles, des consignes et des choix de réponses de cette deuxième version du questionnaire. En revanche, des commentaires liés aux questions sociobiographiques ont été formulés. La question relative au genre était apparue comme non inclusive des personnes non binaires. Une case *autre genre* a été ajoutée. De plus, les secteurs d'activités ne semblaient pas clairs pour plusieurs personnes. Nous avons décidé d'employer les codes NAF 2 de l'INSEE (Institut National de la Statistique et des Études, 2021) afin de lister les secteurs d'activités.

1.3 Participants(es)

Mille huit cent cinquante-sept participants(es) ont répondu au questionnaire. Seules les personnes ayant terminé la passation, vivant actuellement en France en ayant le français comme langue maternelle et n'ayant pas rempli un des deux items d'attention insérés dans le questionnaire ont été retenues pour les analyses statistiques (Figure 17).

Figure 17

Description de l'échantillon ($N = 1857$)



Au final, 840 participants(es) ont été retenus(es) dans les analyses statistiques, dont 300 hommes, 533 femmes et sept personnes ne souhaitant pas répondre à cette question, âgés(es) de 18 à 80 ans ($M = 35.48$; $SD = 14.14$)⁵⁰. Pour les besoins de l'étude, cet échantillon a été divisé en deux sous-échantillons : le premier sous-échantillon ($n_1 = 540$) a permis d'effectuer une ACP pour dégager la structure de l'outil et le second ($n_2 = 300$), une Analyse Factorielle Confirmatoire (AFC) pour confirmer la structure de l'outil.

Le premier échantillon⁵¹ était donc composé de 540 participants(es), dont 196 hommes, 340 femmes et quatre personnes ne souhaitant pas répondre à cette question, âgés de 18 à 80 ans ($M = 35.12$; $SD = 14.07$). 0.6% des participants(es) n'avait aucun diplôme (ou BEPC), 6,9% avaient obtenu un diplôme technique de type CAP, BEP ou autres diplômes techniques, 13.5% le bac, 6,7% un bac+1, 20,9% un niveau d'études bac+2, 19,1% un bac+3, 9.6% un bac+4, 21,1% un bac+5 ou plus et 1.7% un niveau autre. De plus, l'échantillon comprenait 42.2% de salariés(es), 8,3% de travailleuses et

⁵⁰ La durée médiane de passation des 840 participant(es) était de 13,24 minutes (min 5,23 minutes ; max = 2478.93 heures). Nous prenons en compte la médiane sachant que les participant(es) avaient la possibilité de quitter la page web du questionnaire pour y revenir plus tard, ce qui explique que le maximum de temps était très élevé.

⁵¹ Le second échantillon est présenté en pages 90 et 91.

travailleurs indépendants(es), 0.6% d'ouvrières et d'ouvriers, 7.7% sans emploi ou en recherche d'emploi, 30,6% d'étudiantes et d'étudiants, 4.6% de retraités(es) et 5.2% autres.

1.4 Matériel

Le questionnaire comprenait en première page le consentement libre et éclairé, accompagné d'un descriptif global des objectifs de l'étude. Un code d'anonymat composé des quatre derniers chiffres du numéro de téléphone, suivi des initiales de leur nom et de leur prénom était demandé. Il était précisé que ce code ne serait utilisé que pour retrouver une participation sur demande des participants(es).

La partie suivante contenait la tâche d'association de mots reliés aux nanoparticules. Comme présenté dans l'illustration ci-après, les participants(es) devaient dans un premier temps noter jusqu'à 10 mots (ou expressions) auxquels le terme « nanoparticules » leur faisait penser.

Encadré 4

Illustration du réseau d'associations simplifié

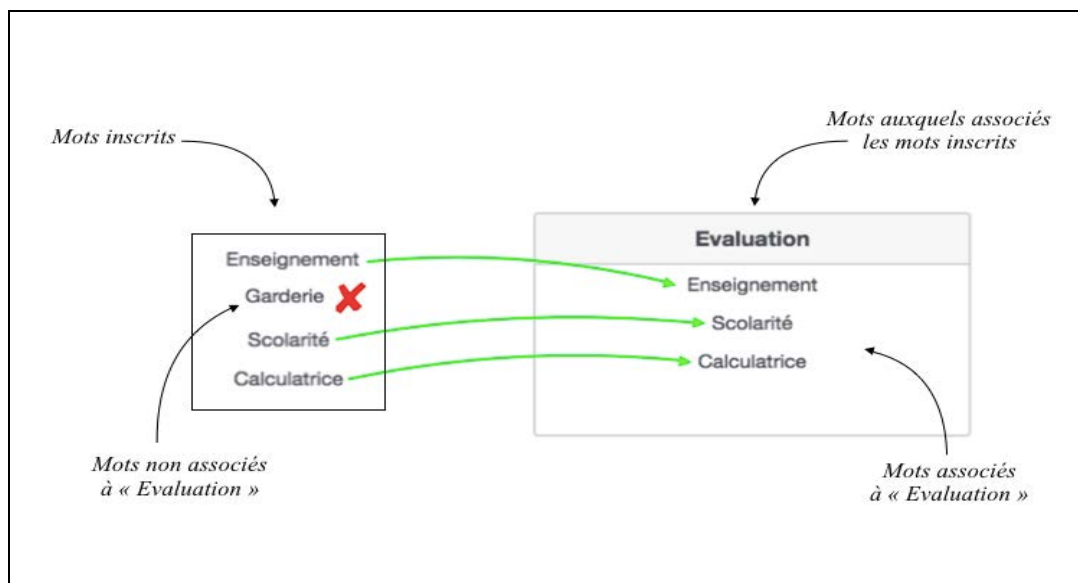
Veillez noter les mots (ou expressions) auxquels le terme NANOPARTICULES vous fait penser. Inscrivez-les dans l'ordre où ils vous viennent à l'esprit.

☐ 1 :	
☐ 2 :	
☐ 3 :	
☐ 4 :	
☐ 5 :	

Les participants(es) étaient ensuite invités(es) à associer, les uns avec les autres, les mots inscrits dans la phase précédente. Pour ce faire, ces mots choisis étaient déplacés lorsqu'ils étaient en rapport avec le nom de la case (les mots déplacés n'étaient pas forcément associés entre eux).

Encadré 5

Exemple de jeu d'associations avec le terme "ÉCOLE" présenté aux participants(es)



Venaient ensuite 67 items d'attitude envers les nanoparticules (Annexe K). Les items de connaissances ($n = 14$) avaient un choix de réponse dichotomique en *Vrai / Faux*⁵² avec une case supplémentaire correspondant à « *Je ne sais pas* ». Les items relatifs à l'affect étaient présentés en deux parties : 15 items étaient associés à une échelle de Likert en cinq points allant de « *Pas du tout confiance* » à « *Tout à fait confiance* » et 30 à une échelle de Likert en cinq points allant de « *Pas du tout d'accord* » à « *Tout à fait d'accord* ». Pour les items de comportements ($n = 8$), les réponses étaient portées sur une échelle de Likert en cinq points allant de « *Jamais* » à « *Tout le temps* » avec une case supplémentaire correspondant à « *Je ne sais pas* ».

Pour éviter l'effet d'ordre, la totalité des items de l'outil était randomisée intracomposantes et intercomposantes, excepté pour les items de la composante des connaissances liées aux nano. Ces derniers étaient présentés systématiquement avant les autres items afin que les réponses ne soient pas contaminées par la formulation des items proposés dans les autres composantes. L'attention des participants(es) a été vérifiée au cours de la passation à partir de deux items placés dans les parties connaissances et perception des risques et celle des bénéfices qui sont apparues en pré-test comme étant les plus difficiles en termes de concentration.

⁵² Les items Con4, Con5, Con7, Con 8, Con 9 Con11, Con 12, Con13 et Con14 sont vrais. Les items Con 1, Con2, Con 3, Con 6 et Con 10 sont faux.

Pour finir, la dernière partie de l'outil comprenait une série de questions sociobiographiques : l'âge, le genre, le niveau d'étude, la situation professionnelle actuelle, le secteur d'activité actuel selon la NAF 2, la langue maternelle et le pays d'habitation actuel.

1.5 Procédure

Les questionnaires ont été proposés et remplis volontairement sur Internet à partir du logiciel *Qualtrics*. Toutes les passations ont été effectuées du 10.05.2019 au 21.06.2019 pour évaluer l'attitude du grand public à propos des nanoparticules au cours d'une période limitée, garantissant un contexte informationnel et politique homogène⁵³.

2. Résultats

Pour l'ensemble des étapes de l'étude 2, les données ont été analysées à l'aide du logiciel *Statistical Package for Social Science* (IBM Corporation). La validation⁵⁴ de l'outil a été effectuée en quatre phases d'analyses statistiques. Tout d'abord, la validité de l'outil était évaluée avec une ACP dans l'objectif de mesurer la structure latente des données. Ensuite, la fiabilité était évaluée avec des Oméga de MacDonald permettant d'évaluer la cohérence interne des sous-dimensions mises en évidence dans la phase précédente. Ces analyses ont permis de réduire les items à un nombre optimal et par la suite de calculer le score de chaque sous-composante. Pour finir, les normes de référence de l'outil ont été proposées pour chacune des composantes.

2.1 Analyse de la validité

Dans l'objectif de réduire le nombre d'items initiaux à un sous-ensemble cohérent et de dégager la structure de l'outil, les items du questionnaire ont été soumis à une ACP suivie d'une procédure de rotation *Varimax*. L'échantillon comprenait entre cinq et 10 participants(es) par item (Hair et al., 1998). L'indice KMO de .879, pouvait être qualifié d'excellent, le résultat du test de sphéricité de Bartlett était significatif ($p < .001$), la matrice était suffisamment corrélée pour poursuivre l'analyse.

Les résultats de l'ACP exploratoire ont indiqué que les 18 premiers facteurs expliquaient 62,64% de la variance cumulée⁵⁵ (Annexe L).

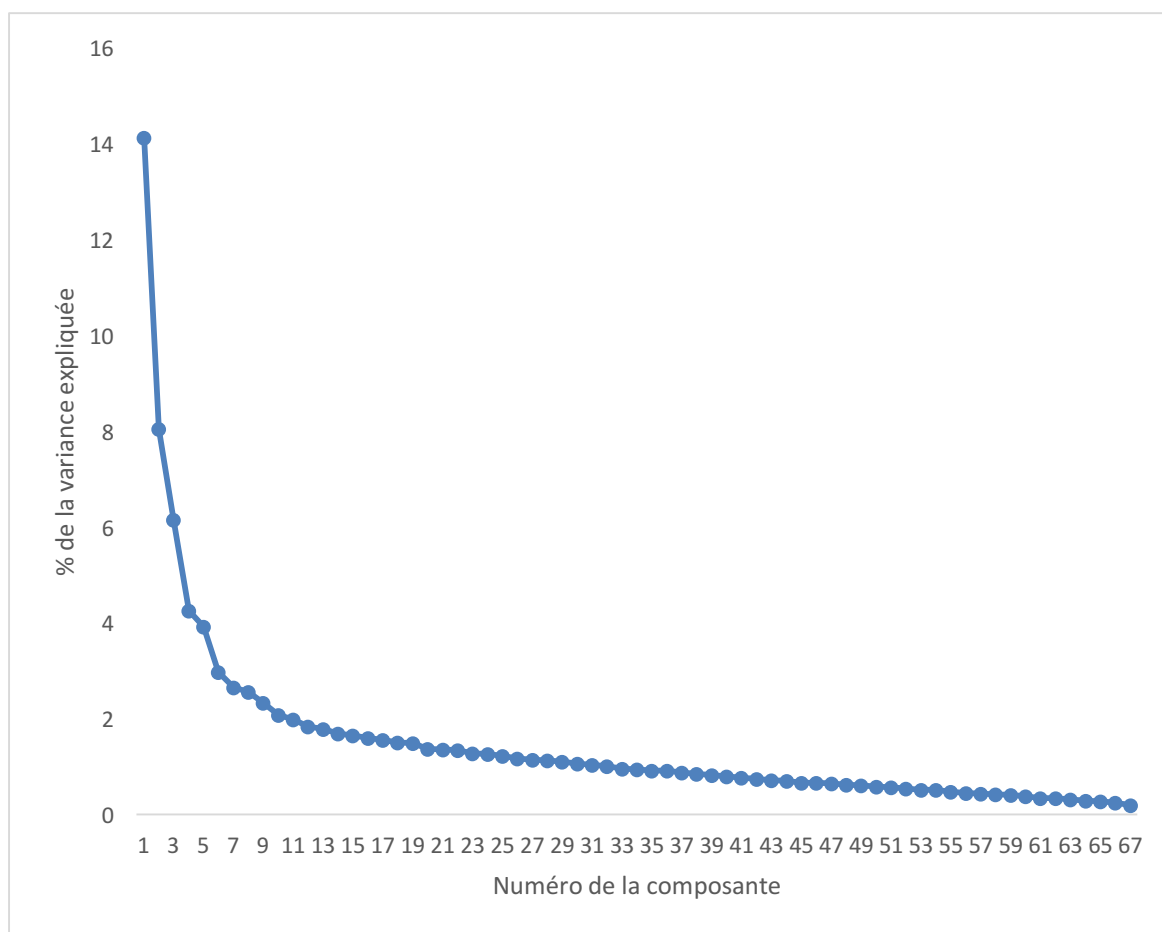
⁵³ Durant cette période, aucune loi liée aux nano n'a été présentée, aucun accident industriel important ne s'est produit.

⁵⁴ Cette étude traitait seulement de la validation de l'outil. Les données recueillies liées au réseau d'associations ont été traitées en parallèle (cf. étude 3).

⁵⁵ Cette mesure élevée s'explique par le grand nombre d'items.

Figure 18

Tracé d'effondrement du Coude de Catell



Après observation du coude de Catell (Figure 18), deux ruptures du tracé d'effondrement se distinguaient. Une première rupture à cinq facteurs s'observait ainsi qu'une deuxième, moins nette, à sept facteurs. Comme les ruptures n'étaient pas nettement dissociées, nous avons testé et interprété ces deux possibilités. Une nouvelle analyse indiquait que la structure en cinq facteurs expliquait 36,48% de la variance cumulée. Le Tableau 7 de rotation de la matrice présente l'organisation des items dans une structure à cinq facteurs.

Tableau 7

Rotation de la matrice en cinq facteurs

	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3	Facteur 4	Facteur 5
	Perception des risques	Confiance aux politiques et industriels	Perception des bénéfices	Comportement	Confiance aux scientifiques et aux médias
CON1*					
CON2					
CON3					
CON4					
CON5	,338				
CON6					
CON7					
CON8	,402				
CON9					
CON10					
CON11	,344				
CON12			,321		
CON13			,314		
CON14					
CONF1		,792			
CONF2					,730
CONF3		,388			
CONF4		,769			
CONF5					,796
CONF6		,808			
CONF7					,660
CONF8		,426			
CONF9		,771			
CONF10					,779
CONF11		,793			
CONF12					,674
CONF13		,492	,307		
CONF14		,786			
CONF15					,763
Affb1			,509		
Affb 2			,704		
Affb 3			,746		
Affb 4			,575		
Affb 5	- ,343		,427		
Affr 6			-,388		
Affr 7	,436				
Affr 8	,449				
Affb 9	-,352				
Affr10	,590				
Affr 11	,583				
Affr 12	,538		-,303		
Affr 13	,659				
Affb 14			,706		
Affb 15			,646		
Affr 16	,727				
Affb 17					
Affb 18	-,482		,414		

	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3	Facteur 4	Facteur 5
	Perception des risques	Confiance aux politiques et industriels	Perception des bénéfices	Comportement	Confiance aux scientifiques et aux médias
Affr 19	,611				
Affr 20	,456				
Affr 21	,679				
Affr 22	,704				
Affr 23	,410				
Affr 24	,615		-,439		
Affr 25	,720				
Affb 26			,437		
Affb 27			,621		
Affb 28					
Affb 29					
Affb 30					
comp1				,585	
comp2				,681	
comp3				,537	
comp4				,668	
comp5				,774	
comp6				,631	
comp7				,658	
comp8				,706	

Convergence de la rotation dans sept itérations.

Les valeurs inférieures à .300 ne sont pas inscrites.

*Les items barrés correspondent à ceux qui ne factorisaient sous aucun facteur, ceux ayant un indice de corrélation inférieur à .300 et les facteurs négatifs (Affr 5, Affr 12, Affb 18, Affr 24) qui permettraient de considérer une perception polarisée allant des risques vers les bénéfices (cf. discussion étude 2)

Le Tableau 7 illustre le fait que la perception des risques et celle des bénéfices se séparaient en deux facteurs et que ces deux facteurs regroupaient aussi des items de connaissances. Aussi, les items de confiance factorisaient sous deux facteurs. Dans ce cas, la structure dégagée nous semblant peu cohérente à interpréter, nous avons décidé de comparer cette structure avec l'organisation des items dans une structure à sept facteurs. Cette dernière permettait d'expliquer 42,09% de la variance cumulée et le Tableau 8 de rotation de la matrice renseigne sur son organisation.

Tableau 8

Rotation de la matrice en sept facteurs

	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3	Facteur 4	Facteur 5	Facteur 6	Facteur 7
	Perception des bénéfices	Confiance en l'industrie agroalimentaire	Perception des risques	Comportement	Confiance aux politiques et aux médias	Connaissance	Confiance aux scientifiques
CON1						,394	
CON2*							
CON3							
CON4							
CON5							
CON6							
CON7						,372	
CON8						,498	
CON9							
CON10							
CON11						,536	
CON12						,510	
CON13						,508	
CON14							
CONF1		,761					
CONF2					,763		
CONF3							,833
CONF4		,776					
CONF5					,794		
CONF6		,788					
CONF7					,696		
CONF8							,816
CONF9		,792					
CONF10					,773		
CONF11		,776					
CONF12					,706		
CONF13							,777
CONF14		,799					
CONF15					,769		
Affb1	,555						
Affb 2	,714						
Affb 3	,720						
Affb 4	,589						
Affb 5	,515						
Affb 6	-,436						
Affr 7			,685				
Affr 8			,712				
Affb 9	,360	,326					
Affr10			,711				
Affr 11			,699				
Affb 12	-,448		,441				
Affb 13	-,330		,479			,346	
Affb 14	,712						
Affb 15	,624						
Affr 16			,469				

	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3	Facteur 4	Facteur 5	Facteur 6	Facteur 7
	Perception des bénéfices	Confiance en l'industrie agroalimentaire	Perception des risques	Comportement	Confiance aux politiques et aux médias	Connaissance	Confiance aux scientifiques
Affb 17							
Affb 18	,563						
Affr 19							
Affr 20	-,309			,303			
Affr 21	-,506		,333			,383	
Affr 22	-,316		,408			,455	
Affr 23	-,423						
Affr 24	-,624		,331				
Affr 25	-,393		,457			,375	
Affb 26	,461						
Affb 27	,562						
Affb 28							
Affb 29							
Affb 30							
comp1				,561			
comp2				,651			
comp3				,511			
comp4				,648			
comp5				,756			
comp6				,594			
comp7				,642			
comp8				,678			

Convergence de la rotation dans 11 itérations

*Les items barrés correspondaient à ceux qui ne factorisaient sous aucun facteur, ceux ayant un indice de corrélation inférieur à .300 et les facteurs négatifs (Affr 6, Affr 23, Affr 24, Affr 25) qui permettraient de considérer une perception polarisée allant des risques vers les bénéfices (cf. discussion étude 2)

L'analyse du Tableau 8 permet de relever le fait que la perception des risques et celle des bénéfices se séparaient en deux facteurs respectivement facteur 3 et 1. Bien qu'ils représentaient un faible pourcentage de la variance (2,64%), des items de connaissances composaient un même facteur (facteur 6). Aussi, les items de confiance se distinguaient sous trois facteurs (facteurs 2, 5 et 7) et ceux du comportement sous un seul facteur (facteur 4). Cette organisation d'items a semblé plus pertinente que la première en cinq facteurs. En effet, l'observation de cette dernière indiquait que plusieurs items factorisaient sous un facteur qui ne les représentait pas totalement. À l'inverse, l'organisation en sept facteurs représentait la structure de l'outil de manière détaillée. Ainsi la structure en sept facteurs a été adoptée.

Dans cette organisation, le premier facteur retenu regroupait les items relatifs à la perception des bénéfices (14,12% de la variance : Affb 1, Affb 2, Affb 3, Affb 4, Affb 5, Affb 14, Affb 15, Affb 18, Affb 26, Affb 27). L'ACP distinguait les items liés à la confiance en trois facteurs : confiance en

l'industrie (Facteur 2 ; 8,05% de la variance : avec les items Conf1, Conf4, Conf6, Conf9, Conf11 et Conf14), confiance aux médias et aux politiques (Facteur 5 ; 3,92% de la variance : Conf2, Conf5, Conf7, Conf10, Conf12 et Conf15) et la confiance aux scientifiques (Facteur 7 ; 2,97% de la variance : Conf3, Conf8, Conf13). Ensuite, le facteur 3 a été nommé perception des risques (6,15% de la variance : Affr 7, Affr 8, Affr 10, Affr 11, Affr 16.) Le facteur 4 correspondait aux items de comportements (4,25% de la variance : Comp1, Comp2, Comp3, Comp4, Comp5, Comp6, Comp7, Comp8). Le facteur 6 regroupait les items de connaissances (2,97% de la variance : Con1, Con7, Con8, Con11, Con12, Con13). Les items qui ne factorisaient sous aucun facteur ou ceux qui avaient un indice de corrélation inférieur à .300 ont été supprimés.

2.2 Analyse de la consistance interne

Dans l'objectif de vérifier la pertinence de cette nouvelle version de l'outil, le degré de corrélation inter-items a été évalué avec l'Oméga de MacDonald pour chaque sous-échelle issue de l'ACP.

Tableau 9

Oméga de MacDonald des composantes de l'attitude envers les nanoparticules

Composantes de l'attitude	Omégas de MacDonald
Perception des bénéfices	.864
Perception des risques	.687
Confiance en l'industrie	.958
Confiance aux politiques	.928
Confiance aux scientifiques	.874
Comportement	.889
Connaissances	.706

Les résultats des Oméga de Mac Donald de l'ensemble des échelles présentés dans le Tableau 9 étant globalement très satisfaisants ($>.6$), nous avons validé ce modèle à sept facteurs.

2.3 Analyse factorielle confirmatoire

Dès lors que la structure de l'outil a été identifiée, une AFC a été réalisée afin de confirmer la structure factorielle et de rendre compte de l'attitude de notre second sous-échantillon ($n_2 = 300$) envers les nanoparticules. À travers l'AFC, nous avons postulé que la structure factorielle à sept facteurs latents serait confirmée.

2.3.1 Participants(es)

Trois cents participants(es) ayant répondu au questionnaire ont été sélectionnés(es) aléatoirement parmi l'ensemble des répondants(es) de l'étude 2. Il s'agissait de 104 hommes, 193 femmes et trois personnes ne souhaitant pas répondre à cette question âgés(es) de 18 à 75 ans ($M = 36,11$; $SD = 14.269$) et ayant complété entièrement le questionnaire. Cet échantillon était composé de 0,7% de participants(es) n'ayant aucun diplôme (ou BEPC), 7,7% ayant obtenu un diplôme technique de type CAP, BEP ou autres diplômes techniques, 13% le bac, 8% un bac+1, 19,3% un niveau d'étude bac+2, 19 % un bac+3, 10,3% un bac+4, 20% un bac+5 et plus et 2% un niveau autre. De plus, l'échantillon comprenait 43,4% de salariés(es), 10,8% de travailleuses et travailleurs indépendants(es), 0,3% d'ouvrières et d'ouvriers, 8,1% sans emploi ou en recherche d'emploi, 26,6% d'étudiantes et d'étudiants, 4,7% de retraités(es) et 6,1% autres.

2.3.2 Résultats

Les données ont été analysées à l'aide des logiciels *Jamovi* (version 2.3, 2022) et R (*R Core Team*, 2016)

2.3.2.1 Étude de la validité : Analyse Factorielle Confirmatoire

Dans l'objectif de vérifier si les items mesuraient effectivement les sous-échelles des dimensions de l'attitude telles que définies avec la première partie de l'échantillon, les items du questionnaire ont été soumis à une AFC suivie d'une procédure de rotation *Varimax*. L'échantillon comprenait 300 participants(es) (Tabachnick & Fidell, 2007), l'indice KMO de .900 pouvait être qualifié d'excellent, le résultat du test de sphéricité de Bartlett était significatif ($p < .001$), l'analyse pouvait donc se poursuivre. Les indices SRMR, RMSEA et TLI sont les indicateurs les plus pertinents pour informer sur l'adéquation du modèle aux données observées, ils sont présentés dans le Tableau 10.

Tableau 10

Résultats de l'ajustement du modèle structural de l'AFC

Modèles	χ^2/df	SRMR	TLI	RMSEA
Normes	≤ 3	< 0.1	≥ 0.9	< 0.08
Modèle intégral	2.31 ($p < .001$)	0.0805	0.757	0.0663

En examinant les résultats de l'AFC présentés dans le Tableau 10, nous pouvons voir que les valeurs du chi-carré/df, de la racine carrée résiduelle standardisée (SRMR) et de l'erreur quadratique moyenne d'approximation (RMSEA) étaient inférieures aux seuils recommandés. Ces données révèlent que le modèle à sept facteurs fournissait une bonne représentation des données et que la taille de l'échantillon était acceptable puisque les indices d'ajustements utilisés pour évaluer la solidité du modèle (Bollen & Long, 1993) ne dépassaient pas les valeurs maximales des seuils recommandés. Le *Tucker Lewis Indice* (TLI) est apparu comme légèrement inférieur (.76) à la norme recommandée (>.9). Cette donnée indiquait que le modèle généré n'améliorait que partiellement l'ajustement en comparaison au modèle nul. Comme la structure globale permettait d'expliquer 45,8% de la variance cumulée et que les valeurs du chi carré/df, du SRMR et du RMSEA était globalement satisfaisantes, nous pu conclure à l'adéquation du modèle. En définitive, toutes les sous-dimensions théoriques réfléchies se retrouvaient dans l'AFC.

2.4 Établissement des normes

Au vu du nombre de recherches dont ont été extraits les items utilisés dans la présente étude, l'établissement des normes (étape 7 de la démarche préconisée par Vallerand, 1989) n'a pas pu s'effectuer en comparant leurs résultats avec les nôtres. En effet, le fait de proposer les items dans un ordre différent des études de référence et de les mélanger avec d'autres questions aurait pu influencer les résultats. L'ordre des questions joue un rôle important dans le sens où un item peut influencer les réponses obtenues aux questions suivantes.

Pour évaluer les composantes de l'attitude envers les nanoparticules, des scores allant de 0 à 4 ont été calculés par sous-composante. Chaque résultat obtenu doit être comparé à une cotation lui correspondant. Le calcul des scores et les explications des cotations sont détaillés(es) dans les tableaux 11 à 15. De plus, pour chaque composante, nous avons procédé à la comparaison de la moyenne de l'échantillon avec la moyenne théorique de l'échelle d'une part pour écarter la possibilité que les répondants(es) aient répondu au hasard et d'autre part, pour situer notre échantillon par rapport à la moyenne théorique (donc la moyenne centrale). S'il n'y a pas de différence significative entre les deux moyennes, il se pourrait que les réponses produites soient dues au hasard. À l'inverse, si les moyennes observées diffèrent significativement des moyennes théoriques, la part du hasard est réduite. Ensuite, pour chacune des composantes étudiées, sont indiquées et représentées par des graphiques les proportions de participants(es) dans chacune des catégories. Les codages présentés dans les tableaux 7, 8 et dans l'annexe K sont réutilisés dans l'établissement des normes. Les items pour lesquels les

participants(es) n'ont pas donné de réponses, sont considérés comme « données manquantes » et sont remplacés par la moyenne de leur série.

2.4.1 Descriptif des normes de la composante de la perception des bénéfices

Le descriptif des choix de réponses de la perception des bénéfices est présenté dans le Tableau 11.

Tableau 11

Description des choix de réponses de la composante perception des bénéfices

Valeur	Intervalles théoriques	Choix de réponses
Pas du tout bénéfiques	[0 ; 0.99 [	Pas du tout d'accord (0) ☐
Peu bénéfiques	[1 ; 1.99 [	(1) ☐
Assez bénéfiques	[2 ; 2.99[	(2) ☐
Très bénéfiques	[3 ; 4[	(3) ☐
		(4) ☐
		Tout à fait d'accord

Les réponses peuvent se situer entre 0 et 4 et s'étendent sur une échelle allant de *Pas du tout d'accord* à *Tout à fait d'accord*. De cette manière, plus le score est élevé, plus il correspond à une perception orientée vers les bénéfices des nanoparticules. À l'inverse, plus le score est bas, moins la perception est tournée vers les bénéfices. L'échelle de perception des bénéfices est composée de 10 items. Le score se calcule en additionnant chaque réponse donnée et en divisant le total obtenu par le nombre d'items concernés.

$$\text{Score de la perception des bénéfices} = \frac{\text{Affb1} + \text{Affb2} + \text{Affb3} + \text{Affb4} + \text{Affb5} + \text{Affb14} + \text{Affb15} + \text{Affb18} + \text{Affb26} + \text{Affb27}}{10}$$

2.4.2 Descriptif des normes de la composante de la perception des risques

La composante de la perception des risques est constituée de 7 items. Le descriptif de son évaluation est présenté dans le Tableau 12. Ce dernier présente les valeurs, les intervalles et les choix de réponses que l'on peut retrouver.

Tableau 12

Description des choix de réponses de la composante perception des risques

Valeur	Intervalles théoriques	Choix de réponses
Pas du tout risquées	[0 ; 0.99 [	Pas du tout d'accord (0) ☐
Peu risquées	[1 ; 1.99 [	(1) ☐
Assez risquées	[2 ; 2.99[	(2) ☐
Très risquées	[3 ; 4]	(3) ☐
		(4) ☐
		Tout à fait d'accord

Comme d'écrit dans le tableau de description ci-dessus, l'échelle de perception des risques a cinq choix de réponses possibles allant de *Pas du tout d'accord* à *Tout à fait d'accord*. Ainsi, le score obtenu peut se situer entre 0 et 4 et plus il est élevé, plus il correspond à une perception orientée vers les risques des nanoparticules. À l'inverse, plus le score est bas, moins la perception est tournée vers les risques.

Score de perception des risques =	$\frac{\text{Affr7} + \text{Affr8} + \text{Affr10} + \text{Affr11} + \text{Affr16}}{5}$
-----------------------------------	---

Le score est calculé en additionnant chaque réponse donnée, puis le total est divisé par 5 ce qui correspond au nombre d'items additionnés.

2.4.3 Descriptif des normes des trois composantes de la confiance

Concernant les composantes de la confiance en l'industrie, aux politiques, aux médias et aux scientifiques, le descriptif des valeurs, des intervalles et des choix de réponses est renseigné dans le Tableau 13.

Tableau 13

Description des choix de réponses des composantes de confiance

Valeur	Intervalles théoriques	Choix de réponses
Pas du tout confiance	[0 ; 0.99 [	Pas du tout confiance (0) ☐
Peu confiance	[1 ; 1.99 [	(1) ☐
Assez confiance	[2 ; 2.99[	(2) ☐
Totalement confiance	[3 ; 4]	(3) ☐
		(4) ☐
		Totalement confiance

Comme illustré dans le Tableau 13, les mesures de confiance ont cinq choix de réponses possibles. Ainsi, le résultat obtenu peut se situer entre 0 et 4 et plus le score de confiance est élevé, plus il indique une confiance élevée envers les instances liées aux nanoparticules (scientifiques, politiques, médias et industries). À contrario, plus il est bas, plus il montre une confiance basse. Les scores sont calculés à partir des réponses données à chaque item avec les calculs suivants :

Score Confiance en l'industrie =	$\frac{\text{Conf1} + \text{Conf4} + \text{Conf6} + \text{Conf9} + \text{Conf11} + \text{Conf14}}{6}$
Score Confiance politiques et médias =	$\frac{\text{Conf2} + \text{Conf5} + \text{Conf7} + \text{Conf10} + \text{Conf12} + \text{Conf15}}{6}$
Score Confiance aux scientifiques =	$\frac{\text{Conf3} + \text{Conf8} + \text{Conf13}}{3}$

De cette manière, le score moyen est calculé en additionnant les réponses par échelle et en divisant le total par le nombre d'items additionnés. L'échelle relative aux politiques et aux médias et celle liée à l'industrie sont composées de six items chacune. L'échelle de confiance aux scientifiques est composée de trois items. Par exemple, pour calculer le score de l'échelle de confiance aux scientifiques, il suffit d'additionner les choix de réponses obtenus aux items Conf3+Conf8+Conf13 puis de diviser le total par 3.

2.4.4 Descriptif des normes de la composante du comportement

La composante du comportement comprend huit items et cinq choix de réponses possibles. Le Tableau de description des choix de réponses de la composante comportement présenté ci-après nous informe sur les caractéristiques des choix de réponses et leurs correspondances.

Tableau 14

Description des choix de réponses de la composante comportement

Valeur	Intervalles théoriques	Choix de réponses
Aucun ou très peu de comportements	[0 ; 0.99 [	Jamais (0) ☐
Peu de comportements	[1 ; 1.99 [	(1) ☐
Quelques comportements	[2 ; 2.99[	(2) ☐
Énormément de comportements	[3 ; 4]	(3) ☐
		(0) ☐
		Énormément
Je ne sais pas (NSP)	NSP	Je ne sais pas ☐

Les scores des individus peuvent ainsi être classés en quatre classes selon leur fréquence de comportements allant de *Aucun ou très peu de comportements* à *Énormément de comportements*. Ainsi, plus le score de comportement est élevé, plus les comportements envers les nanoparticules sont fréquents. À l'inverse, plus le score est bas, moins les comportements envers les nanoparticules sont fréquents. Par exemple, un score de comportements de 1 correspond à « *Peu de comportements* ». Concernant le codage, il est à noter que le choix de réponse « *Je ne sais pas* » est codé comme une donnée manquante.

Score des comportements =	$\frac{\text{Comp1} + \text{Comp2} + \text{Comp3} + \text{Comp4} + \text{Comp5} + \text{Comp6} + \text{Comp7} + \text{Comp8}}{8}$
---------------------------	---

Le score est calculé en additionnant chaque réponse donnée aux items de cette échelle et le total est divisé par le nombre d'items de l'échelle.

2.4.5 Descriptif des modes de calculs des scores de la composante des connaissances

Le descriptif d'évaluation de la composante des connaissances est présenté dans le Tableau 15. Ce tableau présente les valeurs, les intervalles et les choix de réponses que l'on peut retrouver.

Tableau 15

Description des choix de réponses de la composante de connaissances

Valeur	Pas ou très peu de connaissances	Peu de connaissances	Quelques connaissances	Beaucoup de connaissances
Intervalles	[0 ; 0.99[	[1 ; 1.99 [	[2 ; 2.99[	[3 ; 4[
Choix de réponses	Faux (0) ☐	Vrai (4) ☐		Je ne sais pas (0) ☐

La composante cognitive (connaissances) du questionnaire est constituée de six items à trois choix de réponses possibles. Les réponses des individus peuvent ainsi être classées en quatre classes selon leur niveau de connaissances allant de « *Pas ou très peu de connaissances* » à « *Beaucoup de connaissances* ». Ainsi, plus le score de connaissances est élevé, plus les connaissances envers les nanoparticules sont importantes. À l'inverse, plus le score est bas, moins les connaissances envers les nanoparticules sont importantes. Par exemple, un score de connaissances de 4 correspond à « *Peu de connaissances* ».

$\text{Score} = \frac{\text{Con1} + \text{Con7} + \text{Con8} + \text{Con11} + \text{Con12} + \text{Con13}}{6}$

Comme l'illustre le calcul ci-dessus, un score de bonnes réponses est calculé à partir des réponses données aux items. Pour ce faire, les réponses sont additionnées et le total est divisé par 6, correspondant au nombre d'items concernés. Concernant le codage des items de connaissances, Con2, Con3, Con4, Con5 et Con6 sont vrais alors que l'item Con1 est faux. De plus, le choix de réponse « *Je ne sais pas* » est codé 0 puisqu'il renvoie à une absence de connaissance.

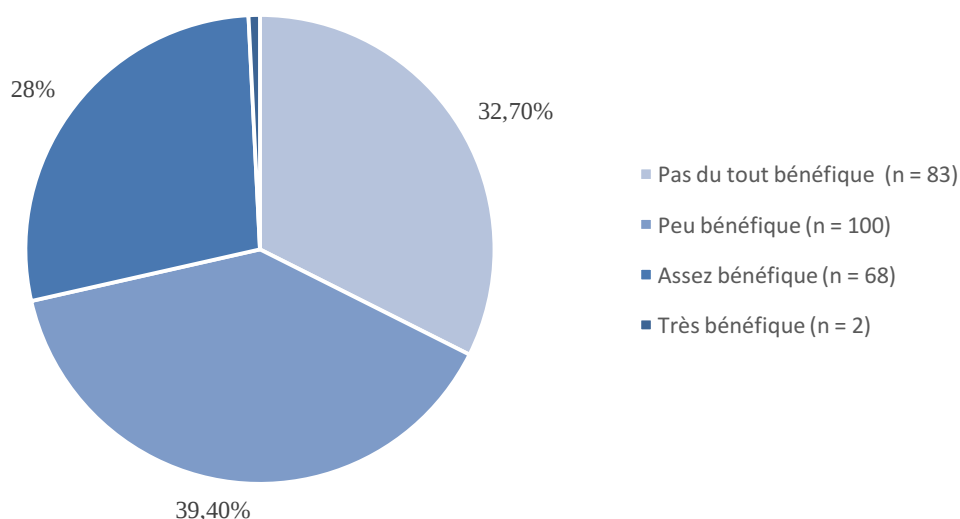
2.5 Caractéristiques statistiques de l'échantillon par composante de l'attitude

2.5.1 Perception des bénéfices

Le score minimum obtenu à partir des 10 items était de 0 et le maximum est de 3,45. Nous pouvons voir que la moyenne observée ($M = 1.41$; $SD = 0.84$) était significativement inférieure à la moyenne théorique ($M = 2$) $t(253) = -12.57$, $p < .001$, $d = -0.79$. Ces analyses indiquaient que la différence entre la moyenne observée et la moyenne théorique n'était pas due au hasard et que la taille de l'effet associé était élevée. L'échantillon ($N = 254$) percevait en moyenne ($M = 1.41$; $SD = 0.84$) les nanoparticules comme *Peu bénéfiques* et *Assez bénéfiques* (cf. Tableau 11).

Figure 19

Répartition de l'effectif en fonction des catégories de perception des bénéfices



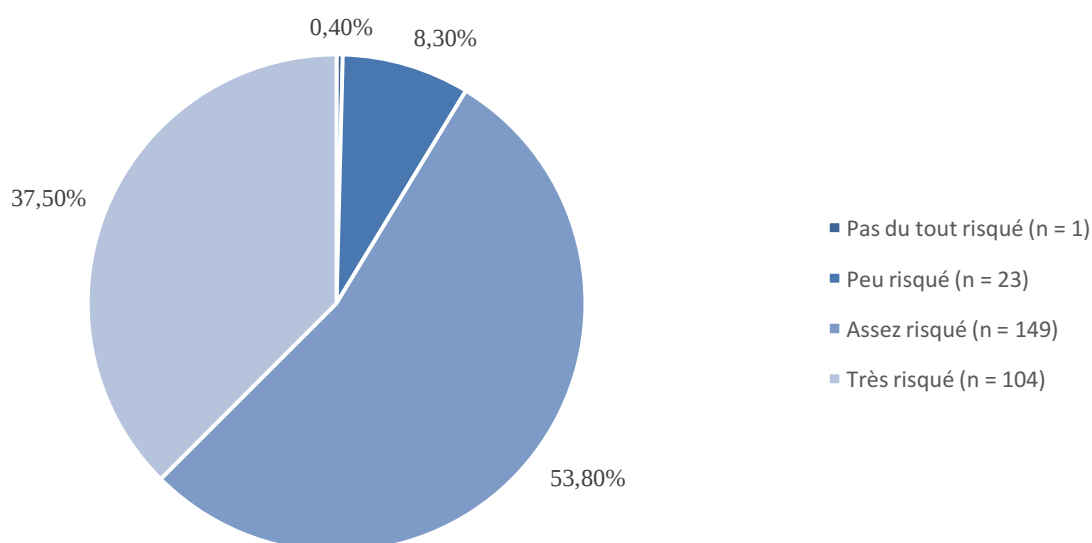
Nous pouvons observer que le graphique se séparait visuellement en trois parties relativement équivalentes allant de *Pas du tout bénéfique* à *Assez bénéfique*, cependant, seulement 0,79% des répondants(es) les considéraient comme étant *Très bénéfiques*.

2.5.2 Perception des risques

Le score minimum de la perception des risques est de 1 et le maximum est de 4. Nous pouvons aussi ajouter que la moyenne observée ($M = 3.28$; $SD = 0.63$), était significativement supérieure à la moyenne théorique ($M = 2$) $t(276) = 54.776$, $p < .001$, $d = 2.05$. La différence entre les moyennes ne semblait pas être due au hasard et la taille de l'effet était très élevée. Compte tenu des scores obtenus décrits par la Figure 20, l'échantillon ($N = 277$) avait, en moyenne ($M = 3.28$; $SD = 0.63$), une perception des nanoparticules comprise entre *Assez risquée* et *Très risquée*.

Figure 20

Répartition de l'effectif en fonction des catégories de perception des risques



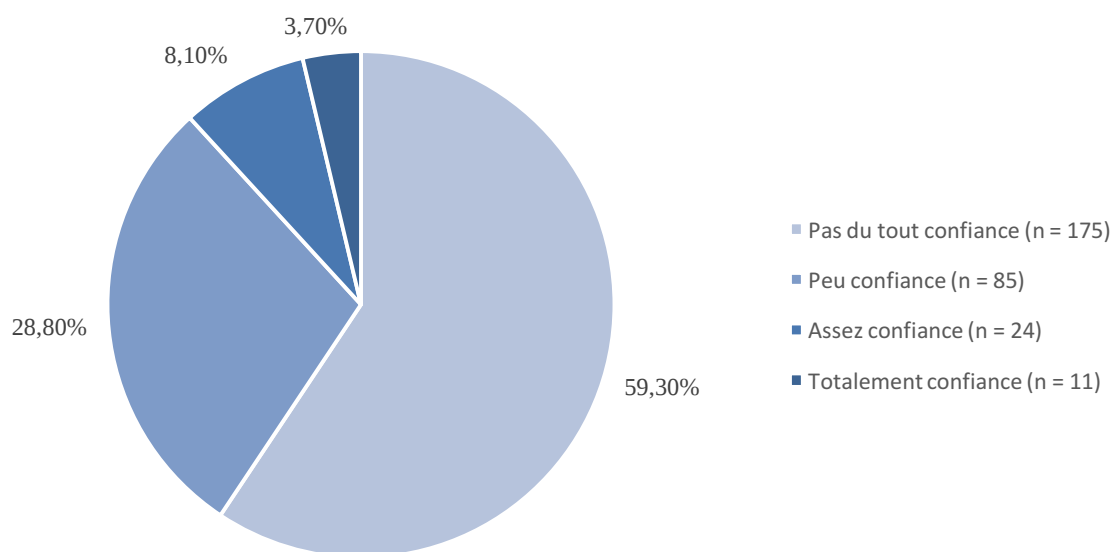
Plus de la moitié des participants(es) les percevaient comme *Assez risquées* (53,8%) alors qu'un très faible pourcentage les considéraient comme *Pas du tout* (0,40%) ou *Peu risquées* (8,3%).

2.5.3 Confiance en l'industrie

Le score minimum obtenu était de 0 et le maximum était de 4. On peut voir que la moyenne ($M = 0.82$; $SD = 0.89$) était significativement inférieure à la moyenne théorique ($M = 2$) $t(294) = -22.75$, $p < .001$, $d = -1.32$. Ces résultats indiquent que la différence constatée entre la moyenne observée et la moyenne théorique n'était pas due au hasard et que la taille de l'effet associé était très élevée. La moyenne traduit une absence de confiance en l'industrie. En effet, les répondants(es) ($N = 295$) avaient en moyenne ($M = 0.82$; $SD = 0.89$) *Pas du tout confiance* en l'industrie par rapport aux nanoparticules.

Figure 21

Répartition de l'effectif en fonction des catégories de confiance en l'industrie



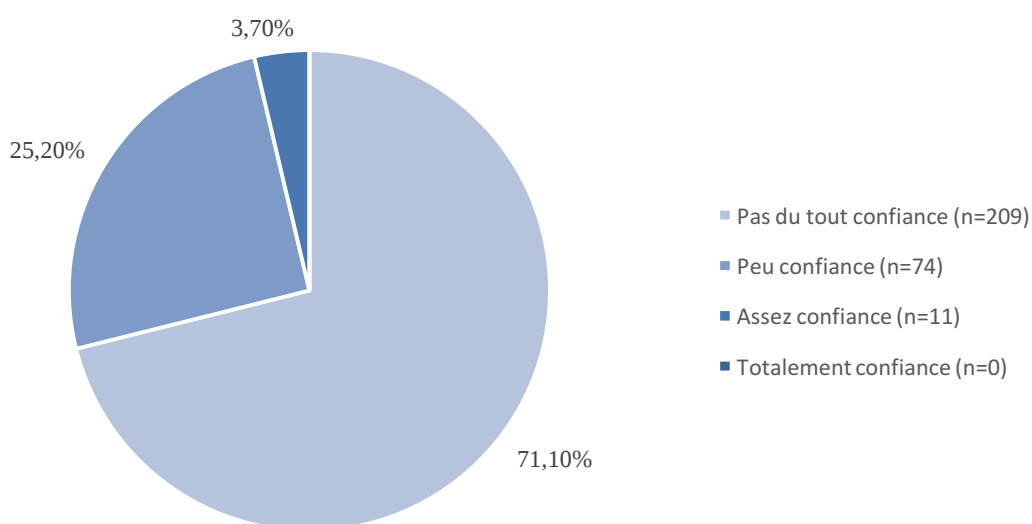
Plus de la moitié des personnes se retrouvait d'ailleurs dans la tranche de réponse *Pas du tout confiance* (59,3%) et un tiers dans la catégorie *Peu confiance* (28,8%).

2.5.4 Confiance aux politiques et aux médias

Le score minimum obtenu était de 0 et le maximum était de 2,5. Nous pouvons aussi voir que la moyenne observée ($M = 0.58$; $SD = 0.61$) était significativement inférieure à la moyenne théorique ($M = 2$) $t(293) = -39,63$, $p < .001$, $d = -2,31$. Ainsi, la différence entre les moyennes n'était pas due au hasard et la taille de l'effet était très élevée. Cette moyenne ($M = 0.58$; $SD = 0.61$) indiquait que les participants(es) se situaient sur une position d'absence de confiance.

Figure 22

Répartition de l'effectif en fonction des catégories de confiance aux politiques et aux médias



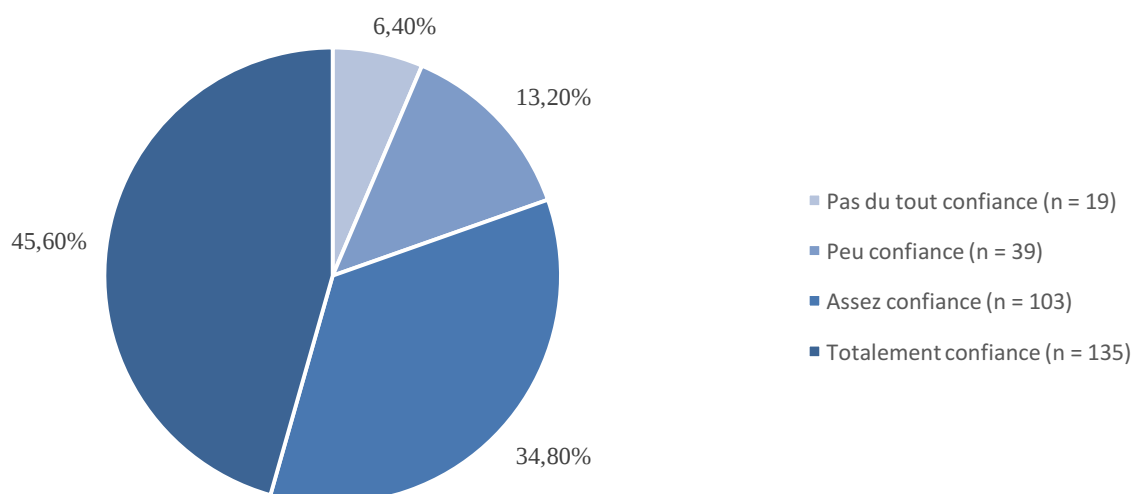
Sur la figure 22, on note que la tranche *Pas du tout confiance aux politiques et aux médias* s'ajoutait au 25,2% qui leur faisait *Peu confiance*. Une très large majorité d'entre eux et elles (71,1%) se retrouvait d'ailleurs dans la tranche de réponse *Pas du tout confiance*. À l'inverse, aucun(e) n'avait un score correspondant à *Totalement confiance*.

2.5.5 Confiance aux scientifiques

Le score minimum obtenu était de 0 et le maximum était de 4. Nous pouvons aussi voir que la moyenne observée ($M = 2,56$; $SD = 0,99$) était significativement supérieure à la moyenne théorique ($M = 2$) $t(295) = 9,65$, $p < .001$, $d = 0,56$. Ces analyses illustrent que la différence entre les moyennes n'était pas due au hasard et que la taille de l'effet était moyenne. Ainsi, l'échantillon ($N = 296$) avait en moyenne ($M = 2,56$; $SD = 0,99$) *Assez confiance aux scientifiques* par rapport aux nanoparticules, tandis qu'un peu moins de la moitié avait *Totalement confiance*.

Figure 23

Répartition de l'effectif en fonction des catégories de confiance aux scientifiques



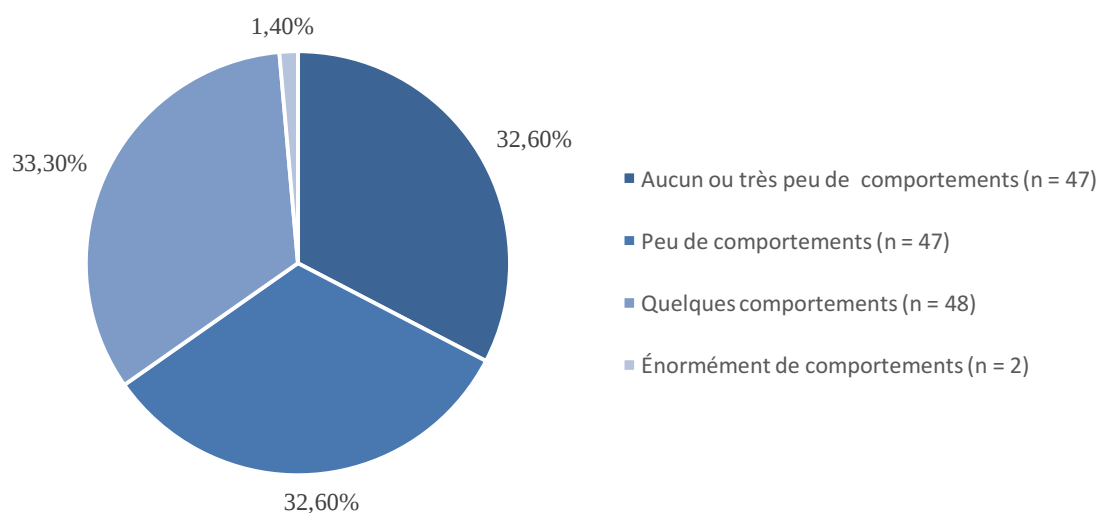
Quand on observe la répartition de l'échantillon (Figure 23), nous pouvons constater que la majorité (45.6%) avait *Totalement confiance* et que 34.8% avaient *Assez confiance*. Finalement, une faible proportion (13.2%) avait *Peu confiance* aux scientifiques et seulement 6.4% n'avaient *Pas du tout confiance aux scientifiques*.

2.5.6 Comportement

Le score minimum obtenu était de 0 et le score maximum était de 4. Nous pouvons aussi voir que la moyenne observée ($M = 1.58$; $SD 1.04$) était significativement inférieure à la moyenne théorique ($M = 2$) $t(144) = -4.88$ $p < .001$, $d = -0.41$. Ces analyses illustrent que la différence observée entre la moyenne observée et la moyenne théorique n'était pas due au hasard et que la taille de l'effet associé était moyenne. L'échantillon ($N = 144$) avait en moyenne ($M = 1,58$; $SD = 1,04$) *Peu de comportements* en rapport aux nanoparticules.

Figure 24

Répartition de l'effectif en fonction des catégories des comportements



Le graphique se divise distinctement en trois parties équivalentes, avec un tiers (32.6%) n'ayant *Aucun ou très peu de comportements*, un tiers (32.6%) en ayant *Peu* et un tiers (33.6%) en ayant *Quelques-uns* (33.3%). En revanche, un faible pourcentage de l'échantillon (1.4%) rapportait avoir des comportements *Très fréquents*.

2.5.7 Connaissances

Avant de procéder aux analyses prévues, nous avons vérifié que les données de connaissances mesuraient vraisemblablement des connaissances et qu'il ne s'agissait pas d'un biais de réponses. L'observation des réponses nous informe sur ce biais puisqu'un taux élevé de réponse « *Je ne sais pas* » supposerait que les réponses justes correspondent à de vraies connaissances (Brashier et al., 2020). Les proportions de réponses « *Je ne sais pas* » et des réponses fausses ont ainsi été évaluées pour chacun des items. Cette quantification a été effectuée préalablement au codage des réponses « *Je ne sais pas* » en réponses fausses.

Tableau 16

Proportions des réponses « *Je ne sais pas* » et des réponses fausses

Code item	Pourcentage de « <i>Je ne sais pas</i> »	Pourcentage des réponses fausses
Con1	30%	18%
Con7	60%	13%
Con8	23.5%	2%
Con11	25%	2%
Con12	38%	6%
Con13	56%	11%

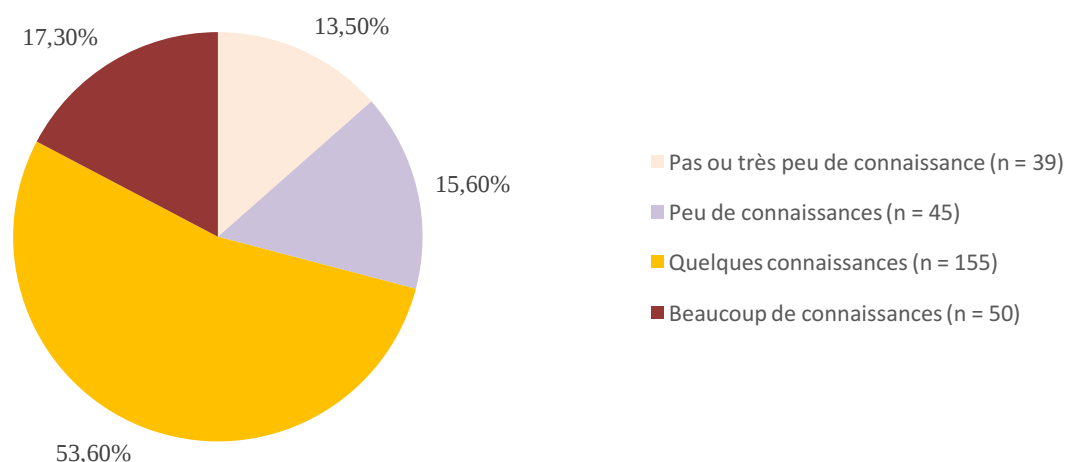
Comme illustré dans le Tableau 16, les participants(es) avaient donné très peu de réponses fausses en comparaison aux réponses « *Je ne sais pas* ». Le taux élevé de « *Je ne sais pas* » indique que les réponses correctes correspondaient à des connaissances réelles et non pas à des suppositions. Les réponses JNSP ont ensuite été codées en réponses fausses.

Le score minimum obtenu était de 0 et le maximum était de 4. Nous pouvons aussi voir que la moyenne de bonnes réponses ($M = 2.11$; $SD = 0.96$) était significativement supérieure à la moyenne théorique⁵⁶ ($M = 33.33$) $t(288) = -550.85, p < .001, d = -1.26$. Ces analyses indiquaient que la différence observée entre la moyenne observée et la moyenne théorique n'était pas due au hasard et que la taille de l'effet associé était importante (Cohen, 1988 ; Sawilowsky, 2009). Nous pouvons dire que l'échantillon présentait *Quelques connaissances envers les nanoparticules* ($M = 2.11$; $SD = 0.96$).

⁵⁶ Bien que les réponses soient codées comme étant dichotomiques, les choix de réponses initialement possibles étaient Vrai, Faux ou Je ne sais pas. La moyenne théorique était donc de 33,33 ce qui implique que chaque participant(es) avait 1 chance sur 3 d'obtenir une bonne réponse.

Figure 25

Répartition de l'effectif en fonction de la proportion de bonnes réponses aux items de connaissances



Plus de la majorité des répondants(es) (53.%) se retrouvaient d'ailleurs dans la tranche de réponses *Quelques connaissances* et 17.3% dans *Beaucoup de connaissances*. Finalement, seuls 13.5% n'avaient *Pas ou très peu de connaissances* et 15.6% avaient *Peu de connaissances*.

2.5.7.1 Analyse complémentaire des données sur les connaissances

Dès lors que les données liées aux connaissances ont été analysées, nous souhaitons affiner les résultats sur la nature de ces connaissances. Par conséquent, un calcul de la proportion de bonnes réponses de chaque item a été effectué afin de rendre compte de la difficulté respective des items.

Tableau 17

Proportion de bonnes réponses

Code item	Items	Pourcentage de bonnes réponses
Con1	Un nanomètre est 1 million de fois plus petit qu'un mètre.	47%
Con7	Certaines nanoparticules peuvent être plus longues qu'une cellule humaine.	29%
Con8	Les nanoparticules peuvent être absorbées dans le sang et par les intestins.	77,5%
Con11	Certaines nanoparticules se lient à des cellules ciblées dans le corps.	76%
Con12	Après avoir été introduites dans le corps, certaines nanoparticules se déplacent directement vers leur cible.	60%
Con13	Les nanoparticules permettent de créer des produits plus solides.	28%

Les pourcentages de bonnes réponses présentés dans le Tableau 17 étaient hétérogènes, ce qui indique que plusieurs niveaux de difficulté caractérisaient les items. Les items Con3, Con4 et Con5 semblaient avoir des pourcentages de bonnes réponses plus élevés que ceux des items Con1, Con2 et Con6. Il semblerait que ces trois derniers étaient plus difficiles que les items Con3, Con4 et Con5. Ainsi, plus de 76% des répondants(es) savaient que les nanoparticules peuvent être absorbées dans le sang et par les intestins et que certaines d'entre elles se lient à des cellules ciblées dans le corps. 60% d'entre eux et elles savaient qu'elles se déplacent dans le corps pour aller directement vers leur cible et 54% savent qu'un nanomètre n'est pas 1 million de fois plus petit qu'un mètre. En revanche, moins de 30% de participants(es) avaient connaissance que les nanoparticules permettent de créer des produits plus solides et qu'elles peuvent être plus longues qu'une cellule humaine.

3. Discussion

3.1 Synthèse de l'étude

Les objectifs de cette deuxième étude étaient non seulement de finaliser un outil à partir du travail engagé dans l'étude 1 mais aussi d'avoir une première idée de l'attitude de la population vis-à-vis des nanoparticules. Dans ce cadre, les 840 participations ont été aléatoirement séparées en deux échantillons afin de tester la validité (ACP) et la fiabilité (Oméga de Mac Donald) de l'outil sur une partie de l'échantillon ($n = 540$) et par la suite, de confirmer les résultats obtenus (AFC) sur l'autre partie ($n = 300$). L'analyse de validité indique qu'un modèle en cinq ou en sept facteurs pourrait représenter l'ensemble des données. La lecture de ces deux découpages et l'analyse de fiabilité fournissent assez d'informations pour confirmer qu'un modèle en sept facteurs donne une meilleure représentation des données que le modèle en cinq facteurs. Les sept facteurs concernent la perception des bénéfices, la perception des risques, la confiance en l'industrie, la confiance aux politiques et aux médias, la confiance aux scientifiques, les comportements et les connaissances. Par la suite, les indices d'ajustements de l'AFC appuient la solidité du modèle en sept facteurs (Bollen & Long, 1993). En définitive, cette structure confirme l'hypothèse d'une structure factorielle à sept facteurs latents et permet d'expliquer 45,8% de la variance cumulée. Au vu du grand nombre d'items, ce pourcentage semble très satisfaisant.

3.2 Analyse de la construction de l'outil

Concernant le détail de la validation de l'outil et notamment la lecture de l'analyse factorielle, on retrouve plusieurs items de perception des bénéfices et des risques pouvant être considérés comme un seul facteur (en tenant compte des factorisations positives et négatives), ou bien en distinguant deux facteurs : une perception des risques et une perception des bénéfices. En effet, les items Aff12 (e.g., « *L'utilisation des nanoparticules est risquée pour l'environnement* »), Aff13 (e.g., « *Des effets toxiques peuvent s'observer chez des animaux exposés aux nanoparticules* »), Aff21, Aff22, Aff24, Aff25 factorisent négativement sous le facteur perception des bénéfices et en positif sous le facteur perception des risques. Dans ce sens également, Bertoldo et al. (2015) précisent que « la vision dualiste de la nanotechnologie comme contenant à la fois des opportunités et des risques constitue un paradigme adopté par une partie seulement des chercheurs » (Bertoldo et al., 2015, p.28). Ainsi, plusieurs expertes et experts perçoivent les risques et les bénéfices des nanoparticules de manière polarisée alors que d'autres scientifiques sont dans une logique « les nanoparticules sont risquées mais... », ce qui revient à les considérer à la fois comme un risque et comme une opportunité. Dans notre étude, plusieurs

participants(es) ont d'ailleurs relevé le fait que l'on peut percevoir à la fois des risques et des bénéfices des nanoparticules. Ainsi, au vu de ce que disent les répondants(es), réunir la perception des risques et celle des bénéfices sur un même continuum pourrait alors lisser de nombreuses réponses et cacher la complexité des attitudes à l'égard de cet objet. Au vu du tracé d'effondrement du coude de Cattell et des retours que nous avons reçus, il semble plus pertinent de conserver deux facteurs distincts en laissant la possibilité de considérer les nanoparticules à la fois comme un risque et comme un avantage. Ce choix trouve un soutien dans les conclusions de Taylor-Gooby & Zinn (2005), dans lesquelles la population considère que l'industrie moderne produit du « Bon » (niveau de vie plus élevé et sécurité accrue) mais aussi du « Mauvais » (pollution, radiation, changement climatique, chômage) (vu dans Hermand & Chauvin, 2008). À ce jour, la dimension polarisée risque/bénéfice a dominé le cadrage de la recherche mais quelques autrices et auteurs et comme Ho et al. (2010) appréhendent ces perceptions indépendamment l'une de l'autre. Cadet (2001) considère qu'il est nécessaire de revenir à la définition même du terme « risque ». Selon l'auteur, le risque est subjectif par nature et dépendant de l'objet auquel il se rapporte. La dimensionnalité du risque est ainsi soumise aux variabilités des informations disponibles, du contexte et des conséquences.

Concernant les dimensions de confiance, l'analyse factorielle à 5 facteurs réunit les items de confiance envers les politiques et médias avec la confiance en l'industrie. Dans cette disposition, les items relatifs à l'industrie factorisent sous deux facteurs à la fois (e.g., Conf13) ou bien ont un indice de corrélation plus faible (Conf3 : .388 ; Conf8 : .426) que les items relatifs aux politiques et aux médias indices de corrélation compris entre .630 et .808. L'analyse en 7 facteurs quant à elle distingue les instances de confiance à propos des nanoparticules en trois facteurs : la confiance envers l'industrie, la confiance à l'égard des politiques et médias et celle envers les scientifiques. Jusqu'à présent, la littérature ne semble pas relier ces différentes instances. Néanmoins, les indices de corrélation des facteurs étant satisfaisants (indices compris entre .696 et .833), ils soulignent l'intérêt de considérer trois instances de confiance différentes. Les items de connaissances ne ressortent pas dans l'analyse factorielle considérant 5 facteurs. En revanche, lorsque l'on considère 7 facteurs, 6 items de connaissances se regroupent sous un même facteur. Les items de comportements quant à eux, se regroupent sous un même facteur que l'on considère 5 ou 7 facteurs. En conclusion, le modèle en 7 facteurs semble être nettement plus cohérent et laisse apparaître de nombreuses spécificités de l'attitude envers les nanoparticules.

3.3 Évaluation et compréhension des composantes de l'attitude à propos des nanoparticules

Notre second objectif était de rendre compte de l'attitude de l'échantillon à l'égard des nanoparticules. Dans cette seconde étude, le calcul des moyennes de chacune des composantes informe sur l'attitude générale de l'échantillon. Nous avons d'ailleurs pu voir que la part de hasard est réduite puisque la moyenne observée pour chacune des composantes diffère significativement de sa moyenne théorique et que les tailles d'effets sont importantes. De plus, ces différences de moyennes situent l'échantillon par rapport à la moyenne théorique.

3.3.1 Perception des risques et des bénéfices à propos des nanoparticules

Nos résultats soulignent que 91% des participants(es) ont une perception risquée des nanomatériaux dont 37,5% qui ont une vision polarisée vers des risques très importants. À l'inverse, moins de 9% des personnes ont une perception peu risquée des nanoparticules. Ces données vont dans le sens d'une polarisation de la perception orientée vers des risques importants. Rappelons qu'en 2010, seulement 20% des Françaises et Français percevaient un risque élevé vis-à-vis des nanoparticules, qu'ils(elles) étaient 26% en 2014 et 37 % en 2017 (IRSN, 2019). Ce constat est cohérent avec le fait que plus de 72% de l'échantillon perçoivent les nanoparticules comme n'étant pas ou peu bénéfiques, qu'un peu plus d'un tiers seulement des participants(es) les considèrent comme bénéfiques et que presque personne ne les considère comme très bénéfiques.

3.3.2 Confiance à propos des nanoparticules

Plus de 80% des personnes de l'échantillon ont confiance aux scientifiques alors que moins de 20% d'entre eux et elles ne leur font pas confiance. Il apparaît donc que dans l'échantillon, une grande partie des personnes a confiance aux scientifiques vis-à-vis des nanomatériaux. À l'inverse, les répondants(es) rapportent ne pas faire confiance en l'industrie ainsi qu'aux politiques et médias par rapport aux nanoparticules. En effet, on obtient respectivement 88% et 96% des personnes qui ne leur font pas confiance alors que près de 12% et 29% indiquent leur faire assez ou totalement confiance. Ces résultats corroborent d'anciens travaux dans lesquels 60% des sujets rapportent avoir peu confiance en l'industrie pour réduire les risques liés aux nanotechnologies, alors que moins de 5% leur attribuent beaucoup de confiance (Cobb & Macoubrie, 2004). À cette information s'ajoute que 38% des Françaises et Français n'ont pas confiance aux actions des pouvoirs publics pour protéger la population (IRSN, 2019). Aussi, l'analyse des caractéristiques de l'échantillon par échelle d'attitude des instances de confiance présente des similitudes entre les réponses obtenues à l'égard de l'industrie et des politiques et médias. L'échantillon relate n'avoir en moyenne *Pas du tout confiance* envers ces

différentes instances et les deux graphiques se découpent plutôt similairement. Or, des différences subtiles se retrouvent entre la confiance en l'industrie et celle envers les politiques et médias. En effet, une petite partie de l'échantillon (3,7%) répond avoir totalement confiance en l'industrie alors qu'aucun(e) participants(es) n'a déclaré avoir totalement confiance aux politiques et médias. On retrouve aussi un effectif plus important de personnes n'ayant *Pas du tout confiance* aux politiques et médias (71,1%) en comparaison à la confiance en l'industrie (59,3%). Nous pourrions ainsi en conclure que l'échantillon semble avoir moins confiance aux politiques et aux médias qu'en l'industrie.

3.3.3 Comportement à propos des nanoparticules

Concernant les comportements, 65% des personnes rapportaient ne pas avoir ou avoir très peu de comportements en rapport avec les nanoparticules, alors que seulement 35% pensaient en avoir. Aucune étude ne traite directement des comportements envers les nanomatériaux, il n'est donc pas possible de comparer nos données avec des travaux antérieurs. Toutefois, sachant que la liste des produits de consommation courante dans lesquels les nanomatériaux sont insérés concerne tous les domaines (médicale, cosmétique, alimentaire, automobile...), il apparaît certain qu'une grande partie des personnes n'a pas conscience d'y être exposée quotidiennement.

3.3.4 Connaissances à propos des nanoparticules

D'autres éléments importants peuvent être soulignés concernant la dimension des connaissances. Alors qu'en 2010, plus de la moitié des Européennes et des Européens ne savaient pas à quoi correspond le terme nano et que 46% des Françaises et des Français n'en avaient jamais entendu parler (Commission européenne, 2010), plus de 70 % des répondants(es) de l'échantillon de notre étude présentaient des connaissances importantes envers les nanoparticules alors que seulement 29% des répondants(es) semblaient en avoir peu. Les pourcentages moyens de bonnes réponses pour chaque item de connaissances laissent paraître que les connaissances de base de l'échelle nanométrique étaient moyennement acquises puisqu'à peine plus de 50% de l'échantillon de notre étude savaient qu'un nanomètre n'est pas 1 million de fois plus petit qu'un mètre. Bien qu'il semble y avoir une amélioration, ce résultat va dans le sens des travaux de Lin et al. (2013) dans lesquels près de 70% des Taïwanais et des Taïwanaises n'ont aucune connaissance liée aux concepts de base de l'échelle nanométrique. De plus, dans notre étude, moins de 30% des participants(es) savaient que les nanoparticules permettent de créer des produits plus solides et qu'elles peuvent être plus longues qu'une cellule humaine. Ces informations concernent des connaissances de base des applications et des propriétés des nanoparticules ce qui souligne un manque de connaissances sur ces aspects. Ce constat

va dans le sens de plusieurs autrices et auteurs qui indiquent que les individus sont peu informés quant aux applications et aux propriétés des nanoparticules (Cobb & Macoubrie, 2004 ; Ghanei et al., 2021 ; Kahan et al., 2009 ; Lin et al., 2013 ; ; Macoubrie, 2005 ; Murcia, 2013). En revanche, entre 60 et 78% des participants(es) de notre étude avaient de bonnes connaissances sur le comportement des nanoparticules dans le corps. Ils(elles) savaient que les nanoparticules peuvent être absorbées dans le sang et par les intestins, qu'elles se lient à des cellules ciblées dans le corps ou qu'elles se déplacent dans le corps pour aller directement vers leur cible. Ces résultats montrent que les connaissances sur les applications et les propriétés des nanoparticules dans certains domaines pourraient avoir évoluées puisqu'entre 2004 et 2013, les individus étaient peu informés sur ces sujets (Cobb & Macoubrie, 2004 ; Kahan et al., 2009 ; Lin et al., 2013 ; Macoubrie, 2005 ; Murcia, 2013). Brondi et al. (2021) indiquent que les nanomatériaux servant au domaine biomédical sont aujourd'hui très bien acceptés, ce qui va dans le sens des études montrant que le niveau de connaissances est en corrélation positive avec la perception (Kahan et al., 2009 ; Satterfield et al., 2009). De plus, les médias étant la source d'influence principale d'informations sur les nanomatériaux, il se pourrait que le secteur biomédical soit un sujet fréquemment abordé dans les journaux, à la télévision, à la radio et sur Internet. Globalement, nos résultats traduiraient une évolution du niveau de connaissances par rapport aux différents travaux effectués avant 2015 (Cobb & Macoubrie, 2004 ; Kahan et al., 2009 ; Lin et al., 2013 ; Murcia, 2013 ; Macoubrie, 2005).

En résumé, nos résultats indiquent que la population a une perception polarisée vers des risques importants et vers peu de bénéfices des nanoparticules. Cette information ne correspond pas aux conclusions de nombreux travaux qui indiquent que la quantité d'informations diminue à mesure que la perception des risques augmente (Retzbach et al., 2011 ; Satterfield et al., 2009). Il est à noter que les travaux en question observe une perception polarisée entre les risques et les bénéfices. À l'inverse, notre étude prend en compte une perception plus ou moins bénéfique et une perception plus ou moins risquée. En considérant la spécificité de l'objet « nanoparticules » nous pouvons penser qu'une personne peut à la fois percevoir des risques et des bénéfices. On retrouve une confiance plutôt élevée envers les scientifiques alors qu'elle apparaît très faible envers l'industrie, les politiques et les médias. L'échantillon rapportait avoir quelques comportements liés aux nanoparticules et semble avoir quelques connaissances en la matière. La validation du modèle en 7 facteurs plaide en faveur de l'idée d'une structure spécifique à propos des nanoparticules.

3.4 Limites de l'étude

Bien que ce questionnaire apporte de nombreuses informations, quelques limites sont à préciser. Pour commencer, les choix de catégorisations qui ont été faits lors du calcul des scores de chacune des composantes, posent question quant au découpage des intervalles choisis. Par exemple pour le score de connaissances, l'intervalle allant de 0 à 0.99 correspond à *Pas ou Très peu de connaissances* et l'intervalle allant de 1 à 1.99 correspond à *Peu de connaissances*. Nous pourrions nous demander à partir de quel score il serait pertinent de considérer qu'un sujet a peu de connaissances. Ou encore, quel niveau d'analyse nous permettrait d'entrer dans le détail des scores obtenus, sans trop entrer dans la spécificité des individus. Ces interrogations soulignent une limite essentielle à l'évaluation effectuée par test en psychologie. Vivicorsi & Baumard (2017) précisent que quantifier n'est pas mesurer. Considérer les tests comme des outils de mesure génère des analyses parfois vides de sens. Il ne s'agit pas simplement de classer les individus dans un cadre prédéfini. Le niveau d'analyse que nous avons choisi permet de diviser l'échantillon en quatre catégories afin d'obtenir des indices pertinents et de faire ressortir des tendances les plus étayées possibles.

La limite suivante concerne l'appellation de l'objet de cette étude. En effet, il nous semble essentiel de rappeler que la désignation *nanoparticules* ne saisit pas la diversité des matières à l'échelle nanométrique et de leurs applications. L'attitude envers le dioxyde de titane à l'échelle nanoparticulaire ne serait pas forcément similaire à celle envers la silice. Nous avons fait ce choix afin d'adapter le questionnaire aux personnes profanes sur le sujet, ce qui pourrait biaiser les données des personnes plus expertes. Bertoldo et al. soulevaient déjà cette problématique en 2015 en précisant qu'il est possible que leurs résultats reflètent les jugements de la population envers différents nanomatériaux. Dès lors que la population aura de meilleures connaissances à propos des nanomatériaux, il serait intéressant de diversifier les termes afin d'entrer dans le détail de l'attitude envers les différents nanomatériaux.

Une autre limite concerne la stratégie d'échantillonnage utilisée dans l'étude qui est intrinsèquement liée à l'autosélection de participants(es). Les données représentent l'attitude de personnes ayant choisi de répondre à cette thématique. Il convient d'ailleurs de garder à l'esprit que, sur les 1857 participants(es) ayant répondu au questionnaire, 50.8% n'ont pas terminé de remplir les items. De plus, sur l'ensemble des personnes ayant terminé la passation, 79.1% ont suivi un cursus dans l'enseignement supérieur. Il est ainsi possible que les données rendent compte de l'attitude de personnes ayant un niveau d'instruction élevé et étant déjà intéressées par ce sujet. Il serait pertinent

d'ajouter des items permettant de savoir si les personnes sont intéressées par les nanoparticules ou la science afin de connaître l'importance de ce biais.

La dernière limite que nous souhaitons relever concerne la construction de l'outil de notre étude et plus particulièrement la formulation des items de comportements. En effet, ces items pourraient ne pas rendre compte de l'intention d'agir mais directement des comportements vis-à-vis des nanoparticules. Nous aurions pu ajouter « *dans les temps à venir pensez-vous...* » aux items Comp4, Comp5, Comp6, Comp7, Comp8 de manière à obtenir des items de type « *Dans les temps à venir, je pense utiliser des cosmétiques contenant des nanoparticules.* »

Le temps de passation était une limite importante de l'étude 1 susceptible d'engendrer de nombreux abandons. Les améliorations proposées dans l'étude 2 ont permis de diminuer les abandons de plus de 14%. Cette diminution s'explique notamment du fait de la diminution du nombre d'items, de leur amélioration et de leur simplification. Si le temps médian⁵⁷ de passation de la première étude était de 18,18 minutes (min = 8.73 minutes ; max = 102 430 333 minutes), dans la seconde étude, il n'est plus que de 13,24 minutes (min = 5.23 minutes ; max = 892 4167 minutes). De plus, le pourcentage de participations retenues (cf. Figures 15 et 17) a augmenté de 11.8% bien que les critères d'exclusions aient été durcis dans l'étude 2. En effet, dans cette deuxième étude, les répondants(es) (1.3%) ne vivant pas actuellement en France et n'ayant pas le français comme langue maternelle n'ont pas été retenus(es) pour les analyses statistiques. Bien qu'elle soit amplement améliorée, nous proposons de maintenir une vigilance particulière sur la durée des passations en raison de la complexité de l'objet. Nous rappelons que plus un questionnaire est long et concerne un objet complexe, plus le taux d'abandon risque d'être élevé en raison d'une demande de concentration trop importante (Bouletreau et al., 1999 ; Dussaix, 2009).

3.5 Apports de l'étude

Nos résultats viennent éclairer la question de l'évolution du niveau de connaissances et celui de la perception. Il semblerait que la population ait un meilleur niveau de connaissances que celui observé dans les études précédentes (cf. p.42) (ou bien qu'un outil adapté permette de faire ressortir des connaissances) et une perception orientée vers les risques. Si l'on se rapporte au modèle de la force de l'attitude (cf. p.39), cette évolution pourrait traduire une force de l'attitude plus importante. Cette

⁵⁷ Au vu des quelques données extrêmes, la médiane est préférée. En effet, les répondants(es) avaient la possibilité d'arrêter la passation et de la reprendre plus tard.

évolution se traduirait⁵⁸ par *l'extrémité* (une attitude est extrême quand elle se polarise significativement sur une échelle d'évaluation) et la *quantité d'informations disponibles*. Rappelons que la force de l'attitude traduit la qualité de la relation entre l'attitude et le comportement. La polarisation de l'affect et l'augmentation du niveau de connaissances pourraient alors impacter la relation entre le comportement et l'attitude. Une grande majorité des personnes rapportent d'ailleurs ne pas avoir de comportements en rapport avec les nanoparticules. Bien que ce résultat aille dans le sens de cette hypothèse, il est à considérer avec précaution puisque les connaissances pourraient ne pas concerner les produits contenant des nanoparticules ni les endroits dans lesquels les individus se trouvent exposés aux nanoparticules. Pourtant, les items concernent tous les lieux d'exposition et les applications courantes (e.g., *Je pense être exposé(e) à des nanoparticules dans mon travail ou je pense utiliser des cosmétiques contenant des nanoparticules*).

La mesure de l'attitude reste difficile lorsqu'on veut l'appréhender de manière précise et particulièrement lorsqu'elle concerne un objet émergent. Sa structure ne pouvant pas être systématiquement prédite en amont, la théorie à laquelle se rattacher ne peut que servir d'appui et non de modèle. À titre d'exemple, les travaux de Aikman et al. (2006) identifient 5 facteurs d'attitude alimentaire (l'affect positif, l'affect négatif, les qualités cognitives abstraites, les qualités sensorielles générales et les qualités sensorielles spécifiques) afin de rendre compte de toute la spécificité de l'attitude. La seule prise en compte de l'affect positif ou négatif ou bien d'une attitude tridimensionnelle ne rendrait évidemment pas compte de cette spécificité. Ainsi, la construction des échelles de l'étude 2 renseigne sur un modèle théorique de l'attitude adapté à la spécificité et à la complexité des nanoparticules. Un concept en un, deux ou trois facteurs ne rendrait pas compte de cette spécificité, alors qu'une prise en compte de sept facteurs permet d'appréhender toutes les particularités nécessaires.

Ce constat est particulièrement pertinent dans la compréhension de la perception des risques et de celle des bénéfices, fréquemment considérées comme la polarisation d'un seul facteur. Pourtant, comme nous avons pu le souligner précédemment, réunir ces deux perceptions sur un même continuum pourrait lisser les réponses et cacher la complexité des attitudes à l'égard de cet objet, alors que, la

⁵⁸ Il aurait été intéressant d'évaluer l'ensemble des variables dépendantes impactant la force de l'attitude mais cette évaluation aurait augmenté la durée de passation.

structure de notre outil nous permet de concevoir les nanoparticules comme un objet dont l'individu peut percevoir les dangers mais aussi les aspects avantageux.

Au vu de l'ensemble des conclusions énoncées, le questionnaire que nous avons élaboré reste donc un outil de recueil d'informations adapté pour ce type d'objectif. Bouletreau et al. (1999) précisent qu'il s'agirait du moyen le plus adapté pour rendre compte de l'exposition, des connaissances, de la perception, du comportement ou de l'opinion à un produit. Néanmoins, pour appréhender les connaissances à propos d'un objet, cela nécessite qu'elles soient accessibles, ce qui semble difficile pour les connaissances nouvelles liées à un objet complexe tel que les nanoparticules. Pour mieux répondre à cet objectif, comme indiqué précédemment dans la présentation du matériel de l'étude 2 (cf. p.82), nous avons accompagné le questionnaire d'un réseau d'associations afin de compléter les données en accédant plus facilement aux connaissances des individus interrogés.

ÉTUDE 3. Comparaison des corpus liés au mot nanoparticules produits de mars 2019 à avril 2022

La troisième étude, qui a pour objectif d'étudier le champ représentationnel reprend les données des réseaux d'associations simplifiés recueillis respectivement en 2019, 2020, 2021 et 2022. Les analyses seront systématiquement présentées selon les quatre années (corpus des 4 années) ainsi qu'année par année (chaque sous-corpus) afin de comparer l'évolution sémantique au cours du temps.

1. Méthode

1.1 Participants(es)

Au total, 3486 répondants(es) ont participé à cette étude depuis 2019. Il s'agissait de personnes différentes pour chaque recueil de données. Pour chacun des recueils, celles et ceux ayant abandonné l'étude en cours de passation⁵⁹, dont la langue maternelle n'était pas le français et ne vivant pas en France au moment de l'étude n'ont pas été retenus(es) pour les analyses statistiques.

Tableau 18

Description des participations et des exclusions

	2019	2020	2021	2022	Total
Effectifs initiaux	1407	855	557	667	3486
Items sociobiographiques non remplis (abandon)	-521	-479	-173	-244 ⁶⁰	-1417
Langue maternelle non française + Ne vit pas en France	0	-13	-13	-16	-42
Effectifs finaux	886	363	371	407	2027

Le Tableau 18 présente le détail des participations initiales et finales ainsi que les exclusions. Le taux d'exclusions est stable entre 2019, 2020, 2021 et 2022 puisqu'on retrouve respectivement 37%, 56.02%, 31.06% et 36.58% de participations supprimées en raison d'abandons en cours de passation. Au total, 2027 participations sont retenues pour les analyses statistiques. Le Tableau 19 ci-après, présente pour chacun des quatre recueils de données les caractéristiques de l'échantillon selon l'âge, le genre, le niveau d'étude, la situation professionnelle et le secteur d'activité.

⁵⁹ Lorsque les items sociobiographiques placés en fin de passation ne sont pas remplis, la participation est considérée comme n'étant pas terminée.

⁶⁰ Dont deux personnes supprimées en raison de leur âge inférieur à 18 ans.

Tableau 19

Descriptif des caractéristiques des participants(es) selon l'année de l'étude

		2019	2020	2021	2022
N		886	363	371	407
Age	Moyenne	35.63	31.9	35.13	40.43
	Écart type	14.14	12.82	13.93	15.37
Genre	Hommes	36%	25.1 %	30.8 %	34.6%
	Femmes	63.1 %	74.9 %	68.6 %	62.1%
	Autres	0.9 %	0 %	0.5 %	2.95 %
Niveau d'étude	Sans diplôme	1.1 %	1.7%	1.9 %	1.7 %
	CAP / BEP et autres diplômes techniques	7.3 %	5.2%	5.9 %	9.4 %
	Bac	13.2 %	10.2 %	12.7 %	15.1 %
	Bac +1	7 %	10.5 %	4.3 %	3.7 %
	Bac +2	19.8 %	16 %	15.4 %	15.3 %
	Bac +3	19 %	19.6 %	25.1 %	15.3 %
	Bac +4	10.2 %	11 %	10.3 %	14.6 %
	Bac +5 et +	21.8 %	25.9 %	22.7 %	23.5 %
	Autres	0.7 %	0 %	1.6 %	1.2 %
Situations professionnelles	Salarié(e) ou fonctionnaire	47.4 %	33.7 %	43.4 %	41.7 %
	Travailleur(se) indépendant(e)	10.2 %	8.3 %	13.3 %	12.6 %
	Ouvrier(ère)	0.8 %	1.1 %	1.4 %	0 %
	Sans emploi/en recherche d'emploi	7.8 %	9.9 %	7 %	9.6 %
	Étudiant(e)	28.1 %	43.8 %	30.4 %	21 %
	Retraité(e)	5.5 %	2.5 %	4.1 %	12.8 %
	Autres	0.2 %	0.6 %	0.5 %	2.2 %

La quantité des effectifs finaux est représentative des études déjà effectuées sur le sujet (cf. Tableau 2). En effet les travaux publiés recensent entre 30 et 1862 participations (médiane = 587). Comme fréquemment observé en psychologie, la proportion de participations de femmes était nettement supérieure à celle des hommes. Concernant le niveau d'études et la situation professionnelle, on observe des pourcentages relativement similaires entre les années (+ ou – 10% pour les plus grandes différences) à l'exception de la quantité d'étudiantes et d'étudiants qui variait de 43.8% en 2020 à 21% en 2022.

1.2 Matériel

L'outil comprenait en première page un consentement libre et éclairé, accompagné d'un descriptif global des objectifs de l'étude. Un code d'anonymat composé des quatre derniers chiffres du numéro de téléphone, suivi des initiales de leur nom et de leur prénom était demandé. Il était précisé que ce code servirait seulement à retrouver une participation sur demande des participants(es).

La partie suivante contenait une tâche d'associations simplifiée de mots reliés au terme *nanoparticules*. Les participants(es) devaient dans un premier temps noter dans les cases jusqu'à 10 mots (ou expressions) auxquels le terme « nanoparticules » leur faisait penser.

1.3 Procédure

L'outil a été proposé et rempli volontairement sur Internet à partir du logiciel *Qualtrics*. Les passations ont été effectuées aux printemps 2019, 2020, 2021 et 2022.

2 Résultats

Des analyses mixtes ont été effectuées *via IraMuTeQ* (Ratinaud, 2014)⁶¹ et SPSS. Au départ, 1993 formes de mots et 1226 hapax⁶² ont été trouvés. Après lemmatisation⁶³ et suppression des adjectifs démonstratifs (ces, cet...), interrogatifs (quel(les)...) et possessifs (ma, notre...), des articles définis (au, la...) et indéfinis (de, une...), des pronoms démonstratifs (ce, cela...), possessifs (mien, tienne...), relatifs (dont, que...) et des conjonctions (et, or...) nous disposons d'un corpus de 11094 occurrences de mots⁶⁴, 2953 formes de mots et 1840 hapax, présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 20

Description des quatre corpus après lemmatisation

	2019	2020	2021	2022	Total
Occurrences	4903	1961	1951	2279	11094
Nombre de formes	963	535	632	823	2953
Happax	547	330	402	561	184

⁶¹ Le logiciel *IRaMuTeQ* permet de réaliser de nombreuses analyses statistiques sur des corpus de grande taille et donne au chercheur(e) de la liberté et de l'objectivité dans son analyse.

⁶² Mot n'ayant eu qu'une seule occurrence.

⁶³ La lemmatisation consiste à donner à un mot une forme neutre afin d'harmoniser les occurrences de mots de même famille vers une entrée lexicale commune aussi appelée lemme. Par exemple, les termes « petit, petites et petits » seront tous notés sous le terme « petit ».

⁶⁴ Nombre total de mots contenus dans le corpus.

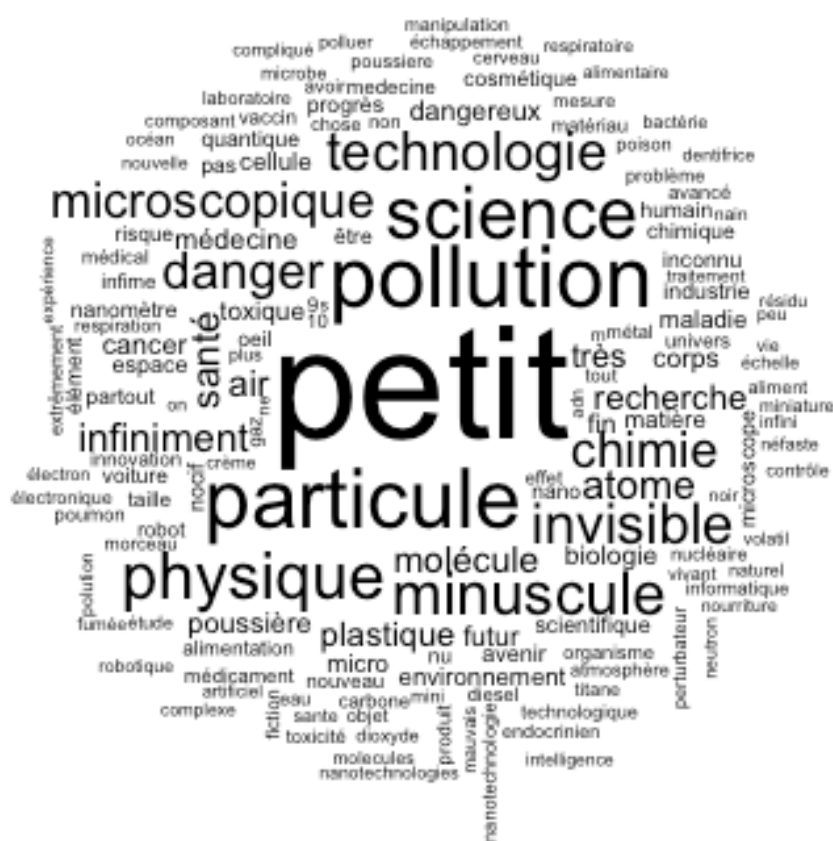
Les analyses quantitatives sont présentées en deux étapes. La première étape (1a et 1b) comprend l'analyse de fréquences des mots les plus retrouvés sur l'ensemble du corpus afin de donner un aperçu global et spécifique des quatre recueils de données. La deuxième étape présente le nombre moyen de mots retrouvés selon l'année, dans le but de connaître l'évolution de l'univers sémantique de l'échantillon à propos des nanoparticules. Ensuite, trois analyses qualitatives sont présentées. L'étape 3 comprend une analyse de similitudes relevant les relations sémantiques retrouvées (co-occurrences). Cette dernière ne nous informant pas suffisamment sur la structure des champs lexicaux, une classification de Reinert (étape 4) met en évidence des catégories lexicales distinctes. Pour finir (étape 5), une analyse factorielle des correspondances a été appliquée sur le corpus dans l'objectif de visualiser graphiquement les relations statistiques qui existaient entre les mots retrouvés en fonction des années.

2.1 Étape 1a : Description des mots recueillis sur l'ensemble du corpus

Dans cette première étape, une analyse de fréquences des formes est présentée afin de visualiser les mots les plus fréquents sur l'ensemble du corpus puis sur chacune des années.

Figure 26

Nuage de mots issu du corpus de 2019, 2020, 2021 et 2022



Note. La fréquence minimale est de 10

Les formes actives lemmatisées les plus rappelées étaient : *petit* (759 occurrences), *pollution* (381 occurrences) et *particule* (364 occurrences). Viennent ensuite les termes : *science* (314 occurrences), *physique* (269 occurrences), *minuscule* (241 occurrences), *invisible* (221 occurrences), *technologie* (210 occurrences), *danger* (193 occurrences), *chimie* (189 occurrences), *microscopique* (185 occurrences) et *atome* (135 occurrences).

2.2 Étape 1b : Description des mots recueillis sur les sous-corpus

Comme illustré dans le tableau ci-après, les fréquences de mots les plus souvent retrouvés sont présentées par sous-corpus.

Tableau 21

Fréquences de mots des sous-corpus (> à 15)

Mots recueillis	2019	2020	2021	2022	Total		2019	2020	2021	2022	Total
Petit	342	151	135	131	759	Microscope	20	11	7	0	38
Pollution	180	66	64	71	381	Progrès	18	8	3	8	37
Particule	163	68	66	67	364	Inconnu	16	2	6	13	37
Science	141	68	46	59	314	Cosmétique	14	4	10	7	35
Physique	133	62	42	32	269	Élément	19	6	3	6	34
Minuscule	116	41	46	38	241	Nano	19	8	4	3	34
Invisible	102	32	42	45	221	Humain	13	8	8	5	34
Technologie	90	30	36	54	210	Chimique	13	5	7	9	34
Chimie	94	33	37	25	189	Voiture	14	6	6	7	33
Danger	77	43	33	40	193	Œil	12	7	8	5	32
Microscopique	78	32	38	37	185	Nouveau	13	5	7	7	32
Atome	68	24	27	16	135	Risque	13	4	4	10	31
Santé	68	16	20	25	129	Médicament	17	4	4	5	30
Infiniment	53	28	22	26	129	Nu	11	5	8	6	30
Air	47	22	20	24	113	Taille	13	2	7	6	28
Molécule	52	13	27	19	111	Robot	8	4	9	7	28
Recherche	48	16	13	24	101	Partout	14	8	5	0	27
Plastique	27	19	18	32	96	Alimentation	15	4	6	1	26
Très	52	19	13	10	94	Infime	10	4	6	6	26
Poussière	30	10	13	16	69	Innovation	10	6	4	5	25
Médecine	23	14	11	20	68	Univers	12	6	5	2	25
Cancer	37	14	5	11	67	10 ⁻⁹	13	8	3	0	23
Dangereux	32	10	14	9	65	Gaz	9	0	6	7	22
Futur	29	16	10	10	65	Carbone	11	5	1	5	22

Mots recueillis	2019	2020	2021	2022	Total		2019	2020	2021	2022	Total
Corps	29	16	8	9	62	Produit	12	2	6	2	22
Biologie	25	15	10	10	60	Diesel	13	5	2	1	21
Fin	26	13	10	11	60	Organisme	10	3	4	3	20
Toxique	19	11	16	11	57	Poumon	9	4	3	4	20
Dans	22	11	15	8	56	Effet	13	1	2	3	19
Cellule	24	11	7	10	52	Électron	17	1	1	0	19
Micro	23	8	7	14	52	Nanotechno- logie	10	6	0	3	19
Environnement	24	8	9	10	51	Toxicité	11	1	4	3	19
Maladie	17	13	9	11	50	Pouvoir	7	4	6	0	17
Matière	26	8	6	7	47	Chose	5	5	5	2	17
Espace	14	12	8	8	42	Problème	11	1	3	2	17
Avenir	19	8	5	10	42	Morceau	5	5	5	1	16
Nocif	13	5	12	10	40	Non	13	0	3	0	16
Scientifique	20	6	5	9	40	Respiration	7	2	2	4	15
Industrie	22	7	5	5	39	Microbe	4	5	6	0	15

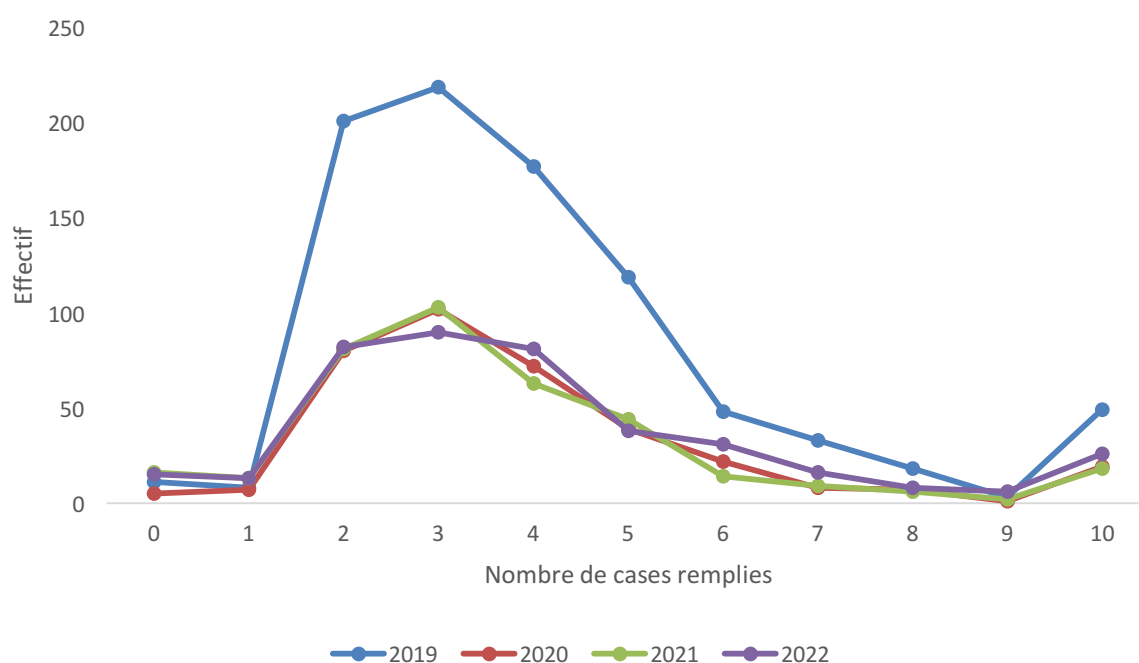
Les analyses de fréquences nous renseignent sur les connaissances les plus familières. La notion de petite taille était particulièrement répandue. En effet, les termes « *petit* » (fréquence = 759), « *minuscule* » (fréquence = 24), « *invisible* » (fréquence = 221) et « *microscopique* » (fréquence = 185) se retrouvaient fréquemment. Des notions liées aux applications des nanoparticules se retrouvaient à plusieurs reprises avec les termes « *science* » (fréquence = 314), « *physique* » (fréquence = 269) et « *chimie* » (fréquence = 189) et « *recherche* » (fréquence = 101). Nous avons retrouvé aussi des fréquences élevées de mots liés au danger avec les termes « *danger* » (fréquence = 193) « *dangereux* » (fréquence = 65) ou « *toxique* » (fréquence = 57).

2.3 Étape 2 : Observation du nombre moyen de cases⁶⁵ remplies en 2019, 2020, 2021 et 2022

Au total chaque année, les participants(es) ont respectivement rempli 3550, 1408, 1359 et 1637 cases⁶⁶. En moyenne, 3.93 cases ($SD = 2.19$) par participants(es) ont été complétées sur l'ensemble du corpus.

Figure 27

Effectif selon le nombre de cases remplies



Comme présenté dans la figure ci-dessus, une grande partie des personnes avait complété trois cases (respectivement 24.7%, 28.1%, 27.8% et 22.2%). On note également que très peu de personnes n'avaient donné aucun ou un seul mot (respectivement 1.2%, 1.4%, 4.3% et 3.7%) ou 7 mots et plus. En revanche, on note que l'effectif des participants(es) ayant rempli 10 cases était supérieur à 5% pour chacun des recueils.

⁶⁵ Les analyses du nombre moyen ont été effectuées *via SPSS*. Sur ce logiciel, aucune préparation lexicale (lemmatisation) n'est effectuée. Ainsi, lorsqu'une personne note dans la case 1 « Additifs utilisés en cosmétique et alimentaire », le logiciel considère qu'une seule case est remplie

⁶⁶ Le nombre de cases remplies correspond à la somme du nombre de cases remplies. Il s'agit d'une indication proportionnelle à la taille de l'effectif.

2.4 Étape 3 : Analyse de similitude

Une première analyse de similitudes informant des relations sémantiques a été effectuée sur l'ensemble du corpus puis une seconde analyse a été proposée en fonction de l'année de passation. Les schémas associés représentent la structure du corpus et celle des sous-corpus, ce qui fait ressortir visuellement les relations entre les mots. Pour ce faire, l'apparition simultanée de deux ou plusieurs mots dans chaque participation (indices de cooccurrences) est donnée pour quantifier la relation entre les termes. En ce sens, plus l'indice est élevé, plus la fréquence de co-occurrence des mots est importante. Aussi, la schématisation des liens est représentée par des couleurs (une couleur par communauté de mots⁶⁷), par la taille des mots (la taille est influencée par la fréquence, ainsi plus il y a de fréquence du mot, plus la taille de la police est grande) et celle des branches (l'épaisseur des branches est influencée par la co-occurrence, ainsi plus il y a de co-occurrences, plus la taille de la branche est épaisse).

⁶⁷ Une communauté de mots correspond à un ensemble de sommets plus fortement liés les uns avec les autres en comparaison avec les autres sommets de la figure.

Figure 28

Analyse de similitudes du corpus et indice de co-occurrences des 4 années, fréquence des mots supérieure à 20



Dans la Figure 28, l'arbre se compose d'un axe principal (jaune et vert) formé par les mots *particule* et *petit* (indice de co-occurrence = 51) auquel s'accrochent cinq branches dont les termes les plus fréquents sont : *atome* (vert clair), *pollution* (rose), *minuscules* (rouge), *invisible* (bleu foncé), *science* (bleu clair). La communauté de mots se positionnant autour du terme *particule* est : *microscopique, fin, plastique, technologique, partout, microscope, micro, nouveau, médicament, air, danger, matière, vaccin, 10, 9⁶⁸, environnement, corps, cellule, alimentation, matériau, univers, voiture, humain et cosmétique*. La communauté de mots gravitant autour du terme *petit* est : *toxique, très, matière, infiniment, nanomètre, inconnu, quantique, médical, taille, infime, espace, physique, industrie, futur, élément, carbone, nano, chimique, physique, biologie, progrès, être, chimie, cancer, nocif*.

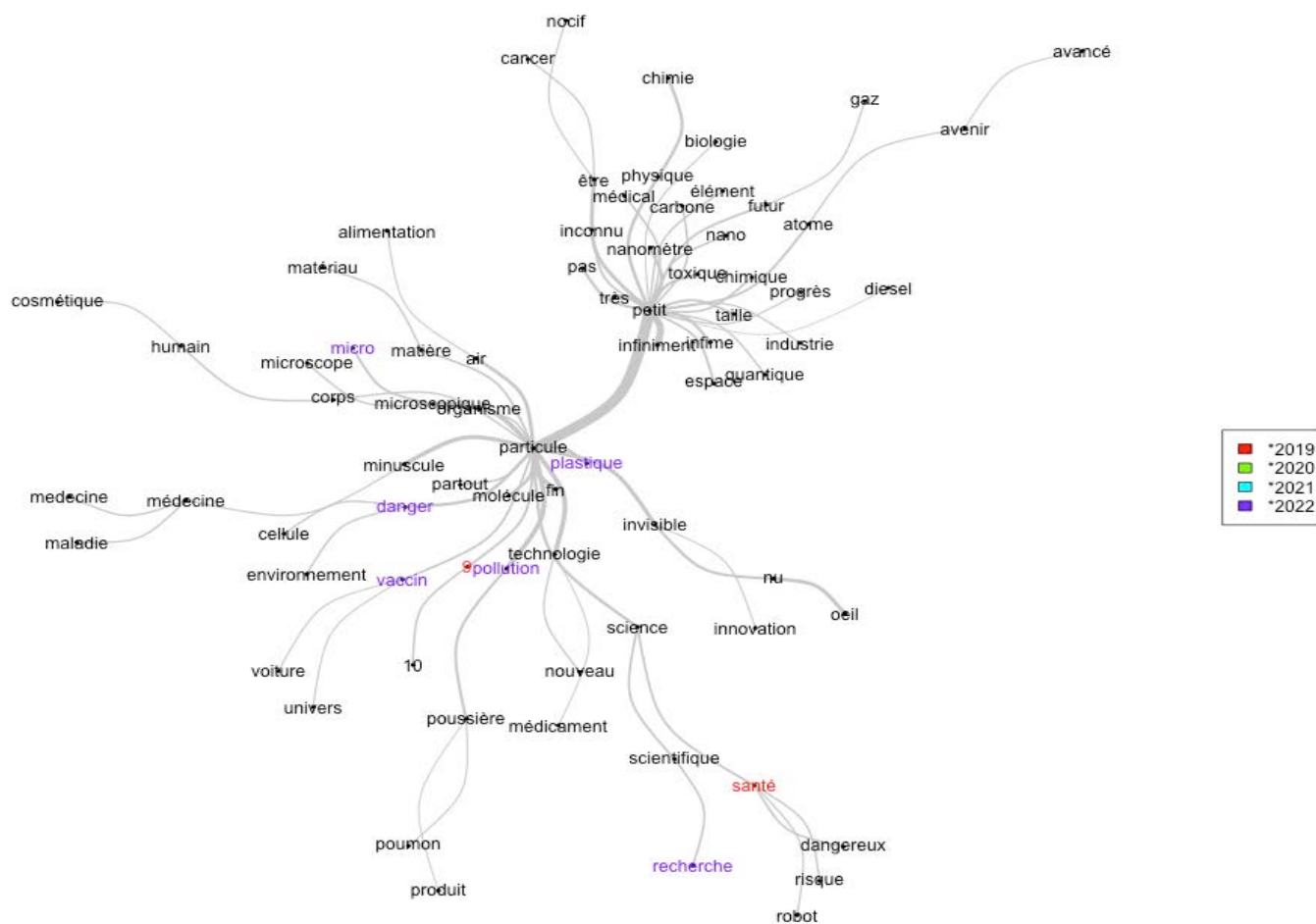
La première branche est nommée *atome* (vert clair) et se forme autour d'un monde lexical qui renvoie aux possibilités futures avec les termes *avenir* et *avancé*. La deuxième branche nommée *pollution* est composée des mots *poussières, poumon, produit* et traduit les risques pulmonaires des nanoparticules. La troisième branche *minuscule* (rouge) est composée des termes *médecine* et *maladie* traduit le lien avec le domaine médical. La quatrième branche nommée *invisible* (bleu foncé) est composée des termes *œil, nu, pas* concerne la petite taille de l'échelle nanométrique. La cinquième branche *science* est plus orientée vers les applications dangereuses des nanomatériaux avec les mots : *scientifique, santé, recherche, dangereux, risques, robot, chimie*.

Une analyse de similitudes selon l'année est effectuée afin de faire apparaître les mots retrouvés chaque année (mots en noir) et les mots qui apparaissaient plus sur une année en comparaison aux autres (mots en couleur).

⁶⁸ Les formes 10 et 9 correspondent à l'échelle nanométrique 10^{-9}

Figure 29

Analyse de similitudes selon l'année, fréquence supérieure à 20

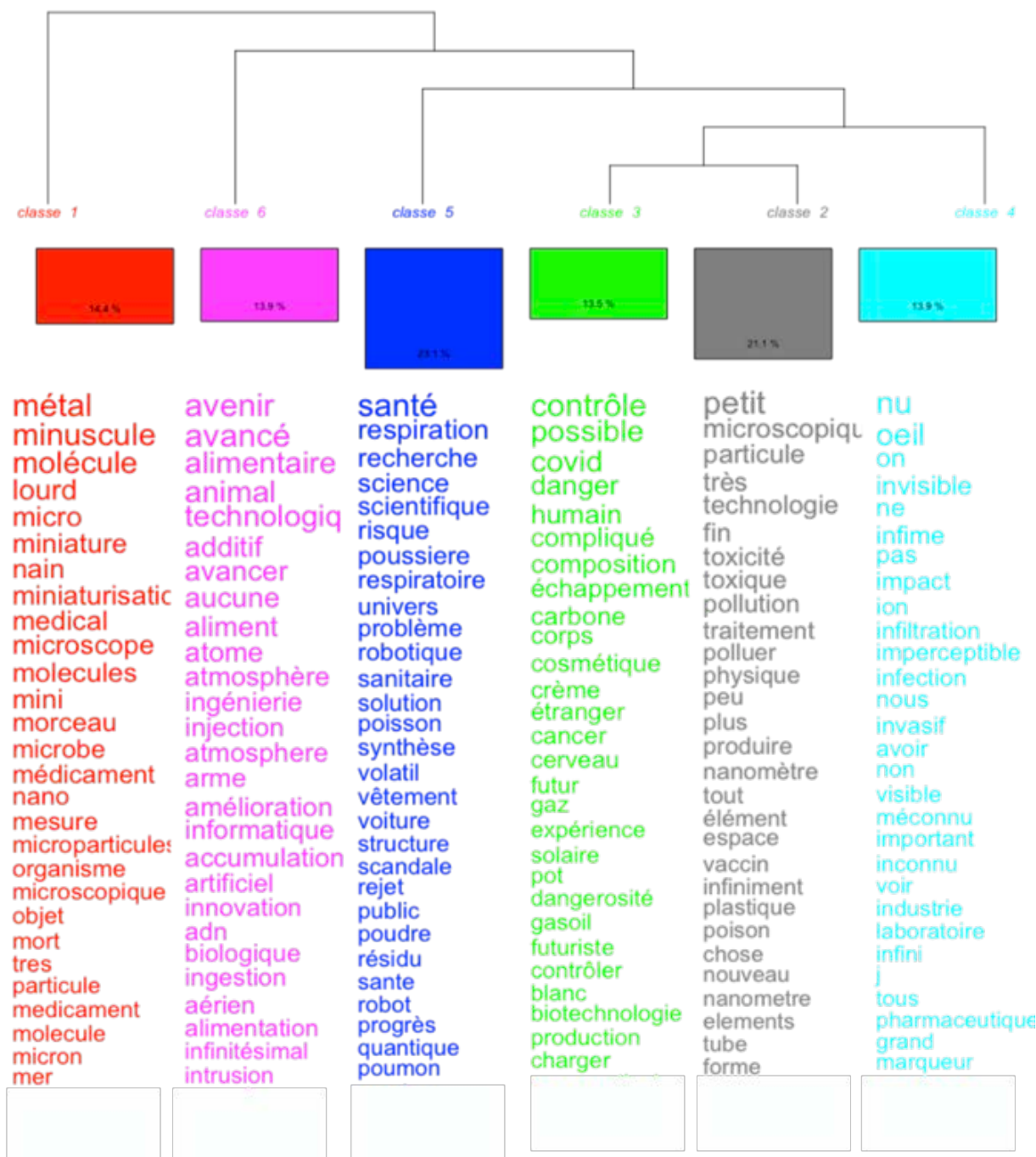


Les analyses de similitudes selon les fréquences de mots, année par année, révèlent plusieurs spécificités lexicales et particulièrement pour l'année 2022 (termes en violet). Comme présenté dans la Figure 29, en 2019, le terme *santé* est particulièrement lié aux nanoparticules. En 2022, le terme nanoparticules renvoie particulièrement au *plastique*, à la *pollution*, à la *recherche*, au *danger*, au *vaccin* et au *micro* en comparaison aux années précédentes. Le reste des mots donnés par les participants(es) est similaire pour les quatre années.

2.5 Étape 4a : Classification de Reinert

Figure 30

Dendrogramme des classes sur l'ensemble du corpus, fréquence de 3 minimum

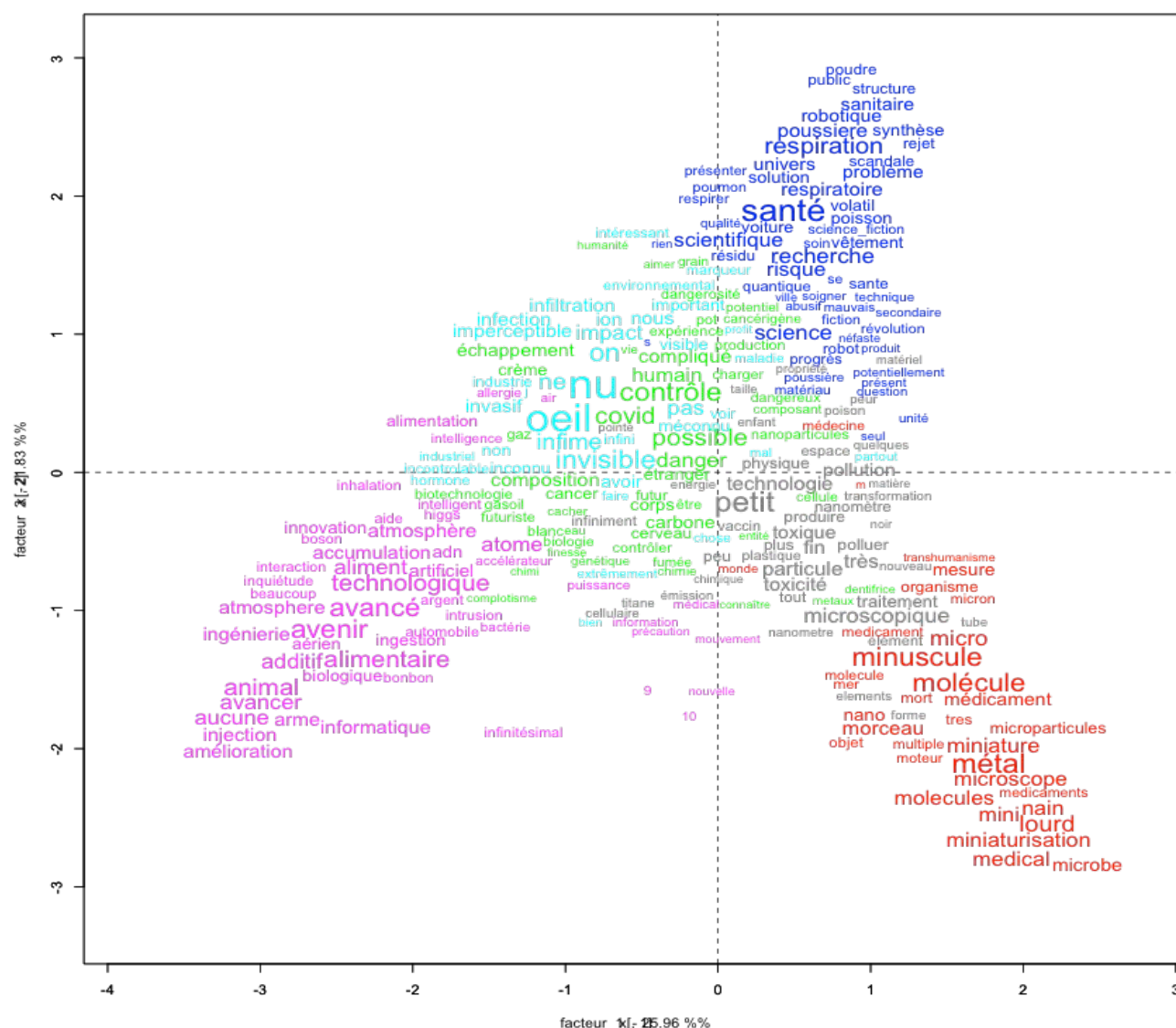


Note : Les pourcentages correspondent aux segments retrouvés dans chaque classe (e.g., La classe 5 regroupe 34 segments sur 156, soit 21.1% des segments classés).

Le dendrogramme ci-dessus fournit la liste des formes les plus associées pour chaque classe. Chaque mot trouvé est ainsi lié à une série d'autres mots nommée profil d'association. La longueur de ce profil nous informe sur la quantité de termes reliés. Les mots polysémiques⁶⁹ tels qu'*Application*, *Cancer* ou *Santé* sont interprétables à travers cette liste. Ainsi, le terme cancer, associé à la classe 4, doit être considéré dans l'ensemble de son profil d'association.

Au total sur les quatre années, 1993 formes ont été regroupées en six classes et en cinq niveaux. Nous pouvons observer qu'au premier niveau, une séparation se distingue entre la classe 1 et les autres. Avec des termes tels que *minuscule*, *miniature*, *nain* et *lourd*, la première branche formée par la classe 1 (rouge) renvoie aux **caractéristiques physiques des nanoparticules**. Les classes 2 (gris), 3 (vert), 4 (bleu clair), 5 (bleu foncé) et 6 (rose) de la deuxième branche concernent plutôt les applications et l'affect envers les nanoparticules. Au deuxième niveau, la classe 6 (rose), comprenant des mots tels que *avenir*, *avancée*, *ingénierie* et *amélioration*, forme une sous-catégorie nommée **Impact positif du génie scientifique lié aux nanoparticules**. Au troisième niveau, la classe 5 (bleu foncé) regroupe des mots liés aux **Risques sanitaires et environnementaux** comme *santé*, *problème*, *poisson* et *public*. On retrouve au quatrième niveau la classe 4 (bleu clair) regroupant des notions relatives aux **Risques associés à l'invisibilité des nanoparticules** (e.g *invisible*, *infime*, *impact*, *imperceptible*, *invasif*, *méconnu*, *inconnu*, *infection*...). Le dernier niveau regroupe les classes 2 (gris) et 3 (vert) qui concernent plus spécifiquement la notion de risques. Il n'est pas évident de différencier les classes à ce niveau de détail mais il semblerait que la classe 2 (gris) soit davantage orientée sur la **Toxicité de l'échelle nanométrique** (e.g *petit*, *toxicité*, *pollution*, *traitement*, *nanomètre*, *infiniment*, *poison* ...) alors que la classe 3 (vert) regroupe des mots liés aux **Croyances négatives à l'égard des nanoparticules** (e.g *contrôle*, *covid*, *danger*, *compliqué*, *étranger*, *cancer*, *expérience*, *futuriste*...).

⁶⁹ La polysémie correspond à la caractéristique d'un mot qui a plusieurs significations.



Le premier facteur (25.96% de la masse du corpus) sépare les classes 1 (rouge), 2 (gris) et 5 (bleu foncé) des autres classes. Ainsi, nous retrouvons les champs lexicaux des **Caractéristiques physiques des nanoparticules (rouge)**, de la **Toxicité de l'échelle nanométrique** (gris) et des **Risques sanitaires et environnementaux** (bleu foncé) séparément des **Croyances négatives à l'égard des nanoparticules** (vert), des **Risques associés à l'invisibilité des nanoparticules** (bleu clair) et de **l'Impact positif du génie scientifique lié aux nanoparticules** (rose).

Le deuxième facteur (21.83%) montre que les **Risques sanitaires et environnementaux** (bleu foncé) et les **Risques associés à l'invisibilité des nanoparticules** (bleu clair) sont nettement distingués des **Caractéristiques physiques des nanoparticules (rouge)** et de **l'Impact positif du génie scientifique lié aux nanoparticules** (rose). Les classes 2 (**Toxicité de l'échelle nanométrique** en gris) et 4 (**Croyances négatives à l'égard des nanoparticules** en vert) quant à elles, apparaissent plutôt au centre.

Comme représenté par la Figure 31, les classes des **Risques sanitaires et environnementaux** (bleu foncé) et des **Risques associés à l'invisibilité des nanoparticules** (bleu clair), sont présentées distinctement mais proches l'une de l'autre. Ce qui s'explique par le fait qu'elles traitent toutes les deux de la notion du risque. Les formes liées aux **Risques sanitaires et environnementaux** (bleu foncé), aux **Caractéristiques physiques des nanoparticules (rouge)** et celles liées à **l'Impact positif du génie scientifique lié aux nanoparticules** (rose) sont clairement éloignées les unes des autres. Ces trois classes se positionnent en opposition, ce qui laisse apparaître une distinction forte entre elles. Cette interprétation semble pertinente puisque l'une traite des bénéfices (rose), l'autre des risques (bleu foncé) alors que la dernière représente des caractéristiques sans affect (rouge). Les formes liées aux **Risques associés à l'invisibilité des nanoparticules** (bleu clair) et aux **Croyances négatives à l'égard des nanoparticules** (vert) sont extrêmement proches les unes des autres. Elles se positionnent d'ailleurs légèrement en haut et au centre de la matrice, entre les risques (bleu foncé) et les bénéfices (rose). Ce positionnement indique que les deux classes relient les risques (bleu foncé) et les bénéfices (rose) comme des intermédiaires, tout en représentant un axe à part entière. La **Toxicité de l'échelle nanométrique** (gris) se positionne à proximité du centre et de la classe 1 (rouge). Cette proximité pourrait s'expliquer par le lien entre les caractéristiques physiques des nanoparticules (rouge) et l'échelle nanométrique (gris).

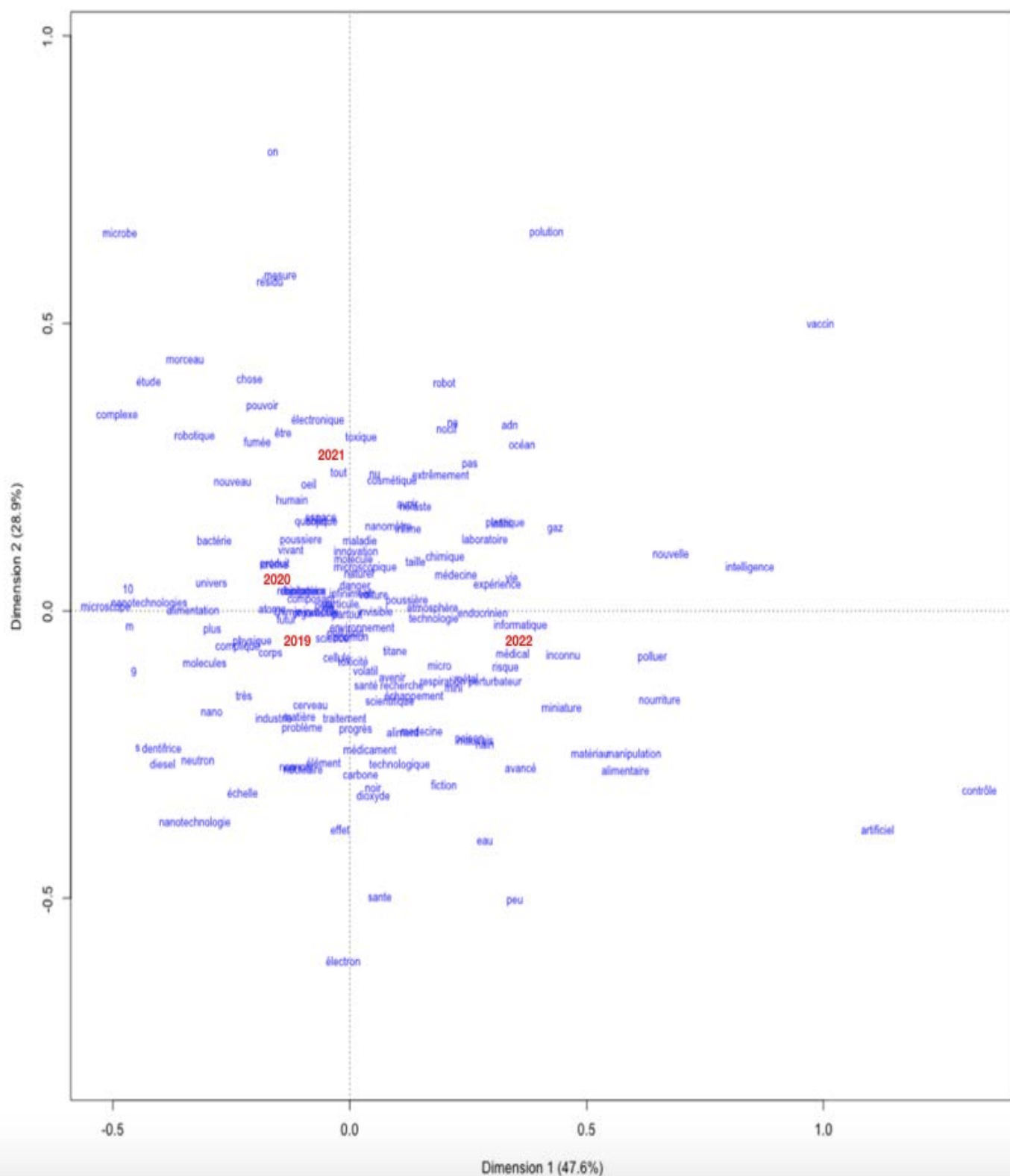
En résumé, la combinaison des deux facteurs fait apparaître quatre zones sur le graphique :

- La classe 1 (rouge) représentant les *caractéristiques physiques des nanoparticules* se positionne dans la partie en bas à droite.
- La classe 5 (bleu foncé) représente *les risques sanitaires et environnementaux* et se place en haut à droite.
- La classe 6 (rose), positionnée en bas à gauche est relative aux *Bénéfices des nanoparticules*.
- Les classes 2 (gris), 3 (vert) et 4 (bleu clair) représentent les *Risques de l'échelle nanométrique* dans la partie centrale haute.

Une nouvelle analyse factorielle des correspondances est appliquée sur l'ensemble du corpus afin d'identifier l'organisation des mots selon l'année. En effet, la représentation des formes (mots en bleu et années en rouge) sur l'ensemble des années renseigne davantage sur les différences retrouvées.

Figure 32

Analyse factorielle des correspondances du corpus selon l'année, fréquence de 10 minimum



Le premier facteur (47.6% de la masse du corpus) sépare nettement l'année 2022 des autres années, ce qui indique qu'un vocabulaire spécifique se dégage. En effet, on retrouve à droite de l'axe des formes liées à une **description assez concrète** de l'objet et notamment de **la taille des nanoparticules** (*miniature, mini, taille, micro*), aux **risques** (*polluer, perturbateur, endocrinien, poison, risque, inconnu*), aux **applications** (*informatique, médical, laboratoire, expérience, recherche, médecine, technologie, scientifique*), à l'**utilisation** (*nourriture, vaccin, alimentaire, gaz, métal, plastique, chimique, titane, intelligence, artificielle, alimentaire, matériau*) et **aux objets impactés ou dans lesquels on retrouve des nanoparticules accidentellement** (*ADN, océan, gaz, vie, eau, atmosphère*).

On retrouve à gauche de l'axe les années 2019, 2020 et 2021 comprenant des formes relatives à une **description plus abstraite des nanoparticules**. En effet, les formes retrouvées regroupent des mots liés à la description **abstraite** de l'objet et notamment **de sa taille** (*échelle, mesure*), aux **risques** (*complexe, compliqué, problème*), aux **applications** (*robotique, électronique, étude, physique, industrie*), à l'**utilisation abstraite** (*dentifrice, diesel, nucléaire, alimentation*) et **aux objets impactés ou dans lequel on en retrouve accidentellement** (*fumée, humain, bactérie, univers, poussière*). On retrouve aussi une **description de l'élément** (*résidu, morceau, chose, produit, nano, composant, élément, matière, nanotechnologie*). Ainsi, on note les mêmes thématiques sur les quatre années mais l'année 2022 se distingue par des connaissances plus détaillées et précises à propos des nanoparticules.

Le deuxième facteur (28.9%) sépare le graphique en deux parties. Les années 2019, 2020 et 2022 sont très proches de l'axe central alors que 2021 se situe nettement au-dessus de celui-ci. Elles partagent donc un vocabulaire général commun par rapport à 2021. Cette dernière se distingue des autres années avec des formes essentiellement liées aux **risques** (*toxique, néfaste, nocif, complexe, pollution*) et aux **applications** (*électronique, robotique, robot, cosmétique, étude*).

En conclusion, si un vocabulaire spécifique se retrouve en 2019 et en 2020 et que des catégories sémantiques se retrouvent sur l'ensemble du corpus (**l'échelle nanométrique**, les **applications** et les **risques et bénéfices**), l'analyse des correspondances par année révèle des spécificités lexicales en 2021 (avec des formes essentiellement liées aux risques et aux applications) et en 2022 (avec des connaissances approfondies).

3. Discussion de l'étude 3

Cette troisième étude avait pour objectif d'appréhender l'évolution des connaissances sémantiques liées aux nanoparticules. Les premiers résultats qui ressortent des analyses lexicométriques apportent des éléments nouveaux et ont permis de mieux visualiser la façon dont se structurent ces connaissances. Les analyses de fréquences nous renseignent sur les connaissances les plus familières. Comme souligné par plusieurs autrices et auteurs, la notion de petite taille est particulièrement répandue (Cobb & Macoubrie, 2004 ; Kahan et al., 2009 ; Lin et al., 2013 ; Macoubrie, 2005 ; Murcia, 2013). Les analyses de corpus mettent en avant des connaissances liées aux nanoparticules étendues et cohérentes. La taille de l'élément semble être la notion la plus connue du grand public. La connaissance de la population quant à l'échelle nanométrique est régulièrement rappelée dans la littérature (Cobb & Macoubrie, 2004 ; Kahan et al., 2009 ; Lin et al., 2013 ; Macoubrie, 2005 ; Murcia, 2013). Les autrices et auteurs ajoutent que les individus restent cependant peu informés quant aux autres principes. À peine 20% des répondantes et répondants(es) anglais(es) et japonais(es) peuvent définir les nano de manière simple mais à travers des informations erronées (Dowling et al., 2004 ; Fujita et al., 2006). En 2010, 54% des Européens et Européennes ne savent pas à quoi correspond l'appellation nano et 46% des Français et Françaises n'en ont jamais entendu parler (Commission européenne, 2010). Nos données indiquent que les personnes ont une connaissance plutôt juste et simple de la caractérisation de l'élément (atome, très, petit, nano, lourd, miniature, nanomètre, matière, microscopique, matière, poussière, cellules, invisible, ...), des objets dans lesquels elles sont insérées (voiture, diesel, vaccin, plastique, alimentation, ...) et des applications des nanoparticules (biologie, chimie, industrie, médecine, recherche...). Il apparaît aussi que les notions de dangers (toxique, poison, nocif, risque, dangereux...) sont associées tant au manque de connaissances, à l'invisibilité (inconnue, infime, imperceptible, méconnu, invisible, partout) qu'à la petite taille de l'échelle nanométrique (petit, toxicité, pollution...). Nos données indiquent que la science, la recherche, l'environnement et les scientifiques sont corrélés à la santé, aux risques et au danger. Des termes liés aux croyances négatives se retrouvent d'ailleurs dans l'ensemble du corpus (*contrôle, covid, danger, compliqué, étranger, cancer, expérience, futuriste...*). Il est à noter que les différents recueils de données (2019, 2020, 2021, 2022) se sont déroulés dans un contexte sanitaire et politique particulier en raison de la pandémie mondiale liée à la covid 19. Les éléments dégagés par les analyses selon l'année permettent de supposer qu'une perception d'autant plus risquée ressort en 2021 et plus spécifique en 2022. Cette spécificité lexicale peut s'expliquer par la situation sanitaire et médiatique rencontrée durant cette année-là. En effet, de nombreux débats politiques, scientifiques et médiatiques

ont débuté à partir de l'été 2021 (après le recueil de données 2021) en raison de l'obligation vaccinale contre la covid 19, du pass sanitaire, des *fake news* (par exemple liées à l'insertion de nanoparticules dans la composition des vaccins dans le but de contrôler la population). Seul un aspect positif et innovant ressort en lien avec l'ingénierie et l'informatique.

L'analyse que nous avons effectuée sur la plateforme Europress (cf p.45 et 46) conclue que le contenu médiatique lié aux nano ne cesse d'augmenter depuis 2014. Nous savons que la couverture médiatique influence grandement les attitudes du public envers la science et la technologie (Ho et al., 2010 ; Nisbet et al., 2003 ; Nisbet & Lewenstein, 2002) et particulièrement lorsque les individus cherchent des informations sur les nanomatériaux (Binet et al., 2015 ; Hart & Research Associates, 2007). Après analyse des données, il apparaît que la consigne n'a pas été respectée par manque de clarté. En effet, il était proposé la consigne suivante « *Veillez noter les mots ou expressions auxquels le terme NANOPARTICULES vous fait penser. Inscrivez-les dans l'ordre où ils vous viennent à l'esprit* ». Il serait nécessaire de définir de manière exhaustive ce qui est attendu afin que les personnes n'écrivent pas plus d'un mot par case. En effet, de nombreuses cases contiennent des phrases entières. Nous avons par exemple retrouvé « *Particules incluses dans l'alimentation* » ou « *Le plastique qui se désagrège et que mangent les poissons* ». Il s'agit d'un biais qui fausse nos données puisque de nombreuses informations sont contenues dans une seule case. Par conséquent, il ne semble pas cohérent de comparer le nombre de cases remplies sans avoir pris en compte ce biais. Pour ce faire, nous pourrions ajouter à la consigne initiale la précision suivante « *Merci d'écrire un mot par case. Les mots composés sont acceptés* ».

Un biais supplémentaire pourrait s'ajouter à la comparaison du nombre de cases. Nous avons quantifié le nombre de personnes n'ayant rempli aucune case. Or, il semble possible que les personnes qui n'ont pas l'impression de pouvoir remplir de case puissent quitter la passation à ce moment-là. Elles ne sont donc pas comptabilisées alors qu'elles n'auraient rempli aucune case. Afin de prendre en compte cette variable, il serait intéressant d'analyser le moment où les individus abandonnent la passation.

En résumé, la diversité des analyses de traitement de l'outil lexicométrique permet de retrouver des connaissances thématiques clairement identifiées. Ces informations sont complémentaires aux données observées *via* le questionnaire et permettent de mieux appréhender ce que la population comprend des nanoparticules.

4. Conclusion du chapitre 3

L'ensemble des trois premières études donne accès à de nouvelles informations méthodologiques et théoriques et permet l'actualisation des données liées à l'attitude envers les nanoparticules. Un premier apport méthodologique important peut être relevé grâce à la validation du questionnaire d'attitude envers les nanoparticules qui se montre adapté à la complexité de l'objet. En effet, la validation du questionnaire nous a permis de relever sept facteurs traduisant l'attitude envers les nanoparticules, à savoir, la perception des bénéfices, la confiance en l'industrie, aux politiques et aux médias et celles envers les scientifiques, la perception des risques, les comportements et les connaissances. Comme nous l'avions supposé, l'évaluation de la cognition par questionnaire pourrait ne pas être suffisante pour appréhender des connaissances en cours de construction. Les outils proposés au grand public évaluent les connaissances factuelles sur les nano (Lee & Ho, 2015) et requièrent un niveau d'expertise trop important. Polanyi soulignait déjà en 1966 la difficulté à recueillir les connaissances d'individus pour qui les informations demandées ne sont pas facilement accessibles. Par conséquent, les recueils de données tels que ceux reposant sur des questionnaires mettent l'accent sur un déficit de connaissances. Or, le manque de connaissances observé par le biais de questionnaires n'indique pas forcément que les individus n'ont pas d'informations mais qu'il peut être nécessaire d'utiliser des alternatives pour pouvoir y accéder. Le deuxième apport méthodologique concerne la démarche mixte (qualitative et quantitative) que nous avons initiée qui permet d'accéder à des connaissances inexplorées à ce jour. En effet, la diversité des analyses de traitements lexicométriques souligne des liens lexicaux et une diversité de thématiques connues par la population qui restaient jusqu'ici non identifiés. Cette diversité des thématiques constitue une nouveauté qui permet d'étayer les suppositions que nous avons faites tant à propos de l'accessibilité des connaissances relatives aux nanoparticules que de la nécessité de considérer d'autres outils de recueil de ces connaissances. En conséquence, l'accessibilité des connaissances relatives aux nanoparticules est facilitée par l'approche mise en place dans les études menées et apporte des informations complémentaires au questionnaire d'attitude envers les nanoparticules pour mieux appréhender ce que la population comprend des nanoparticules.

La validation de l'outil et l'ajout d'une mesure par réseau d'associations fournissent deux apports théoriques essentiels. Le premier apport concerne la conception multidimensionnelle de l'attitude et particulièrement en rapport avec le nombre et la nature des dimensions spécifiques à l'objet *nanoparticules*. En effet, l'attitude envers les nanoparticules apparaît comme spécifique en raison de sa nouveauté et du peu d'informations que la population détient. Par conséquent, nous pensons que le

niveau d'évaluation de l'attitude est dépendant de son objet. Plus un objet est familier, plus le niveau d'évaluation de l'attitude peut être général et s'en tenir aux trois composantes de l'attitude (cognitive, conative et affective) proposées par Hovland et Rosenberg (1960) voire, seulement à la mesure de l'affect. En revanche, lorsque l'objet est peu connu ou très complexe, il nous semble important d'appréhender l'attitude avec davantage de spécificité. En ce sens, la recherche de la particularité de l'attitude peut s'effectuer à l'aide d'ACP et d'AFC. Le second apport issu de nos résultats concerne l'actualisation des données liées à l'attitude envers les nanoparticules. Nos résultats permettent de conclure que la population est sensibilisée aux nanoparticules à travers son expérience familière et que ses connaissances sur le sujet semblent être en cours de construction. En rapportant des informations sur la notion de petite taille, les applications, les dangers et les propriétés des nanoparticules, ces connaissances concernent des thématiques clairement identifiées. L'évolution concerne aussi l'affect qui apparaît de plus en plus négatif vis-à-vis des nanomatériaux. Contrairement aux travaux antérieurs, la perception est aujourd'hui clairement polarisée vers des risques importants, du moins avec la population que nous avons interrogée.

Face à ces conclusions et particulièrement aux résultats concernant la perception polarisée des risques, nous nous questionnons quant à l'éventuel impact psychologique que pourrait produire cette attitude négative sur des personnes qui se pensent exposées aux nanoparticules. En effet, depuis une dizaine d'années, les données toxicologiques laissent penser que l'exposition à certaines nanoparticules manufacturées pourrait engendrer des conséquences sanitaires et sociales similaires à celles de l'amiante. Les grandes affaires telles que celles de l'amiante, du blanc de plomb ou du nucléaire engendrent plusieurs pathologies qui ne sont pas directement dues à une exposition au matériau. Ces constats nous autorisent à supposer que des troubles psychologiques pourraient être associés à une perception du risque élevée vis-à-vis des matériaux auxquels les individus sont exposés et ce, d'autant plus en milieu professionnel. Une perception risquée pourrait ainsi influencer la santé mentale en particulier, lorsque les individus se pensent exposés aux nanoparticules. En parlant des nanomatériaux, Ricaud (2019) précise qu'il faut agir dès aujourd'hui et mettre en place des mesures de protection pour ne pas reproduire le scénario de l'amiante. Il semble pertinent et possible d'explorer ce phénomène maintenant que nous disposons d'un outil d'évaluation de l'attitude envers les nanoparticules adapté tant à la complexité de l'objet qu'à la difficulté d'accessibilité des informations pour les individus.

Chapitre 4. Du scandale sanitaire industriel aux atteintes à la santé mentale

Comme abordé dans les chapitres précédents, de nombreuses personnes sont en contact prolongé avec des nanomatériaux au cours de leur activité professionnelle, à leur domicile et sont, par conséquent, exposées à des risques de maladies. Les chapitres 1, 2 et 3 avaient pour objectif de recueillir l'attitude de la population envers les nanoparticules. Grâce à l'utilisation de deux méthodes combinées : le questionnaire et le réseau d'associations nous avons pu appréhender cette attitude dans toute sa complexité, que ce soit sur les dimensions affective et comportementale mais aussi sur la dimension cognitive. Ainsi, les conclusions soulignaient que les informations connues de l'échantillon concernant la taille, les propriétés et les applications en rapport au matériau étaient essentiellement liées aux dangers des nanoparticules. Ce constat est confirmé par les conclusions relatives à l'affect qui indiquent aussi que les nanoparticules sont perçues comme étant risquées. Ce résultat soutient l'intérêt d'un questionnement sur l'effet de ces croyances quant aux risques des nanoparticules sur la santé.

La perception négative des profanes provenant des croyances plus ou moins appuyées par les sciences biomédicales, toxicologiques ou psychologiques pourrait être en lien avec une souffrance psychologique (Tarquinio, 2012). Déjà en 1986, Bayer suggérait que les informations liées aux risques encourus engendrés par l'exposition à un matériau nocif pourraient causer une anxiété et une détresse importante et particulièrement lorsque les efforts de prévention ne sont plus possibles. En effet, la notification des risques encourus communiqués à grande échelle ou le manque d'informations claires pourraient engendrer des craintes et du stress liés à de potentiels futurs problèmes de santé (Houts & McDougall, 1988 ; Meyerowitz et al., 1989). Depuis 1993, date d'interdiction de l'utilisation de l'amiante, plusieurs programmes de prévention, d'information et de dépistages ont vu le jour. Ces programmes de suivi professionnel et post-professionnel ont permis le repérage des pathologies entraînées par l'exposition prolongée et la mise en place d'une prise en charge médicale adaptée. Le problème principal est que le temps de latence entre l'exposition à l'amiante et la survenue d'une pathologie liée à cette exposition peut être très long. Déjà en 1902, De Pulligny soulignait qu'après un scandale sanitaire de grande ampleur⁷⁰, il est très difficile de distinguer ce qui est causé par un matériau, par l'alcoolisme, par l'air confiné des ateliers et des habitations, par de mauvaises habitudes alimentaires ou encore par une anxiété constante qui résulte d'une part de l'insécurité du lendemain et

⁷⁰ L'auteur parle de la céruse mais cela pourrait s'appliquer à d'autres scandales industriels majeurs.

de l'autre de l'agitation cérébrale produite par les préoccupations politiques et sociales (De Pulligny, 1902). Effectivement, au-delà de l'implication politique, les scandales sanitaires peuvent laisser des traces dans la mémoire collective. Au-delà de ces effets directs à plus ou moins long terme se pose la question de l'effet indirect lié à l'inquiétude suscitée par la croyance en l'exposition. En 2002, à la suite de nombreuses demandes d'indemnisation, la Chambre sociale de la Cour de cassation reconnaît le préjudice d'anxiété pour les salariés ayant un risque de déclarer une maladie liée à l'amiante (Cassasstion Sociale, 2002). En 2017, la Cour précise qu'une indemnisation réparatrice de l'ensemble des troubles psychologiques résultant de la connaissance d'un tel risque est ouverte aux salariés(es) concernés(es). Par cette décision, les juges reconnaissent l'impact conséquent que l'exposition à un risque peut avoir sur la santé mentale, sur le travail et sur la vie des salariés (De Tonquédec, 2021).

1. Des pathologies psychiques résultant d'une exposition à risques ?

1.1 Exemple de l'exposition professionnelle à l'amiante : des conclusions hétérogènes

L'étude de l'impact psychologique résultant d'une exposition professionnelle et particulièrement en rapport avec l'amiante⁷¹ a fait l'objet de plusieurs travaux. Les résultats des quelques études disponibles sont néanmoins discordants. La santé mentale de 230 travailleurs et travailleuses exposés(es) à l'amiante est évaluée pendant cinq ans après qu'ils(elles) aient lu (pour la moitié d'entre eux et elles) des informations sur les risques encourus et avoir participé à un programme de surveillance post-exposition (Lowinger, 1990). Sur le long terme, cette population n'a montré aucune augmentation de troubles « émotionnels » et dépressifs, de la consommation d'alcool et de médicaments, de l'instabilité familiale ou conjugale ou encore de l'utilisation de ressources juridiques. Quelques années plus tard, Meyerowitz et al. (1989) évaluent la détresse psychologique⁷² des travailleurs(ses) exposés(es), à la réception d'une lettre d'information décrivant les risques pour leur santé. Seuls 42 % des personnes déclarent avoir été informées par leur entreprise des risques liés à leur activité de travail et 33,7 % indiquent avoir eu connaissance de ces risques *via* la lettre de notification reçue. Une grande partie des répondants(es) (74,4%) a ressenti du stress en prenant connaissance du danger encouru mais les réactions d'anxiété se retrouvent dans seulement 7,7 % des cas. Les sujets ayant appris les dangers encourus *via* la notification ne rapportent pas plus de réactions que ceux qui les avaient appris auparavant par d'autres sources. Ainsi, les informations lues sur les risques ne sont

⁷¹ Depuis le 17 janvier 2002, l'article L.4121-1 du code du travail précise que l'employeur doit prendre les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé physique et mentale des travailleurs(ses).

⁷² La détresse psychologique est évaluée à travers l'état de santé actuel, la perception des risques pour la santé liés à leur travail, l'affect lié à la notification des dangers pour la santé et l'humeur au moment du dépistage. Les autrices et les auteurs n'utilisent pas de mesure validée d'évaluation de la détresse psychologique.

pas présentées ici comme une source d'inquiétude majeure. D'autres études ont comparé les réactions psychologiques de personnes exposées à celles des sujets témoins non exposés. Pour ce faire, Houts et McDougall (1988) ont évalué l'impact de l'information sur les risques liés à l'amianté chez 270 employés(es) d'usines de production de verre. Des documents informatifs ont été remis aux participants(es) au sujet de leurs propres circonstances d'exposition à l'amianté, des principales pathologies associées et des mesures préventives pouvant être prises pour atténuer les risques (e.g., examens médicaux gratuits). Les interrogés(es) ont été placés(es) dans trois groupes différents. Le premier groupe ($n = 22$) était composé de personnes exposées et présentant une asbestose⁷³, le deuxième était composé de personnes ($n = 111$) exposées n'ayant pas déclaré d'asbestose et le troisième groupe d'individus (groupe témoin) ($n = 137$) n'ayant ni été exposés ni informés des risques liés à une exposition à l'amianté. Des entretiens ont eu lieu par téléphone cinq ans après le programme d'information. Les questions posées portaient sur leur santé mentale suite à un événement stressant (Dohrenwend & Dohrenwend., 1981), leur consommation de tabac et de médicaments, leurs connaissances sur les risques pour la santé liés à l'amianté, leur santé physique et leurs attitudes à l'égard de la santé en milieu industriel⁷⁴. Les résultats indiquent que la santé mentale, la consommation d'alcool et de médicaments des personnes ayant reçu les informations n'étaient pas différentes de celles du groupe témoin. Plus récemment, Vierikko et al. (2009) étudient l'impact psychologique du dépistage de maladies professionnelles pulmonaires chez des professionnels(es) exposés(es) à l'amianté mais aucune conséquence psychologique n'est observée un an après les examens de dépistage par scanographie (tomodensitométrie). En résumé, l'ensemble des travaux énoncés portant sur le suivi post-professionnel ne relève aucune augmentation de troubles psychologiques, de la consommation d'alcool et de médicaments, de l'instabilité familiale ou conjugale et de l'utilisation de ressources juridiques à court et à long termes. Les conclusions relatent seulement une légère augmentation des symptômes d'anxiété. Ces résultats pourraient éventuellement s'expliquer par un déni du risque encouru (Maurel et al., 2006). Généralement utilisé comme stratégie de défense, le déni du risque est un mécanisme de protection face à des risques extrêmes ou un danger difficilement palpable (Le Masne, 2017). En effet, ce mécanisme de survie pourrait être mis en place afin de supporter l'attente dans le cas où les individus seraient confrontés à un risque important de déclencher un cancer de la plèvre au cours de leur vie. En ce sens, cette stratégie permettrait de supporter l'attente de diagnostic en limitant l'impact psychologique.

⁷³ L'asbestose est une lésion pulmonaire diffuse provoquant une dyspnée.

⁷⁴ L'évaluation de l'attitude concerne la dimension affective avec 3 items (e.g., *Comment évalueriez-vous l'endroit où vous travaillez actuellement en ce qui concerne les risques pour votre santé ?*).

Des travaux récents sont à l'origine de conclusions relatant quant à elles, des impacts psychologiques en cas d'expositions répétées à des matériaux nocifs. En effet, lors d'un programme de dépistage français par scanner thoracique, Pairon et al. (2007) indiquent que les professionnels(les) anciennement exposés(es) à l'amiante ont un niveau de troubles psychologiques significativement plus élevé que les personnes non exposées. Les travaux de Lin et al. (2013) précisent que les personnes exposés(es) fortement à l'amiante sur leur lieu de travail présentent un risque élevé de dépression. Le stress post-traumatique est aussi plus élevé chez les travailleurs(ses) anciennement exposés(es) mais non malades ayant des collègues atteints d'asbestose ou de mésothéliome⁷⁵ (Barak et al., 1998). Selon Maurel et al. (2006), les conséquences psychologiques retrouvées dépendent bien plus du fait d'avoir connaissance du risque lié à l'exposition à l'amiante que du fait d'être malade à cause du matériau. Les auteurs précisent qu'« il semble légitime d'envisager que la notification de l'exposition à l'amiante et l'information sur les risques pour la santé qui y sont associés puissent générer un état d'anxiété et des préoccupations concernant l'évolution de l'état de santé, particulièrement dans un contexte où la prévention primaire⁷⁶ n'est plus possible » (Maurel et al., 2006, p.8). Évidemment les personnes exposées à l'amiante et atteintes de maladies pleurales bénignes déclarent d'autant plus de conséquences psychologiques : 19% d'entre elles présentent un état de stress post-traumatique et 14,5% une forte anxiété liée au cancer (Perr, 1992, 1993, 1994). À leur tour, Thaon et al. (2016) nous renseignent quant à l'impact des informations liées à l'amiante sur la perception des risques et sur l'anxiété de personnes exposées au matériau. Les auteurs ont interrogé 4150 individus pour évaluer leur état d'anxiété à l'aide de l'échelle *Hospital Anxiety and Depression Scale* (HADS) ainsi que d'un questionnaire relatif à leur perception des risques liés à l'amiante et à l'état de santé en rapport avec leur exposition à l'amiante. Seulement la moitié des sujets lisait un texte contenant les principales informations liées à l'amiante. Six mois plus tard, l'ensemble des sujets remplissait à nouveau les mêmes questionnaires. Il apparaît que l'anxiété était corrélée positivement au niveau d'exposition autorapportée et à l'impression d'être atteint d'une pathologie. Dans ce sens, plus les individus pensent être exposés, plus l'anxiété et l'impression d'être malades augmentent. Aussi, les autrices et auteurs ajoutent que le fait de ne pas savoir si l'amiante est à l'origine d'une pathologie actuelle et de penser que les personnes exposées à l'amiante tombent forcément malade augmentent les risques de développer des troubles anxieux et dépressifs.

⁷⁵ Le mésothéliome est une tumeur maligne.

⁷⁶ La prévention primaire agit en amont de la maladie (e.g., vaccination et action sur les facteurs de risque) et se distingue de la prévention secondaire qui agit à un stade précoce de son évolution (dépistages) et de la prévention tertiaire qui agit sur les complications et les risques de récurrence (Haute Autorité de la Santé, 2006).

D'autres exemples de risques sanitaires importants mettent en évidence la concomitance de la présence d'un risque sanitaire et des troubles de la santé mentale. Par exemple, suite à l'accident de la centrale nucléaire de Tchernobyl en 1986, de nombreuses pathologies sont apparues, mais sans être attribuées à l'irradiation nucléaire elle-même (Aurengo, 2001). Plusieurs travaux signalent des taux importants de pathologies non spécifiques retrouvées chez les agents de nettoyage⁷⁷ anciennement exposés(es) par rapport à des groupes témoins (Gamache et al., 2005 ; Loganovsky & Loganovskaja, 2000 ; Polyukhov et al., 2000 ; Viel et al., 1997). Les auteurs et les autrices relatent une augmentation des troubles de l'humeur, de l'anxiété, des idées suicidaires, de graves maux de tête, d'asthénie, d'anémie, de sensibilité aux infections et de troubles cardiovasculaires. Dix-sept ans après la catastrophe, Rahu et al. (2006) retrouvent même une surmortalité par suicide pour ces personnes fortement exposées. Aurengo (2001) précise que « ce type de pathologies ne peut pas être secondaire à une irradiation compte tenu des doses reçues. Comme l'augmentation des troubles psychiques et des suicides, elles sont les conséquences du traumatisme psychologique majeur que l'accident a été pour les liquidateurs et les évacués, de l'inquiétude et du niveau socio-économique très dégradé dans les zones contaminées » (Aurengo, 2001, p.4).

Plus récemment, une étude, quelque peu éloignée du risque chimique, indique que plus un individu a des connaissances sur l'objet de son exposition, plus son anxiété diminue. En effet, dans un contexte épidémique élevé de grippe porcine, Mishra et al. (2016) ont cherché à déterminer les connaissances, l'attitude (la perception des risques et des bénéfices) et l'anxiété face à la grippe pandémique, parmi les professionnels(les) de la santé en Inde. Il a été constaté que le personnel de santé ayant des connaissances élevées et une perception positive à l'égard des épidémies ressent moins d'anxiété que celles et ceux qui ont de faibles connaissances et une perception orientée vers les risques.

Par leurs conséquences respectives, les circonstances de l'accident de Tchernobyl et l'épidémie de grippe porcine sont bien évidemment très particulières et les pathologies non spécifiques diagnostiquées ne se généralisent peut-être pas à d'autres situations. Il est d'ailleurs difficile de déterminer le lien causal et de connaître la part de variance des facteurs qui influencent la santé mentale. En effet, l'augmentation des troubles psychologiques peut s'expliquer par l'impact du matériau sur le corps humain mais il se peut aussi que le fait de penser être exposé(e) à un danger augmente les risques de troubles mentaux. Dans un contexte où les travaux sur le sujet se font rares, il est intéressant de relever que dans plusieurs situations d'expositions risquées, la santé mentale peut

⁷⁷ L'accident de la centrale nucléaire de Tchernobyl en 1986 a nécessité un nettoyage local d'urgence. Plus de 600 000 personnes furent envoyées immédiatement sur le site.

être affectée. Ces résultats suggèrent la nécessité de se préoccuper de manière plus importante de la santé mentale des travailleurs(es) les plus exposés(es).

1.2 Perception liée aux risques d'une exposition et impact psychologique

Les conclusions des travaux abordant les conséquences psychologiques encourues par les professionnels(les) montrent que les réactions psychologiques et la perception du risque dépendent plus du fait d'avoir été exposé que du fait d'être malade ou non malade. Ensuite, il apparaît que les professionnels(les) exposés(es) ne présentent pas de troubles psychopathologiques élevés mais plutôt une anxiété modérée ou un stress latent qui, dans certains cas, devient chronique au point de perturber le fonctionnement mental habituel. Il semblerait que cette angoisse soit liée à la crainte de développer une maladie⁷⁸ et qu'elle soit d'autant plus forte lorsque des symptômes physiques apparaissent (même sans aucun lien avec l'exposition). Les réactions psychologiques résultant d'une exposition sembleraient donc être modérées et liées à la perception du risque encouru. Ainsi, ces dernières indications appuient l'idée selon laquelle la perception du risque encouru et les croyances, ou plutôt l'attitude envers un objet nocif auquel une personne est exposée, soient un facteur de risque affectant la santé mentale (Maurel et al., 2006 ; Thaon et al., 2016).

1.3 Conceptualisations théoriques de la santé mentale

L'OMS définit la santé mentale comme « un état de bien-être dans lequel un individu prend conscience de ses propres capacités, peut faire face au stress normaux de la vie, peut travailler de manière productive et est capable d'apporter une contribution à sa communauté » (OMS, 2022, p.1). En ce sens, elle traduit un fonctionnement psychique qui conditionne la capacité à faire face aux situations stressantes de la vie quotidienne. La santé mentale est influencée par la combinaison de différents facteurs biologiques, sociaux, psychologiques et environnementaux, dont l'environnement de travail. L'organisme Santé Publique France (2021) classifie la santé mentale des individus en trois niveaux. Le premier niveau fait référence à une santé mentale positive à travers un sentiment de bien-être, l'épanouissement personnel, des ressources psychologiques et des capacités à agir de façon propice aux situations rencontrées. Le deuxième niveau concerne la détresse psychologique. Elle représente un état de mal-être pouvant se traduire par des symptômes dépressifs ou anxieux passagers. Lorsque ces symptômes deviennent chroniques et que leur intensité augmente, cela peut indiquer la présence d'un trouble psychique. Le troisième niveau renvoie aux troubles mentaux basés sur des

⁷⁸ Les conséquences sont d'autant plus importantes pour les professionnels(les) lorsqu'ils(elles) subissent le décès d'un(e) collègue provoqué par l'exposant (Barak et al., 1998).

classifications diagnostiques renvoyant à des actions thérapeutiques définies. En effet, la santé mentale peut être altérée par différents troubles, traduits par des symptômes cognitifs, émotionnels et comportementaux tels que la dépression et l'anxiété. Il peut s'agir par exemple de troubles dépressifs, de troubles anxieux ou de troubles du comportement. En résumé, la perception risquée des nanoparticules est un facteur de risque pouvant générer du stress. Lorsque le stress devient fréquent et intense, il peut impacter la façon dont les individus font face à des situations quotidiennes.

1.4 Conceptualisations théoriques du stress en psychologie

Au vu des paragraphes qui précèdent, le concept de stress semble pouvoir permettre de mieux comprendre la façon dont les risques perçus impactent la santé mentale. Le stress, en particulier au travail, fait l'objet de nombreuses publications scientifiques et entraîne une forte demande d'informations de la part des politiques et des entreprises. Malgré la multiplicité des modèles théoriques proposés⁷⁹, il est aujourd'hui accepté que le stress correspond à un processus dynamique et non plus à une simple réponse physiologique d'une stimulation de l'environnement (Guillet, 2014). Le modèle transactionnel de Lazarus et Folkman (1984), par exemple, met en évidence que le stress est une « relation entre la personne et son environnement, qui est évaluée par la personne comme tarissant ou excédant ses ressources et menaçant son bien-être » (Lazarus & Folkman, 1984, p.19). Le stress dépendrait donc de l'évaluation qu'un individu fait d'une situation stressante et de la perception qu'il se fait de ses propres ressources pour y faire face. Lorsque les exigences d'une situation dépassent les ressources disponibles perçues, le stress se manifeste. Pour pouvoir y faire face, des stratégies adaptatives se mettent en place, qu'elles soient émotionnelles, comportementales, psychosociales ou cognitives.

La notion de déséquilibre entre la situation stressante et les ressources disponibles se retrouve dans le modèle du stress professionnel de Karasek (1979). Dans cette conception, le stress dépend de l'intensité de la demande psychologique et de la latitude décisionnelle (ou autonomie). En plus de ces notions, le modèle étendu de Karasek et Theorell (1996) considère la notion de soutien social de l'équipe de travail et de la hiérarchie. Ainsi, le stress apparaît dans une situation professionnelle lorsqu'elle combine une forte demande psychologique et une faible latitude décisionnelle et il s'aggrave en cas de manque de soutien social. En raison d'une conception quelque peu restreinte du stress au travail, cette approche théorique est fréquemment complétée par le modèle effort-récompense de Siegrist (1996). Ce modèle indique que le stress au travail se manifeste lorsqu'il y a un déséquilibre

⁷⁹ Les travaux portant sur le stress ne distinguent pas toujours les termes « stress, stressor et strain » (Lemyre & Tessier, 1988). Dans ce sens, le stress renvoie soit aux facteurs de stress soit aux conséquences physiologiques du stress (Wild & Hanes, 1976 vu dans Lemyre et Tessier, 1988).

entre l'effort produit et les récompenses reçues. La notion d'effort représente la charge de travail, les contraintes de temps, les interruptions répétées et le surinvestissement. La notion de récompense renvoie au salaire, à la reconnaissance de l'équipe de travail, à la perspective de promotion ou encore à la sécurité de l'emploi. Demerouti et Bakker (2011) ajoutent que chaque emploi comporte des facteurs de risques pouvant être classés selon des ressources ou des exigences. Les ressources sont motrices de motivation et permettent aux professionnels(les) d'évoluer et d'être dans un processus d'apprentissage. L'autonomie par exemple est une ressource qui valorise l'individu et lui laisse une grande marge de manœuvre. Les exigences quant à elles correspondent aux attendus de l'activité qui nécessitent une constante adaptation et qui entraînent de la fatigue et du stress.

En France, les travaux s'accordent sur le fait que trois grandes catégories regroupent les Risques Psycho-Sociaux (RPS) ; (1) des situations de travail stressantes (déséquilibre entre la perception des contraintes et celle des ressources), (2) les violences internes (e.g., conflits, harcèlement) et (3) les violences externes à l'entreprise (e.g., insultes, agressions de patients(es)). En 2011, Gollac et Bodier relèvent des indicateurs déterminants de stress au travail⁸⁰ à travers six grands facteurs de RPS. Aucune définition universelle ne caractérise les RPS mais il est communément admis qu'il s'agit de risques pour la santé mentale mais aussi physique, engendrés au moins en partie par le travail *via* des mécanismes sociaux et psychiques (Gollac, 2009). Les facteurs de risques, susceptibles de conduire à de telles situations, concernent l'intensité du temps de travail, les exigences émotionnelles, l'autonomie, les rapports sociaux au travail, les conflits de valeurs et l'insécurité des situations de travail. Les réactions des personnes face au stress induit par ces facteurs de risques sont multiples et varient selon l'intensité et le temps d'exposition (Gollac & Bodier, 2011). Ils peuvent entraîner des maladies cardiovasculaires, des troubles musculosquelettiques ou des troubles de santé mentale tels que le stress chronique, l'anxiété ou la dépression. L'exposition aux RPS au travail peut entraîner entre 50 et 100 % de risques en plus de développer une pathologie de ce type (Gollac, 2009). À titre d'exemple, le stress perçu altère les réponses psychologiques et augmente la fréquence des symptômes dépressifs (Liu et al., 2016), ce qui traduit par conséquent une dégradation de la santé mentale.

⁸⁰ La psychologie socio-cognitive étudie aussi bien les conséquences de ces risques pour les salariés(es) que celles pour une entreprise. L'intervention en entreprise agit sur les causes, les facteurs de risques ou bien directement sur les individus qui souffrent de stress. Dans l'objectif de cibler au mieux les préconisations, de mettre en place un accompagnement clinique ajouté à une évaluation quantitative est fréquemment conseillé (Légeron, 2008). L'accompagnement clinique est ici essentiel pour cibler l'origine des risques dans sa globalité.

1.5 Les troubles mentaux résultant du stress

Il existe un lien étroit entre le stress et les troubles mentaux comme la dépression et les troubles anxieux. Les symptômes émotionnels causés par le stress peuvent être d'ordre dépressif avec de la tristesse, des pleurs ou un sentiment de désespoir. Ils peuvent aussi être d'ordre anxieux avec de la nervosité, de l'inquiétude, de l'agitation ou encore d'ordre mixte avec de l'anxiété et de l'humeur dépressive (Légeron, 2008). En ce sens, les symptômes de dépression et d'anxiété sont considérés comme des indicateurs de santé mentale et sont utilisés comme mesure de dépistage de l'évaluation de la santé mentale. Ces troubles sont répandus autant dans la population générale qu'en milieu professionnel. Selon l'OMS chaque année, environ 25% de la population mondiale est atteinte de troubles dépressifs ou anxieux. Il s'agit d'ailleurs de troubles à l'origine de près de 50% des arrêts maladie chronique.

1.5.1 Les troubles dépressifs

Les classifications internationales CIM-10 (Classification Internationale des Maladies, dixième révision, 1993) et DSM-V (*American Psychiatric Association*, 2015) caractérisent les troubles dépressifs dans le champ des troubles de l'humeur, dont la principale caractéristique est une perturbation de celle-ci. L'humeur se caractérise comme « une émotion globale et durable qui colore la perception du monde, étant à la base de nos perceptions vitales, de nos actions et de nos projets » (Bourgeois, 2007, p.38). Lors d'un épisode dépressif, l'individu présente une diminution de l'humeur et de l'énergie, une perte d'intérêt ou de plaisir dans presque toutes ses activités sociales et professionnelles et qui persistent au moins deux semaines. Dans certains cas, on constate une modification du poids et du sommeil, l'apparition d'idées de dévalorisation ou d'un sentiment de culpabilité, des idées suicidaires, des difficultés à se concentrer ou à prendre des décisions. Les symptômes énoncés ne doivent pas être mieux expliqués par le deuil d'un proche ou par des difficultés de la vie quotidienne. En France, 8% de la population était touchée par un trouble dépressif en 2000⁸¹. Cette proportion est majorée de 10% en 10 ans (Fond et al., 2019). Cette dernière donnée est confirmée par une méta-analyse de 91 articles évaluant la prévalence des troubles dépressifs de plus d'un million de sujets en Afrique, Asie, Australie, Amérique du Nord et du Sud ainsi qu'en Europe entre 1994 et 2014 (Lim et al., 2018). Selon ces travaux, les études publiées entre 1994 et 2003 (9,8%) soulignent une prévalence moins élevée que les études publiées de 2004 et 2014 (15,4%). Dans celles publiées entre 2004 et 2014, le risque ponctuel de développer un trouble dépressif est significativement plus important pour les femmes (14,4 %) que pour les hommes (11,5%) et d'autant plus, lorsque la

⁸¹ La prévalence de troubles dépressifs diffère selon la période et les outils de mesure utilisés.

dépression est évaluée *via* des mesures autorapportées par questionnaires (17,3 %) en comparaison aux résultats obtenus par entretiens cliniques (8,5%). Les estimations de la prévalence moyenne mondiale de la dépression majeure, à vie et à 12 mois, sont respectivement de 14,6% et 5,5% dans les 10 pays à revenu élevé et de 11,1% et 5,9% dans les pays à revenu faible ou intermédiaire (Bromet et al., 2011).

1.5.2 Les troubles anxieux

Selon Scialom (2018), il est pour habitude de distinguer la peur, l'anxiété et l'angoisse. La peur, définie comme une émotion normale d'alerte et de crainte face à un danger (Haute Autorité de Santé, 200), correspond à une tentative d'adaptation de la vie courante. L'anxiété et l'angoisse se traduisent par des sentiments de peur, d'inquiétude, du stress, des sensations physiques plus ou moins intenses (e.g., agitation, palpitations cardiaques, oppression) et sont provoquées par un danger potentiel (Scialom, 2018). L'angoisse peut être comprise comme une manifestation psychique normale mais elle peut devenir pathologique lorsqu'elle est vécue comme une souffrance dépassant les ressources de l'individu, en ayant des répercussions sur sa vie psychique et son comportement (Brissaud, 1890, vu dans le Dictionnaire médical de l'Académie Nationale de Médecine, 2016). Les troubles anxieux quant à eux correspondent à une peur sans objet. Il s'agit de pathologies durables, dans lesquelles l'anxiété et l'angoisse sont les symptômes principaux (DSM-V). Ils regroupent un ensemble de troubles psychologiques : le Trouble Anxieux Généralisé (TAG), le trouble panique, l'anxiété sociale, la phobie spécifique, le trouble obsessionnel compulsif (TOC) et l'état de stress post-traumatique (ESPT) (CIM-10 et DSM-V). Les troubles anxieux se traduisent par un ensemble de symptômes pouvant être fréquents et intenses tels que l'anxiété élevée, les inquiétudes et les sentiments persistants de peur.

Les troubles anxieux sont susceptibles d'être en lien avec l'exposition à des substances nocives particulièrement les TAG, la phobie spécifique et l'ESPT (cf p.139 à 143). Les classifications internationales de la CIM-10 et du DSM-V définissent les TAG comme une anxiété et des soucis excessifs (attente avec appréhension et préoccupation) survenant durant au moins 6 mois et concernant un certain nombre d'événements ou d'activités tels que le travail ou les performances scolaires. Dans ce cas, on retrouve des réactions de type agitation, fatigabilité, myalgie ou des troubles du sommeil. La phobie spécifique correspond à une « peur intense, persistante et irraisonnée, déclenchée par la présence ou l'anticipation de la confrontation à un objet ou une situation spécifique » (DSM-V). Dans certains cas, la situation phobogène peut déclencher un sentiment de panique important. L'ESPT quant à lui peut apparaître lorsqu'un individu a été exposé ou a été témoin d'un événement traumatisant qui provoquerait des symptômes de peur intense, un sentiment d'impuissance ou de détresse (CIM 10 et DSM-V). Les troubles anxieux, comme le stress chronique, sont à l'origine d'une hyperactivation

neurovégétative du système sympathique associée à une suractivité de l'axe hypothalamo-hypophyso-adrénérrique (Tarquinio, 2012). Ces deux réactions sont source de maladies cardiovasculaires telles que les troubles du rythme cardiaque, l'infarctus du myocarde, l'hypertension artérielle ou l'insuffisance cardiaque. Selon Belon (2019), une personne sur 10 est atteinte de troubles anxieux ou panique. Des variables telles que le genre ou l'âge semblent influencer la prévalence générale de ces troubles. En effet, les femmes sont deux fois plus touchées que les hommes (Belon, 2019) et les plus jeunes ont un niveau d'anxiété plus élevé que les personnes âgées (Bruno & Lepetit, 2015).

En résumé, les troubles mentaux comme la dépression et les troubles anxieux touchent de nombreuses personnes et se retrouvent tant dans la population générale qu'en milieu professionnel. Les symptômes de dépression et d'anxiété sont considérés comme des indicateurs de santé mentale et sont accentués (parfois engendrés) par le stress. Plusieurs autrices et auteurs observent une altération du fonctionnement psychique habituel chez des professionnels(les) ayant été exposés(es) à l'amiante et ayant une perception risquée de cette exposition. Ainsi, la perception du risque encouru dans une situation d'exposition prolongée et les informations connues à propos de cet objet pourraient être considérées comme des facteurs de risques affectant la santé mentale (Maurel et al., 2006 ; Thaon et al., 2016).

2. Objectifs de recherche de l'étude 4

L'objectif principal de cette étude est d'explorer les liens entre l'attitude à propos des nanoparticules, la perception des risques, l'exposition aux nanomatériaux et la santé mentale. Tout d'abord, en accord avec les travaux présentés, nous chercherons à savoir si le fait de penser être exposé(e) aux nanoparticules au travail ou à domicile combiné à une perception du risque de l'exposition au travail pourraient prédire l'apparition de stress et de symptômes de dépression et d'anxiété. Les conclusions des études sur le sujet sont discordantes. Certaines observent que la santé mentale, la stabilité familiale ou conjugale, la consommation d'alcool et de médicaments des personnes étant informées sur les risques de leur propre exposition ne sont pas en lien avec une perception risquée. Ces conclusions relatent uniquement une légère augmentation des symptômes d'anxiété. En ce sens, il y aurait peu de lien entre l'exposition à une substance nocive telle que l'amiante et l'augmentation de troubles mentaux (Houts & McDougall, 1988 ; Lowinger, 1990 ; Meyerowitz et al., 1989 ; Vierikko et al., 2009). À l'inverse, d'autres travaux concluent à l'augmentation de troubles psychologiques tels que la dépression, l'anxiété ou le stress post-traumatique (Barak et al., 1998 ; Lin et al., 2013 ; Pairen et al., 2007 ; Thaon et al., 2016). Dans ce sens, plus les individus se penseraient exposés, plus l'anxiété et l'impression d'être malade augmenteraient. Ces troubles seraient en lien avec une perception risquée de l'exposition de personnes se sachant exposées (Maurel et al., 2006 ; Thaon et al., 2016). À notre connaissance, aucune étude à ce jour n'a évalué le lien entre l'attitude, la perception des risques et l'exposition aux nanoparticules sur la santé mentale. Par conséquent, nous proposons comme première hypothèse que les variations du stress perçu, des symptômes d'anxiété et de dépression seront prédites par le niveau de perception risquée des nanoparticules en interaction avec l'impression d'être exposé(e) au travail ou à domicile. De plus, nous proposons comme deuxième hypothèse que les variations du stress perçu, des symptômes de dépression et d'anxiété seront prédites par l'ensemble des sept composantes de l'attitude vis-à-vis des nanoparticules ou par certaines d'entre elles. (i.e., la perception des bénéfices et celle des risques, la confiance envers l'industrie, les politiques, les médias et les scientifiques, les comportements et les connaissances à propos des nanoparticules). Cette quatrième étude propose une échelle d'exposition aux nanoparticules afin que le public précise le niveau d'exposition perçue au travail et à domicile. Les résultats de cette étude apportent une perspective complémentaire afin de mieux évaluer si la santé mentale des individus pourrait être altérée par les informations détenues, la perception ou l'impression d'y être exposés. Cette étude comprend aussi des analyses complémentaires afin de confirmer la structure de l'outil et de contrôler les influences que peuvent avoir l'effet d'ordre des outils et celles de la familiarité avec l'outil sur les données.

3. Attitude envers les nanoparticules et santé mentale (étude 4)

3.1 Pré-test

Sept personnes dont 4 femmes et 3 hommes âgés(es) de 26 à 64 ans ($M = 38.67$; $SD = 13.47$) ont répondu à la version expérimentale du questionnaire présentée en format papier avec la consigne suivante : « *Vous vous apprêtez à tester le questionnaire d'une étude en psychologie sociale liée au ressenti des personnes à propos des nanoparticules. À la fin de chaque partie du questionnaire, nous vous demanderons si vous avez un commentaire à faire à propos de ce que vous venez de lire. Merci de préciser en commentaire :*

- *si des phrases ne vous semblent pas claires ;*
- *si vous ne comprenez pas quelque chose ;*
- *si vous avez des suggestions à faire ».*

Le questionnaire comprenait tout d'abord le consentement libre et éclairé, accompagné d'un descriptif global des objectifs de l'étude. La partie suivante comprenait un exercice d'association de mots à partir du terme *nanoparticules* (cf. p.82 et 83), suivi de 41 items d'attitude envers les nano, du PHQ 9 (Patient Health Questionnaire de Kroenke et al., 2001), du GAD 7 (Generalized Anxiety Disorder – 7 de Spitzer et al., 2006) et du PSS (Perceived Stress Scale 10 (Cohen et al., 1983). La dernière partie de l'outil comprenait une série de questions sociobiographiques portant sur l'âge, le genre, le niveau d'étude, la situation professionnelle actuelle, le secteur d'activité, la langue maternelle et le pays de résidence actuel.

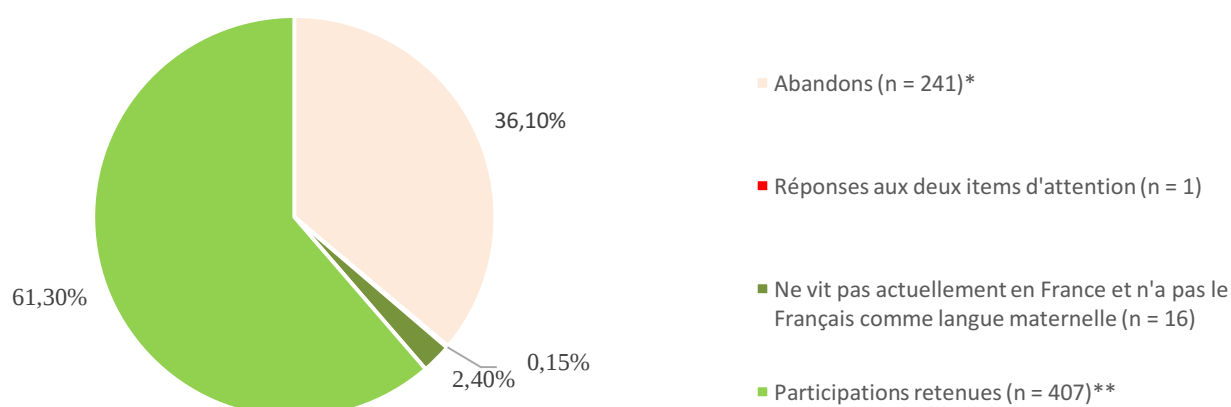
Lors du pré-test, les participants(es) avaient relevé le fait que le genre était évalué à l'aide de trois choix de réponse à savoir, « *Homme* », « *Femme* » et « *Ne souhaite pas répondre* ». Il est apparu que ces choix de réponses manquaient d'inclusivité des personnes non binaires. Nous avons choisi de proposer un quatrième choix de réponses « *Autre genre* » afin de séparer les personnes non binaires de celles qui ne souhaitent pas répondre. Aucune autre incompréhension ou proposition de modification n'a été faite à propos des consignes et des items. Le pré-test a ainsi rendu compte de la clarté et de la compréhension des items, de l'appréciation générale des échelles, des consignes et des choix de réponses de cette version du questionnaire.

3.2 Participants(es)

Six cent soixante-sept participantes et participants ont répondu au questionnaire. Seules les personnes ayant terminé la passation, vivant actuellement en France dont la langue maternelle était le français et n'ayant pas rempli un des deux items d'attention insérés dans le questionnaire ont été retenues pour les analyses statistiques.

Figure 33

Description des participations et des exclusions



* 2 personnes ont été supprimées car elles ont indiqué avoir un âge inférieur à 18 ans tout en ayant répondu au questionnaire en tant que personnes majeures.

Au final, 407 participantes et participants ont été retenus(es) dans les analyses statistiques, dont 141 hommes, 254 femmes et 12 personnes ne souhaitant pas indiquer leur genre. L'ensemble de ces personnes était âgé de 18 à 78 ans ($M = 40.43$; $SD = 15.37$)⁸². Au total, 1.7% des participants(es) n'avaient aucun diplôme (ou BEPC), 9.4% avaient obtenu un diplôme technique de type CAP, BEP ou autres diplômes techniques, 15.1% le bac, 3.7% un bac+1, 15.3% un niveau d'études bac+2, 15.3% un bac+3, 14.6% un bac+4, 23.5% un bac+5 ou plus et 1.2% un niveau autre. De plus, l'échantillon

⁸² La durée médiane de passation des 840 participants(es) était de 13,78 minutes avec un minimum de 1,62 minutes et un maximum de 22,02 heures. Nous prenons en compte la médiane pour éviter l'impact des données extrêmes. En effet les participant(es) avaient la possibilité de quitter la page web du questionnaire pour y revenir plus tard, ce qui explique que le maximum de temps soit très élevé.

comprenait 41.7% de salariés(es), 12.6% de travailleurs(ses) indépendants(es), aucune ouvrier(e), 9.6% sans emploi ou en recherche d'emploi, 21% d'étudiants(es), 12.8% de retraités(es) et 2.2% autres.

3.3 Matériel

Le cadre théorique, le protocole et les formulaires de consentement utilisés dans cette étude ont été validés le 26 janvier 2021 par le Comité d'Éthique pour les Recherches de l'Université de Toulouse afin de garantir un cadre déontologique favorable (numéro d'enregistrement : 2021-335). Le questionnaire comprenait en première page le consentement libre et éclairé, accompagné d'un descriptif global des objectifs de l'étude⁸³. Un code d'anonymat composé des quatre derniers chiffres du numéro de téléphone, suivi des initiales de leur nom et de leur prénom était demandé. Il était précisé que ce code ne serait utilisé que pour retrouver une participation sur demande des participants(es).

3.3.1 Tâche d'association de mots

La partie suivante contenait une tâche d'association de mots reliés aux nanoparticules. Les participants(es) devaient noter jusqu'à 10 mots (ou expressions) auxquels le terme « *nanoparticules* » leur faisait penser⁸⁴.

3.3.2 Questionnaire d'attitude envers les nanoparticules élaboré dans les études 1 et 2

Venaient ensuite 41 items d'attitude envers les nanoparticules (Annexe M). Les items de connaissances ($n = 6$) avaient un choix de réponse dichotomique en *Vrai / Faux*⁸⁵ avec une case supplémentaire correspondant à *Je ne sais pas*. Les items relatifs à la confiance étaient présentés en 12 items et étaient associés à une échelle de Likert en cinq points allant de *Pas du tout confiance* à *Tout à fait confiance*. L'ACP de l'étude 2 indiquait que les items de confiance en l'industrie se regroupaient sous le même facteur, ce qui sous-entend que les deux items évaluaient la confiance envers l'industrie en générale. Par conséquent nous avons choisi de réunir les deux items en un seul (e.g., « *Je fais confiance à l'industrie agroalimentaire et pharmaceutique* ») afin de réduire la longueur du questionnaire. Au final, au lieu d'avoir six items, la confiance en l'industrie était évaluée avec trois items. L'ACP de l'étude 2 a réuni aussi les items de confiance envers les politiques et les médias sous le même facteur. En d'autres termes, les deux items évaluaient la confiance envers les politiques et les

⁸³ Le consentement est modifié dans cette étude afin de respecter les normes RGPD préconisées par le Comité d'Éthique de la Recherche.

⁸⁴ La deuxième partie du réseau d'associations a été supprimée en raison d'une importante difficulté d'analyse. De plus, le questionnaire étant considéré comme très long, nous avons préféré procéder par priorité afin de ne pas perdre d'informations.

⁸⁵ Les items Con2, Con3, Con4, Con5 et Con6 sont justes.

médias en général. Cependant, au vu du contexte des élections présidentielles qui ont eu lieu en mars 2022, nous n'avions pas réuni les items pour ne pas créer d'amalgame entre les politiques et les médias. La perception des bénéfices était évaluée *via* 12 items et la perception des risques avec 5 items. Ces deux perceptions étaient évaluées à l'aide d'une échelle de Likert en cinq points allant de « *Pas du tout d'accord* » à « *Tout à fait d'accord* ». Enfin, pour les items de comportements ($n = 8$), les réponses étaient portées sur une échelle de Likert en cinq points allant de « *Jamais* » à « *Énormément* » avec une case supplémentaire correspondant à « *Je ne sais pas* ».

Pour éviter l'effet de contexte, la totalité des items de l'outil a été randomisée intracomposantes et intercomposantes, excepté pour les items tirés de la composante des connaissances liées aux nanoparticules. Ces derniers ont été présentés systématiquement avant les autres items afin que les réponses ne soient pas contaminées par la formulation des items proposés dans les autres composantes. L'attention des participants(es) a été vérifiée au cours de la passation à partir de l'item « *Afin de vérifier votre attention, merci de cocher la case « Je ne sais pas »* ». L'item était proposé à deux reprises dans les parties connaissances et perception des risques et celle des bénéfices qui sont apparues en pré-test de l'étude 1 comme étant les plus difficiles en termes de concentration.

La dernière partie de l'outil comprenait une série de questions sociobiographiques portant sur l'âge, le genre, le niveau d'étude, la situation professionnelle actuelle, le secteur d'activité, la langue maternelle et le pays de résidence actuel. L'item « *Avez-vous déjà répondu à ce questionnaire* » a été ajouté au matériel de l'étude 2 afin de contrôler les données des personnes ayant déjà participé aux études précédentes en comparaison à celles qui découvrent l'étude.

3.3.3 Mesures d'indicateurs de la santé mentale

La suite du questionnaire d'enquête comprenait l'évaluation d'un facteur agissant sur la santé mentale (le stress) et deux indicateurs diagnostiques de santé mentale (symptômes de dépression et d'anxiété)⁸⁶. Dans la première mesure le sujet indiquait la fréquence à laquelle les situations de vie étaient perçues comme menaçantes et incontrôlables *via* le PSS 10 (Annexe N). Les choix de réponses étaient sur une échelle en cinq points allant de « *Jamais* » à « *Presque tous les jours* ». La deuxième mesure était une version française d'évaluation de la dépression PHQ-9 (Kroenke et al., 2001) (Annexe O). Cette échelle se compose de neuf items qui évaluent la présence et l'intensité des symptômes dépressifs (correspondant aux critères de diagnostic du DSM-V) perçus au cours des deux dernières

⁸⁶ Comme il s'agit de scores produits par des sommes, les réponses aux items du PSS, du PHQ et du GAD ont été forcées. C'est-à-dire que les participantes et participants ne pouvaient pas passer à la suite du questionnaire sans avoir répondu à toutes les questions.

semaines. Les scores varient de 0 à 27 et les sujets estiment l'intensité de leurs symptômes sur une échelle en quatre points allant de 0 « *Jamais* » à 3 « *Presque tous les jours* ». La troisième mesure était une échelle d'évaluation de l'anxiété GAD-7 (Spitzer et al., 2006) (Annexe P). Il s'agit d'un instrument de dépistage de l'anxiété en 7 items. Les scores varient de 0 à 21, indiquant l'intensité de l'anxiété sur une échelle en quatre points allant de 0 « *Jamais* » à 3 « *Presque tous les jours* ». Un débriefing et des contacts utiles ont été proposés à la fin de la passation afin d'orienter les personnes participantes ressentant du mal-être ou de la solitude, auprès d'un(e) professionnel(le) (Annexe Q).

3.4 Procédure

Les questionnaires ont été proposés et remplis volontairement sur Internet à partir de la plateforme *Qualtrics*. Les personnes participantes ont renseigné leur consentement libre et éclairé après avoir pris connaissance d'un descriptif global des objectifs de l'étude. Toutes les passations ont été effectuées du 10.01.2022 au 27.03.2022 pour évaluer l'attitude du grand public à propos des nanoparticules au cours d'une période limitée, garantissant ainsi un contexte informationnel et politique homogène⁸⁷. Dans le but de contrôler un effet d'ordre de présentation des questionnaires, nous avons utilisé la technique du contre-balancement. Ainsi, les participants(es) ont été aléatoirement divisés(es) en deux groupes. Le premier groupe a répondu aux trois questionnaires relatifs aux conséquences psychologiques (GAD, PHQ et PSS) en début de passation puis au questionnaire d'attitude à propos des nanoparticules. À l'inverse, le deuxième groupe a répondu au questionnaire d'attitude en premier, puis aux questionnaires qui concernent les conséquences psychologiques.

4. Résultats

Toutes les analyses ont été réalisées avec le logiciel *Jamovi* (Version 2.3, 2022). Avant toute analyse visant à tester les hypothèses de cette quatrième étude, nous avons dû nous assurer avec ce nouveau recueil de données que la structure du questionnaire et donc de l'attitude envers les nanoparticules telle qu'identifiée à l'issue de l'étude 2, était confirmée. Cette étape est nécessaire si l'on veut utiliser les différents facteurs comme dimension dans le test de nos hypothèses (cf. HP2). Ainsi, le questionnaire d'attitude à propos des nanoparticules a été analysé afin de confirmer sa structure. Dans cette première étape, la validité du questionnaire d'attitude envers les nanoparticules a été évaluée afin de vérifier l'adéquation du modèle en sept facteurs. Ainsi, le questionnaire d'attitude

⁸⁷ Durant cette période, aucune loi liée aux nano n'est présentée, aucun accident industriel important n'est arrivé et les passations sont arrêtées trois semaines avant le premier tour des élections présidentielles.

envers les nanoparticules a été soumis à une nouvelle Analyse Factorielle Confirmatoire (AFC). Par la suite, des régressions multiples ont été effectuées afin de tester notre première hypothèse, qui interroge les conséquences psychologiques d'une exposition aux nanoparticules associée à une perception risquée de celle-ci. Nous avons cherché à savoir si le fait d'avoir l'impression d'être exposé(e) aux nanoparticules au travail ou à domicile et d'avoir une perception risquée de l'exposition au travail pourraient prédire l'augmentation du stress perçu, des symptômes de dépression et d'anxiété. Dans l'objectif de tester notre hypothèse, nos variables dépendantes (réponses au PSS, au PHQ et au GAD) ont été analysées une par une au regard de chacune des variables indépendantes (réponses aux items comp1 (VI 1) « *Je pense être exposé(e) à des nanoparticules dans mon travail* », comp2 (VI 2) « *Je pense être exposé(e) à des nanoparticules à mon domicile* » et AffR12⁸⁸(VI 3) « *Je pense que les travailleurs(es) exposés(es) aux nanoparticules ont plus de risques d'avoir des problèmes graves de santé* »). Ensuite, une nouvelle analyse de régression multiple a été appliquée sur chacune de nos variables dépendantes (réponses au PSS, au PHQ et au GAD) selon l'ensemble des scores respectivement obtenus aux sept composantes de l'attitude (scores de la perception des bénéfices, de la confiance en l'industrie, aux politiques et aux médias et aux scientifiques, de la perception des risques, des connaissances et des comportements) afin de mieux comprendre la façon dont les composantes de l'attitude envers les nanoparticules pourraient prédire le stress perçu et les symptômes de dépression et d'anxiété. En complément, les outils utilisés ont été analysés afin de contrôler l'influence que le contexte des passations aurait pu avoir sur les résultats. En ce sens, nous avons vérifié l'effet d'ordre de l'outil afin d'observer les potentielles influences de l'ordre dans lequel les questionnaires d'attitude, de stress perçu et les indicateurs de santé mentale (PSS, PHQ et GAD) étaient présentés. Pour finir, nous avons contrôlé les données des personnes qui avaient déjà répondu au questionnaire d'attitude les années précédentes en comparaison à celles qui le découvrent.

4.1 Étude de la validité : Analyse Factorielle Confirmatoire

Nous avons réalisé une analyse factorielle confirmatoire afin de vérifier la structure dimensionnelle en sept sous-échelles telle que définie par l'étude 2.

⁸⁸ Nous avons choisi d'utiliser l'item Affr12 comme VI pour sa précision, à défaut d'utiliser le score de perception des risques qui englobe plusieurs sujets (e.g., santé, sécurité, environnement) et qui est traité dans l'hypothèse 2.

Tableau 22

Modèle structural de l'AFC

Modèles	χ^2/DF	SRMR	TLI	RMSEA
Normes	≤ 3	< 0.1	≥ 0.9	< 0.08
Modèle intégral	2.23	0.062	0.859	0.0552

Les indices SRMR, RMSEA et TLI sont les indicateurs les plus utiles de l'ajustement au modèle. Les résultats de l'analyse factorielle confirmatoire (Tableau 22) révèlent que le modèle à sept facteurs est à nouveau confirmé puisque les indices d'ajustements utilisés pour évaluer la solidité du modèle dépassaient les valeurs des seuils recommandés ou étaient marginalement satisfaisants pour le TLI (Bollen & Long, 1993).

4.2 Influences psychologiques de l'impression d'être exposé(e) aux nanoparticules et de la perception risquée de l'exposition au travail

Nous souhaitons observer si le fait de se penser exposé(e) aux nanoparticules au travail (Comp1) ou au domicile (Comp 2), associé à une perception risquée de l'exposition (réponse à l'item Affr12) pourrait prédire la variation du stress perçu (PSS), des symptômes de dépression (PHQ) et d'anxiété (GAD). Notre hypothèse était que la variation du stress perçu et celle des symptômes de dépression et d'anxiété seraient prédites par l'interaction entre le sentiment d'être exposé(e) au travail et la perception de l'exposition au travail. Pour tester cette hypothèse, nous avons conduit une série d'analyses de régressions linéaires de nos variables de perception risquée de l'exposition et de l'impression d'être exposé(e) au travail sur nos variables dépendantes (score PSS, PHQ et GAD).

4.2.1 Influence de l'impression d'être exposé(e) au travail et de la perception des risques de l'exposition sur le stress perçu, les symptômes de dépression et d'anxiété

4.2.1.1 Influences sur le stress perçu

Une régression multiple a été réalisée afin d'évaluer le niveau de stress perçu (PSS) en fonction de la perception risquée de l'exposition au travail et de l'impression d'être exposé(e) aux nanoparticules au travail. Néanmoins, la perception des risques liée à l'exposition au travail et l'impression d'être exposé aux nanoparticules au travail n'expliquent pas la variation du stress perçu ($F(3, 289) = 0.73$; $p = .533$; $R^2 = .0075$).

4.2.1.2 Influences sur les symptômes de dépression

Une régression multiple a été réalisée afin d'évaluer la variation des symptômes de dépression (PHQ) selon la perception risquée de l'exposition au travail et l'impression d'être exposé(e) aux nanoparticules au travail. La perception des risques liée à l'exposition au travail et l'impression d'être exposé(e) aux nanoparticules au travail expliquaient près de 4% des variations des symptômes de dépression ($F(3, 289) = 3.47$; $p = .017$; $R^2 = .035$). Les effets simples de la perception risquée de l'exposition au travail ($t(3, 289) = 0.85$, $p = 0.396$) et de l'exposition au travail ($t(3, 289) = 0.75$, $p = .0452$) n'expliquaient pas significativement l'augmentation des symptômes de dépression. En revanche, l'interaction entre la perception risquée de l'exposition au travail et l'exposition au travail expliquait significativement la variation des symptômes de dépression ($\beta = -0.17$; $t(3, 289) = 3.13$, $p = .002$).

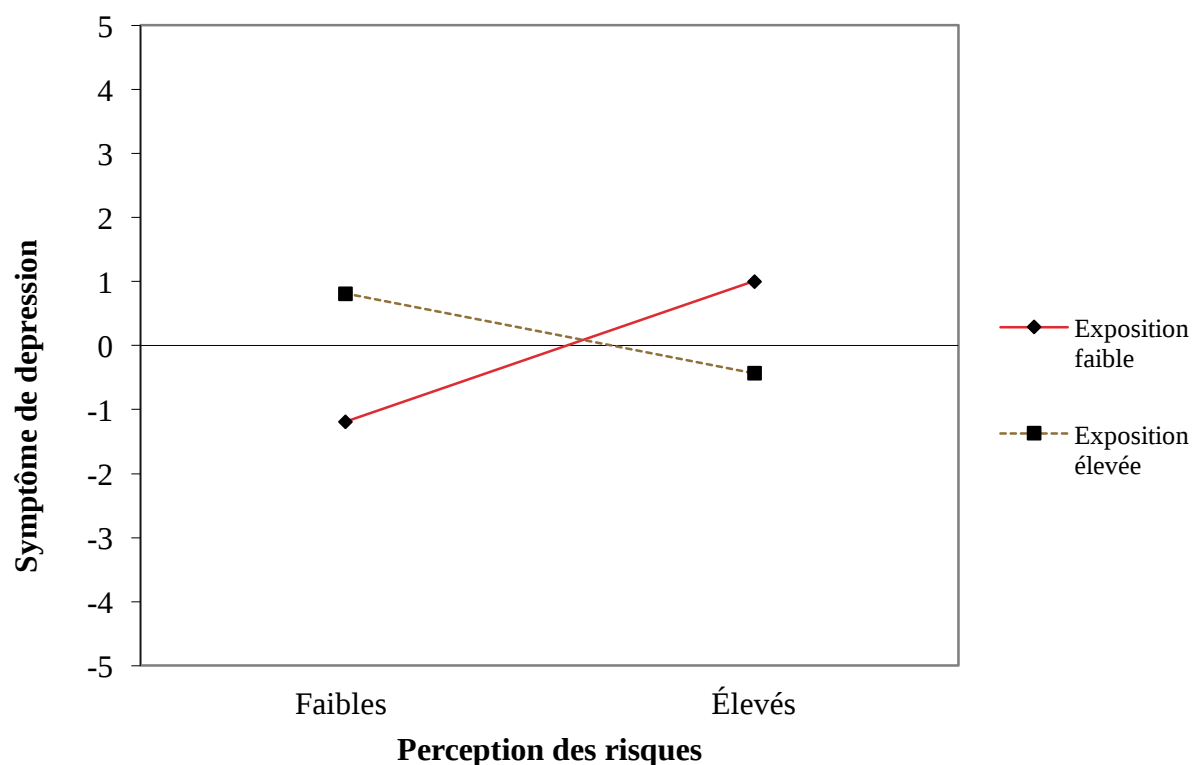
Afin d'analyser cette interaction, la méthode des *slope differences* a été utilisée (Dawson & Richter, 2006). Cette dernière consiste à calculer la significativité des pentes des droites au niveau faible et élevé des prédicteurs (calculé + ou - 1 écart type de la moyenne⁸⁹) pour déterminer les pentes qui diffèrent l'une de l'autre⁹⁰.

⁸⁹ Il est recommandé de centrer les variables autour de zéro afin qu'elle aient un écart type de 1.

⁹⁰ Les analyses sont effectuées via la feuille de calcul disponible en ligne : <http://www.jeremydawson.co.uk/slopes.htm>

Figure 34

Variation du score de troubles dépressifs selon l'interaction entre le score de perception des risques et le score de perception du niveau d'exposition par la méthode des *slope differences*



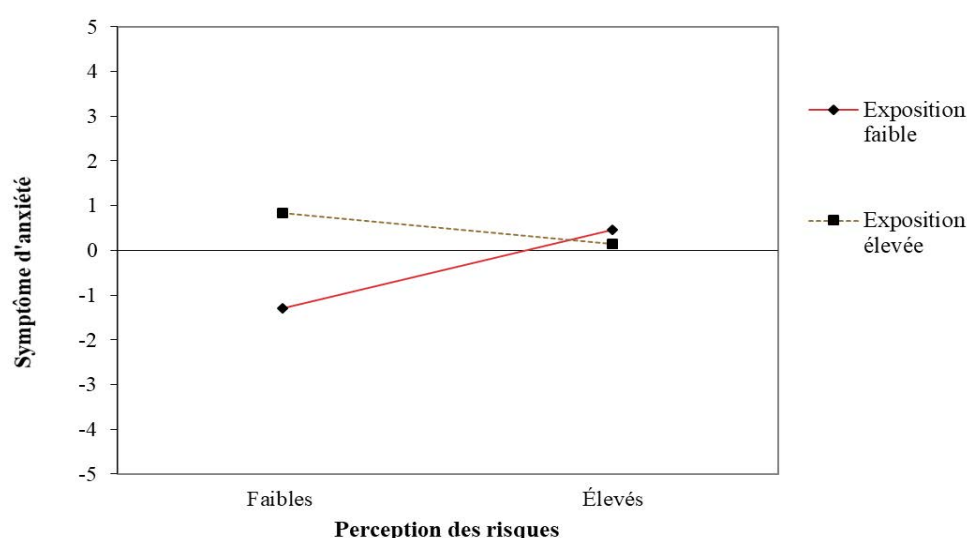
Les analyses de pentes simples (Figure 34) indiquent que le niveau de perception des risques a eu un effet significatif sur les symptômes de dépression pour les personnes se pensant faiblement exposées ($\beta = 1.02$, $p < .001$) et fortement exposées ($\beta = -0.58$, $p = 0.011$). Lorsque la perception du niveau d'exposition était faible, le score de dépression augmentait à mesure que la perception des risques augmentait. À l'inverse, lorsque l'exposition était élevée, le score de dépression diminuait à mesure que la perception des risques augmentait. Il est à noter que la variation des symptômes de dépression est plus élevée pour les personnes se pensant faiblement exposées que pour les personnes se pensant fortement exposées. Ainsi, lorsque le niveau de perception des risques des nanoparticules est élevé, des symptômes de dépression pourraient se retrouver chez les individus ayant l'impression d'être faiblement exposés au travail. Lorsque le niveau de perception des risques est faible, moins de symptômes de dépression sont susceptibles de se retrouver chez les personnes ayant l'impression d'être fortement exposées au travail.

4.2.1.3 Influences sur les symptômes d'anxiété

Une régression multiple a été effectuée pour évaluer la variation des symptômes d'anxiété (GAD) selon le niveau de perception des risques de l'exposition au travail et de l'impression d'être exposé(e) aux nanoparticules au travail. La perception des risques liée à l'exposition au travail et l'impression d'être exposé(e) aux nanoparticules au travail expliquaient près de 3% des variations des troubles anxieux ($F(3, 289) = 3.04$; $p = .029$; $R^2 = .03$). Les effets simples indiquaient que la perception risquée de l'exposition au travail ($t(3, 289) = 1$, $p = .317$) et l'exposition au travail ($t(3, 289) = 1.84$, $p = .067$) n'expliquaient pas significativement l'augmentation des symptômes d'anxiété. En revanche, l'interaction entre la perception risquée de l'exposition au travail et l'exposition au travail quant à elle, expliquait la variation des symptômes d'anxiété ($\beta = -0.13$; $t(3, 289) = -2.35$, $p = .020$).

Figure 35

Variation du score de troubles anxieux selon l'interaction entre le score de perception des risques et le score de perception du niveau d'exposition par la méthode des *slope differences*



Les analyses de pentes simples (Figure 35) indiquent que le niveau de perception des risques a eu un effet significatif sur le score d'anxiété pour les personnes ayant un score de perception du niveau d'exposition faible ($\beta = 0.82$, $p = .016$) mais pas pour les personnes avec un score de perception du niveau d'exposition élevé ($p = 0.389$). Ainsi, lorsque le niveau de perception des risques des nanoparticules est élevé, des symptômes d'anxiété pourraient se retrouver chez les individus ayant l'impression d'être faiblement exposés au travail. À l'inverse les personnes ayant l'impression d'être faiblement exposées pourraient avoir moins de symptômes si elles ont une perception des risques faible. En revanche, chez les sujets ayant l'impression d'être plus fortement exposés, le niveau de perception des risques n'influence pas les scores d'anxiété.

4.2.2 Influences psychologiques de l'impression d'être exposé(e) aux nanoparticules à domicile et de la perception risquée de l'exposition au travail sur le stress perçu et les indicateurs de santé mentale

4.2.2.1 Influences sur le stress perçu

Une régression multiple a été réalisée dans l'objectif d'évaluer la variation du niveau de stress perçu (PSS) selon la perception risquée de l'exposition au travail et l'impression d'être exposé(e) aux nanoparticules à son domicile. Néanmoins, la perception des risques liée à l'exposition au travail et l'impression d'être exposé(e) aux nanoparticules à domicile n'expliquaient pas la variation du stress perçu ($F(3, 288) = 0.58$; $p = .627$; $R^2 = .0006$).

4.2.2.2 Influences sur les symptômes de dépression

Une régression multiple a été réalisée dans l'objectif d'évaluer le niveau des scores des symptômes de dépression (PHQ) en fonction de la perception risquée de l'exposition au travail et de l'impression d'être exposé(e) aux nanoparticules à son domicile. Néanmoins, la perception des risques liée à l'exposition au travail et l'impression d'être exposé(e) aux nanoparticules à domicile n'expliquaient pas la variation des symptômes de dépression ($F(3, 288) = 1.25$; $p = .291$; $R^2 = .013$).

4.2.2.3 Influences sur les symptômes d'anxiété

La variation des symptômes d'anxiété (GAD) a été évaluée selon le niveau de perception risquée de l'exposition au travail et l'impression d'être exposé(e) aux nanoparticules à son domicile. Néanmoins, la perception des risques liée à l'exposition au travail et l'impression d'être exposé(e) aux nanoparticules à domicile n'expliquaient pas la variation des symptômes des troubles anxieux ($F(3, 288) = 2.22$; $p = .086$; $R^2 = .023$).

4.3 Attitude envers les nanoparticules et prédiction des conséquences psychologiques

Un modèle de régressions multiples a été utilisé pour déterminer la prédiction du niveau de stress perçu, des symptômes de dépression et d'anxiété selon l'ensemble des composantes de l'attitude envers les nanoparticules ou de certaines d'entre elles (connaissances, confiance en l'industrie, aux politiques, aux médias et aux scientifiques, perceptions des risques et des bénéfices et comportements). Les résultats indiquaient que l'ensemble des composantes de l'attitude prédisent près de 6% des variations du stress perçu ($F(7, 361) = 3.32$; $p = .002$; $R^2 = .06$), 5% des variations de la dépression ($F(7, 361) = 2.47$; $p = .017$; $R^2 = .046$) et 5% des variations des symptômes d'anxiété ($F(7, 361) = 2.64$; $p = .011$; $R^2 = .049$).

Les coefficients de régressions indiquaient qu'une augmentation de la perception des bénéfices

($\beta = 0.14$; $t(7 ; 361) = 2.46$, $p = .014$) et de la perception risquée des nanoparticules ($\beta = 0.17$; $t(7 ; 361) = 3.08$, $p = .002$) prédisent une augmentation du stress perçu et qu'une augmentation de la fréquence des comportements envers les nanoparticules ($\beta = 0.15$; $t(7 ; 361) = 2.94$, $p = 0.004$) prédit une augmentation des symptômes d'anxiété. Les autres composantes de l'attitude ne prédisent pas le stress ni les symptômes de dépression et d'anxiété⁹¹.

4.4 Analyses complémentaires

L'ordre des outils a été contrôlé afin de voir si l'on observe des effets sur les données lorsque le questionnaire d'attitude est proposé avant ou après ceux du stress et des indicateurs de santé mentale.

4.4.1 Contrôle de l'effet d'ordre

Tableau 23

Comparaison de moyennes selon l'ordre de présentation des questionnaires

	Questionnaire d'attitude présenté en premier	Questionnaire d'attitude présenté en second	Significativité
Questionnaires psychologiques			
Stress perçu	$M = 31.8$; $SD = 4.1$	$M = 20.90$; $SD = 4.84$	$t(405) = -24.5$, $p < .001$, $d = -2.43$
Symptômes de dépression	$M = 8.54$; $SD = 5.60$	$M = 7.84$; $SD = 4.91$	<i>ns</i>
Symptômes d'anxiété	$M = 6.74$; $SD = 4.78$	$M = 6.31$; $SD = 4.96$	<i>ns</i>
Composantes de l'attitude			
Perception des bénéfices	$M = 1.94$; $SD = 0.78$	$M = 1.75$; $SD = 0.77$	$t(398) = -2.53$, $p = .012$, $d = -0.25$
Confiance en l'industrie	$M = 1.23$; $SD = 1.04$	$M = 1.11$; $SD = 0.98$	<i>ns</i>
Confiance politiques et médias	$M = 0.8$; $SD = 0.70$	$M = 0.775$; $SD = 0.72$	<i>ns</i>
Confiance aux scientifiques	$M = 2.76$; $SD = 1$	$M = 2.69$; $SD = 0.98$	<i>ns</i>
Perception des risques	$M = 3.2$; $SD = 0.69$	$M = 3.19$; $SD = 0.73$	<i>ns</i>
Connaissances	$M = 0.51$; $SD = 0.24$	$M = 0.44$; $SD = 0.27$	$t(403) = -2.92$, $p = .004$, $d = -0.29$
Comportements	$M = 1.88$; $SD = 1.03$	$M = 1.72$; $SD = 1$	<i>ns</i>

⁹¹ Les coefficients de régressions indiquent qu'une augmentation de la perception risquée ($\beta = 0.96$; $t(7 ; 361) = 1.73$, $p = 0.085$) et des comportements ($\beta = 0.9$; $t(7 ; 361) = 1.71$, $p = 0.089$) pourrait prédire une augmentation de la dépression. La significativité indique toutefois qu'il y a un peu moins de 9% de risque que les prédictions observées soient dues au hasard. Nous choisissons de le préciser malgré tout car si l'on sort du modèle général mais que l'on regarde les effets principaux de chaque VI sur les symptômes de dépression, nous pouvons voir que la perception des risques ($\beta = 0.14$; $t(2 ; 398) = 2.88$, $p = 0.004$) et les comportements ($\beta = 0.12$; $t(2 ; 372) = 2.26$, $p = 0.025$) prédisent significativement les symptômes de la dépression. Bien que nous ne puissions pas en tirer de conclusion, il nous semble important d'affiner ce résultat ultérieurement.

Les résultats des analyses de régression présentées dans le Tableau 23 soulignent que les personnes ayant répondu au questionnaire d'attitude avant les questionnaires des conséquences psychologiques ont eu un score de stress perçu significativement plus élevé, que les personnes qui ont d'abord répondu aux items relatifs au stress perçu et aux indicateurs de santé mentale. La taille de l'effet estimée ($d = -2.43$) indique que l'ordre de présentation des questionnaires a une influence très importante sur la variation du stress perçu. Ensuite, les répondants et répondantes ayant complété le questionnaire d'attitude avant les items relatifs aux conséquences psychologiques percevaient significativement plus de bénéfices des nanoparticules que les personnes qui ont d'abord répondu aux items liés aux conséquences psychologiques. La taille de l'effet estimée ($d = 0.29$) indique que l'ordre de présentation des questionnaires a eu une faible influence sur la variation des bénéfices perçus. Pour finir, les personnes ayant répondu au questionnaire d'attitude en début de passation avaient significativement plus de réponses justes aux items de connaissances en comparaison des personnes qui avaient répondu au questionnaire d'attitude après les items liés aux conséquences psychologiques. La taille de l'effet estimée ($d = 0.25$) indique que l'ordre de présentation des questionnaires a eu une faible influence sur la variation du niveau de connaissances.

En conséquence, nous pouvons en conclure d'une part, que le fait de répondre au questionnaire d'attitude en premier augmente fortement le stress perçu de l'échantillon et d'autre part, que le fait de répondre aux items des conséquences psychologiques en premier a diminué faiblement le nombre de réponses justes et les bénéfices perçus des participants(es).

4.4.2 Contrôle de l'effet des participations antérieures

Les sept composantes de l'attitude envers les nanoparticules et les scores du PHQ, du GAD et du PSS ont été soumis à des analyses de Mann-Whitney afin de comparer les distributions des personnes ayant déjà répondu au questionnaire d'attitude envers les nanoparticules ($n = 15$) et celles de personnes qui découvraient le questionnaire ($n = 389$).

Tableau 24

Analyses de comparaison de moyennes selon la participation

	Questionnaire d'attitude déjà rempli	Questionnaire d'attitude jamais rempli	Significativité
Questionnaires psychologiques			
Stress perçu	$M = 23.7$; $SD = 6.83$	$M = 26.5$; $SD = 6.70$	<i>ns</i>
Symptômes de dépression	$M = 6.07$; $SD = 4.65$	$M = 8.32$; $SD = 5.24$	<i>ns</i>
Symptômes d'anxiété	$M = 5.53$; $SD = 4.69$	$M = 6.61$; $SD = 4.86$	<i>ns</i>
Composantes de l'attitude			
Perception des bénéfices	$M = 1.48$; $SD = 0.83$	$M = 1.86$; $SD = 0.77$	<i>ns</i>
Confiance en l'industrie	$M = 0.244$; $SD = 0.556$	$M = 1.2$; $SD = 1.1$	$U(401) = 1232, p < .001, d = -0.58$
Confiance politiques et médias	$M = 0.3$; $SD = 0.451$	$M = 0.8$; $SD = 0.71$	$U(401) = 1693, p = .005, d = 0.42$
Confiance aux scientifiques	$M = 2.04$; $SD = 1.36$	$M = 2.75$; $SD = 0.97$	$U(401) = 2027, p = .043, d = -0.30$
Perception des risques	$M = 3.07$; $SD = 1.1$	$M = 3.2$; $SD = 0.69$	<i>ns</i>
Connaissances	$M = 0.6$; $SD = 0.23$	$M = 0.47$; $SD = 0.26$	$U(402) = 2012, p = .037, d = 0.31$
Comportements	$M = 1.63$; $SD = 1.81$	$M = 1.81$; $SD = 1.02$	<i>ns</i>

Les données présentées dans le Tableau 24 montrent que les personnes ayant déjà répondu au questionnaire d'attitude envers les nanoparticules avaient moins confiance en l'industrie que celles qui y répondaient pour la première fois. La taille de l'effet estimée ($d = -0.58$) indique que l'influence sur la confiance en l'industrie est moyenne. On retrouve à nouveau une différence significative des réponses liées à la confiance aux politiques et aux médias puisque les personnes qui avaient déjà répondu au questionnaire avaient moins confiance aux politiques et aux médias en comparaison à celles qui le découvraient. La taille de l'effet estimée est faible ($d = 0.42$). Il en est de même pour les réponses liées à la confiance aux scientifiques puisque les personnes ayant déjà répondu au questionnaire leur

font moins confiance en comparaison de celles qui le découvraient. La taille de l'effet est faible ($d = -0.30$). Pour finir, les personnes ayant déjà répondu au questionnaire avaient davantage de réponses justes aux items de connaissances en comparaison de celles qui le découvraient. La taille de l'effet estimée ($d = 0.31$) indique que l'influence sur les connaissances est faible. Les données liées aux questionnaires psychologiques (stress perçu, les symptômes de dépression et d'anxiété) et aux autres composantes de l'attitude (la perception des bénéfices, la perception des risques et les comportements) ne diffèrent pas significativement selon le groupe. En résumé, le fait d'avoir déjà répondu à l'outil d'évaluation de l'attitude envers les nanoparticules (entre autres facteurs d'influences potentielles) a diminué la confiance envers les instances (politiques, médias, scientifiques et industries) liées aux nanoparticules et a augmenté le nombre de réponses justes. Il semble toutefois nécessaire de souligner que seulement 15 personnes avaient déjà répondu au questionnaire les années précédentes. Bien que le test de Mann-Whitney permette de comparer de petits échantillons entre eux, le fait de comparer un groupe de 15 personnes à un autre groupe de 389 individus ne permet pas de tirer des conclusions, quelles qu'elles soient.

5. Discussion de l'étude 4

Les débats scientifiques de ces 20 dernières années s'établissent fréquemment autour des répercussions sanitaires du risque chimique et technologique en omettant l'impact psychologique potentiel. L'augmentation de l'anxiété, des dépressions, du stress post-traumatique et autres troubles psychiques ne serait pas uniquement due à l'exposition à un matériau. En effet, il s'agirait d'un impact psychologique induit par une perception risquée du matériau auquel un individu est exposé (Maurel et al., 2006 ; Thaon et al., 2016). Dans le cas de l'affaire de l'amiante, informer le personnel de leur exposition et des risques pour la santé qui y sont associés « peut générer un état d'anxiété et des préoccupations concernant l'évolution de l'état de santé » (Maurel et al., 2006, p.8). Lin et al. (2014) ajoutent que les personnes fortement exposées à l'amianté sur leur lieu de travail présentent un risque élevé de dépression.

5.1 Synthèse et analyse de l'étude

La quatrième étude de la thèse avait pour objectif principal d'évaluer le stress perçu, les symptômes de dépression et d'anxiété de l'échantillon en fonction de leur impression d'être exposé aux nanoparticules au travail et à domicile. Nous pensions que le niveau de stress perçu et ceux des symptômes de dépression et d'anxiété augmenteraient lorsque les personnes ont l'impression d'être

exposées et qu'elles pensent que l'exposition aux nanoparticules au travail serait risquée pour la santé. Nous pouvons conclure qu'une part des troubles de la dépression et des troubles anxieux peut varier selon l'impression d'être exposé(e) aux nanoparticules au travail associé au risque perçu de cette exposition. En ce sens, l'augmentation des symptômes de dépression et celle de l'anxiété étaient en partie prédites par une perception risquée des nanoparticules au travail lorsque les individus avaient l'impression d'être peu exposés sur leur lieu de travail. À l'inverse, l'augmentation des symptômes de dépression était en partie prédite par une perception peu risquée chez des sujets ayant l'impression d'être plus fortement exposés. L'anxiété n'était pas prédite par les deux variables lorsque les sujets avaient l'impression d'être plus fortement exposés au travail. Il en était de même pour le niveau de stress perçu qui n'était pas influencé par le risque perçu chez les personnes se sentant plus ou moins exposées au travail. Le fait que les personnes se pensant faiblement exposées ont plus de symptômes de dépression et d'anxiété quand elles perçoivent des risques élevés que quand elles perçoivent des risques faibles s'explique probablement par le fait qu'elles se pensent à minima exposées à un risque pour la santé. En ce sens, le risque perçu provoque des inquiétudes suffisantes pour altérer la santé mentale sans que les individus ressentent un stress conscient. Il est étonnant d'observer que les personnes se pensant fortement exposées ont plus de symptômes de dépression et d'anxiété quand elles perçoivent des risques faibles que quand elles perçoivent des risques élevés. Nous pensons que les individus qui se pensent faiblement exposés pourraient ne pas avoir suffisamment d'informations sur les nanoparticules pour connaître les situations dans lesquelles ils pourraient être exposés et la façon de se protéger. En effet, plusieurs travaux indiquent que plus la perception des risques augmente plus le niveau de connaissances à propos des nanomatériaux diminue (Kahan et al., 2009 ; Satterfield et al., 2009 ; Scheufele et al., 2007). En ce sens, Zajonc (1968) précise qu'une exposition répétée à un objet augmente les chances d'avoir un affect positif à son égard. La manière de percevoir les nanoparticules pourrait ainsi être influencée par la quantité d'informations dont dispose un individu. Les profanes percevraient plus de risques (particulièrement liés à la santé) que de bénéfices et les personnes plus expertes percevraient plus de bénéfices tout en considérant les risques importants des nanoparticules. Par conséquent, les individus ayant une perception risquée des nanoparticules et se pensant faiblement exposés pourraient ne pas avoir conscience de leur exposition réelle par manque d'information sur le sujet. À l'inverse, plus le niveau de connaissances est élevé, plus les individus auraient conscience de leur exposition. Rappelons que les profanes ont une perception plus risquée des nanoparticules et notamment en lien avec l'impact sur la santé (Irwin & Wynne, 2003 ; Scheufele et al., 2007). Ces informations pourraient expliquer le fait que les personnes se pensant faiblement exposées (qui pourraient donc selon notre raisonnement ci-dessus ne pas être au courant de leur exposition) et qui

ont une perception risquée de l'exposition ont davantage de symptômes d'anxiété et de dépression. En résumé, nous pensons que moins le niveau de connaissances est élevé, moins les individus ont d'informations pour se protéger et moins ils auraient conscience de leur exposition. Si cette hypothèse était confirmée, nous pourrions penser que le manque de contrôle d'une situation perçue comme risquée pourrait générer un effet délétère sur la santé mentale. Cette hypothèse pourrait aussi expliquer le fait que les personnes se pensant fortement exposées ont plus de symptômes de dépression et d'anxiété quand elles perçoivent des risques faibles que quand elles perçoivent des risques élevés. En effet, le fait de se penser fortement exposé(e) aux nanoparticules implique de connaître les situations d'expositions. Les personnes qui ont des connaissances sur le sujet et qui perçoivent un risque à leur exposition ont potentiellement la possibilité de se protéger. Ces hypothèses ne peuvent se vérifier sans établir des profils de réponses afin de voir s'il y a bien des catégories de personnes en fonction du niveau de connaissances, de la perception et de l'exposition perçue.

Nos résultats indiquent aussi que le fait de se penser exposé(e) aux nanoparticules à domicile et de penser que l'exposition au travail pourrait être dangereuse ne sont liés ni avec le stress perçu ni avec les symptômes d'anxiété et de dépression. Ce résultat s'explique certainement par le fait que les variables concernent la perception du risque de l'exposition à domicile et l'impression d'être exposé(e) au travail. En effet, lors de la construction de l'outil et plus précisément après la réduction de la quantité d'items, les items de perception des risques de l'exposition aux nanoparticules au domicile n'ont pas été retenus. Ainsi, nous n'avons aucun item permettant de mesurer spécifiquement la perception du risque de l'exposition à domicile. Il serait intéressant de pouvoir ajouter un item tel que « *Je pense que les personnes exposées aux nanoparticules à leur domicile ont plus de risques d'avoir des problèmes graves de santé* ». Cet ajout permettrait d'évaluer le lien entre le fait de se penser exposé(e) aux nanoparticules à domicile et de penser que l'exposition au domicile pourrait être dangereuse, ainsi que d'observer l'impact sur le stress perçu, les symptômes d'anxiété et de dépression.

Nous observons aussi que l'ensemble des composantes de l'attitude prédit une partie de la variation du stress perçu, des symptômes de dépression et d'anxiété. Si l'on regarde l'effet de chacune des composantes (considéré dans un modèle général à 7 composantes) nous observons qu'une perception orientée vers des bénéfices élevés des nanoparticules prédit une augmentation du stress perçu. Rappelons que le stress est un processus dynamique (Guillet, 2014) auquel l'individu fait face *via* des stratégies émotionnelles, comportementales, psychosociales ou cognitives. La variation du stress dépend de l'intensité de la demande psychologique et de la latitude décisionnelle dont l'individu dispose pour y faire face (Karasek, 1979). La situation devient problématique lorsqu'il est difficile de

faire face au stress et quand la santé mentale est impactée. Le stress peut permettre de répondre à des situations difficiles et ne traduit pas nécessairement une menace pour l'individu. Nous pensons qu'une perception orientée vers des bénéfices élevés pourrait engendrer un stress « positif » permettant la mobilisation de réponses adaptatives face à l'environnement sans susciter d'effets néfastes pour l'organisme du fait de son caractère ponctuel et non chronique. Nous observons que la perception des bénéfices ne prédit pas la variation des symptômes de dépression et d'anxiété. Le détail des effets simples de chacune des composantes (dans leur modèle général à 7 composantes) montre aussi qu'une perception élevée des risques des nanoparticules prédit aussi l'augmentation du stress perçu. Bien qu'il y ait près de 9% de possibilités que les prédictions observées soient dues au hasard, nous observons tout de même qu'une augmentation de la perception risquée pourrait aussi prédire une augmentation de la dépression. Par conséquent, nous pensons qu'une perception orientée vers des risques élevés engendre un stress qui pourrait permettre de faire face à l'exposition aux nanoparticules en impactant potentiellement la santé mentale. Il s'agit là d'une piste de réflexion intéressante qui pourra être vérifiée ultérieurement. Selon Retzbach et al. (2011) et Satterfield et al. (2009), les individus ayant une perception bénéfique des nanoparticules sont aussi ceux qui y sont le plus exposés et qui ont de bonnes connaissances envers l'objet. À l'inverse, les personnes ayant une perception orientée vers les risques ont peu de connaissances à propos de l'objet. De plus, nous avons pu observer que l'on peut percevoir à la fois des risques et des bénéfices des nanoparticules (raison pour laquelle nous avons séparé l'évaluation de la perception des risques et celle des bénéfices). D'ailleurs les experts(es) sur le sujet sont en moyenne deux fois plus au courant des risques des nanoparticules en comparaison aux personnes profanes, tout en percevant les nombreux bénéfices de celles-ci (Cheng et al., 2009). Afin de vérifier ces hypothèses, il serait intéressant d'observer les profils de réponses pour voir si les personnes qui ont une perception des bénéfices élevée sont aussi celles qui ont de bonnes connaissances et qui sont particulièrement exposées aux nanoparticules et, inversement, si les individus qui ont une perception orientée vers les risques ont peu de connaissances à propos de l'objet et y sont peu exposés. De plus, si les conclusions de Retzbach et al. (2011) et Satterfield et al. (2009) se confirmaient et que les personnes ayant une perception des bénéfices élevée avaient aussi de bonnes connaissances et étaient particulièrement exposées aux nanoparticules, il se pourrait que les comportements de sécurité puissent varier. Lorsque les individus ont des connaissances, une perception orientée vers les bénéfices et qu'ils sont exposés aux nanoparticules, les informations qu'ils détiennent pourraient leur permettre d'être pro-actif dans leur propre sécurité. À l'inverse, une personne qui aurait peu de connaissances, une perception plus orientée vers les risques et qui penserait être peu exposée aux nanoparticules pourrait ne pas avoir les informations nécessaires sur les risques et la sécurité pour se protéger. En ce

sens, il serait intéressant d'observer le comportement de sécurité des personnes en fonction de leur perception, de leurs connaissances et de leur exposition.

D'autres résultats relatifs au détail de chacune des composantes dans leur modèle général montrent aussi qu'une fréquence élevée de comportements liés aux nanoparticules prédit l'augmentation de l'anxiété⁹². En ce sens, les individus ayant des comportements d'exposition fréquents ont plus de symptômes d'anxiété que ceux qui ont des comportements pas ou peu fréquents. Ce résultat ne va pas dans le sens de ce que nous observions précédemment, à savoir que les personnes qui se pensent fortement exposées au travail et qui ont une perception risquée des nanoparticules au travail, ont moins de symptômes de dépression (les données liées au stress perçu et aux symptômes d'anxiété ne sont pas significatives). Nous avons aussi observé que les effets simples de la variable Comp1 (impression d'être exposé(e) au travail) ne faisaient pas significativement varier le stress perçu, les symptômes de dépression et d'anxiété. Il nous semble évident qu'interpréter ces données nécessite à nouveau d'avoir des informations supplémentaires sur des profils de réponses. Nous pensons que l'explication de l'impact des comportements d'exposition sur la santé mentale ne peut pas être décorrélié des connaissances ou de l'affect que l'individu a envers les nanoparticules. Il se pourrait aussi que les résultats obtenus soient dus aux items qui composent les variables prises en compte. Dans l'hypothèse 1, les variables d'exposition concernaient seulement l'impression d'être exposé(e) au travail (comp1) ou à domicile (comp2). Dans l'hypothèse 2, la variable du comportement concerne l'exposition aux nanoparticules à domicile, au travail, dans les médicaments, dans l'alimentation, les produits d'entretien, les vêtements et les cosmétiques. Rappelons que les personnes qui indiquent être exposées au travail et qui perçoivent les nanoparticules comme risquées, pourraient être au courant des matériaux qu'elles utilisent. Par conséquent, elles pourraient avoir les connaissances suffisantes pour s'en protéger ou du moins avoir l'impression de contrôler assez la situation d'exposition pour ne pas développer des symptômes d'anxiété. Afin d'interpréter l'hypothèse 2, il serait important de connaître le niveau de connaissances des individus ayant l'impression d'être exposés aux nanoparticules à domicile, au travail, dans les médicaments, dans l'alimentation, les produits d'entretien, les vêtements et les cosmétiques.

L'ensemble de ces conclusions va dans le sens de Maurel et al. (2006) qui ajoutent que les conséquences psychologiques retrouvées dépendent du fait d'avoir connaissance du risque lié à l'exposition. Thaon et al. (2016) précisait d'ailleurs que plus les individus se pensent exposés à un

⁹² Bien qu'il y ait à nouveau 9% de possibilité que les prédictions observées soient dues au hasard, nous observons qu'une fréquence élevée de comportements pourrait aussi potentiellement prédire une augmentation de la dépression.

matériau risqué tel que l'amiante, plus l'anxiété augmente. En résumé, nos résultats vont dans le sens des travaux de Lin et al. (2013), Maurel et al. (2006), Pairon et al. (2007) et de Thaon et al. (2016) qui concluent qu'une perception risquée d'un matériau associé à l'impression d'y être exposé(e) est en lien avec la santé mentale et une dégradation de celle-ci. Nos résultats ajoutent une information essentielle à la compréhension du lien entre la perception des risques et la santé mentale. En effet, le niveau d'exposition perçu semble être une variable non négligeable. Il est cependant important de souligner le fait que les corrélations entre les variables et les parts de variations des symptômes que l'on retrouve dans nos analyses restent faibles. Il serait d'ailleurs exagéré de prétendre aujourd'hui que la perception des risques des nanoparticules a un lien de causalité avec le stress perçu et les symptômes d'anxiété ou de dépression mais nous pouvons conclure à une tendance probable. Ces résultats méritent d'être affinés et complétés par la recherche d'autres facteurs éventuellement mis en cause. Il serait par exemple intéressant d'ajouter un questionnaire de santé au matériel de cette étude. En s'inspirant des travaux de Thaon et al. (2016), nous pourrions en savoir davantage sur les éventuels liens entre l'impression d'être atteint d'une pathologie, la perception du risque et la santé mentale.

5.2 Contrôles des biais sur les données

5.2.1 Effet de l'ordre

L'effet d'ordre de l'outil a été contrôlé à l'aide d'analyses de comparaisons de moyennes. Comme le précisait Mucchielli (1979), l'ordre de présentation des questionnaires influence régulièrement les réponses des participants(es). Nos résultats précisent que les personnes ayant répondu au questionnaire d'attitude avant les questionnaires de santé mentale ont eu un score de stress perçu significativement plus élevé, en comparaison des personnes qui ont d'abord répondu aux items relatifs au stress perçu et à la santé mentale. Si l'on considère que la première lecture influence la seconde, alors le fait de répondre aux items d'attitude pourrait augmenter le stress perçu de l'échantillon, au moins à court terme. Les questions sur les risques des nanoparticules ainsi que les items sur l'exposition des individus au travail et au domicile pourraient être à l'origine de cette augmentation. En effet, si les items entraînent un questionnement soudain sur l'exposition et des interrogations liées aux risques associés, les individus pourraient ressentir un stress à court terme. Nous pensons que ce stress ne dure pas dans le temps mais il serait intéressant de l'évaluer à posteriori afin de connaître l'effet du questionnaire d'attitude sur le stress perçu à long terme.

Inversement, le fait de répondre aux items de santé mentale en premier diminue le score de bénéfices perçus et le nombre de réponses justes. Rappelons que les items de connaissances sont proposés au début du questionnaire d'attitude. Ainsi, il se pourrait que lorsque les questions de santé

mentale sont posées en premier, l'attention des individus soit moins importante lorsqu'ils répondent aux questions de connaissances qui, elles-mêmes nécessitent une concentration importante. Nous remarquons aussi que les items de santé mentale font essentiellement référence à des situations difficiles et négatives (e.g., « *Vous êtes-vous senti(e) nerveux(se) ou stressé(e) ?* » ou « *Vous a-t-il semblé difficile de contrôler les choses importantes de votre vie ?* »). Ce constat pourrait expliquer la diminution des bénéfices perçus lorsque les personnes ont d'abord répondu au questionnaire de santé mentale.

5.2.2 Effet d'une passation antérieure

Pour finir, nous avons contrôlé les données des personnes ayant déjà répondu au questionnaire d'attitude les années précédentes en comparaison à celles qui le découvrent. Nos résultats indiquent que le fait d'avoir déjà répondu à l'outil d'évaluation de l'attitude envers les nanoparticules auparavant augmente le nombre de réponses justes et diminue la confiance envers les instances (politiques, médias, scientifiques et industries) liées aux nanoparticules. Ce résultat nous conforte dans le fait de ne pas utiliser une méthode longitudinale en réinterrogeant les mêmes personnes en deux temps. En effet, notre étude s'inspirait initialement des travaux de Thaon et al. (2016). Pour rappel, ces autrices et auteurs ont évalué l'état de santé en rapport avec l'exposition à l'amiante, la perception des risques liés à l'amiante, l'anxiété et la dépression de 4150 individus. La moitié des sujets lisait un texte contenant les principales informations liées à l'amiante. Six mois plus tard, l'ensemble des sujets remplissait à nouveau les mêmes questionnaires. Ainsi, nous avons pensé évaluer l'attitude liée aux nanoparticules, le stress perçu, les symptômes de dépression et d'anxiété à six mois d'intervalle avec des outils similaires. Grâce au groupe contrôle, cette option aurait permis de voir l'évolution de l'attitude et de connaître le réel impact de se savoir exposé(e). Or, pour cela, nous aurions dû interroger des personnes qui ne se pensent pas exposées en temps 1 et qui pensent l'être en temps 2. Étant donné l'effet des passations antérieures observé et que la plupart des gens ne sont pas familiarisés avec les nanoparticules, leur affect peut se créer lorsqu'on les interroge sur cette technologie. De plus, Siegrist et Keller (2011) ajoutent qu'une grande partie des individus a une attitude instable à l'égard des nano. Par conséquent, l'attitude en temps 1 pourrait être différente en temps 2.

5.3 Limites apportées aux conclusions de l'étude

Il nous semble peu pertinent de comparer questionnaire par questionnaire les données de notre étude avec celles des travaux cités (e.g., comparer les données des évaluations des symptômes dépressifs de Lowinger (1990). avec celles de notre étude) pour deux raisons. La première raison concerne l'objet d'attitude lui-même. En effet, les objets déjà étudiés (e.g., l'amiante ou encore

l'irradiation nucléaire) concernant des matériaux connus par la population et dont les risques sont fortement médiatisés. Sachant que les nanoparticules restent peu connues du grand public, il semble tout à fait compréhensible que la perception du risque envers ce matériau puisse participer à des troubles de la santé mentale mais qu'elle n'explique pas plus les variations du stress, des symptômes de dépression et d'anxiété que ce que nous observons. La deuxième raison concerne le matériel employé. En effet, nous avons décidé d'utiliser le PSS comme échelle d'évaluation du stress perçu, le PHQ pour appréhender les symptômes de la dépression et le GAD comme échelle d'évaluation de l'anxiété. Or, plusieurs études ont utilisé l'échelle *Hospital Anxiety and Depression Scale* (HADS) afin d'évaluer les troubles anxieux et dépressifs (e.g., Paireon et al., 2007 ; Thaon et al., 2016). Ce questionnaire permet de relever des symptômes de dépression et d'anxiété en seulement 14 items. Après concertation avec les chercheurs(es) de cette étude, nous n'avons pas souhaité l'utiliser. Tout d'abord, les choix de réponses de l'HADS sont différents pour chaque item. Par exemple, la question 1 « *Je me sens tendu(e) ou énervé(e)* » est proposée avec pour choix de réponse l'échelle suivante « *La plupart du temps / Souvent / De temps en temps / Jamais* » alors que la question 2 « *Je prends plaisir aux mêmes choses qu'autrefois* » est proposée sur l'échelle de réponse suivante « *Oui, tout autant / Pas autant / Un peu seulement / Presque plus* ». Nous avons pensé que le fait de répondre à 14 items avec des choix de réponse différents aurait complexifié la tâche des participants(es) (Lorenzi-Cioldi, 1997 ; Yammarino et al., 1991). Au vu de l'important taux d'abandon que nous avons eu dans l'étude 1 qui est certainement dû à la longueur des passations et à la complexité de l'objet nano, il ne nous a pas semblé pertinent d'ajouter davantage de difficulté (cf. p.112 et 113). En effet, un temps de passation trop long a tendance à décourager les individus et particulièrement lors d'une enquête en ligne (Galesic & Bosnjak, 2009). La seconde raison concerne les items de l'HADS eux-mêmes. Plusieurs d'entre eux contiennent de multiples informations auxquelles répondre. Par exemple l'item 4 « *Je ris facilement et vois le bon côté des choses* » contient deux informations différentes, à savoir, le fait de rire facilement et le fait de voir le bon côté de choses. Il en est de même pour l'item 9 « *J'éprouve des sensations de peur et j'ai l'estomac noué* ». Comme Lorenzi-Cioldi (1997), nous pensons que les items doivent être précis et clairs afin que les répondants(es) puissent répondre en ayant accès au sens de la question. Les outils que nous avons choisis nous ont semblé être un bon compromis afin de respecter nos objectifs. En effet, nous souhaitons évaluer le stress perçu, les symptômes de dépression et d'anxiété en ajoutant le moins de difficulté et de temps de passation. Par ailleurs, bien que ces données nous offrent de précieuses informations liées aux risques sur la santé mentale, il est important de préciser qu'elles ne permettent pas de poser un diagnostic quel qu'il soit.

En effet, un entretien clinique serait nécessaire en plus des passations afin de déterminer le type de symptômes présents.

En conclusion, l'évaluation de l'attitude relevée conjointement à celle du stress et des troubles de santé mentale dans notre étude ne peut pas être comparée directement à des données similaires en raison du manque d'études sur le sujet des nanoparticules et des choix méthodologiques que nous avons faits. La seule référence possible pouvait se faire en s'intéressant à l'attitude envers d'autres matériaux tel que l'amiante. Notre étude peut dès lors servir de référence sur l'état de la santé mentale en fonction de l'impression d'être exposé(e) aux nanoparticules et de la perception des risques des membres d'un échantillon.

Chapitre 5. Discussion générale

Les rapports annuels R-Nano de cette dernière décennie font état de quantités importantes de nanomatériaux déployées en France. Tout en reconnaissant les bénéfices importants en termes d'amélioration et de potentiel d'innovation, des inquiétudes au sujet des risques qu'ils peuvent présenter pour la santé humaine et l'environnement sont omniprésentes. Le développement de ces nanoparticules, leur fabrication, leur utilisation et leur consommation impliquent une exposition de la population et particulièrement du personnel professionnel. L'identification des risques liés à un matériau émergent et ayant un impact à retardement repose essentiellement sur les études toxicologiques et les programmes de veille sanitaire. Les travaux expérimentaux en laboratoire rendent compte, dans certains cas, d'effets biologiques délétères tels que des mutations génétiques, des atteintes oculaires graves, des risques de cancérogénicité. Le Chapitre 1 de cette thèse souligne le rôle essentiel des travaux liés à l'ensemble des étapes allant de la fabrication et de la consommation des nanomatériaux jusqu'au recyclage des produits résiduels. Le défi est d'autant plus important puisqu'il est difficile d'identifier et de quantifier la présence de nanoparticules dans l'air et que les risques sanitaires et environnementaux sont mal connus. Dab (2014) précise que plus l'incertitude est importante, plus elle doit être débattue. Cela signifie aussi que l'exposition devrait être diminuée si les incertitudes demeurent. Ainsi « les nanomatériaux doivent être considérés comme dangereux jusqu'à ce qu'il soit clairement prouvé qu'ils ne le sont pas » (Debia et al., 2016, p.2). La recherche doit dès aujourd'hui viser l'amélioration de l'évaluation des quantités et de l'identification de nanoparticules dans l'air et compléter les données déjà obtenues liées aux conséquences sanitaires induites par une exposition. Dans le contexte d'incertitude toxicologique et d'évaluation métrologique peu développées, les actions préventives sont urgentes à mettre en place. La participation des consommateurs(trices) et des travailleurs(ses) à la gestion des risques sous-entend que ces personnes soient informées des risques spécifiquement liés aux nanomatériaux et des mesures de sécurité pouvant être mises en place pour y remédier (Panissal & Plégat-Soutgis, 2018). Par conséquent, il est nécessaire de considérer davantage la notion du risque pour affiner notre compréhension du matériau. Pour cela, il serait important de considérer l'évaluation pluridisciplinaire de la perception, de la représentation, des comportements, de la construction sociale, historique et politique, des aspects juridiques, économiques et psychologiques et de la différence entre perception du risque et risque réel (Eckert et al., 2021). Dans cette perspective, nous avons abordé cette thèse sous un aspect multidisciplinaire, construit un outil d'évaluation de l'attitude envers les et appréhendé l'attitude d'un large échantillon d'individus.

1. Mesure et évaluation de l'attitude envers les nanoparticules

L'analyse systématique que nous avons menée (cf.p.46) relève et commente l'ensemble des travaux s'étant attelés à l'évaluation de l'attitude envers les nanoparticules et ce, en apportant un regard critique sur les fondements scientifiques et sur la rigueur méthodologique des mesures utilisées. L'ensemble de la revue de littérature souligne la nécessité de construire un outil fiable pour appréhender l'attitude envers les nanoparticules puisqu'il n'en existe pas de valide faisant consensus et étant largement utilisé. En effet, les items utilisés sont souvent très compliqués à comprendre ou sont trop spécifiques pour des profanes et certaines fois, un seul item est utilisé afin de rendre compte de l'attitude envers les nano. L'analyse permet aussi de dégager que la majorité des études évalue cette attitude *via* une conception unidimensionnelle (mesure de l'affect) et peu d'entre elles appréhendent plusieurs dimensions (e.g., confiance, perception des risques ou perception des bénéfices, comportements, connaissances). Dans ce domaine de recherche, il apparaît aussi que la littérature est peu actualisée depuis 2015, particulièrement en rapport avec l'attitude de personnes vivant dans un contexte français. Ces différents arguments développés (Chapitre 2) ont tout d'abord amené à élaborer un outil d'attitude envers les nanoparticules pour ensuite appréhender cette attitude (Chapitre 3).

Deux études ont été nécessaires pour construire un outil adapté au grand public et évaluer ses propriétés psychométriques. La première étude a permis d'élaborer les items et les consignes de chacune des composantes de l'attitude et la deuxième étude a permis d'une part de tester la fiabilité et la validité du questionnaire d'attitude à l'égard des nanoparticules et d'autre part de confirmer sa structure. Cette dernière est composée de 7 dimensions, à savoir, la perception des bénéfices, la confiance en l'industrie, la confiance aux politiques et aux médias et celle envers les scientifiques, la perception des risques, les connaissances et les comportements.

1.1 Construction de l'outil d'évaluation de l'attitude envers les nanoparticules

L'analyse systématique des travaux antérieurs ainsi que les problématiques retrouvées dans l'étude 1 que nous avons menée ont permis d'améliorer l'état initial de l'outil sur plusieurs points. L'ensemble des améliorations et des limites retrouvées sont énoncées ci-après. Tout d'abord, en comparaison aux études retenues dans l'analyse systématique, nous avons une quantité satisfaisante de participations. En effet, le nombre médian de participantes et de participants est de 576.5 ($n^{\min} = 30$; $n^{\max} = 1862$) sur l'ensemble des travaux de référence. En parallèle, dans les études 1, 2 et 3, nous avons respectivement retenu 417, 840 et 407 participations. Aussi, afin de pallier la problématique du nombre restreint d'items relevés dans les travaux de références, nous avons choisi d'appréhender les composantes de l'attitude à travers plusieurs items. Par exemple, les connaissances s'évaluent *via* 6

items (e.g., « *Un nanomètre est 1 million de fois plus petit qu'un mètre* » ou « *Certaines nanoparticules peuvent être plus longues qu'une cellule humaine* »).

La principale limite que l'on peut attribuer à la construction de l'outil concerne le temps de passation. En effet, la longueur du questionnaire constitue une grande contrainte dans l'élaboration d'un outil car, plus elle augmente, plus le risque d'abandon en cours de passation est important (Bouletreau et al., 1999 ; Dussaix, 2009 ; Galesic & Bosnjak, 2009). Ainsi, la quantité importante de personnes ayant abandonné la passation avant la fin peut notamment s'expliquer par le temps de passation et la complexité du sujet. Dans l'étude 1, le temps médian de passation était de 18,28 minutes (minimum = 8.26 minutes ; maximum = 654.8 heures) et 65.8% des participants(es) ont abandonné l'étude en cours de passation. Les améliorations apportées à l'issue de l'étude 1 avaient déjà permis de réduire ces problèmes. Le temps médian de l'étude 2 est de 13,24 minutes (5,23 minutes ; max = 2478.93 heures) et la proportion d'abandons était de 50.8%. Tout en respectant les contraintes relevées dans l'analyse systématique (e.g., un nombre suffisant d'items par composante, les nombreux sujets de connaissances, de risques et de bénéfices), les nombreuses améliorations du questionnaire effectuées entre l'étude 1 et l'étude 2, notamment les simplifications ou les suppressions d'items, sont autant d'éléments ayant permis de réduire le temps médian de passation de plus de 5 minutes et de diminuer la proportion d'abandons de 15%. Par ailleurs, les réponses des personnes peuvent être biaisées et particulièrement selon la façon dont sont formulés les items (Lorenzi-Cioldi, 1997). Bien que nous ayons construit l'outil en portant une attention particulière aux différents biais possibles, il se pourrait que les données puissent être influencées malgré tout. Il subsiste par exemple une attraction aux réponses positives. Les individus auront tendance à confirmer plutôt qu'à infirmer les items proposés (Aktouf et al., 2012). Il serait préférable de vérifier cette tendance à l'acquiescement à partir des questions ayant pour choix de réponse « *Êtes-vous d'accord avec...* », « *Admettez-vous que...* », ainsi que « *Vrai / Faux* ». Enfin, dans ce questionnaire, nous avons observé deux limites supplémentaires concernant les items liés aux informations sociobiographiques. Tout d'abord, les choix de réponse de l'item « *Quel est votre secteur d'activité actuel ?* » ne permettent pas aux personnes n'ayant pas d'emploi de cocher une réponse adéquate. Nous avons ainsi obtenu de nombreuses réponses « *Autres* » qui ne représentaient pas forcément des secteurs d'activités autres que ceux proposés. Il aurait été préférable de ne pas proposer cette question pour les personnes n'ayant pas d'emploi ou étant à la retraite au moment de l'étude. Par ailleurs, en lisant le détail des réponses « *Autres* », nous observons de nombreux métiers difficiles à classer dans les codes de la NAF, notamment en lien avec l'environnement (e.g., permaculture, éco-construction, low-techs, gestion et protection de la nature).

1.2 Conceptualisation de l'attitude

L'attention particulière portée à la construction des items ainsi que l'ensemble des améliorations apportées entre l'étude 1 et l'étude 2 ont permis d'élaborer un outil présentant une structure de l'attitude particulière. La validation de l'outil a ainsi permis la mise en évidence (étude 2) et la confirmation à deux reprises (études 2 et 4) d'une structure spécifique de l'attitude envers les nanoparticules en sept dimensions distinctes. Il s'agit là d'un apport essentiel de cette thèse et ce pour l'ensemble des travaux s'intéressant à la conception et l'évaluation des attitudes. Nos résultats, soutenus par la littérature (Aikman et al., 2006), appuient l'idée selon laquelle la structure des attitudes est dépendante de l'objet auquel elle fait référence. Nous pourrions préciser ce propos en ajoutant que le niveau d'évaluation de l'attitude est soumis à son objet. Par exemple, l'affect lui-même peut s'évaluer à travers la confiance, la perception des risques et celle des bénéfices. Ainsi, plus un objet est complexe et nouveau, plus il est difficile à cerner en raison d'une faible familiarité et plus l'évaluation devrait être précise. Il semble donc important de penser l'attitude en fonction de son objet avant même de vouloir l'évaluer. La conceptualisation de la tridimensionnalité de l'attitude (Hovland & Rosenberg 1960) a déjà ouvert la porte à l'exploration de nouvelles dimensions au-delà de l'affect (dimensions cognitive et conative) et nos travaux viennent renforcer l'importance de cet apport. Si l'on considère que la complexité et la nouveauté d'un objet influencent le niveau d'évaluation de l'attitude, cela implique d'une part qu'elle puisse évoluer à mesure que les individus seraient exposés à des informations concernant l'objet d'attitude et d'autre part, qu'il est nécessaire d'adapter les outils d'évaluation au niveau de familiarité de la population. Ainsi, l'attitude envers les nanoparticules devra être réévaluée régulièrement afin de connaître la façon dont elle évolue.

En résumé, ce constat souligne clairement l'intérêt d'adapter l'évaluation à l'objet d'attitude et ainsi de prendre en compte plusieurs composantes de l'attitude envers les nanoparticules au sein d'un même questionnaire (étude 2). Le fait de considérer une attitude unidimensionnelle (affective) se traduisant sur une échelle allant de « *J'approuve* » à « *Je n'approuve pas* » aurait pu mettre à jour une attitude envers les nanoparticules mais la spécificité des composantes ne serait pas relevée.

1.3 Synthèse des résultats concernant l'attitude de la population à propos des nanoparticules

Nous avons pu accéder à notre deuxième objectif qui était d'appréhender l'attitude de la population envers les nanoparticules. La compréhension de cette attitude s'est effectuée à travers l'ensemble des recueils de données. En effet, les données du questionnaire d'attitude de l'étude 2 et du réseau d'associations simplifié des 4 recueils (2019, 2020, 2021 et 2022) nous informent sur la perception des bénéfices et celles des risques, la confiance apportée aux différentes instances

concernées par les nanoparticules, les connaissances et les comportements. Nous détaillons ci-après ces résultats.

1.3.1 Perception des risques, des bénéfices et confiances en matière de nanoparticules

Dans notre recherche, les conclusions concernant la perception de l'échantillon sont assez unanimes et orientées vers une perception marquée par des risques et peu de bénéfices. Le lien entre les nanoparticules et les cosmétiques, l'humain, le corps, le gasoil, les domaines de la santé, la recherche scientifique, la robotique semblent engendrer d'importantes craintes quant aux risques sanitaires, au contrôle, à la toxicité ou encore à la pollution. Il semblerait que la science, la recherche et les scientifiques en lien avec les nanoparticules soient à la fois une source d'inquiétude et de danger tout autant qu'un générateur d'avancées, d'améliorations ou encore d'innovations. En ce sens, une grande partie de l'échantillon (80%) rapporte avoir confiance aux scientifiques vis-à-vis des nanomatériaux alors que près de 20% des sujets ne leur font pas confiance. En revanche, l'industrie, les politiques et les médias en lien avec les nanoparticules ne semblent pas être des instances auxquelles les sujets accordent leur confiance. Ce constat corrobore les conclusions d'anciens travaux, dans lesquelles la majorité des sujets (60%) a peu confiance en l'industrie pour réduire les risques liés aux nanotechnologies (Cobb & Macoubrie, 2004) et 38% des Français(es) ne font pas confiance aux pouvoirs publics pour les protéger des dangers provoqués par les nanotechnologies (IRSN, 2019). L'ensemble des études que nous avons menées souligne que la perception se polarise vers des risques ciblés. Rappelons qu'en 2010, seulement 20% des Français et Françaises percevaient un risque élevé vis-à-vis des nanoparticules et qu'ils et elles étaient 26% en 2014 et 37 % en 2017 (IRSN, 2019).

1.3.2 Comportements en matière de nanoparticules

Concernant les comportements des individus envers les nanoparticules, nous avons observé que l'échantillon n'a pas conscience de son exposition bien que leurs connaissances et leur perception soient de plus en plus ciblées. Effectivement, une majorité des personnes (65%) rapporte ne pas avoir de comportements fréquents en rapport avec des nanoparticules et seulement 35% pense en avoir eu au moins quelques-uns ces cinq derniers mois. Pourtant, à la vue des quantités importantes de produits contenant des nanomatériaux sur le marché, les situations de potentielles expositions à domicile et au travail sont nombreuses. Le fait que la population et le personnel professionnel soient peu informés(es) sur les situations d'exposition à l'objet explique qu'il(elle) n'ait pas les informations nécessaires pour répondre à ces questions en connaissance de cause.

1.3.3 Connaissances et perception des risques de la population à propos des nanoparticules

Sur l'ensemble des réponses données aux items de connaissances (étude 2), plus de 70 % des répondants(es) de l'échantillon de l'étude 2 présentent de bonnes connaissances envers les nanoparticules alors que seulement 29% des répondantes et des répondants semblent ne pas en avoir beaucoup. L'analyse item par item (Tableau 17) et les analyses de corpus (étude 4) nous renseignent sur les connaissances les plus familières et celles qui le sont moins. Le terme « *petit* » est le mot le plus fréquemment rappelé par l'échantillon. Les personnes ont une connaissance plutôt juste et simple de la caractérisation de l'élément (très, petit, lourd, miniature, nanomètre, microscopique, invisible ...) mais elles ont peu de connaissances sur l'échelle nanométrique. En effet, 48% de l'échantillon de l'étude 2 ne savait pas qu'un nanomètre n'est pas 1 million de fois plus petit qu'un mètre (Con1) et plus de 73% ne sait pas que certaines nanoparticules peuvent être plus longues qu'une cellule humaine (Con7)⁹³. Ainsi, l'échantillon peut caractériser les nanoparticules en général mais les concepts de base de l'échelle ne semblent pas encore connus. Ce résultat corrobore les travaux de Lin et al. (2013) dans lesquels la notion de petite taille est particulièrement répandue alors que près de 70% des Taïwanais et des Taïwanaises n'ont aucune connaissance liée aux concepts de base de l'échelle nanométrique. Notre échantillon a des connaissances sur les propriétés médicales des nanoparticules. En effet, la grande majorité de personnes sait que les nanoparticules peuvent être absorbées dans le sang et par les intestins, qu'elles se lient à des cellules ciblées dans le corps ou qu'elles se déplacent dans le corps pour aller directement vers leur cible. En revanche, 67% de l'échantillon ne sait pas que les nanoparticules permettent de créer des produits plus solides (Con13). Ces résultats montrent que les connaissances sur les propriétés médicales des nanoparticules pourraient avoir évoluées, puisque jusqu'en 2013 les individus étaient peu informés à ce propos (Cobb & Macoubrie, 2004 ; Kahan et al., 2009 ; Lin et al., 2013 ; Macoubrie, 2005 ; Murcia, 2013) mais qu'elles restent limitées sur d'autres domaines. Brondi et al. (2021) indiquent que les nanomatériaux utilisés dans le domaine biomédical sont aujourd'hui très bien acceptés. Ces derniers résultats vont dans le sens des études montrant que le niveau de connaissances est positivement corrélé avec la perception, dans le sens où plus la perception est orientée vers les bénéfices, plus les connaissances sont élevées (Kahan et al., 2009 ; Satterfield et al., 2009).

Les conclusions issues de la démarche qualitative (associations de mots de l'étude 3) que nous avons initiée soulignent deux points principaux. Le premier concerne l'intérêt d'utiliser une méthode mixte dans l'évaluation de l'attitude envers un objet tel que les nanoparticules. En effet, lorsque l'objet

⁹³ Les réponses « *Je ne sais pas* » sont considérées comme fausses.

est peu connu du public, il est intéressant de compléter le matériel d'évaluation issu des questionnaires à l'aide d'analyses de corpus telles que présentées dans l'étude 3. Ces analyses ajoutent une plus-value importante en termes d'informations sur les risques perçus et les connaissances du public. L'association du questionnaire et du réseau d'associations appuient le deuxième point qui précise que la perception et les connaissances envers les nanoparticules sont essentiellement ciblées sur les applications et les dangers. Ces connaissances soulignent aussi un lien entre la petite taille, l'invisibilité et le danger que cela induit. Face à ces conclusions, nous nous sommes interrogées sur l'éventuel impact psychologique que pourrait produire une perception négative sur des individus se pensant exposés aux nanoparticules.

2. Attitude à propos des nanoparticules, exposition et santé mentale

Le chapitre 4 de cette thèse s'est intéressé à la perception des individus en lien avec l'exposition perçue d'un matériau potentiellement nocif. L'étude 4 proposait alors deux hypothèses de recherche. La première hypothèse était que le fait d'avoir l'impression d'être exposé(e) aux nanoparticules au travail ou à domicile associé au fait d'avoir une perception risquée de l'exposition au travail pourrait prédire l'augmentation du stress perçu, des symptômes de dépression et d'anxiété. Nos résultats indiquent qu'un niveau de perception des risques des nanoparticules élevé prédit une augmentation des symptômes de dépression chez les individus ayant l'impression d'être faiblement exposés au travail et une diminution chez les personnes ayant l'impression d'être fortement exposées au travail. À l'inverse, un niveau de perception des risques des nanoparticules faible prédit une augmentation des symptômes de dépression chez les individus ayant l'impression d'être fortement exposés au travail et une diminution chez les personnes ayant l'impression d'être faiblement exposées au travail. Aussi, un niveau de perception orientée vers des risques élevés des nanoparticules prédit l'augmentation des symptômes d'anxiété chez les individus ayant l'impression d'être faiblement exposés au travail. À l'inverse on observe une diminution des symptômes d'anxiété des personnes ayant une perception des risques des nanoparticules faible et l'impression d'être faiblement exposés au travail.

Notre seconde hypothèse était que les composantes de l'attitude envers les nanoparticules ou certaines d'entre elles pourraient faire varier le stress perçu et les symptômes de dépression et d'anxiété. Nous observons que le stress perçu, les symptômes de dépression et d'anxiété varient selon l'ensemble des composantes de l'attitude et plus spécifiquement en fonction du niveau de la perception des bénéfices, de la perception des risques et des comportements relatifs aux nanoparticules. En effet, l'augmentation du stress perçu peut être prédite par une perception orientée vers des risques élevés, par des bénéfices élevés et des comportements d'exposition fréquents. Le fait que la perception des

bénéfices prédise une augmentation du stress perçu pourrait s'expliquer par le fait que le stress n'est pas seulement source de risque mais qu'il peut aider à faire face à des situations. L'augmentation des symptômes des indicateurs de santé mentale est, quant à elle, prédite par les comportements fréquents. Nous pensons tout d'abord qu'un individu peut percevoir à la fois des bénéfices et des risques et que cette perception engendre un stress. Nous pensons aussi que le stress pourrait potentiellement engendrer plus de risques pour la santé mentale lorsqu'une personne perçoit des risques élevés que lorsqu'un individu perçoit des bénéfices élevés.

L'ensemble des résultats obtenus souligne l'importance de la prise en compte de la perception des risques et de l'exposition, et ce, particulièrement en rapport aux conséquences qu'elles pourraient avoir sur la santé mentale. Nos résultats ont pour la première fois permis d'évaluer l'interaction entre le risque perçu pour la santé et le niveau d'exposition perçu. Nos conclusions vont dans le sens des travaux de Lin et al. (2013), Maurel et al. (2006), Pairon et al. (2007) et de Thaon et al. (2016) qui concluent qu'une perception risquée d'un matériau et l'impression d'y être exposé(e) peuvent avoir des conséquences sur la santé mentale. Nous avons aussi pu voir que la perception des risques pour la santé a un impact plus important sur la santé mentale que la perception qui englobe des risques pour l'environnement, la santé, la sécurité, etc. Nous avons pu voir que le fait de percevoir des bénéfices n'empêche pas de percevoir des risques et que l'un comme l'autre peuvent engendrer un stress. Ce stress sera plus problématique pour la santé mentale s'il devient chronique ou intense et que la santé mentale est impactée. Aussi, nous ne pouvons pas omettre que cette étude concerne pour la première fois l'attitude à l'égard des nanoparticules. Au vu de la complexité de l'objet et du peu d'informations dont la population dispose, il semble compréhensible dans les résultats, que les parts de variations du stress et des indicateurs de santé mentale que nous avons obtenues varient moins selon la perception des risques ou l'attitude que ce n'a été le cas dans les données obtenues en lien avec l'amiante. Contrairement aux recueils de données des études liées à l'amiante, les personnes interrogées ici sont peu conscientes des situations dans lesquelles elles sont exposées aux nanoparticules et des conséquences potentielles sur leur santé physique et mentale. Le manque d'informations explique en grande partie les résultats que nous obtenons. En ce sens, les travaux présentés dans cette thèse amènent un questionnement éthique et politique essentiel en termes de prévention et de droit à l'information. En effet, nous sommes en droit de nous demander, quand et dans quelles circonstances le personnel professionnel, les consommatrices et les consommateurs devraient être informés(es) sur les conditions d'exposition et les risques encourus lors d'une exposition répétée. Dans un contexte où l'information sur les risques peut impacter la santé mentale des personnes se pensant exposées, nous nous interrogeons concernant les conditions d'accès aux informations.

3. Enjeux et résistances d'une communication des risques encourus

De nombreuses entreprises semblent être réticentes et pourraient freiner la communication d'informations sur l'exposition des salariés(es) et sur l'insertion de nanomatériaux dans la composition de leurs produits. Les raisons énoncées concernent notamment les réactions de méfiance (DGCIS, 2012) et d'anxiété des salariés(es) et ainsi la diminution de la productivité et du bien-être du personnel. En réponse aux demandes d'informations du personnel, les entreprises évoquent des exigences de secret et de discrétion ainsi que le fait que la transmission de l'information ne doit pas nuire à leurs intérêts (Binet et al., 2015). Le Groupement d'Intérêt Scientifique sur les Cancers d'Origine professionnelle en Seine Saint-Denis (GIS COP93) précise que dans certaines situations les étiquettes originales des compositions des produits utilisés sont même « arrachées et les noms étaient codés avec des chiffres et des lettres pour respecter le secret de l'entreprise » (GIS COP93, vu dans Marchand, 2018, p.120). Dans d'autres cas, les risques peuvent être minimisés ou occultés. La citation suivante montre que ce mécanisme peut aller jusqu'à la négation d'un risque pourtant avéré : « la Fédé de la métallurgie avait produit un petit fascicule sur l'amiante et ses dangers [...], on avait sorti cette brochure en disant « voilà, faut qu'on fasse attention dans nos entreprises ». C'était les patrons de la région qui étaient là et on s'était fait ridiculiser, ils nous disaient « ça n'existe pas, l'amiante, il n'y a aucun danger, au contraire c'est un produit d'avenir » » (Massera, 2014, vu dans Marchand, 2018). En plus de la crainte d'une diminution de la production et de la consommation, le défaut de transparence provient dans certains cas d'un manque d'informations de la direction elle-même. À ce titre, rappelons qu'en 2009, 80% des personnes représentant le personnel et 71% de celles représentant la direction ne savaient pas que des nanomatériaux étaient utilisés dans leurs entreprises (Arnaudo, 2009). Bien que la défaillance informationnelle concerne des industries et entreprises de toutes tailles, les problématiques que l'on retrouve sont de plusieurs ordres. Les groupes industriels de grande taille peuvent se montrer réticents mais ont généralement la capacité de mettre en place une sécurité matérielle adaptée (e.g., hôte filtrante et aspirante, gants, masques) et un service de prévention minimal (e.g., notice de prévention, formations risques chimiques). À l'inverse, les plus petites entreprises, concernées par 80% de la production des nanomatériaux (DGE, 2012) peuvent avoir plus de difficultés à organiser une prévention adaptée. Cette difficulté se retrouve aussi particulièrement lorsque cette production est provoquée par une activité de travail annexe (e.g., perçage, ponçage). À titre d'illustration, les experts(es) et les scientifiques apparaissent comme étant deux fois plus au courant des risques liés aux nanoparticules, que les autres populations salariées (Cheng et al., 2009).

4. Réduction de l'autonomie et répercussions sur le personnel et l'entreprise

Nous pouvons comprendre des paragraphes précédents que la possibilité d'obtenir des informations est restreinte soit pour ne pas engager les intérêts des acteurs industriels soit en raison d'un manque de connaissances de la direction elle-même. Le manque de transparence réduit pourtant le contrôle de la sécurité et l'autonomie des personnes concernées. En relevant ces notions, Gorz (2004) propose le concept de « *division macro-sociale du travail* » dans le sens où ces personnes ne maîtrisent pas les tenants et les aboutissants de leurs tâches de travail et n'occupent qu'une fonction partielle. Cette division macro-sociale met de la distance entre les étapes de production, de fabrication et d'insertion des matériaux. « En échange de son salaire, le système actuel demande au travailleur de se soumettre aux conditions matérielles de son métier. On ne lui laisse le choix ni des emplacements sur lesquels seront installées les machines, ni des machines elles-mêmes, ni des outils qu'on met entre ses mains. Les espaces où il faut circuler, les masses qui passent dangereusement au-dessus de sa tête, les engins qui permettent le transport, la manutention ou le levage ne sont pas de sa propriété ; ils échappent par conséquent à son pouvoir d'organisation » (Mury, 1974, p.7 vu dans Marchand, 2018).

Nous avons vu que l'autonomie (ou la latitude décisionnelle) est une dimension centrale du modèle *Job Strain* de Karasek (1979) (cf. p.144 ; 145). Elle correspond à la possibilité de s'auto-organiser dans son activité professionnelle et de participer aux décisions qui impactent directement l'activité de travail. Nous savons d'ailleurs que le manque d'autonomie et l'insécurité au travail (e.g., exposition à un matériau potentiellement nocif) impactent la santé et contribuent à l'augmentation des conduites peu sécuritaires au travail. Le niveau de stress, par exemple, est en partie influencé par l'intensité de la demande psychologique, l'autonomie et le soutien social de l'équipe de travail ou de la hiérarchie (Karasek & Theorell, 1996). Par conséquent, une situation devient stressante lorsqu'elle combine une forte demande psychologique, une faible latitude décisionnelle et les effets du stress sont d'autant plus importants lorsqu'un manque de soutien social s'ajoute. Le stress se manifeste d'autant plus que les exigences d'une situation dépassent les ressources perçues (Lazarus & Folkman, 1984) et qu'un déséquilibre se ressent entre l'effort produit et les récompenses reçues (Siegrist, 1996). En effet, une situation qui représente une forte charge de travail, des contraintes de temps importantes ou des interruptions répétées peuvent générer un stress lorsque le salaire n'est pas suffisant, qu'il y a peu de reconnaissance de l'équipe de travail, s'il n'y a pas de perspective de promotion ou encore s'il y a peu de sécurité de l'emploi. Les facteurs énoncés peuvent induire plus de conséquences négatives sur la santé mentale et physique selon leur intensité et leur durée (Gollac & Bodier, 2011).

La compréhension de la présence et des dangers potentiels d'un matériau est pourtant nécessaire pour se protéger du danger.

Les conclusions de cette étude indiquent des effets délétères sur la santé mentale et pourraient être expliquées par le manque de ressources et d'autonomie des individus face à une situation perçue comme menaçante. En effet, du stress pourrait être généré lorsqu'ils se pensent exposés aux nanoparticules au travail, sans avoir les informations nécessaires et qu'ils manquent d'autonomie pour y faire face. Un stress intense, répétitif et/ou accompagné d'autres facteurs de risques augmente la probabilité de développer des symptômes de dépression et d'anxiété. En ce sens, le fait de ne pas informer les membres du personnel des risques encourus pourrait être un facteur de risque supplémentaire pour la santé mentale. D'autant plus que cela n'empêche pas les individus d'être informés par d'autres sources n'étant pas toujours fiables (e.g., médias, Internet, réseaux sociaux). À l'inverse, laisser plus d'autonomie apporte une motivation supplémentaire dans une entreprise et limite le stress face aux exigences du travail (Brun, 2008). Dans ce sens, Thaon et al. (2016) précisent que les personnes à qui l'on donne des informations sur l'amiante ont de meilleures connaissances sur les risques liés à l'exposition et ressentent moins d'anxiété à l'égard du matériau. Il pourrait s'agir dans ce contexte d'un sentiment de contrôle de la situation. De nombreux membres du personnel ont d'ailleurs mis des actions en place afin de réduire les risques liés à leur exposition à l'amiante à partir du moment où ils ont eu connaissance des risques encourus (Meyerowitz et al., 1989).

L'information sur les risques encourus est un droit fondamental des salariés au même titre que la protection de la santé et de la sécurité dans le milieu de travail (Charte communautaire, 1989). Concernant la mise en œuvre de mesures permettant de promouvoir l'amélioration de la santé et de la sécurité des travailleurs(es), le conseil des communautés européennes considère que :

« Pour assurer un meilleur niveau de protection, il est nécessaire que les travailleurs et/ou leurs représentants soient informés des risques pour leur sécurité et leur santé et des mesures requises pour réduire ou supprimer ces risques [...] Il est nécessaire de développer l'information, le dialogue et la participation équilibrée en matière de sécurité et de santé sur le lieu de travail entre les employeurs et les travailleurs et/ou leurs représentants grâce à des procédures et instruments adéquats, conformément aux législations et/ou pratiques nationales [...] Les employeurs sont tenus de s'informer des progrès techniques et des connaissances scientifiques en matière de conception des postes de travail, compte tenu des risques inhérents à leur entreprise, et d'informer les représentants des travailleurs exerçant leurs fonctions de participation dans le cadre de la présente directive, de

façon à pouvoir garantir un meilleur niveau de protection de la sécurité et de la santé des travailleurs » (Directive 89/ 391/CEE, 12 juin 1989).

Chaque employeur(se) doit identifier et évaluer les risques inhérents aux activités de son entreprise, si possible les réduire ou les supprimer à la source. Si les risques persistent, il est tenu de mettre en place des mesures de protection et d'information adéquates. Par conséquent, informer le personnel constitue pour l'employeur(se), un des moyens de satisfaire à l'obligation de prévention prescrite en droit interne. Le Code du travail et son décret du 17 décembre 2008, imposent d'ailleurs d'informer le personnel sur les risques sanitaires, la sécurité et les mesures prises pour y remédier de manière compréhensible pour toutes et tous. Ces informations doivent être données lors de la prise de fonction et être accessibles (e.g., affichages, fiches individuelles, formations).

En résumé, il subsiste d'importantes réticences à informer la population⁹⁴ et les membres du personnel exposés de la présence de matériaux potentiellement nocifs tels que les nanoparticules et des risques encourus. Cette rétention de connaissances s'explique tant par un manque de connaissances de la direction elle-même que par la crainte de diminution de la consommation des produits concernés et de la productivité des salariés(es). Les procédures de prévention en santé au travail et d'informations sont organisées de façon à s'assurer de ne pas engager les intérêts économiques des industriels (Luhmann 1995, vu dans Chaskiel 2021). Si une autonomie satisfaisante diminue l'apparition de troubles de la santé mentale, elle semble aussi améliorer l'efficacité et la compétitivité des organisations (Everaere, 2007). En effet, elle permet des prises de décisions plus adaptées et plus rapides face à des problèmes locaux, une plus grande souplesse dans la gestion d'imprévus, une meilleure productivité et une diminution des interventions de la hiérarchie (Brun, 2008). Elle renvoie dans ce cas à l'idée de capacité, d'initiative, de discernement dans le travail (Everaere, 2008) et traduit une forme de reconnaissance des compétences et des connaissances du personnel (Brun, 2008).

⁹⁴ Pour rappel, depuis 2013 les nanomatériaux manufacturés insérés dans l'alimentation, les cosmétiques et les biocides sont soumis à une obligation d'étiquetage (Règlement 1169/2011 du Parlement européen et du Conseil). La mention *[nano]* devrait être clairement spécifiée dans la composition. Cependant, en 2015 et en 2018, près de la moitié des produits contrôlés ne remplissent pas les normes d'étiquetage en vigueur (DGCCRF, 2019).

5. Conclusion générale et perspectives

Ce travail de thèse a mis en avant de nombreuses informations jusqu'ici méconnues. Au vu du développement des nanomatériaux dans notre quotidien, nous avons pu voir la nécessité de prendre en compte la façon dont la population se positionne vis-à-vis des nanoparticules. Au regard des outils et appuis théoriques des travaux sur le sujet, nous avons élaboré un nouvel outil d'évaluation de l'attitude envers les nanoparticules afin de rendre compte d'une attitude actualisée, dans une population vivant dans un contexte français. Une fois la structure de l'attitude validée et discutée, nous avons conclu que le concept d'attitude était dépendant de son objet. En effet, les dimensions ne se réfléchissent pas de la même façon lorsque l'attitude concerne un objet connu et accepté, en comparaison à un objet nouveau et complexe comme les nanoparticules.

Afin de rendre compte de leur attitude, 2 035 personnes ont été interrogées en quatre ans. Nous avons pu voir que leurs connaissances sont plus facilement accessibles *via* un réseau d'associations (en comparaison à la partie « connaissance » du questionnaire d'attitude). Par conséquent, l'intérêt de coupler le questionnaire d'attitude avec un réseau d'associations simplifié afin d'accéder à toutes les informations nécessaires a été mis en avant. À ce titre, les individus interrogés ont rendu compte de connaissances ciblées sur la taille, les applications et les dangers des nanoparticules ainsi que d'une perception de plus en plus orientée vers les risques. Ces conclusions nous ont questionnées quant à leur impact sur la santé mentale des personnes ressentant de la crainte à l'égard du matériau tout en étant exposées. Le travail de l'ensemble de cette thèse permet ainsi de dresser un premier bilan sur l'attitude de l'échantillon et sur les risques encourus pour la santé mentale lorsque les individus se pensent exposés aux nanoparticules. Il apparaît que la fréquence des comportements d'expositions aux nanoparticules et la perception risquée, seraient bien en lien avec l'augmentation des troubles de la santé mentale et particulièrement lorsque les individus se pensent faiblement exposés.

L'attitude envers les nanoparticules pourrait évoluer à mesure que la communication médiatique, scientifique et politique se développe. C'est pourquoi nous recommandons de réévaluer régulièrement l'attitude de la population et des professionnels(les), à l'aide du questionnaire ici présenté. Évaluer la perception, la confiance, les connaissances et les comportements rapportés permet aussi de comprendre ce qui fonde les comportements de mise en danger et d'améliorer les pratiques de prévention (Bley, 2022). Les entreprises pourraient utiliser ce questionnaire d'attitude pour saisir le positionnement général des travailleurs(ses). La spécificité de l'outil permettrait de cibler les futurs axes de réflexion à aborder pour améliorer les connaissances, évaluer les perceptions, la confiance et en savoir davantage sur les comportements d'exposition (et donc sur la conscientisation de

l'exposition). En ce sens, cette évaluation aurait un objectif préventif afin d'augmenter le contrôle perçu de la sécurité des travailleurs(es) et de réduire les risques pour leur santé physique et mentale.

5.1 Reconnaissance de l'affection psychique

Le travail ici présenté pourrait tout d'abord permettre d'appuyer la nécessité de considérer l'impact psychologique délétère provoqué par la crainte de l'exposition aux nanoparticules. Les implications des effets sur la santé mentale du personnel professionnel sont fréquemment invisibilisées en comparaison aux problématiques psychologiques telles que la souffrance au travail et physiques comme les cancers professionnels. À cet égard, un décalage important se retrouve entre la quantité de publications scientifiques sur les risques psychosociaux et le peu de recherches traitant les mécanismes de non-reconnaissances, puis de sous-reconnaissances juridiques des affections psychiques liées à l'emploi et par la suite, leur sous-indemnisation (Barlet & Prete, 2021). Il s'agira peut-être dans quelques années d'étendre le préjudice d'anxiété à d'autres expositions potentiellement nocives (e.g., nanoparticules, pesticides, perturbateurs endocriniens). Actuellement mise en place pour l'amiante, cette considération permettrait de reconnaître l'impact conséquent que l'exposition à un risque peut avoir sur l'ensemble de la santé mentale, sur le travail et sur la vie des individus (De Tonquédec, 2021).

5.2 Concevoir la prévention des risques liés aux nanomatériaux

À l'heure où les risques pour la santé mentale ne sont pas encore aussi élevés que dans des situations d'exposition à l'amiante, cette thèse appuie l'importance d'étendre et de spécifier la prévention liée aux nanoparticules. Cette démarche devra passer tant par une transmission d'informations sur les risques encourus en cas d'exposition à domicile et au travail que par une approche co-constructive de la sécurité entre la direction et les travailleur(ses). Prendre en compte l'attitude de la population et particulièrement celle des professionnels(les) permet de « mieux formuler les message sanitaires et d'améliorer l'acceptabilité des mesures de santé publique proposées » (Bley, 2022, p.1).

Nous avons montré dans cette thèse que les individus n'avaient pas du tout confiance en l'industrie, aux politiques et aux médias en matière de nanoparticules. En revanche, la confiance aux scientifiques est assez élevée pour encourager une communication scientifique vulgarisée à destination de la population et notamment du personnel exposé. Le fait d'être informé(e) ne réglerait pas l'ensemble du risque encouru mais avoir connaissance d'informations précises et claires sur les risques liés à l'exposition pourrait améliorer les comportements de protection (e.g., ports du masque et des gants adaptés à la spécificité des risques de l'exposition, utilisation des hottes aspirantes et filtrantes) et réduire le risque de développer des symptômes anxieux et dépressifs (Vierikko et al., 2009) et des

affections physiques. En ce sens, donner les informations nécessaires permettrait à la population et aux travailleurs(es) de choisir leurs produits de consommation courante (e.g., cosmétiques, alimentation) ou leurs matériaux (e.g., produits chimiques, essences de bois), de connaître les risques, la spécificité des nanoparticules problématiques et de celles qui ne le sont pas, de comprendre et de participer aux moyens mis en œuvre pour s'en protéger. Ces informations pourraient augmenter l'autonomie, le contrôle perçu du risque et ainsi diminuer la probabilité de développer un trouble impactant la santé mentale. Des initiatives de communication sur les risques et les moyens d'y remédier ont déjà été conçues pour échanger avec la population, les employeurs(ses). À ce titre, un support s'adressant aux responsables et à toute personne amenée à fabriquer, utiliser des nanomatériaux est proposé par l'INRS en collaboration avec le CNRS. Ce support regroupe une liste de mesures de protections destinées aux personnes travaillant en laboratoires de façon plus ponctuelle comme le personnel de nettoyage et les agents de maintenance (INRS, 2012). L'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS) propose un guide d'accompagnement des industriels et des laboratoires dans la gestion des risques liés à l'exposition du personnel lors des manipulations de nanomatériaux. L'institut élargit son action de prévention en proposant une certification visant à autonomiser les individus sur leur propre sécurité lorsqu'ils interviennent sur des postes de travail potentiellement à risque. En attendant de pallier les contraintes matérielles d'évaluation des risques d'exposition, l'ANSES a émis un certain nombre de recommandations complémentaires, à destination de la population et du personnel professionnel (ANSES, 2013). Ces moyens de prévention forment une première action préventive et nous recommandons de poursuivre les recherches afin que les personnes cibles puissent se saisir des outils et méthodes disponibles. L'ergonomie a toute son utilité pour créer des méthodes préventives et la psychologie sociale pour évaluer l'attitude et faciliter l'acceptabilité de ces moyens de prévention. L'objectif serait ici d'adapter les tâches de travail en maintenant une sécurité adaptée, sans ajouter une charge de travail supplémentaire ou gêner la production. Il s'agirait de construire un outil (e.g., formations, entretiens personnalisés) permettant de partager des informations claires, sur les nanomatériaux à risques et ceux qui ne le sont pas, sur les situations d'expositions ou encore sur le matériel permettant de se protéger efficacement. L'outil doit être adapté aux risques à prévenir tout en étant adapté aux travailleur(ses) et à l'activité à effectuer. Pour ce faire, il serait nécessaire d'analyser chaque tâche de travail et d'adapter l'accompagnement au contexte afin de prendre en compte les risques liés à la pratique de chaque individu et d'éviter la surcharge d'informations inutiles. Cette réflexion concertée permettrait d'éviter que les équipements de sécurité ne soient pas utilisés (e.g., matériel inconfortable), et d'évaluer les risques inhérents à chaque situation de travail afin de déterminer les mesures de précaution à mettre en œuvre.

De par la spécificité des nanoparticules et la multiplicité des situations d'exposition, une prévention adaptée implique des moyens humains et financiers importants. Sa mise en place s'étendra uniquement s'il existe une volonté politique permettant de faire évoluer la réglementation sur l'exposition aux nanoparticules. Cette disposition devra aussi permettre d'appliquer de manière stricte et rigoureuse le cadre réglementaire déjà mis en place essentiellement par la Commission européenne (e.g., étiquetage des produits de consommation courante contenant des nanomatériaux, fourniture obligatoire de Fiches Données Sécurité, déclaration de production, importation et d'utilisation des nanomatériaux). Ces politiques publiques doivent aussi encourager la recherche interdisciplinaire et mobiliser largement les sciences humaines et sociales afin d'améliorer les dispositifs d'informations. Faciliter l'information apporterait de l'autonomie dans la prise de décision et de la sécurisation à l'ensemble de la population à l'égard des nanoparticules.

Références

- Abelson, R. P. (1988). Conviction. *American Psychologist*, 43(4), 267–275.
<https://doi.org/10.1037/0003-066X.43.4.267>
- Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail, AFSSET. (2008). *Les nanomatériaux : Sécurité au travail*. <https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2006et0006Ra.pdf>
- Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'environnement et du travail, ANSES. (2020). *Nanomatériaux - Évaluation du dispositif national de déclaration R-Nano*.
<https://www.anses.fr/fr/content/nanomat%C3%A9riaux-evaluation-du-dispositif-national-de-d%C3%A9claration-r-nano>
- Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail, ANSES. (2014, 15 mai). *Dossier de presse : Évaluation des risques liés aux nanomatériaux, enjeux et mise à jour des connaissances*. <https://www.anses.fr/fr/content/evaluation-des-risques-li%C3%A9s-aux-nanomat%C3%A9riaux-enjeux-et-mise-%C3%A0-jour-des-connaissances>
- Aikman, S. N., Crites, S. L., & Fabrigar, L. R. (2006). Beyond affect and cognition: identification of the informational bases of food attitudes 1. *Journal of Applied Social Psychology*, 36(2), 340–382. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2007.03.003>
- Ajzen, I. (1987). Attitudes, traits, and actions: Dispositional prediction of behavior in personality and social psychology. *Advances in experimental social psychology*, 20, 1-63.
[https://doi.org/10.1016/S0065-2601\(08\)60411-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2601(08)60411-6)
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational behavior and human decision processes*, 50(2), 179-211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Ajzen, I. (2001). Nature and operation of attitudes. *Annual review of psychology*, 52(1), 27-58.
<https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.27>
- Aktouf, O., Mucchielli, R., & Catanas, M. (2012). *Enquêtes : Principaux biais dans la formulation des questions*. <http://icp.ge.ch/sem/cms-spip/spip.php?article1765>.
- Alba, J. W., & Hutchinson, J. W. (1987). Dimensions of consumer expertise. *Journal of consumer research*, 13(4), 411-454. <https://doi.org/10.1086/209080>
- Alhakami, A. S., & Slovic, P. (1994). A psychological study of the inverse relationship between perceived risk and perceived benefit. *Risk analysis*, 14(6), 1085-1096.
<https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.1994.tb00080.x>
- Allport, G. W. (1935) Attitudes. In Murchison, C. (Ed.), *Handbook of Social Psychology* (pp.798-844). Clark University Press.
- American Psychiatric Association. (2015). *DSM-5 : manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux* (traduit par J.-D. Guelfi et M.-A. Crocq; 5e éd.). Elsevier Masson.
- Anderson, A. A., Kim, J., Scheufele, D. A., Brossard, D., & Xenos, M. A. (2013). What's in a name? How we define nanotech shapes public reactions. *Journal of nanoparticle research*, 15(2), 1-5.
<https://doi.org/10.1007/s11051-013-1421-z>

- Antony, V., Bond, J., Brown, J., Costa, D., Demers, P., Hankinsan, S., Heinrich, U., Kuempel, E. (2006). *Carbon black, titanium dioxide, and talc*. (vol 93). IARC Press, International Agency for Research on Cancer.
- Arnaudo, B., Cavet, M., Coutrot, T., Léonard, M., Rivalin, R., Sandret, N., & Waltisperger, D. (2011). Enquête SUMER 2009 : bilan de la collecte. INRS. *Document pour le médecin de travail*, n° 127.
- Arrêté Legifrance. (2019). *Suspension de la mise sur le marché des denrées contenant l'additif E 171 (dioxyde de titane - TiO2)*. <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000038410047/>
- Aubree, D. H. (2017). *Risques liés aux nanoparticules : mise en place d'une démarche d'évaluation et de prévention au sein d'un laboratoire de recherche appliquée* [Thèse de doctorat, Université de Lille 2].
- Auplat, C., & Delemarle, A. (2012). Mieux comprendre les nouvelles opportunités liées aux nanotechnologies. *Entreprendre Innover*, (4), 64-77. <https://doi.org/10.3917/entin.016.0064>
- Aurengo, A. (2001). Tchernobyl : quelles conséquences sanitaires ? *La jaune et la rouge*, 569, 29-36. <https://www.lajauneetlarouge.com/wp-content/uploads/2013/02/569-page-029-036.pdf>
- Auribault, M. (1906). Note sur l'hygiène et la sécurité des ouvriers dans les filatures et tissages d'amiante. *Bulletin de l'Inspection du Travail*, 14, 120-132.
- Baert, C., Novack, L., & Lison, D. (2013). Exposition professionnelle aux nanoparticules et protection cutanée. *Archives des maladies professionnelles et de l'environnement*, 74(5), 488-498. <https://doi.org/10.1016/j.admp.2013.05.003>
- Balakrishnan, B., Er, P. H., & Visvanathan, P. (2013). Socio-ethical education in nanotechnology engineering programmes: A case study in Malaysia. *Science and engineering ethics*, 19(3), 1341-1355. <https://doi.org/10.1007/s11948-012-9418-z>
- Barak, Y., Achiron, A., Rotstein, Z., Elizur, A., & Noy, S. (1998). Stress associated with asbestosis: the trauma of waiting for death. *Psycho-oncology*, 7(2), 126-8. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1611\(199803/04\)7:2<126::AID-PON291>3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1611(199803/04)7:2<126::AID-PON291>3.0.CO;2-A)
- Barlet, B., & Prete, G. (2021). *La sous-reconnaissance des maladies professionnelles en France* [Thèse de doctorat, Institut de recherche Interdisciplinaire sur les Enjeux Sociaux, Inserm]. <https://hal.science/hal-03287005v1/document>
- Bayer, R. (1986). Notifying workers at risk: the politics of the right-to-know. *American Journal of Public Health*, 76(11), 1352-1356. <https://doi.org/10.2105/ajph.76.11.1352>
- Beauvois, J. L., & Ghiglione, R. (1981). *L'homme et son langage: attitudes et enjeux sociaux*. Presses Universitaires de France-PUF.
- Belon, J. P. (2019). L'anxiété et les troubles anxieux. *Actualités Pharmaceutiques*, 58(590), 18-22. <https://doi.org/10.1016/j.actpha.2019.09.005>

- Bertoldo, R., Mays, C., Poumadère, M., Schneider, N., & Svendsen, C. (2015). Great deeds or great risks? Scientists' social representations of nanotechnology. *Journal of Risk Research*, 19(6), 760-779. <https://doi.org/10.1080/13669877.2015.1042503>
- Betzig, E., Hell, S. W., & Moerner, W. E. (2014). The nobel prize in chemistry 2014. *Nobel Media*.
- Beukeboom, C. J., Forgas, J., Vincze, O., & Laszlo, J. (2014). Mechanisms of linguistic bias: How words reflect and maintain stereotypic expectancies. *Social cognition and communication*, 31, 313-330. Psychology Press.
- Beurskens-Comuth, P. A., Verbist, K., & Brouwer, D. (2011). Video exposure monitoring as part of a strategy to assess exposure to nanoparticles. *Annals of occupational hygiene*, 55(8), 937-945. <https://doi.org/10.1093/annhyg/mer060>
- Bieberstein, A., Blanchemanche, S., Marette, S., Roosen, J., & Vandermoere, F. (2011). Des consommateurs entre indifférence et méfiance: comportements français et allemands face à une possible introduction des nanotechnologies dans le secteur agro-alimentaire. *INRA sciences sociales*, (1), 1-4. <https://hal.science/hal-01000514>
- Binet, S., Dedessus-Le Moustier, N., Delemarle, A., Devel, S., Draï, E., Fontaine, J. R., ... & Witschger, O. (2015). *Les nanomatériaux manufacturés à l'horizon 2030 en France*. INRS. <https://hal.science/hal-01275791>
- Binnig, G., Rohrer, H., Gerber, C., & Weibel, E. (1982). Surface studies by scanning tunneling microscopy. *Physical review letters*, 49(1), 57. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.49.57>
- Blandin, T., (2016). Nanoparticules : les travailleurs sont les premiers exposés. Reporterre le quotidien de l'écologie. https://reporterre.net/Nanoparticules-les-travailleurs-sont-les-premiers-exposes?fbclid=IwAR0ryk5AaeUL3bkQflmLQQksLhKBg2ABVJy8t8R8HgV8W_UoTPu2C9WICCG
- Bley, D. (2022). Les perceptions des risques santé-environnement par les populations. *Actualité et dossier en santé publique*, (4), 37-39.
- Bollen, K. A., & Long, J. S. (Eds.). (1993). *Testing structural equation models* (Vol. 154). Sage.
- Bouletreau, A., Chouanière, D., Wild, P., & Fontana, J. M. (1999). *Concevoir, traduire et valider un questionnaire. A propos d'un exemple, EUROQUEST*. INRS. <https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/hal-01420163>
- Bourgeois, M. L. (2007). *Manie et dépression: Comprendre et soigner le trouble bipolaire*. Odile Jacob.
- Bouvier Capely, C. (2021). L'exposition cutanée aux nanoparticules métalliques. *Les cahiers de la Recherche. Santé, Environnement, Travail*, (17), 20-21. <https://hal-anses.archives-ouvertes.fr/anses-03349941>
- Brandl, F., Bertrand, N., Lima, E. M., & Langer, R. (2015). Nanoparticles with photoinduced precipitation for the extraction of pollutants from water and soil. *Nature Communications*, 6, 7765. <https://doi.org/10.1038/ncomms8765>

- Brashier, N. M., Eliseev, E. D., & Marsh, E. J. (2020). An initial accuracy focus prevents illusory truth. *Cognition*, 194, 104054. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2019.104054>
- Bressot, C., Xiang, M., Aguerre-Chariol, O., & Morgeneyer, M. (2018). *Contribution à la caractérisation des émissions de nanoparticules au poste de travail*. [Conference]. Outdoor and indoor air pollution. 9e édition Atmos' Fair. https://www.researchgate.net/profile/Christophe-Bressot-2/publication/325870202_Contribution_to_the_characterization_of_nanoparticle_emissions_at_workplace/links/5b2a072caca27209f374eab6/Contribution-to-the-characterization-of-nanoparticle-emissions-at-workplace.pdf
- Bretonès, D. (2014). L'accélération de la troisième révolution industrielle: quelle place pour l'Europe? *Vie sciences de l'entreprise*, (2), 6-9. <https://doi.org/10.3917/vse.198.0006>
- Brislin, R. W., Brislin, R. W., Lonner, W. J., & Thorndike, R. M. (1973). *Cross-cultural research methods* (Vol. 11). J. Wiley.
- Brislin, R. W. (1986). *The wording and translation of research instruments*. In Lonner L. & Berry, J. (1986), *Field methods in cross-cultural research* (pp. 137-164). Sage Publications, Inc..
- Brissaud, E. (1890). De l'anxiété paroxystique. *Semaine médicale*, 1, 410-411.
- Bromet, E., Andrade, L. H., Hwang, I., Sampson, N. A., Alonso, J., De Girolamo, G., ... & Kessler, R. C. (2011). Cross-national epidemiology of DSM-IV major depressive episode. *BMC medicine*, 9(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-9-90>
- Brondi, S., Neresini, F., & Sciandra, A. (2021). The social representation of nanotechnologies and its relationships with those of science and technology: Making familiar the unfamiliar between enthusiasm and caution. *Journal of Risk Research*, 1-25. <https://doi.org/10.1080/13669877.2021.1936606>
- Brossard, D., & Nisbet, M. C. (2007). Deference to scientific authority among a low information public: Understanding US opinion on agricultural biotechnology. *International Journal of Public Opinion Research*, 19(1), 24-52. <https://doi.org/10.1093/ijpor/edl003>
- Brossard, D., & Shanahan, J. (2006). Do they know what they read? Building a scientific literacy measurement instrument based on science media coverage. *Science Communication*, 28(1), 47-63. <https://doi.org/10.1177/1075547006291345>
- Brun, J. P. (2008). *Management d'équipe: 7 leviers pour améliorer bien-être et efficacité au travail*. Editions Eyrolles.
- Bruno, M., & Lepetit, A. (2015). Les troubles anxieux de la personne âgée. *Gériatrie et Psychologie Neuropsychiatrie du Vieillissement*, 13(2), 205-213. <https://doi.org/10.1684/pnv.2015.0534>
- Cadet, B. (2001). Traitements de l'incertitude dans l'évaluation des risques. *Bulletin de psychologie*, 54(453), 357-367.
- Cancer-environnement. (2022). *Dioxyde de titane, additif E171*. <https://www.cancer-environnement.fr/fiches/expositions-environnementales/dioxyde-de-titane-additif->

e171/#:~:text=En%202006%20le%20Centre%20international,le%20TiO2%20non%20nanom%20%C3%A9trique.

- Caroly, S., & Draï, E. (2016). *Concevoir la prévention des risques liés aux nanomatériaux à partir de l'activité des travailleurs et la discussion sur le travail: cas des laboratoires publics de recherche et du secteur industriel* [Thèse de doctorat, Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS)]. <https://hal.science/hal-01548020/>
- Cassation Sociale 28 février 2002, n° 99-21.255 (et s), arrêts amiante, publié au bulletin 2002, V n° 81 p. 74.
- Chaiken, S., & Baldwin, M. W. (1981). Affective-cognitive consistency and the effect of salient behavioral information on the self-perception of attitudes. *Journal of Personality and Social Psychology*, 41(1), 1–12. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.41.1.1>
- Channouf, A., Py, J., & Somat, A. (1996). Prédire des comportements à partir des attitudes: nouvelles perspectives. *La psychologie sociale*, 2, 55-65. , in J.C. Deschamps & J.L Beauvois (Dir), *Des attitudes aux attributions — Sur la construction de la réalité sociale*. Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble, La psychologie sociale, tome 2, pp. 55-65.
- Charte communautaire des droits sociaux fondamentaux des travailleurs. (1989). Conseil européen. <http://gesd.free.fr/ccdsf1989.pdf>
- Chaskiel, P. (2021). From emergent to innovative risks in France : specification or standardization of the occupational risks of nanomaterials ? *International Journal of Research*, (4), 10-27.
- Chaskiel, P., & Suraud, M. G. (2014). Nanotechnologies: l'espace civique des risques technologiques redimensionné. *Natures Sciences Sociétés*, 22(2), 93-102.
- Chateauraynaud, F., & Torny, D. (1999). Les Sombres Précurseurs: une sociologie pragmatique de l'alerte et du risque (Vol. 87). *Nature Sciences et Sociétés*. <https://doi.org/10.1051/nss/2014025>
- Cheng, T. J., Lin, Y. P., Li, Y. R., & Chou, G. T. (2009). The risk perception of nanotechnology in Taiwanese general population, workers, and experts. *Epidemiology*, 20(6), S227. <https://doi.org/10.1097/01.ede.0000362761.53798.a8>
- Chernova, T., Murphy, F. A., Galavotti, S., Sun, X. M., Powley, I. R., Grosso, S., ... & MacFarlane, M. (2017). Long-fiber carbon nanotubes replicate asbestos-induced mesothelioma with disruption of the tumor suppressor gene Cdkn2a (Ink4a/Arf). *Current Biology*, 27(21), 3302-3314. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.09.007>
- Cheurfa, M., & Chanvrlil, F. (2019). *Baromètre de la confiance politique*. SciencePO, CEVIPOF. https://www.sciencespo.fr/cevipoof/sites/sciencespo.fr/cevipoof/files/CEVIPOF_confiance_10ans_CHEURFA_CHANVRIL_2019.pdf
- CIRC. (2019). *Classification du CIRC par localisations cancéreuses*. <https://www.cancer-environnement.fr/fiches/publications-du-circ/classification-du-circ-par-localisations-cancereuses/>

- Cobb, M., & Macoubrie, J. (2004). Public attitudes toward nanotechnology. *Journal of Nanoparticle Research*, 6(4), 395-405. <https://doi.org/10.1007/s11051-004-3394-4>
- Code de l'environnement. (2013). Articles L523-1 à L523.3 https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000037268986/#:~:text=Les%20personnes%20qui%20fabriquent%2C%20important,utilisation%20d%C3%A9clarent%20p%C3%A9riodiquement%20%C3%A0%20l
- Code du travail. (2008). Articles 1 à 5. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000019951681#:~:text=4141%2D2.,et%20chaque%20fois%20que%20n%C3%A9cessaire.%20%C2%BB>
- Code du travail. (2017). Article L4121-1 et L4121-2. https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000035640828/
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioural sciences*. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates
- Cohen, S., Kamarck, T., & Mermelstein, R. (1983). A Global measure of perceived stress. *Journal of Health and Social Behavior*, 24, 385-396.
- Comité de la prévention et de la précaution. (2020). *Nanotechnologies-Nanoparticules : Quels dangers, quels risques ? Depuis le 1er rapport du Comité de la prévention et de la précaution en 2006*. <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/CPP%20-%20Nanos.pdf>
- Commission européenne. (2010). *Eurobaromètre spécial n°341, Risques liés aux aliments*. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_341_en.pdf
- Commission Européenne. (2011). *Recommandation et définition des nanomatériaux*. *Journal officiel de l'Union européenne*. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:275:0038:0040:FR:PDF>
- Commission Européenne. (2022). *Recommandation de la commission du 10 juin 2022 relative à la définition des nanomatériaux*. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32022H0614\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32022H0614(01))
- Conseil National de la Consommation. (2010). *Rapport sur les nanotechnologies du groupe de travail du Conseil National de la Consommation*. https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/cnc/avis/2010/rapport-140610-nanomateriaux.pdf
- Conti, J., Satterfield, T., & Harthorn, B. H. (2011). Vulnerability and social justice as factors in emergent US nanotechnology risk perceptions. *Risk Analysis: An International Journal*, 31(11), 1734-1748. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2011.01608.x>
- Cox III, E. P. (1980). The optimal number of response alternatives for a scale: A review. *Journal of marketing research*, 17(4), 407-422. <https://doi.org/10.1177/002224378001700401>
- Dab, W. (2014). *Les nanomatériaux manufacturés à l'horizon 2030 - Conséquences en santé et sécurité au travail dans les petites entreprises en France* [Conférence], INRS Paris.

- David, A. (1952, mai). *La maladie devant les hommes*. [Emission de radio] RTF.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management science*, 35(8), 982-1003. <https://doi.org/10.1287/mnsc.35.8.982>
- Dawson, J. F., & Richter, A. W. (2006). Probing three-way interactions in moderated multiple regression: development and application of a slope difference test. *Journal of applied psychology*, 91(4), 917. <https://doi.org/10.1037/00219010.91.4.917>
- De Angelis, I., Barone, F., Zijno, A., Bizzarri, L., Russo, M. T., Pozzi, R., ... & De Berardis, B. (2013). Comparative study of ZnO and TiO₂ nanoparticles: physicochemical characterisation and toxicological effects on human colon carcinoma cells. *Nanotoxicology*, 7(8), 1361-1372. <https://doi.org/10.3109/17435390.2012.741724>
- De Pulligny, L. (1902). *L'emploi du plomb et des préparations à base de plomb dans l'industrie française*. Association internationale pour la Protection légale des travailleurs.
- De Tonquédec, A. D. Q. (2021). *La prise en compte du facteur humain et organisationnel dans le management des risques professionnels* [Thèse de doctorat, Université Paris-Saclay]. <https://theses.hal.science/tel-03325198/>
- Debia, M., Bakhiyi, B., Ostiguy, C., Verbeek, J. H., Brouwer, D. H., & Murashov, V. (2016). A systematic review of reported exposure to engineered nanomaterials. *Annals of Occupational Hygiene*, 60(8), 916-935. <https://doi.org/10.1093/annhyg/mew041>
- Debia, M., Beaudry, C., Weichenthal, S., Tardif, R., & Dufresne, A. (2012). *Caractérisation et contrôle de l'exposition professionnelle aux nanoparticules et particules ultrafines*. <https://policycommons.net/artifacts/2204453/caracterisation-et-contrôle-de-l'exposition-professionnelle-aux-nanoparticules-et-particules-ultrafines/2960815/>
- Demerouti, E., & Bakker, A. B. (2011). The job demands-resources model: Challenges for future research. *SA Journal of Industrial Psychology*, 37(2), 01-09. <https://doi.org/10.4102/sajip.v37i2.974>
- Académie Nationale de Médecine. (2016). *Dictionnaire médical*. <http://dictionnaire.academie-medecine.fr/>
- Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des fraudes. (DGCCRF). (2019). *Composition des cosmétiques : l'exigence d'une information claire des consommateurs*. Ministère de l'Économie, des Finances, de l'Action et de la Souveraineté Industrielle et Numérique. <https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/composition-des-cosmetiques-lexigence-dune-information-claire-des-consommateurs>
- Direction Générale de la Sécurité Intérieure (DGSI). (2012). *Nanomatériaux*. Ministère de l'Économie, des Finances, de l'Action et de la Souveraineté Industrielle et Numérique <https://www.entreprises.gouv.fr/files/files/guides/realites-industrielles-nanomateriaux-france.pdf>
- Directive 89/391/CEE du Conseil. (12 juin 1989). Art.118A.

- Dohrenwend, B. S., & Dohrenwend, B. P. (1981). Socioenvironmental factors, stress, and psychopathology. *American Journal of Community Psychology*, 9(2), 123–164. <https://doi.org/10.1007/BF00896364>
- Doll, R., & Peto, J. (1985). Effects on health of exposure to asbestos. Health & Safety Commission. *Her Majesty's Stationary Office, London, UK*, 1-58. <http://www.arac.co.za/ara1/wp-content/uploads/2017/03/Exposure-Report.pdf>
- Dominique, P. (2005). *Risques et précautions. L'interminable rationalisation du social*. La Dispute, Paris.
- Dowling, A., Clift, R., Grobert, N., Hutton, D., Oliver, R., & O'Neill, O. (2004). *Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties*. London: The Royal Society & The Royal Academy of Engineering Report (vol.61). https://royalsociety.org/~media/royal_society_content/policy/publications/2004/9693.pdf
- Drais, É. (2017). La prévention des risques émergents à l'épreuve du principe de précaution: le cas des nanomatériaux. *Droit et société*, (2), 305-320. <https://doi.org/10.3917/drs.096.0305>
- Duclos, D. (1983). Syndicalisme et risque industriel: entre le militantisme et l'expertise. Le cas du «Groupe Produits Toxiques» de la CFDT. *Culture technique*.
- Dunn, T. J., Baguley, T., & Brunsten, V. (2014). From alpha to omega: A practical solution to the pervasive problem of internal consistency estimation. *British journal of psychology*, 105(3), 399-412. <https://doi.org/10.1111/bjop.12046>
- Dussaix, A. M. (2009). *La qualité dans les enquêtes*. Rev. Modulad, 39, 137-171. <https://www.rocq.inria.fr/axis/modulad/archives/numero-39/Tutoriel-Dussaix/Dussaix-39.pdf>
- Dyehouse, M. A., Diefes-Dux, H. A., Bennett, D. E., & Imbrie, P. K. (2008). Development of an instrument to measure undergraduates' nanotechnology awareness, exposure, motivation, and knowledge. *Journal of Science Education and Technology*, 17(5), 500-510. <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9117-3>
- Eagly, A. H., & Chaiken, S. (1993). *The psychology of attitudes*. Harcourt brace Jovanovich college publishers.
- Eckert, N., Rigolot, E., Caquet, T., & Naaim, M. (2021). *Les risques environnementaux en 2020: bilan et leçons d'une réflexion prospective à INRAE*. <https://hal.inrae.fr/hal-03278410>
- Ehrlich, D., Guttman, I., Schönbach, P., & Mills, J. (1957). Postdecision exposure to relevant information. *The journal of abnormal and social psychology*, 54(1), 98–102. <https://doi.org/10.1037/h0042740>
- El Bouzaidi, D., & Zenasni, M. (2021). Practice of Auditing within organizations: Diagnosis and peculiarities: Pratique d'Audit au sein des organisations: Diagnostic & particularités. *African Scientific Journal*, 3(9), 346-346. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5813905>
- El Jammal, M. H., Mur, E., Rollinger, F., Schuler, M., & Tchernia, J. F. (2014). IRSN 2014 opinion survey-The perception of risks and security by the French population. Global results. *Barometre IRSN. U.S. Department of Energy Office of Scientific and Technical Information*.

- Everaere, C. (2007). Proposition d'un outil d'évaluation de l'autonomie dans le travail. *Revue française de gestion*, (11), 45-59. <https://doi.org/10.3166/rfg.180.45-59>
- Everaere, C. (1999). Autonomie et collectifs de travail. Collection points de repère.
- Fabre, N., George-Guiton, A., Gaffet, E., Desmoulin, S., Cambou, J., Benoit-Browaey, D., ... & Houssin, D. (2009). Risques et bénéfices des nanotechnologies: le besoin de nouvelles formes de débat social. Dans *Annales des Mines-Responsabilité et environnement* (No. 3, pp. 55-61). ESKA.
- Farshchi, P., Sadrnezhad, S. K., Nejad, N. M., Mahmoodi, M., & Abadi, L. (2011). Nanotechnology in the public eye: the case of Iran, as a developing country. *Journal of Nanoparticle Research*, 13(8), 3511-3519. <https://doi.org/10.1007/s11051-011-0274-6>
- Faure, H. (1889). *Histoire de la céruse*. Lille Lefèvre-Ducrocq.
- Fazio, R. H. (1990). Multiple processes by which attitudes guide behavior: The MODE model as an integrative framework. In *Advances in experimental social psychology* (Vol. 23, pp. 75-109). Academic Press.
- Fazio, R. H., & Zanna, M. P. (1978). On the predictive validity of attitudes: The roles of direct experience and confidence 1. *Journal of Personality*, 46(2), 228-243. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.1978.tb00177.x>
- Fazio, R. H., & Zanna, M. P. (1981). Direct Experience And Attitude-Behavior Consistency. *Advances in Experimental Social Psychology*, 14, 161-202. [https://doi.org/10.1016/S0065-2601\(08\)60372-X](https://doi.org/10.1016/S0065-2601(08)60372-X)
- Fazio, R. H., Zanna, M. P., & Cooper, J. (1978). Direct experience and attitude-behavior consistency: An information processing analysis. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 4(1), 48-51. <https://doi.org/10.1177/014616727800400109>
- Feynman, R. (1959). There's Plenty of Room at the Bottom. In *Annual Meeting of the American Physical Society*. https://www.sorocaba.unesp.br/Home/Graduacao/EngenhariadeControleeAutomacao/steven/rfeynman_plentyspace.pdf
- Finucane, M. L., Alhakami, A., Slovic, P., & Johnson, S. M. (2000). The affect heuristic in judgments of risks and benefits. *Journal of behavioral decision making*, 13(1), 1-17. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0771\(200001/03\)13:1<1::AID-BDM333>3.0.CO;2-S](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0771(200001/03)13:1<1::AID-BDM333>3.0.CO;2-S)
- Fishbein, M. (1967). Attitude and the prediction of behavior. *Readings in attitude theory and measurement*.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). A Bayesian analysis of attribution processes. *Psychological bulletin*, 82(2), 261-277. <https://doi.org/10.1037/h0076477>
- Flahaut, E., Evariste, L., Gauthier, L., Larue, C., Liné, C., Meunier, E., & Mouchet, F. (2018). Toxicité des nanotubes de carbone envers l'homme et l'environnement. *Techniques de l'Ingénieur*, 1-34. <https://hal.science/hal-03510025>

- Flamand, E., & Bilodeau, J. (2008). *Chimie organique : Expériences de laboratoire*, 2^e édition corrigée. Modulo, Framework. *Advances in Experimental Social Psychology*, 23, 75-109.
- Folkes, V. S. (1988). The availability heuristic and perceived risk. *Journal of Consumer research*, 15(1), 13-23. <https://doi.org/10.1086/209141>
- Fond, G., Lançon, C., Auquier, P., & Boyer, L. (2019). Prévalence de la dépression majeure en France en population générale et en populations spécifiques de 2000 à 2018: une revue systématique de la littérature. *La Presse Médicale*, 48(4), 365-375. <https://doi.org/10.1016/j.lpm.2018.12.004>
- Foray, D. (2010). *L'économie de la connaissance*. La découverte.
- Frewer, L. J., Howard, C., & Shepherd, R. (1998). Understanding public attitudes to technology. *Journal of Risk Research*, 1(3), 221-235. <https://doi.org/10.1080/136698798377141>
- Friedman, S. M., & Egolf, B. P. (2011). A longitudinal study of newspaper and wire service coverage of nanotechnology risks. *Risk Analysis: An International Journal*, 31(11), 1701-1717. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2011.01690.x>
- Fujita, Y., Yokoyama, H., & Abe, S. (2006). Perception of nanotechnology among the general public in Japan-of the NRI Nanotechnology and Society Survey Project. *Asia Pacific Nanotech Weekly*, 4(1-2).
- Furr, M. (2011). *Scale construction and psychometrics for social and personality psychology*. SAGE publications ltd. <https://dx.doi.org/10.4135/9781446287866>
- Gagné, C., & Godin, G. (1999). *Les théories sociales cognitives: Guide pour la mesure des variables et le développement de questionnaire*. Université Laval.
- Galesic, M., & Bosnjak, M. (2009). Effects of questionnaire length on participation and indicators of response quality in a web survey. *Public opinion quarterly*, 73(2), 349-360. <https://doi.org/10.1093/poq/nfp031>
- Galey, L. (2019). *Comprendre les situations d'exposition aux nanoparticules par l'intégration de l'activité de travail à la mesure: vers une construction de la prévention* [Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux].
- Gamache, G. L., Levinson, D. M., Reeves, D. L., Bidyuk, P. I., & Brantley, K. K. (2005). Longitudinal neurocognitive assessments of Ukrainians exposed to ionizing radiation after the Chernobyl nuclear accident. *Archives of clinical neuropsychology*, 20(1), 81-93. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2004.03.005>
- Gaskell, G., Eyck, T. T., Jackson, J., & Veltri, G. (2004). Public attitudes to nanotech in Europe and the United States. *Nature materials*, 3(8), 496-496. <https://doi.org/10.1038/nmat1181>
- Ghanei, R. M. A., Khaledi, A., & Nasri, S. (2021). Analyzing and Examining the Public Understanding of Nanotechnology among University Students. *Journal of Science and Technology Policy*, 14(2), 1-18.

- Giger, J. C. (2005). Le concept d'attitude, consistance et changement. In N. Dubois (Ed.). *Psychologie sociale de la cognition* (pp.119-151). Paris : Dunod.
- Giger, J. C. (2008). Examen critique du caractère prédictif, causal et falsifiable de deux théories de la relation attitude-comportement: la théorie de l'action raisonnée et la théorie du comportement planifié. *L'année Psychologique*, 108(1), 107-131.
<https://doi.org/10.4074/S000350330800105X>
- Girandola, F., & Fointiat, V. (2016). *Attitudes et Comportements Ebook Pdf*. Presses Universitaires de Grenoble, PUG.
- Goldberg, M. (2007). Le hasard et la nécessité: le cas de l'amiante. *La revue pour l'histoire du CNRS*, (16). <https://doi.org/10.4000/histoire-cnrs.1568>
- Gollac, M. (2009). *Rapport intermédiaire du collège d'expertise sur le suivi statistique des risques psychosociaux au travail*. Comité d'orientation des conditions de travail (COCT).
- Gollac, M., & Bodier, M. (2011). *Rapport du collège d'expertise, de suivi des risques psychosociaux au travail*. Collège d'expertise. https://www.cnis.fr/wp-content/uploads/2017/11/DC_2011_RENCONTRE_risques_psychosociaux_rapport.pdf
- Gorz, A. (2004). *Métamorphoses du travail. Critique de la raison économique*. Paris, Folio-Essais.
- Gromadzka-Ostrowska, J., Dziendzikowska, K., Lankoff, A., Dobrzyńska, M., Instanes, C., Brunborg, G., ... & Kruszewski, M. (2012). Silver nanoparticles effects on epididymal sperm in rats. *Toxicology letters*, 214(3), 251-258. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2012.08.028>
- Guérin, A., & Paty, D. (1980). *Les pollueurs: luttes sociales et pollution industrielle*. Editions du Seuil.
- Guillet, L. (2014). *Le stress*. De Boeck Supérieur.
- Gul, M., & Ak, M. F. (2018). A comparative outline for quantifying risk ratings in occupational health and safety risk assessment. *Journal of Cleaner Production*, 196, 653–664.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.106>
- Gul, M., & Ak, M. F. (2020). Assessment of occupational risks from human health and environmental perspectives: a new integrated approach and its application using fuzzy BWM and fuzzy MAIRCA. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 34, 1231-1262.
<https://doi.org/10.1007/s00477-020-01816-x>
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & William, C. (1998). *Multivariate data analysis*. Seventh Edition.
- Handford, C. E., Dean, M., Spence, M., Henchion, M., Elliott, C. T., & Campbell, K. (2015). Awareness and attitudes towards the emerging use of nanotechnology in the agri-food sector. *Food Control*, 57, 24-34. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.03.033>
- Hardy, A., Benford, D., Halldorsson, T., Jeger, M. J., Knutsen, H. K., ... & Mortensen, A. (2018). Guidance on risk assessment of the application of nanoscience and nanotechnologies in the

- food and feed chain: Part 1, human and animal health. *EFSA journal*, 16(7), e05327.
<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5327>
- Hart, P. D., & Research Associates. (2007). *Awareness of and Attitudes Toward Nanotechnology And Federal Regulatory Agencies*. Nanotechnology. The Woodrow Wilson International Center for Scholars. <https://www.pewtrusts.org/-/media/legacy/uploadedfiles/wwwpewtrustsorg/reports/nanotechnologies/hartnanopoll2007pdf.pdf>
- Hastie, R., & Park, B. (1986). The relationship between memory and judgment depends on whether the judgment task is memory-based or on-line. *Psychological review*, 93(3), 258–268.
<https://doi.org/10.1037/0033-295X.93.3.258>
- Haute Autorité de la Santé. (2006). *Prévention*. https://www.has-sante.fr/jcms/c_410178/fr/prevention#:~:text=Sont%20classiquement%20distingu%C3%A9s%20la%20pr%C3%A9vention,et%20les%20risques%20de%20r%C3%A9cidive
- Haute Autorité de la Santé. (2007). *Affections psychiatriques de longue durée Troubles anxieux graves*. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/guide_medecin_troubles_anxieux.pdf
- Hédelin, G. (2005). Dioxyde de titane nanométrique : De la nécessité d'une valeur limite d'exposition professionnelle. *Hygiène et sécurité du travail*. INRS.
[file:///Users/morganeleroux/Downloads/nt36%20\(1\).pdf](file:///Users/morganeleroux/Downloads/nt36%20(1).pdf)
- Heiligttag, F. J., & Niederberger, M. (2013). The fascinating world of nanoparticle research. *Materials Today*, 16(7-8), 262-271. <https://doi.org/10.1016/j.mattod.2013.07.004>
- Henry, E. (2000). *Un scandale improbable. Amiante : d'une maladie professionnelle à une « crise de santé publique »*. *Science politique*. [Thèse de doctorat, Université de Technologie de Compiègne]. <https://theses.hal.science/tel-00093189>
- Hermand, D., & Chauvin, B. (2008). Contribution du paradigme psychométrique à l'étude de la perception des risques: une revue de littérature de 1978 à 2005. *L'année psychologique*, 108(2), 343-386. <https://doi.org/10.4074/S0003503308002066>
- Hervé-Bazin, B. (2007). *Les nanoparticules: Un enjeu majeur pour la santé au travail?* L'Editeur: EDP Sciences.
- Ho, S. S., Scheufele, D. A., & Corley, E. A. (2010). Making sense of policy choices: understanding the roles of value predispositions, mass media, and cognitive processing in public attitudes toward nanotechnology. *Journal of Nanoparticle Research*, 12(8), 2703-2715.
<https://doi.org/10.1007/s11051-010-0038-8>
- Horie, M., Kato, H., Fujita, K., Endoh, S., & Iwahashi, H. (2012). In vitro evaluation of cellular response induced by manufactured nanoparticles. *Chemical research in toxicology*, 25(3), 605-619. <https://doi.org/10.1021/tx200470e>
- Houts, P. S., & McDougall, V. (1988). Effects of informing workers of their health risks from exposure to toxic materials. *American journal of industrial medicine*, 13(2), 271-279.
<https://doi.org/10.1002/ajim.4700130208>

- Hovland, C. I., & Rosenberg, M. J. (1960). *Attitude organization and change*. Yale University Press.
- Huang, W., Shuai, B., Zhang, R., Xu, M., Xu, Y., Yu, Y., & Antwi, E. (2020). A New System Risk Definition and System Risk Analysis Approach Based on Improved Risk Field. *IEEE Transactions on Reliability*, 69(4), 1437–1452. <https://doi.org/10.1109/TR.2019.2942373>
- INSERM. (2016). *Nanoparticules au travail : un danger pour nos poumons ?* <https://www.inserm.fr/actualite/nanoparticules-travail-danger-pour-nos-poumons/>
- Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN). (2019). *Baromètre IRSN 2019 sur la perception des risques et de la sécurité par les Français : les principaux constats*. https://www.irsn.fr/FR/Actualites_presse/Communiques_et_dossiers_de_presse/Pages/20191002_Barometre-Risques-Securite-France-2019.aspx#.YfXC_PVKi8U
- Institut national de recherche et de sécurité (INRS). (2014). *Nanomatériaux, Nanoparticules*. <http://www.inrs.fr/risques/nanomateriaux/effets-sante.html>
- Institut national de recherche et de sécurité (INRS). (2014). *Nanomatériaux*. <http://www.inrs.fr/risques/nanomateriaux/reglementation.html>
- Institut national de recherche et de sécurité (INRS). (2019). *Nanomatériaux : définition, identification et caractérisation des matériaux et des expositions professionnelles associées*. <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=DO%2026>
- Institut national de recherche et de sécurité (INRS). (2022). *La fiche de données de sécurité. Un document riche d'informations, essentiel pour la prévention du risque chimique*. <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20954>
- Institut National de la Statistique et des Études. (2021). *Nomenclature d'activités française – NAF rév. 2*. <https://www.insee.fr/fr/information/2120875>
- International Standards Organization (ISO). (2010). *TC 229: Nanotechnologies*. http://www.iso.org/iso/iso_technical_committee.html?commid=381983
- Irwin, A., & Wynne, B. (Eds.). (2003). *Misunderstanding science?: the public reconstruction of science and technology*. Cambridge University Press.
- Jacoby, J., Troutman, T., Kuss, A., & Mazursky, D. (1986). *Experience and expertise in complex decision making*. ACR North American Advances. <https://www.acrwebsite.org/volumes/6533>
- Jacquet, F. (2012). Repérage des salariés potentiellement exposés aux nanoparticules. *Références en santé au travail*, (132), 33-38.
- Javeau, C. (1978). *L'enquête par questionnaire: manuel à l'usage du praticien*. Editions de l'Université de Bruxelles.
- Jenssen, A. T. (2012). Widening or closing the knowledge gap? The role of TV and newspapers in changing the distribution of political knowledge. *Nordicom Review*. https://gupea.ub.gu.se/bitstream/handle/2077/37394/gupea_2077_37394_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Jia, G., Wang, H., Yan, L., Wang, X., Pei, R., Yan, T., ... & Guo, X. (2005). Cytotoxicity of carbon nanomaterials: single-wall nanotube, multi-wall nanotube, and fullerene. *Environmental science & technology*, 39(5), 1378-1383.
https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/es048729l?casa_token=x4FFiB2NA2UAAAAA%3A_bwXHpyyDa8f3HjVzDBgiquleczldDhde-biAcaqzHYhOU_WPInmk62sQHxMa8LJfMil1BOloVig0JDT
- Jodelet, D. (1988). Représentations sociales : phénomènes, concept et théorie. Dans Moscovici, S. *Psychologie sociale*. Paris : Puf, pp. 361-393.
- Jouzel, J. N. (2011). La dose à l'épreuve? Les enjeux de santé environnementale liés aux nanotechnologies. *Journal international de bioéthique*, 22(1), 145-155.
<https://doi.org/10.3917/jib.221.0145>
- Judd, C. M., & Johnson, J. T. (1981). Attitudes, polarization, and diagnosticity: Exploring the effect of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 41(1), 26-36.
<https://doi.org/10.1037/0022-3514.41.1.26>
- Kahan, D. M., Braman, D., Slovic, P., Gastil, J., & Cohen, G. (2009). Cultural cognition of the risks and benefits of nanotechnology. *Nature nanotechnology*, 4(2), 87-90.
<https://doi.org/10.1038/nnano.2008.341>
- Kaluza, S., Balderhaar, J., Orthen, B., Arbeitsmedizin, B., Honnert, B., Jankowska, E., ... Zugasti, A. (2009). *Workplace exposure to nanoparticles, European Risk Observatory*. European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). Report 2.
http://osha.europa.eu/en/publications/literature_reviews/workplace_exposure_to_nanoparticles
- Kamarulzaman, N. A., Lee, K. E., & Siow, K. S. (2020). Understanding public benefit and risk perceptions through psychological and sociological aspects for sustainable nanotechnology development in Malaysia. In *Concepts and Approaches for Sustainability Management* (pp. 1-22). Springer, Cham. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-34568-6_1
- Kamarulzaman, N. A., Lee, K. E., Siow, K. S., & Mokhtar, M. (2020). Public benefit and risk perceptions of nanotechnology development: Psychological and sociological aspects. *Technology in Society*, 62, 101329. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101329>
- Karasek, R. A. (1979). Job demands, job decision latitude, and mental strain: Implications for job redesign. *Administrative science quarterly*, 285-308. <http://dx.doi.org/10.2307/2392498>
- Karasek, R. A., & Theorell, T. (1996). Current issues relating to psychosocial job strain and cardiovascular disease research. *Journal of occupational health psychology*, 1(1), 9.-26.
<https://doi.org/10.1037/1076-8998.1.1.9> (Retraction published 1995, *Stress Medicine*, 11[1], 17-26)
- Karmakar, A., Zhang, Q., & Zhang, Y. (2014). Neurotoxicity of nanoscale materials. *Journal of Food and Drug Analysis*, 22(1), 147-160. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2014.01.012>
- Karthivashan, G., Ganesan, P., Park, S. Y., Lee, H. W., & Choi, D. K. (2020). Lipid-based nanodelivery approaches for dopamine-replacement therapies in Parkinson's disease: From preclinical to translational studies. *Biomaterials*, 232, 119704.
<https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2019.119704>

- Kefi, H. (2010). Mesures perceptuelles de l'usage des systèmes d'information: application de la théorie du comportement planifié. *Humanisme et Entreprise*, (2), 45-64.
- Keller, A. A., McFerran, S., Lazareva, A., & Suh, S. (2013). Global life cycle releases of engineered nanomaterials. *Journal of nanoparticle research*, 15(6), 1692. <https://doi.org/10.1007/s11051-013-1692-4>
- Klein, J. P., Boudard, D., Cadusseau, J., Dalle, S., Forest, V., Pourchez, J., & Cottier, M. (2013). Testicular biodistribution of 450 nm fluorescent latex particles after intramuscular injection in mice. *Biomedical microdevices*, 15(3), 427-436. <https://doi.org/10.1007/s10544-013-9741-4>
- Korrick, S. A., Hunter, D. J., Rotnitzky, A., Hu, H., & Speizer, F. E. (1999). Lead and hypertension in a sample of middle-aged women. *American Journal of Public Health*, 89(3), 330-335. <https://doi.org/10.2105/ajph.89.3.330>
- Kraus, S. J. (1995). Attitudes and the prediction of behavior: A meta-analysis of the empirical literature. *Personality and social psychology bulletin*, 21(1), 58-75. <https://doi.org/10.1177/0146167295211007>
- Kroenke, K., Spitzer, R. L., & Williams, J. B. (2001). The PHQ-9: validity of a brief depression severity measure. *Journal of general internal medicine*, 16(9), 606-613. <https://doi.org/10.1046/j.1525-1497.2001.016009606.x>
- Krosnick, J. A., Boninger, D. S., Chuang, Y. C., Berent, M. K., & Carnot, C. G. (1993). Attitude strength: One construct or many related constructs? *Journal of personality and social psychology*, 65(6), 1132-1151. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.65.6.1132>
- Kuhl, K., & Dobernowsky, M. (2011). Application of PIMEX method: Employees are motivated to change their working conditions and optimise preventive measures. *Work*, 39(4), 379-384. <https://doi.org/10.3233/WOR-2011-1188>
- Kurtz-Chalot, A. (2014). *Internalisation cellulaire et effets biologiques de nanoparticules fluorescentes de silice. Influence de la taille et de la charge de surface* [Thèse de doctorat, Saint-Etienne, EMSE].
- Lanoë, C. (2002). La cêruse dans la fabrication des cosmétiques sous l'Ancien Régime (XVIe-XVIIIe siècles). *Techniques & Culture. Revue semestrielle d'anthropologie des techniques*, (38). <https://doi.org/10.4000/tc.224>
- Lapiere, R. T. (1934). Attitudes vs. actions. *Social forces*, 13(2), 230-237. <https://doi.org/10.2307/2570339>
- Laveault, D. (2012). Soixante ans de bons et mauvais usages du alpha de Cronbach. *Mesure et évaluation en éducation*, 35(2), 1-7. <https://doi.org/10.7202/1024716ar>
- Laveault, D., & Grégoire, J. (1997). Introduction aux théories des tests en sciences humaines. De Boeck Université. *Revue des sciences de l'éducation*, 24(3), 683-684. <https://www.erudit.org/en/journals/rse/1900-v1-n1-rse1838/031985ar/abstract/>
- Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. Springer publishing company.

- Le Masne, P. (2017). *Les Entretiens du risque: «Le déni du risque de l'attitude individuelle à la gouvernance des organisations»*. Institut pour la maîtrise des risques.
https://www.imdr.eu/offres/file_inline_src/818/818_pj_180119_155630.pdf
- Lee, C. J., & Scheufele, D. A. (2006). The influence of knowledge and deference toward scientific authority: A media effects model for public attitudes toward nanotechnology. *Journalism & Mass Communication Quarterly*, 83(4), 819-834. <https://doi.org/10.1177/107769900608300406>
- Lee, C.-J., Scheufele, D. A., & Lewenstein, B. V. (2005). Public Attitudes toward Emerging Technologies: Examining the Interactive Effects of Cognitions and Affect on Public Attitudes toward Nanotechnology. *Science Communication*, 27(2), 240-267.
<https://doi.org/10.1177/1075547005281474>
- Lee, E. W., & Ho, S. S. (2015). The perceived familiarity gap hypothesis: examining how media attention and reflective integration relate to perceived familiarity with nanotechnology in Singapore. *Journal of Nanoparticle Research*, 17(5), 1-15. <https://doi.org/10.1007/s11051-015-3036-z>
- Lee, N., Lim, C. H., Kim, T., Son, E. K., Chung, G. S., Rho, C. J., ... & Yu, I. J. (2017). *Which hazard category should specific nanomaterials or groups of nanomaterials be assigned to and how?* Geneva: World Health Organization.
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259682/WHO-FWC-IHE-17.4-eng.pdf>
- Le Floch, V., Brunel, M., Launay, C., Py, J., Cascino, N. (2014). *Nano-profanes et nanos-experts : la construction des attitudes envers les nanotechnologies*. [Proposition de participation à la conférence]. Psychologie et développement sociétal ICAP2014- Paris.
- Légeron, P. (2008). Le stress professionnel. *L'information psychiatrique*, (84), 809-820.
<https://doi.org/10.3917/inpsy.8409.0809>
- Lemyre, L., & Tessier, R. (1988). Mesure de Stress Psychologique (MSP): Se sentir stressé-e. *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue canadienne des sciences du comportement*, 20(3), 302-321. <https://doi.org/10.1037/h0079945>
- Lenoble, V. (2003). *Elimination de l'Arsenic pour la production d'eau potable: oxydation chimique et adsorption sur des substrats solides innovants*. [Thèse de doctorat, Université de Limoges].
<http://aurore.unilim.fr/ori-oai-search/notice/view/unilim-ori-11896>
- Lidén, G. (2011). The European commission tries to define nanomaterials. *The Annals of occupational hygiene*, 55(1), 1-5. <https://doi.org/10.1093/annhyg/meq092>
- Lim, G. Y., Tam, W. W., Lu, Y., Ho, C. S., Zhang, M. W., & Ho, R. C. (2018). Prevalence of Depression in the Community from 30 Countries between 1994 and 2014. *Scientific reports*, 8(1), 2861. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-21243-x>
- Lin, P. L. (2018). *Media Representations and Public Attitudes towards Nanotechnology in Taiwan*. [Thèse de doctorat, University of Essex]. <https://repository.essex.ac.uk/22085/>

- Lin, S. F., Lin, H. S., & Wu, Y. Y. (2013). Validation and exploration of instruments for assessing public knowledge of and attitudes toward nanotechnology. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 548-559. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9413-9>
- Liu, W., Majumdar, S., Li, W., Keller, A. A., & Slaveykova, V. I. (2020). Metabolomics for early detection of stress in freshwater alga *Poteroiochromonas malhamensis* exposed to silver nanoparticles. *Scientific reports*, 10(1), 1-13. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-77521-0>
- Liu, Y. C., Guo, L. N., & Liu, K. (2016). Relationship between depression level and perceived stress among the elderly in community: Moderating effect and mediating effect. *Chinese Mental Health Journal*, 30(8), 607-611.
- Lo Monaco, G., Delouvé S., & Rateau P. (2016). *Les représentations sociales: Théories, méthodes et applications*. De Boeck Supérieur, 2016.
- Loewenstein, G. F., Weber, E. U., Hsee, C. K., & Welch, N. (2001). Risk as feelings. *Psychological bulletin*, 127(2), 267-286. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.127.2.267>
- Loganovsky, K. N., & Loganovskaja, T. K. (2000). Schizophrenia spectrum disorders in persons exposed to ionizing radiation as a result of the Chernobyl accident. *Schizophrenia bulletin*, 26(4), 751-773. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.schbul.a033492>
- Lorenzi-Cioldi, F. (1997). Questions de méthodologie en sciences sociales. *Actualités en sciences sociales*. Broché
- Lowinger, P. (1990). Asbestos and other toxins. *American journal of public health*, 80(10), 1274-1274. <https://doi.org/10.2105/ajph.80.10.1274>
- Luhmann, N. (1995). *Social Systems*. Stanford: Stanford University Press.
- Lutz, R. J. (1991). The role of attitude theory in marketing. *Perspectives in consumer behavior*.
- Macoubrie, J. (2005). *Informed public perceptions of nanotechnology and trust in government*. Woodrow Wilson International Center for Scholars: Project on Emerging Nanotechnologies.
- Malye, F. (2012). *Amiante: 100 000 morts à venir*. Cherche Midi.
- Mamaeva, V., Sahlgren, C., & Lindén, M. (2013). Mesoporous silica nanoparticles in medicine--recent advances. *Advanced drug delivery reviews*, 65(5), 689-702. <https://doi.org/10.1016/j.addr.2012.07.018>
- Marchand, A. (2018). *Reconnaissance et occultation des cancers professionnels: le droit à réparation à l'épreuve de la pratique*. [Thèse de doctorat, Université Evry-Val d'Essonne/Université Paris Saclay]. <https://shs.hal.science/tel-02105285/>
- Marin, P., Raimondeau, J., Huteau, G., Naty-Daouin, P., & Bréchat, P. H. (2020). Enjeux pour le système de santé français: les évolutions et innovations de l'organisation. Dans *Manuel de santé publique* (pp. 513-542). Presses de l'EHESP.
- Maurel, M., Berna, V., Letourneux, M., & Paris, C. (2006). Exposition professionnelle ancienne à l'amiante: Conséquences psychologiques de la surveillance médicale et de l'information sur les

- risques pour la santé. *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, 67(1), 7-13. [https://doi.org/10.1016/S1775-8785\(06\)70273-9](https://doi.org/10.1016/S1775-8785(06)70273-9)
- Maynard, A. D. (2006). Nanotechnology: assessing the risks. *Nano today*, 1(2), 22-33. [https://doi.org/10.1016/S1748-0132\(06\)70045-7](https://doi.org/10.1016/S1748-0132(06)70045-7)
- Mehdi, S. (2020). *Investigation des mécanismes moléculaires de la transition épithélio-mésenchymateuse (EMT) modulée par l'expression de LY75 dans la dissémination et la réponse au traitement du cancer épithélial ovarien (CEO)*. [Thèse de doctorat, Université Laval]. <https://corpus.ulaval.ca/jspui/bitstream/20.500.11794/67750/1/36609.pdf>
- Meyerowitz, B. E., Sullivan, C. D., & Premeau, C. L. (1989). Reactions of asbestos-exposed workers to notification and screening. *American journal of industrial medicine*, 15(4), 463–475. <https://doi.org/10.1002/ajim.4700150410>
- Michelik, F. (2008). La relation attitude-comportement: un état des lieux. *Éthique et économie= Ethics and economics*, 6(1).
- Milačič, R., Murko S., & Ščančar J. (2009) Problems and progresses in speciation of Al in human serum: An overview. *Journal of Inorganic Biochemistry* 103(11): 1504-13 <https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2009.07.028>
- Ministère de l'économie des finances et de la relance. (2012). *Framework Programme*. https://www.economie.gouv.fr/cede/dossier-documentaire/nanotechnologies?fbclid=IwAR1X4_2UQ7ace56v3aupH3UI5Pz6-VtdHfygxjBJSKK5TDzARmYGwB4ltz4
- Ministère de la transition écologique. (2022). *Déclaration des substances à l'état nanoparticulaire*. <https://www.r-nano.fr/>
- Ministère du Travail, du Pleine Emploi et de l'Insertion. (2021). *Nanomatériaux*. <https://travail-emploi.gouv.fr/sante-au-travail/prevention-des-risques-pour-la-sante-au-travail/autres-dangers-et-risques/article/nanomateriaux>
- Mishra, P., Bhadauria, U. S., Dasar, P. L., Kumar, S., Lalani, A., Sarkar, P., ... & Vyas, S. (2016). Knowledge, attitude and anxiety towards pandemic flu a potential bio weapon among health professionals in Indore City. *Przegląd epidemiologiczny*, 70(1), 41-5.
- Monino, J. L. (2020). Nanotechnologies et intelligence économique: enjeux de la valorisation de l'information et de la création de connaissances. *Marche et organisations*, (3), 207-228. <https://doi.org/10.3917/maorg.039.0207>
- Morchain, P., & Somat, A. (2019). *La psychologie sociale: applicabilité et applications*. Presses universitaires de Rennes.
- Mucchielli, R. (1979). *Le questionnaire dans l'enquête psycho-sociale : connaissance du problème, applications pratiques*. Entreprise moderne d'édition.
- Murcia, K. (2013). Secondary school students' attitudes to nanotechnology: what are the implications for science curriculum development. *Teaching Science*, 59(3), 15-21.

- Mury, G. (1974). *Le sang ouvrier: les accidents du travail*. Les éditions du cerf.
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (2011). *Pratiques générales de prévention des risques dans le cadre du travail avec des nanomatériaux manufacturés dans les laboratoires de recherche*. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2012-147/pdfs/2012-147french.pdf>
- Negura, L. (2006). L'analyse de contenu dans l'étude des représentations sociales. *SociologieS 1*, 1-16. <https://doi.org/10.4000/sociologies.993>
- Nelkin, D. (1995). *How the Press Covers Science and Technology*. W.H. Freeman and Company, New York. <https://wellcomecollection.org/works/vd8dw6d8>
- Nerlich, B., Clarke, D. D., & Ulph, F. (2007). Risks and benefits of nanotechnology: How young adults perceive possible advances in nanomedicine compared with conventional treatments. *Health, Risk & Society*, 9(2), 159-171. <https://doi.org/10.1080/13698570701306856>
- Nisbet, M. C., & Lewenstein, B. V. (2002). Biotechnology and the American media: The policy process and the elite press, 1970 to 1999. *Science communication*, 23(4), 359-391. <https://doi.org/10.1177/107554700202300401>
- Nisbet, M. C., Brossard, D., & Kroepsch, A. (2003). Framing science: The stem cell controversy in an age of press/politics. *Harvard International Journal of Press/Politics*, 8(2), 36-70. <https://doi.org/10.1177/1081180X02251047>
- Nune, S. K., Gunda, P., Thallapally, P. K., Lin, Y. Y., Forrest, M. L., & Berkland, C. J. (2009). Nanoparticles for biomedical imaging. *Expert opinion on drug delivery*, 6(11), 1175-1194. <https://doi.org/10.1517/17425240903229031>
- O'Neil, K. M., Penrod, S. D., & Bornstein, B. H. (2003). Web-based research: Methodological variables' effectson dropout and sample characteristics. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 35(2), 217-226. <https://doi.org/10.3758/BF03202544>
- O'Rourke, E., & Morrison, M. (2012). Working Party on Nanotechnology. *OECD/NNI International Symposium on Assessing the Economic Impact of Nanotechnology 2012*. https://www.nano.gov/sites/default/files/dsti_stp_nano201212.pdf
- Obadia, A. (2008). *Les nanotechnologies*. Information du Conseil Économique et Social. Direction des Journaux Officiels. https://www.lecese.fr/sites/default/files/pdf/Fiches/2008/NI_2008_21_alain_obadia.pdf
- Oberdörster, G., Sharp, Z., Atudorei, V., Elder, A., Gelein, R., Kreyling, W., & Cox, C. (2004). Translocation of inhaled ultrafine particles to the brain. *Inhalation toxicology*, 16(6-7), 437-445. <https://doi.org/10.1080/08958370490439597>
- Olsen, S. O. (1999). Strength and conflicting valence in the measurement of food attitudes and preferences. *Food Quality and Preference*, 10(6), 483-494. <https://doi.org/10.1006/appe.2001.0406>

- Organisation Mondiale de la Santé (OMS). (2022). *Santé mentale : renforcer notre action*. <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-response>
- Organisation de Santé Mondiale. (1993). *Classification Internationale des Maladies* (dixième révision). In Description clinique et directives pour le diagnostic. Masson Paris.
- Oosterhof, N. N., & Todorov, A. (2009). Shared perceptual basis of emotional expressions and trustworthiness impressions from faces. *Emotion*, 9(1), 128. <https://doi.org/10.1037/a0014520>
- Pairon, J.C., Letourneux, M., Paris, C., & Schorle, E. (2007). Suivi postprofessionnel amiante : étude expérimentale.
- Panissal, N., & Plégat-Soutgis, F. (2018). Eduquer au pouvoir d’agir, contribuer au développement moral du citoyen: Écriture de scénarii fictifs. *Le sujet dans la cité*, 1(7), 107-118. <https://doi.org/10.3917/lsdlc.hs07.0107>
- Parlement Européen et du Conseil. (2011). Règlement (UE) 1169/2011. EUR-Lex. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=celex%3A32011R1169>
- Parr, D. (2005). Will nanotechnology make the world a better place? *Trends in biotechnology*, 23(8), 395-398. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2005.06.001>
- Pauluhn, J. (2009). Retrospective analysis of 4-week inhalation studies in rats with focus on fate and pulmonary toxicity of two nanosized aluminum oxyhydroxides (boehmite) and pigment-grade iron oxide (magnetite): the key metric of dose is particle mass and not particle surface area. *Toxicology*, 259(3), 140-148. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2009.02.012>
- Perr, I. N. (1992). Asbestos exposure and psychic injury: A review of 48 claims. *Bulletin of the American Academy of Psychiatry & the Law*.
- Perr, I. N. (1993). Asbestos exposure and post-traumatic stress disorder. *Journal of the American Academy of Psychiatry and the Law Online*, 21(3), 331-344.
- Perr, I. N. (1994). Asbestos exposure and cancerphobia. *Journal of Forensic Science*, 39(3), 808-814.
- Perrissol, S. (2004). *Exposition sélective appliquée aux objets alcool et tabac: influence de la structure et de la mesure de l'attitude* [Thèse de doctorat, Université Rennes 2].
- Petty, R. E., & Brinol, P. (2008). Persuasion: From single to multiple to metacognitive processes. *Perspectives on Psychological Science*, 3(2), 137-147. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6916.2008.00071.x>
- Pletscher, C. (2009). Médecine du travail: la nanotechnologie Chance ou risque. *Forum Med Suisse* 51(9) 929-30.
- Poland, C. A., Duffin, R., Kinloch, I., Maynard, A., Wallace, W. A., Seaton, A., ... & Donaldson, K. (2008). Carbon nanotubes introduced into the abdominal cavity of mice show asbestos-like pathogenicity in a pilot study. *Nature nanotechnology*, 3(7), 423-428. <https://doi.org/10.1038/nnano.2008.111>
- Polanyi, M., (1966). *The Tacit Dimension*. Garden City, New York: Doubleday.

- Polyukhov, A. M., Kobsar, I. V., Grebelnik, V. I., & Voitenko, V. P. (2000). The accelerated occurrence of age-related changes of organism in Chernobyl workers: a radiation-induced progeroid syndrome? *Experimental Gerontology*, 35(1), 105-115. [https://doi.org/10.1016/s0531-5565\(99\)00081-9](https://doi.org/10.1016/s0531-5565(99)00081-9)
- Pratte, M., Ross, J., & Petitclerc, R. (2014). *Mieux comprendre le domaine des attitudes. Rapport du Programme d'aide à la recherche sur l'enseignement et l'apprentissage (PAREA) du Gouvernement du Québec*. <https://cdc.qc.ca/parea/article/788803-pratte-ross-petitclerc-mieux-comprendre-domaine-attitudes-garneauilmoilou-article-PAREA-2014.pdf>.
- Que Choisir. (2018). Nanoparticules Attention, elles se cachent partout. *Kiosque Que choisir Mensuel*, (566)16-24. <https://kiosque.quechoisir.org/magazine-mensuel-quechoisir-566-fevrier-2018/>
- R Core Team. (2016). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org>
- Rahu, K., Rahu, M., Tekkel, M., & Bromet, E. (2006). Suicide risk among Chernobyl cleanup workers in Estonia still increased: an updated cohort study. *Annals of epidemiology*, 16(12), 917-919. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2006.07.006>
- Rainhorn, J. (2010). Le mouvement ouvrier contre la peinture au plomb. *Politix*, (3), 7-26. <https://doi.org/10.3917/pox.091.0007>
- Rainhorn, J. (2016). *Poison légal. Une histoire sociale, politique et sanitaire de la céruse et du saturnisme professionnel (XIXe siècle–premier XXe siècle)* [Habilitation à diriger des recherches à l'Institut d'études politiques de Paris]. 2268-3798.
- Rastinehad, A. R., Anastos, H., Wajswol, E., Winoker, J. S., Sfakianos, J. P., Doppalapudi, S. K., ... & Halas, N. J. (2019). Gold nanoshell-localized photothermal ablation of prostate tumors in a clinical pilot device study. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(37), 18590-18596. <https://doi.org/10.1073/pnas.1906929116>
- Rathore, A., & Mahesh, G. (2021). Public perception of nanotechnology: A contrast between developed and developing countries. *Technology in Society*, 67, 101751. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101751>
- Ratinaud, P. (2014). *IRaMuTeQ : Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires*. <http://www.iramuteq.org>
- Registation, Evaluation, Autorisation and Restriction of Cheminical (REACH). (2007). *Règlement (CE) n°1907/2006. EUR-Lex*. https://www.ecologie.gouv.fr/reglementation-reach?fbclid=IwAR0KSl1eeylTY2G27zpCTk1SMknH_VA8HcZOY4AjBsRrZNj0ccKHmygZzhE#e2
- Retzbach, A., Marschall, J., Rahnke, M., Otto, L., & Maier, M. (2011). Public understanding of science and the perception of nanotechnology: the roles of interest in science, methodological knowledge, epistemological beliefs, and beliefs about science. *Journal of Nanoparticle Research*, 13(12), 6231-6244. <https://doi.org/10.1007/s11051-011-0582-x>
- Revelle, W., & Zinbarg, R. E. (2009). Coefficients alpha, beta, omega, and the glb: Comments on Sijtsma. *Psychometrika*, 74(1), 145-154. <https://doi.org/10.1007/s11336-008-9102-z>

- Revenson, T. A., & Hoyt, M. A. (2016). Chronic illness and mental health. *Encyclopedia of Mental Health*, 284-292.
- Ricaud, M. (2014). *Aide au repérage des nanomatériaux en entreprise*. INRS <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%206174>
- Ricaud, M. (2019). *Nanomatériaux : définition, identification et caractérisation des matériaux et des expositions professionnelles associées*. Hygiène et sécurité du travail – n° 256. <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=DO%2026>
- Roininen, K., Lähteenmäki, L., & Tuorila, H. (1999). Quantification of consumer attitudes to health and hedonic characteristics of foods. *Appetite*, 33(1), 71-88. <https://doi.org/10.1006/appe.1999.0232>
- Rosén, G., Andersson, I. M., Walsh, P. T., Clark, R. D. R., Säämänen, A., Heinonen, K., ... & Pääkkönen, R. (2005). A review of video exposure monitoring as an occupational hygiene tool. *Annals of Occupational Hygiene*, 49(3), 201-217. <https://academic.oup.com/annweh/article/49/3/201/156937>
- Rosenberg, M. J. (1968). Hedonism, inauthenticity, and other goads toward expansion of a consistency theory. In Abelson, R. Aronson, E., McGuire, W. J., Newcomb, T. M., Rosenberg, M. J., & Tannenbaum, P. H. *Theories of cognitive consistency; a sourcebook*, 73-111. Rand-McNally: Chicago.
- Sahin, N., & Ekli, E. (2013). Nanotechnology awareness, opinions and risk perceptions among middle school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(4), 867-881. <https://doi.org/10.1007/s10798-013-9233-0>
- Satterfield, T., Kandlikar, M., Beaudrie, C. E., Conti, J., & Harthorn, B. H. (2009). Anticipating the perceived risk of nanotechnologies. *Nature nanotechnology*, 4(11), 752-758. <https://doi.org/10.1038/nnano.2009.265>
- Sauvage, J. P. (2016). *World Scientific Author Jean-Pierre Sauvage wins 2016 Nobel Prize in Chemistry*. World Scientific. <https://www.worldscientific.com/doi/10.1142/do.news.2016.10.05.233/full/>
- Savolainen, K., Alenius, H., Norppa, H., Pylkkänen, L., Tuomi, T., & Kasper, G. (2010). Risk assessment of engineered nanomaterials and nanotechnologies—a review. *Toxicology*, 269(2-3), 92-104. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2010.01.013>
- Sawilowsky, S. S. (2009). New effect size rules of thumb. *Journal of modern applied statistical methods*, 8(2), 597-599. <https://doi.org/10.22237/jmasm/1257035100>
- Scheufele, D. A., & Lewenstein, B. V. (2005). The public and nanotechnology: How citizens make sense of emerging technologies. *Journal of Nanoparticle Research*, 7(6), 659-667. <https://doi.org/10.1007/s11051-005-7526-2>
- Schönborn, K. J., Höst, G. E., & Palmerius, K. L. (2015). Measuring understanding of nanoscience and nanotechnology: development and validation of the nano-knowledge instrument (NanoKI). *Chemistry Education Research and Practice*, 16(2), 346-354. <https://doi.org/10.1039/c4rp00241e>

- Scialom, L. (2018). Les troubles anxieux. In Scialom, L. *Manuel d'enseignement de psychomotricité* (pp. 602-613). De Boeck Supérieur.
- Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. *Nanomaterials*. http://ec.europa.eu/health/sc_committees/emerging/docs/scenih_r_o_032.pdf (consulté en septembre 2018).
- Siegrist, J. (1996). Adverse health effects of high-effort/low-reward conditions. *Journal of occupational health psychology*, 1(1), 27-41. <https://doi.org/10.1037/1076-8998.1.1.27>
- Siegrist, M., & Keller, C. (2011). Labeling of nanotechnology consumer products can influence risk and benefit perceptions. *Risk Analysis: An International Journal*, 31(11), 1762-1769. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2011.01720.x>
- Siegrist, M., Cousin, M. E., Kastenholz, H., & Wiek, A. (2007). Public acceptance of nanotechnology foods and food packaging: The influence of affect and trust. *Appetite*, 49(2), 459-466. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2007.03.002>
- Siegrist, M., Cvetkovich, G., & Roth, C. (2000). Salient value similarity, social trust, and risk/benefit perception. *Risk analysis*, 20(3), 353-362. <https://doi.org/10.1111/0272-4332.203034>
- Siegrist, M., Stampfli, N., Kastenholz, H., & Keller, C. (2008). Perceived risks and perceived benefits of different nanotechnology foods and nanotechnology food packaging. *Appetite*, 51(2), 283-290. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2008.02.020>
- Sijtsma, K. (2009). On the use, the misuse, and the very limited usefulness of Cronbach's alpha. *Psychometrika*, 74(1), 107. <https://doi.org/10.1007/s11336-008-9101-0>
- Sjöberg, L. (2004). Principles of risk perception applied to gene technology: To overcome the resistance to applications of biotechnology, research on risk perception must take a closer look at the public's reasons for rejecting this technology. *EMBO reports*, 5(S1), S47-S51. <https://doi.org/10.1038/sj.embor.7400258>
- Slovic, P., & Weber, E. U. (2002). Perception of risk posed by extreme events. In Applegate, J., Laitos, J. *Regulation of Toxic Substances and Hazardous Waste*. Foundation Press, Forthcoming. https://www.ldeo.columbia.edu/chrr/documents/meetings/roundtable/white_papers/slovic_wp.pdf
- Spielberger, C. D., & Sharma, S. (1976). *Cross-cultural measurement of anxiety*. Hemisphere publishing corporation. http://drsiposkornel.com/publikaciok/cross-cultural_anxiety.pdf
- Spitzer, R. L., Kroenke, K., Williams, J. B., & Löwe, B. (2006). A brief measure for assessing generalized anxiety disorder: the GAD-7. *Archives of internal medicine*, 166(10), 1092-1097. <https://doi.org/10.1001/archinte.166.10.1092>
- Statistical Package for Social Science (SPSS). 29.0.0. IBM Corporation.
- Steele, C. M., & Aronson, J. (1995). Stereotype threat and the intellectual test performance of African Americans. *Journal of personality and social psychology*, 69(5), 797-811. <https://doi.org/10.1037//0022-3514.69.5.797>

- Stephens, L. F. (2005). News narratives about nano S&T in major US and non-US newspapers. *Science communication*, 27(2), 175-199. <https://doi.org/10.1177/107554700528152>
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics*. Pearson. <https://www.pearsonhighered.com/assets/preface/0/1/3/4/0134790545.pdf>
- Tajfel, H. (1972). La catégorisation sociale. In S. Moscovici (Ed.), *Introduction à la psychologie sociale* (Vol. 1, pp. 272-302). Larousse.
- Tarquinio, C. (2012). *Manuel des psychothérapies complémentaires*. Dunod.
- Taylor-Gooby, P., & Zinn, J. O. (2005). Current directions in risk research: reinvigorating the social? Working paper. ESRC SCARR Network, Canterbury, Kent, UK. <https://kar.kent.ac.uk/4717/>
- Tesser, A. (1978). Self-generated attitude change. *Advances in Experimental Social Psychology*, 11, 289-338. [https://doi.org/10.1016/S0065-2601\(08\)60010-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2601(08)60010-6)
- Thaon, I., Njoya, I. M., Luc, A., Penven, E., Pairon, J. C., & Paris, C. (2016). Anxiété et suivi post-professionnel amiante au sein de la cohorte ARDCO. *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, 77(3), 498. <https://doi.org/10.1016/j.admp.2016.03.331>
- The jamovi project (2022). *Jamovi* (Version 2.3.21) [Logiciel]. <https://www.jamovi.org>
- Thurstone, L. L. (1931). Multiple factor analysis. *Psychological review*, 38(5), 406.
- Townsend, E., & Campbell, S. (2004). Psychological determinants of willingness to taste and purchase genetically modified food. *Risk Analysis: An International Journal*, 24(5), 1385-1393. [10.1111/j.0272-4332.2004.00533.x](https://doi.org/10.1111/j.0272-4332.2004.00533.x)
- Trizano-Hermosilla, I., & Alvarado, J. M. (2016). Best alternatives to Cronbach's alpha reliability in realistic conditions: congeneric and asymmetrical measurements. *Frontiers in psychology*, 7, 769. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00769>
- Tschopp, J., & Schroder, K. (2010). NLRP3 inflammasome activation: the convergence of multiple signalling pathways on ROS production? *Nature Reviews Immunology*, 10(3), 210-215. <https://doi.org/10.1038/nri2725>
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1973). Availability: A heuristic for judging frequency and probability. *Cognitive psychology*, 5(2), 207-232. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(73\)90033-9](https://doi.org/10.1016/0010-0285(73)90033-9)
- UnitedStats Patent an Trademark Office (USPTO). (2019). *StatNano*. <https://statnano.com/>.
- Vallerand, R. J. (1989). Vers une méthodologie de validation trans-culturelle de questionnaires psychologiques: Implications pour la recherche en langue française. *Canadian Psychology/Psychologie Canadienne*, 30(4), 662-680. <https://doi.org/10.1037/h0079856>
- Vandermoere, F., Blanchemanche, S., Bieberstein, A., Marette, S., & Roosen, J. (2010). The morality of attitudes toward nanotechnology: about God, techno-scientific progress, and interfering with nature. *Journal of Nanoparticle Research*, 12(2), 373-381. <https://doi.org/10.1007/s11051-009-9809-5>

- Verhoef, P. C. (2005). Explaining purchases of organic meat by Dutch consumers. *European Review of Agricultural Economics*, 32(2), 245-267. <https://doi.org/10.1093/eurrag/jbi008>
- Vidigal, M. C., Minim, V. P., Simiqueli, A. A., Souza, P. H., Balbino, D. F., & Minim, L. A. (2015). Food technology neophobia and consumer attitudes toward foods produced by new and conventional technologies: A case study in Brazil. *LWT-Food Science and Technology*, 60(2), 832-840. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.10.058>
- Viel, J. F., Curbakova, E., Dzerve, B., Eglite, M., Zvagule, T., & Vincent, C. (1997). Risk factors for long-term mental and psychosomatic distress in Latvian Chernobyl liquidators. *Environmental Health Perspectives*, 105(suppl 6), 1539-1544. [10.1289/ehp.97105s61539](https://doi.org/10.1289/ehp.97105s61539)
- Vierikko, T., Kivistö, S., Järvenpää, R., Uitti, J., Oksa, P., Virtema, P., & Vehmas, T. (2009). Psychological impact of computed tomography screening for lung cancer and occupational pulmonary disease among asbestos-exposed workers. *European Journal of Cancer Prevention*, 18(3), 203-206. <https://doi.org/10.1097/cej.0b013e328329d800>
- Vincent, G., Queffeuilou, A., Marquaire, P., & Zahraa, O. (2007). Remediation of olfactory pollution by photocatalytic degradation process: Study of methyl ethyl ketone (MEK). *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 191(1), 42-50. <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2007.04.002>
- Vivicorsi, B., & Baumard, J. (2017). De la psychométrie à la psychologie, la norme existe-t-elle? *Le journal des psychologues*, 349(7), 23-27.
- Wang, C. C., Wang, S., Xia, Q., He, W., Yin, J. J., Fu, P. P., & Li, J. H. (2013). Phototoxicity of zinc oxide nanoparticles in HaCaT keratinocytes-generation of oxidative DNA damage during UVA and visible light irradiation. *Journal of nanoscience and nanotechnology*, 13(6), 3880-3888. <https://doi.org/10.1166/jnn.2013.7177>
- Warshaw, P. R., & Davis, F. D. (1985). Disentangling behavioral intention and behavioral expectation. *Journal of experimental social psychology*, 21(3), 213-228. [https://doi.org/10.1016/0022-1031\(85\)90017-4](https://doi.org/10.1016/0022-1031(85)90017-4)
- Weir, A., Westerhoff, P., Fabricius, L., Hristovski, K., & Von Goetz, N. (2012). Titanium dioxide nanoparticles in food and personal care products. *Environmental science & technology*, 46(4), 2242-2250. <https://doi.org/10.1021/es204168d>
- Wicker, A. W. (1969). Attitudes versus actions: The relationship of verbal and overt behavioral responses to attitude objects. *Journal of Social issues*, 25(4), 41-78. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1969.tb00619.x>
- Wild, B.S., & Hanes, C. (1976). Un cadre conceptuel dynamique d'adaptation généralisée aux stimuli stressants. *Rapports psychologiques*, 38(1), 319-334.
- Witschger, O., Le Bihan, O., Reynier, M., Durand, C., Marchetto, A., Zimmermann, E., & Charpentier, D. (2012). Préconisations en matière de caractérisation des potentiels d'émission et d'exposition professionnelle aux aérosols lors d'opérations mettant en oeuvre des nanomatériaux. *Cahiers de Notes Documentaires-Hygiène et Sécurité du Travail*, (226), 41-55.

- Wolff, H. (2018). The potential carcinogenicity of carbon nanotubes (cnts): similarities and differences with the pathogenesis of asbestos related cancers. *Nanomaterials*, 75(2), A280. <https://doi.org/10.1136/oemed-2018-icohabstracts.800>
- Xenaki, V., Marthinussen, M. C., Costea, D. E., Didilescu, A. C., Susin, C., Cimpan, M. R., & Åstrøm, A. N. (2019). Knowledge about nanotechnology and intention to use nanomaterials: A comparative study among dental students in Norway and Romania. *European Journal of Dental Education*, 24(1), 79–87. <https://doi.org/10.1111/eje.12470>
- Xenos, M. A., Becker, A. B., Anderson, A. A., Brossard, D., & Scheufele, D. A. (2011). Stimulating upstream engagement: An experimental study of nanotechnology information seeking. *Social Science Quarterly*, 92(5), 1191-1214. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6237.2011.00814.x>
- Yammarino, F. J., Skinner, S. J., & Childers, T. L. (1991). Understanding mail survey response behavior a meta-analysis. *Public opinion quarterly*, 55(4), 613-639. <https://doi.org/10.1086/269284>
- Zajonc, R. B. (1968). Attitudinal effects of mere exposure. *Journal of personality and social psychology*, 9(2), 1-27, <https://doi.org/10.1037%2Fh0025848>
- Zanna, M. P., & Fazio, R. H. (1982). The attitude-behavior relation: Moving toward a third generation of research. In *Consistency in social behavior: The Ontario symposium* (2), 283-301.
- Zanna, M. P., & Rempel, J. K. (1988). Attitudes: A new look at an old concept. In D. Bar-Tal & A. Kruglanski (Eds.). *The social psychology of knowledge*. New York: Cambridge University Press.

Annexes

Annexe A. Références des études relatives aux nanomatériaux et conduites en Sciences Humaines et Sociales	II
Annexe B. Références des items utilisés.....	VI
Annexe C. Items retenus à traduire ($n = 168$)	XII
Annexe D. Accords de traduction.....	XVII
Annexe E. Désaccords de traduction.....	XXIV
Annexe F. Items supprimés.....	XXV
Annexe G. Items ajoutés.....	XXVII
Annexe H. Items trop complexes.....	XXVIII
Annexe I. Questionnaire d'attitude envers les nano (étude 1).....	XXIX
Annexe J. Modification du questionnaire d'attitude envers les nano (étude 2)	XXXIII
Annexe K. Questionnaire d'attitude à propos des nanoparticules (étude 2)	XXXVIII
Annexe L. Variance totale expliquée (Matrice en sept facteurs) (étude 2)	XLI
Annexe M. Questionnaire d'attitude à propos des nanoparticules (étude 4)	XLIII
Annexe N. Version française du Perceived Stress Scale 10 (étude 4).....	XLV
Annexe O. Version française du Patient Health Questionnaire 9 (étude 4)	XLVI
Annexe P. Version française du Generalized Anxiety Disorder 7 (étude 4)	XLVII
Annexe Q. Débriefing, information et contacts utiles.....	XLVIII

Annexe A. Références des études relatives aux nanomatériaux et conduites en Sciences Humaines et Sociales

- Ali, A., & Sinha, K. (2015). Policy on risk governance for nanotechnology development in India. *Nanotech. L. & Bus.*, 12, 60.
- Anderson, A. A., Kim, J., Scheufele, D. A., Brossard, D., & Xenos, M. A. (2013). What's in a name? How we define nanotech shapes public reactions. *Journal of nanoparticle research*, 15(2), 1-5.
- Arnaldi, S. (2014). Who is responsible? Nanotechnology and Responsibility in the Italian daily press. In *Responsibility in Nanotechnology Development* (pp. 175-188). Springer, Dordrecht.
- Bahra, H., & Mullen, A. (2015). Food and nutrition hazards related to public health, food technology and ecology: perceptions of experts and non-experts in the United Kingdom. *European Journal of Nutrition and Food Safety*, 5(3), 166-178.
- Balakrishnan, B., Er, P. H., & Visvanathan, P. (2013). Socio-ethical education in nanotechnology engineering programmes: A case study in Malaysia. *Science and engineering ethics*, 19(3), 1341-1355.
- Becker, S. (2013). Nanotechnology in the marketplace: how the nanotechnology industry views risk. *Journal of nanoparticle research*, 15(5), 1-13.
- Bertoldo, R., Mays, C., Poumadère, M., Schneider, N., & Svendsen, C. (2015). Great deeds or great risks? Scientists' social representations of nanotechnology. *Journal of Risk Research*, 19(6), 760-779.
- Bieberstein, A. A., Blanchemanche, S. S., Marette, S. S., Roosen, J. J., & Vandermoere, F. F. (2011). Des consommateurs entre indifférence et méfiance : comportements français et allemands face à une possible introduction des nanotechnologies dans le secteur agro-alimentaire. *INRA sciences sociales*, (1), 1-4.
- Bostrom, A., & Löfstedt, R. E. (2010). Nanotechnology risk communication past and prologue. *Risk Analysis: An International Journal*, 30(11), 1645-1662.
- Brown, J., & Kuzma, J. (2013). Hungry for information: public attitudes toward food nanotechnology and labeling. *Review of policy research*, 30(5), 512-548.
- Capon, A., Gillespie, J., Rolfe, M., & Smith, W. (2015). Comparative analysis of the labelling of nanotechnologies across four stakeholder groups. *Journal of Nanoparticle Research*, 17(8), 1-13.
- Chellaram, C., Murugaboopathi, G., John, A. A., Sivakumar, R., Ganesan, S., Krithika, S., & Priya, G. (2014). Significance of nanotechnology in food industry. *APCBEE procedia*, 8, 109-113.
- Chenel, V., Poirier, M. S., Cloarec, J. P., Boissy, P., & Patenaude, J. (2011). L'objet nanotechnologique dérivé du biologique perçu comme naturel ou artificiel : frontière, impacts et acceptabilité. *Biosensors*, 2(1.09), 1-87.
- Chopra, H., Suman, Y., & Singh, V. (2015). Societal perceptions of nanotechnology an empirical study. *Indian Journal of Scientific Research*, 139-143.
- Commission européenne, *Eurobaromètre spécial n°341. Risques liés aux aliments*. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_341_en.pdf
- Conti, J., Satterfield, T., & Harthorn, B. H. (2011). Vulnerability and social justice as factors in emergent US nanotechnology risk perceptions. *Risk Analysis: An International Journal*, 31(11), 1734-1748.
- Corley, E. A., Kim, Y., & Scheufele, D. A. (2013). The current status and future direction of nanotechnology regulations: A view from nano-scientists. *Review of Policy Research*, 30(5), 488-511.

- Corley, E. A., Kim, Y., & Scheufele, D. A. (2015). Scientists' ethical obligations and social responsibility for nanotechnology research. *Science and Engineering Ethics*, 22(1), 111-132.
- Cormick, C. (2009). Why do we need to know what the public thinks about nanotechnology? *Nanoethics*, 3(2), 167-173.
- Davies, S. R. (2011). How we talk when we talk about nano: The future in laypeople's talk. *Futures*, 43(3), 317-326.
- Debucquet, G. (2011). Considérer les normes sociales et culturelles pour une meilleure acceptation des innovations technologiques en alimentation : les leçons du rejet des aliments génétiquement modifiés (OGM). *Management international/International Management/Gestión Internacional*, 15(4), 49-68.
- Dorato, M. (2015). The Naturalness of the Naturalistic Fallacy and the Ethics of Nanotechnology. In *The Role of Technology in Science: Philosophical Perspectives* (pp. 207-224). Springer, Dordrecht.
- Druckman, J. N., & Bolsen, T. (2011). Framing, motivated reasoning, and opinions about emergent technologies. *Journal of Communication*, 61(4), 659-688.
- Dudo, A., Choi, D. H., & Scheufele, D. A. (2011). Food nanotechnology in the news. Coverage patterns and thematic emphases during the last decade. *Appetite*, 56(1), 78-89.
- Ferrari, A. (2010). Developments in the debate on nanoethics: traditional approaches and the need for new kinds of analysis. *NanoEthics*, 4(1), 27-52.
- Friedman, S. M., & Egolf, B. P. (2011). A longitudinal study of newspaper and wire service coverage of nanotechnology risks. *Risk Analysis: An International Journal*, 31(11), 1701-1717.
- Fuchs, D., & Gazsó, A. Why the public perception of risks is to be taken seriously: The special case of nanotechnology (NanoTrust dossier No. 042en–February 2015).
- George, S., Ho, S. S., Wong, E. S., Tan, T. T. Y., Verma, N. K., Aitken, R. J., ... & Ng, K. W. (2015). The multi-facets of sustainable nanotechnology—Lessons from a nanosafety symposium. *Nanotoxicology*, 9(3), 404-406.
- George, S., Kaptan, G., Lee, J., & Frewer, L. (2014). Awareness on adverse effects of nanotechnology increases negative perception among public: survey study from Singapore. *Journal of Nanoparticle Research*, 16(12), 1-11.
- Ghazinoory, S., Saghafi, F., & Kousari, S. (2016). Ex-post evaluation of scenarios: the case of nanotechnology societal impacts. *Quality & Quantity*, 50(3), 1349-1365.
- Glenn, J. C. (2006). Nanotechnology: Future military environmental health considerations. *Technological Forecasting and Social Change*, 73(2), 128-137.
- Handford, C. E., Dean, M., Henchion, M., Spence, M., Elliott, C. T., & Campbell, K. (2014). Implications of nanotechnology for the agri-food industry: opportunities, benefits and risks. *Trends in Food Science & Technology*, 40(2), 226-241.
- Handford, C. E., Dean, M., Spence, M., Henchion, M., Elliott, C. T., & Campbell, K. (2015). Awareness and attitudes towards the emerging use of nanotechnology in the agri-food sector. *Food Control*, 57, 24-34.
- Hart, P. D., & Research Associates. (2007). Awareness of and Attitudes Toward Nanotechnology And Federal Regulatory Agencies. *Nanotechnology. The Woodrow Wilson International Center for Scholars*.
- Ho, S. S., Scheufele, D. A., & Corley, E. A. (2010). Making sense of policy choices: understanding the roles of value predispositions, mass media, and cognitive processing in public attitudes toward nanotechnology. *Journal of Nanoparticle Research*, 12(8), 2703-2715.
- Ho, S. S., Scheufele, D. A., & Corley, E. A. (2011). Value predispositions, mass media, and attitudes toward

- nanotechnology: The interplay of public and experts. *Science Communication*, 33(2), 167-200.
- Isaacs, J. A., Alpert, C. L., Bates, M., Bosso, C. J., Eckelman, M. J., Linkov, I., & Walker, W. C. (2015). Engaging stakeholders in nano-EHS risk governance. *Environment Systems and Decisions*, 35(1), 24-28.
- Kahan, D. M. (2009). The evolution of risk perceptions. *Nature Nanotechnology*, 4(11), 705-706.
- Kahan, D. M., Braman, D., Slovic, P., Gastil, J., & Cohen, G. (2009). Cultural cognition of the risks and benefits of nanotechnology. *Nature nanotechnology*, 4(2), 87-90.
- Kahan, D. M., Slovic, P., Braman, D., Gastil, J., & Cohen, G. L. (2007). Affect, values, and nanotechnology risk perceptions: an experimental investigation. *GWU Legal Studies Research Paper*, (261).
- Karaca, F., & Öner, M. A. (2015). Scenarios of nanotechnology development and usage in Turkey. *Technological Forecasting and Social Change*, 91, 327-340.
- Kettiger, H., Schipanski, A., Wick, P., & Huwyler, J. (2013). Engineered nanomaterial uptake and tissue distribution: from cell to organism. *International journal of nanomedicine*, 8, 3255-3269.
- Kim, Y. R., Lee, E. J., Park, S. H., Kwon, H. J., An, S. S. A., Son, S. W., ... & Kim, M. K. (2014). Comparative analysis of nanotechnology awareness in consumers and experts in South Korea. *International journal of nanomedicine*, 9(Suppl 2), 21.
- Lee, E. W., & Ho, S. S. (2015). The perceived familiarity gap hypothesis: Examining how media attention and reflective integration relate to perceived familiarity with nanotechnology in Singapore. *Journal of Nanoparticle Research*, 17(5), 1-15.
- Liang, X., Anderson, A. A., Scheufele, D. A., Brossard, D., & Xenos, M. A. (2012). Information snapshots: What Google searches really tell us about emerging technologies. *Nano Today*, 7(2), 72-75.
- Lin, S. F., Lin, H. S., & Wu, Y. Y. (2013). Validation and exploration of instruments for assessing public knowledge of and attitudes toward nanotechnology. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 548-559.
- Mahajan, S. D., Aalinkeel, R., Law, W. C., Reynolds, J. L., Nair, B. B., Sykes, D. E., ... & Schwartz, S. A. (2012). Anti-HIV-1 nanotherapeutics: promises and challenges for the future. *International journal of nanomedicine*, 7, 5301.
- Malsch, I., Subramanian, V., Semenzin, E., Hristozov, D., & Marcomini, A. (2015). Supporting decision-making for sustainable nanotechnology. *Environment Systems and Decisions*, 35(1), 54-75.
- Murcia, K. (2013). Secondary school students' attitudes to nanotechnology: what are the implications for science curriculum development. *Teaching Science*, 59(3), 15-21.
- Nerlich, B., Clarke, D. D., & Ulph, F. (2007). Risks and benefits of nanotechnology: How young adults perceive possible advances in nanomedicine compared with conventional treatments. *Health, Risk & Society*, 9(2), 159-171.
- Pidgeon, N., Harthorn, B., & Satterfield, T. (2011). Nanotechnology risk perceptions and communication: emerging technologies, emerging challenges. *Risk Analysis: An International Journal*, 31(11), 1694-1700.
- Retzbach, A., Marschall, J., Rahnke, M., Otto, L., & Maier, M. (2011). Public understanding of science and the perception of nanotechnology: the roles of interest in science, methodological knowledge, epistemological beliefs, and beliefs about science. *Journal of Nanoparticle Research*, 13(12), 6231-6244.
- Roco, M. C., Harthorn, B., Guston, D., & Shapira, P. (2011). Innovative and responsible governance of

- nanotechnology for societal development. In *Nanotechnology research directions for societal needs in 2020* (pp. 561-617). Springer, Dordrecht.
- Runge, K. K., Yeo, S. K., Cacciatore, M., Scheufele, D. A., Brossard, D., Xenos, M., ... & Su, L. Y. F. (2013). Tweeting nano: How public discourses about nanotechnology develop in social media environments. *Journal of nanoparticle research*, 15(1), 1-11.
- Sahin, N., & Ekli, E. (2013). Nanotechnology awareness, opinions and risk perceptions among middle school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(4), 867-881.
- Sayes, C. M., Smith, P. A., & Ivanov, I. V. (2013). A framework for grouping nanoparticles based on their measurable characteristics. *International journal of nanomedicine*, 8(Suppl 1), 45.
- Seifert, J. T. (2015). *The amount of information influences the perception of nanotechnology used in the domain of food industry* (Bachelor's thesis, University of Twente).
- Senjen, R., & Hansen, S. F. (2011). Vers un référentiel pour évaluer le "nano-risque".
- Siegrist, M., & Keller, C. (2011). Labeling of nanotechnology consumer products can influence risk and benefit perceptions. *Risk Analysis: An International Journal*, 31(11), 1762-1769.
- Siegrist, M., Stampfli, N., Kastenholz, H., & Keller, C. (2008). Perceived risks and perceived benefits of different nanotechnology foods and nanotechnology food packaging. *Appetite*, 51(2), 283-290.
- Siegrist, M., Cousin, M. E., Kastenholz, H., & Wiek, A. (2007). Public acceptance of nanotechnology foods and food packaging: The influence of affect and trust. *Appetite*, 49(2), 459-466.
- Smith, S. E. S., Hosgood, H. D., Michelson, E. S., & Stowe, M. H. (2008). Americans' nanotechnology risk perception: Assessing opinion change. *Journal of Industrial Ecology*, 12(3), 459-473.
- Sylvester, D. J., Abbott, K. W., & Marchant, G. E. (2009). Not again! Public perception, regulation, and nanotechnology. *Regulation & Governance*, 3(2), 165-185.
- Schönborn, K. J., Höst, G. E., & Palmerius, K. L. (2015). Measuring understanding of nanoscience and nanotechnology: development and validation of the nano-knowledge instrument (NanoKI). *Chemistry Education Research and Practice*, 16(2), 346-354.
- Vidigal, M. C., Minim, V. P., Simiqueli, A. A., Souza, P. H., Balbino, D. F., & Minim, L. A. (2015). Food technology neophobia and consumer attitudes toward foods produced by new and conventional technologies: A case study in Brazil. *LWT-Food Science and Technology*, 60(2), 832-840.
- Wang, L. S., Chuang, M. C., & Ho, J. A. A. (2012). Nanotheranostics—a review of recent publications. *International journal of nanomedicine*, 7, 4679.
- Xenos, M. A., Becker, A. B., Anderson, A. A., Brossard, D., & Scheufele, D. A. (2011). Stimulating upstream engagement: An experimental study of nanotechnology information seeking. *Social Science Quarterly*, 92(5), 1191-1214.
- Young, L. H., Kuo, H. W., & Chiang, C. F. (2015). Environmental health risk perception of a nationwide sample of Taiwan college students majoring in engineering and health sciences. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 21(2), 307-326.

Annexe B. Références des items utilisés

Anderson et al., 2013

Overall, I support federal funding for nanotechnology.

Overall, I support the use of nanotechnology.

Nanotechnology is an important sector for European economic development and competitiveness.

I would need more information about nanotechnology before I could make any decisions about it.

1 = yes, my college degree is a science-related field ; 2 = no, my college degree is not a science-related field ; 3 = I do not have a college degree

Balakrishnan et al., 2013

I am confident to solve nanotechnology engineering problems ethically.

I am aware of the role of nanotechnology engineers in today's society.

I am aware of the impact of nanotechnology engineering on economic issues.

I am aware of the impact of nanotechnology engineering on the environment.

I am aware of the impact of nanotechnology engineering on humankind.

I believe the importance of ethics in every decision making process.

I believe in the importance of being sensitive to the public's views in nanotechnology engineering design/projects.

I believe in the importance of sustainability issues in nanotechnology engineering design/projects.

Bertoldo et al., 2015

Nanotechnology is an important sector for European economic development and competitiveness.

It is in the interest of society to support the development of nanotechnologies.

Some of our environmental problems can be addressed by good application of nanotechnological advances.

In future years, people will think of nanotechnology as a real industrial revolution.

Human health applications of nanotechnology have great potential.

The development of nanotechnology will NOT create many jobs.

The development of nanomaterials should be under strict regulatory control.

No evidence to date suggests that nanomaterials present novel risks.

The precautionary principle should guide decisions made about nanotechnologies.

There is reason for concern about the impact that an increasing use of nanomaterials may have on environmental health.

The principle "no toxicological data, no market" should apply to nanomaterials.

The potential risks associated with nanotechnology developments outweigh their future benefits.

Cobb & Macoubrie, 2004

How much have you heard, about nanotechnology before today? Have you heard a lot, some, just a little, or nothing at all?

Do you think the benefits of nanotechnology will outweigh the risks, the risks will outweigh the benefits, or will the risks and benefits be about equal?

I will read five potential benefits of nanotechnology. After I read the list, please tell me which item is most important to achieve?

- Cheaper, longer lasting consumer products.
- New and better ways to treat and detect human diseases.
- Increased national security and defense capabilities.
- New and better ways to clean up the environment.
- The ability to improve human physical and mental abilities.

I will read five potential risks of nanotechnology. After I read the list, please tell me which item is most important to avoid?

- Economic disruption caused by the loss of traditional jobs.
- Losing your personal privacy to tiny new surveillance devices.
- A nanotechnology inspired arms race between the US and other countries.
- Breathing tiny nano-sized particles that accumulate in your body.
- The uncontrollable spread of self-replicating nano-sized robots.

How much have you heard, about nanotechnology?

How much do you trust business leaders within nanotechnology industry to minimize potential risks to humans? Do you trust them a lot, some or not that much?

Please tell me if you think the statement is true or false.

- Nanotechnology involves materials that are barely visible to the naked eyes. Is this true or false?

- Industry is already using nanotechnology to make products sold today.
- Nanotechnology is predicted to be the next industrial revolution of the U.S. economy.

Conti et al., 2011

Do you think the benefits of nanotechnology will outweigh the risks, the risks will outweigh the benefits, or will the risks and benefits be about equal?

How would you say nanotechnology made you feel?

Scientists are positive about the benefits of these.

Because they are so small they may be absorbed into the bloodstream through the intestines.

We may not be able to control or retrieve these if this happens.

Currently, the production of nanofood is occurring in both poor and well-off neighborhoods.

Nanotechnology may be used in food to improve its taste and nutritional value.

Scientists are worried about the health risks of this.

Currently, the production of nanofood is only occurring in poor and minority neighborhoods.

Even though these materials are small, they cannot be absorbed into the bloodstream through the intestines.

They are designed to expel quickly through sweating or urination.

Commission européenne, 2010

Avant aujourd'hui, avez-vous entendu parler des nanotechnologies ?

Avez-vous déjà abordé la question des nanotechnologies avec quelqu'un avant aujourd'hui ?

Les nanotechnologies sont une bonne chose pour l'économie.

Les nanotechnologies ne sont pas bonnes pour vous et votre famille.

Les nanotechnologies aident les habitants des pays en voie de développement.

Les nanotechnologies sont sûres pour les générations futures.

Les nanotechnologies sont bénéfiques pour certaines personnes mais sont un risque pour d'autres.

Les nanotechnologies ne sont fondamentalement pas naturelles.

Les nanotechnologies vous mettent mal à l'aise.

Les nanotechnologies sont sans dangers pour votre santé et celle de votre famille.

Les nanotechnologies ne sont pas nuisibles pour l'environnement.

Les nanotechnologies devraient être encouragées.

Handford et al., 2015

How much have you heard about nanotechnology?

Are you aware of how nanotechnology can be used in the agri-food industry?

Are you aware of any food/beverage products currently on the market that have been produced nanotechnology?

Is nanotechnology used within your company? If yes, how/why is it used? And for what products?

As a company, where did you first hear about nanotechnology? How did you implement this new technology?

What are the benefits for the agri-food industry?

What are the risks for the agri-food industry?

Should nanotechnology be regulated at the local level for industry, the European level or globally harmonised?

Based on what you know about nanotechnologies, do you think it would potentially be useful for any area of your company?

If your company was to consider implementing nanotechnology, what would you need?

Do you foresee the application of nanotechnology in the agri-food sector increasing in the future? Why?

What would you consider to be the impediments regarding the implementation of nanotechnology in your company?

How do you think nanotechnology can be made less complex for companies?

Which type of organisation do you work for?

As an organisation have you heard of any of the following food industry applications of nanotechnology?

What would you consider to be the most important benefits (1) to the least important benefits (9) arising from the application of nanotechnology in the agri-food industry?

Please indicate to what level your organisation agrees or disagrees with the following issues associated with the use of nanotechnology for food and related products.

Does your organisation currently use nanotechnology or nanomaterials at any stage in the agri-food supply chain?

What objectives are important to your organisation when considering investing in new technologies?

As an organisation how important are the following prior to the implementation of nanotechnology in your company?

As an organisation do you foresee the application of nanotechnology in the agri-food sector increasing in the future?

Please indicate to what level you agree or disagree with the following as to what you consider to be the main obstacles to the implementation of nanotechnology at your organization.

How much trust does your organisation place on the information you receive about nanotechnology from the following bodies?

Ho et al., 2010

Scientists know best what is good for the public.

Scientists should do what they think is best, even if they have to persuade people that it is right.

University scientists doing research in nanotechnology.

Scientists working for the nanotech industry.

Nanotech may lead to the loss of personal privacy because of tiny new surveillance devices.

Nanotech may lead to an arms race between the U.S. and other countries.

Nanotech may lead to new human health problems.

Nanotech may be used by terrorists against the U.S.

Because of nanotech we may lose more U.S. jobs.

Nanotech may lead to the uncontrollable spread of very tiny self-replicating robots.

Nanotech may lead to more pollution and environmental contamination.

Nanotech may lead to new and better ways to treat and detect human diseases.

Nanotech may lead to new and better ways to clean up the environment.

Nanotech may give scientists the ability to improve human physical and mental abilities.

Nanotech may help us develop increased national security and defensive capabilities.

Nanotech may lead to technologies that will help solve our energy problems.

Nanotech may revolutionize the computer industry.

Nanotech may lead to a new economic boom.

I would like to ask you how much you talk about news with other people. Using a scale from 1 to 10, where 1 means never and 10 means all the time, please tell me how often you talk with family, friends, or coworkers about:

- Stories related to science and technology.
- Stories about scientific studies in new areas of research such as nanotechnology.
- Stories about the social or ethical implications of emerging technologies.

Now I would like to ask you which of the following sources of information, if any, you trust to tell you the truth about the risks and benefits of nanotechnology.

- University scientists doing research in nanotechnology.
- Scientists working for the nanotech industry.

Kahan et al., 2009

Do you think the risks of nanotechnology will greatly outweigh its benefits, the risks of nanotechnology will slightly outweigh its benefits, the benefits of nanotechnology will slightly outweigh its risks[,] [or] the benefits of nanotechnology will greatly outweigh its risks ?

How much have you heard about nanotechnology before today?

Do you think the risks of nanotechnology will greatly outweigh its benefits, the risks of nanotechnology will slightly outweigh its benefits, the benefits of nanotechnology will slightly outweigh its risks, or the benefits of nanotechnology will greatly outweigh its risks ?

Subjects were asked to indicate how much risk each of a diverse set of conditions and activities posed "to the safety or health of people in our society."

Lee et Ho, 2015

How much attention you paid to the following news stories on newspaper, television, and the internet on a five-point scale:

- Stories related to science and technology.
- Stories about scientific studies in new areas of research, such as nanotechnology.
- Stories about social or ethical implications of emerging technologies.

How often you talked with family, friends, and co-workers about the following topics:

- Stories related to science and technology.
- Stories about scientific studies in new areas of research, such as nanotechnology.
- Stories about social or ethical implications of emerging technologies.

I try to make sense of what I encounter in the media by comparing it to my own experiences.

After getting information from the media, I use it to help organize my thoughts.

Often when I've learned about something in the news, I'll recall it later and think about it

How well informed are you about nanotechnology?

Lin et al., 2013

Do you trust scientists' reports about the research outcomes of emerging technologies? (e.g., nanotechnology)

Do you trust that all emerging technologies developed by scientists are good?
 Do you trust that scientists understand what is good for the public?
 Emerging technologies are complicated. Do you trust that scientists would explain them clearly to improve public understanding?
 Do you trust the new tech products recommended by experts (e.g., scientists, doctors)?
 Do you trust in government agencies' (e.g., Department of Environmental Protection, Department of Health) management/control of emerging technology products? (e.g., nanotech products)
 When the government develops emerging technologies, do you trust that it will protect public benefits and health? (e.g., nanotechnology)
 Do you trust in the security guarantees for emerging technology products made by the industrial sector? (e.g., nano-toilets, nano-cosmetics, nano-photo-catalysts)
 Do you trust the advertisements of emerging technology products made by the industrial sector?
 Do you trust that current industries would decrease the potential risks produced by the development of emerging technologies?
 The development of nanotech products would bring people more advantages than disadvantages.
 Nanotechnology can provide people with newer and better ways to cure or examine their diseases.
 Nanotechnology cannot provide people with newer and better ways to make the environment clean.
 Nanotechnology would make our lives more comfortable.
 Nanotechnology can enhance the efficacy of high-tech products.
 Nanotechnology would not hurt our health.
 The toxicity of nano-particles may be even higher than that of large-size particles.
 Nanotechnology would not pollute our environment.
 Nanotechnology may lead to competition between the military forces of some countries.
 Tiny monitors developed in nanotechnology may result in loss of privacy.
 Which one of the following statements regarding the 'lotus effect' is NOT true?
 - The surface of a taro leaf possesses nano-structured materials.
 - Nano-structures can enhance the hydrophobicity of a surface.
 - Nano-structures can enhance the adhesion force between a surface and a droplet.
 - Water droplets are able to pick up dirt particles on a taro leaf and result in a self-cleaning process.

Murcia, 2013

We should trust what scientists say.
 Scientists are neutral and objective.
 Nanotechnology is important for society.
 Nanotechnology will help cure diseases e.g. cancer.
 Thanks to nanotechnology there will be greater opportunities for future generations.
 Nanotechnology makes our lives healthier, easier and more comfortable.
 Nanotechnologies will make work more interesting.
 The benefits of nanotechnology are greater than the harmful effects it could have.
 Nanotechnology will help eradicate poverty and famine in the world.
 Nanotechnology is the cause of some environmental problems.
 A country needs nanotechnology to become developed.
 Nanotechnology benefits mainly the developed countries.
 Scientific theories develop and change all the time.
 Scientists follow the scientific method which leads them to correct answers.

Nerlich & Clarke, 2007

(vignettes uniquement)

Retzbach et al., 2011

If you have received information about nanotechnology, from where? (Television; Radio; Internet; Newspapers or magazines; Books; Conversations with friends or acquaintances; Other)
 What do you think? Is nanotechnology covered in a more positive or negative light in the mass media?
 (I never heard about nanotechnology in mass media; More positive; More negative; Balanced coverage; I don't know)
 In my opinion, the media coverage about nanotechnology reflects the position of scientific experts.
 In my opinion, nanotechnology :

- can help to cure diseases.
- can help to improve everyday products.
- can help to solve environmental problems.

- is a threat to the environment.
- is a threat to my health.
- is a threat to mankind due to dangerous new weapons.

Sahin & Ekli, 2013

How do you feel about Nanotechnology in the light of the information given in the presentation?

What do you think about the potential risks and benefits of nanotechnology?

According to you what is the most important risk and benefit of nanotechnology?

Do you think that the scientists involved in the nanotechnology industry minimise its potential risks?

Please indicate your primary source of knowledge of nanotechnology.

I know that some nanotechnology products (e.g., cleaning products, dyes or cosmetics) are used in everyday life and I probably inhale nanoparticles every day in the form of exhaust fumes.

I would like to learn more about science and technology.

Shönborn et al., 2015

A nanometer is (1/6-em) (1 million) times smaller than a meter.

Nanotechnology involves objects where the size in at least one direction is between 1 and 100 nanometers.

Objects at the nanoscale are just large enough to be visible to the naked eye.

Objects at the nanoscale do not occupy any volume.

Carbon nanotubes consist of carbon atoms bonded to each other in a regular pattern.

An animal cell is about 10 nanometers wide.

The length of a nanotube can be longer than the size of a human cell.

Objects at the nanoscale are kept in random motion by continuous collisions with other particles.

The strength of the forces between objects at the nanoscale plays a less dominant role than gravity.

Forces between objects at the nanoscale arise when the objects are near each other by chance.

Attractive forces between objects at the nanoscale are not important in determining their behavior.

Forces between objects at the nanoscale are stronger when the surface contact area between them is larger.

Nanotubes spontaneously aggregate together into rope-like structures.

Attractive forces between objects at the nanoscale become weaker when the contact surfaces of the objects have complementary shapes.

The smaller an object is, the smaller its surface area compared to its volume.

The extremely high surface area to volume relationship of objects at the nanoscale gives them different properties compared to everyday objects.

The physical properties (e.g. optical and electrical) exhibited by a substance do not change when scaled up from the nanoscale to the size of everyday objects.

Due to the size-dependent properties of matter, objects at the nanoscale can exhibit functions not exhibited by everyday objects.

The unexpected behaviours and properties of objects at the nanoscale can be exploited to develop useful technologies.

Nanotechnology allows scientists to arrange atoms, but only in ways that already occur in nature.

One branch of nanotechnology develops technologies by trying to mimic naturally occurring biological structures.

Objects at the nanoscale (e.g. nanotubes) cannot be altered to adjust their properties.

Nanotubes can be designed to bind to specific target cells inside the body.

Modified nanotubes will move directly towards their intended target after being introduced into the body.

A modified nanotube that has attached to its specific target will remain permanently bound.

The properties of objects at the nanoscale may give rise to both advantages and risks of nanotechnology.

Nanosized objects (e.g. nanotubes) that have been inhaled cannot cause damage to the lungs.

Objects at the nanoscale (e.g. nanotubes) can be used in medical treatment of diseases such as cancer.

Siegrist et al., 2007

How much trust do you have in the following institutions regarding their responsibility utilizing nanotechnology in the food domain.

- industry science.
- research.
- pharmaceutical industry.

Siegrist et al., 2008

The questionnaire started with description of the term nanotechnology. Therefore, feelings toward nanotechnology applications were measured. The following scales were utilized:

- Feelings related to the applications (1 = positive; 5 = negative)

- Worries related to the applications (1 = not worried at all; 5 = very worried)
- Personal control over contact with applications (1 = uncontrollable; 5 = controllable)
- Voluntariness of exposure with applications (1 = involuntarily; 5 = voluntarily)
- Adverse health effects due to contact with applications (1 = not at all; 5 = very strongly)
- Probability of contact with applications (1 = never; 5 = often)

Siegrist et Keller, 2011

How do you assess the health risk (benefit) of a person regularly using the presented sunscreen?

Vidigal et al., 2015

New food technologies are something I am uncertain about.

New foods are not healthier than traditional foods.

The benefits of new food technologies are often grossly overstated.

There are plenty of tasty foods around so we do not need to use new food technologies to produce more.

New food technologies decrease the natural quality of food.

New food technologies are unlikely to have long term negative health effects.

New food technologies give people more control over their food choices.

New products using new food technologies can help people have a balanced diet.

New food technologies may have long term negative environmental effects.

It can be risky to switch to new food technologies too quickly.

Society should not depend heavily on technologies to solve its food problems.

There is no sense trying out high-tech food products because the ones I eat are already good enough.

The media usually provides a balanced and unbiased view of new food technologies.

Annexe C. Items retenus à traduire ($n = 168$)

- 1/ Scientists know best what is good for the public.
- 2/ Scientists should do what they think is best, even if they have to persuade people that it is right.
- 3/ Now I would like to ask you which of the following sources of information, if any, you trust to tell you the truth about the risks and benefits of nanotechnology. On a scale from 1 to 10 where 1 means you do not trust their information at all and 10 means you trust their information very much, how much do you trust...
- 4/ University scientists doing research in nanotechnology.
- 5/ Scientists working for the nanotech industry.
- 6/ Feelings related to the applications.
- 7/ Worries related to the applications .
- 8/ Personal control over contact with applications .
- 9/ Voluntariness of exposure with applications.
- 10/ Adverse health effects to contact with applications.
- 11/ The development of nanotechnology will NOT create many jobs.
- 12/ Scientists are neutral and objective.
- 13/ How much trust do you have in the following institutions regarding their responsibility utilizing nanotechnology in the food domain
 - Industry science/research
 - Pharmaceutical industry
- 14/ How would you say nanotechnology made you feel?
- 15/ Scientists are positive about the benefits of these.
- 16/ Scientists are worried about the health risks of this.
- 17/ Even though these materials are small, they cannot be absorbed into the bloodstream through the intestines.
- 18/ Because they are so small they may be absorbed into the bloodstream through the intestines.
- 19/ They are designed to expel quickly through sweating or urination.
- 20/ We may not be able to control or retrieve these if this happens.
- 21/ Currently, the production of nano food is occurring in both poor and well-off neighborhoods.
- 22/ Currently, the production of nano food is only occurring in poor and minority neighborhoods.
- 23/ Nanotech may lead to the loss of personal privacy because of tiny new surveillance devices.
- 24/ Nanotech may lead to an arms race between the U.S. and other countries.
- 25/ Nanotech may lead to new human health problem.
- 26/ Nanotech may be used by terrorists against the U.S.
- 27/ Because of nanotech we may lose more U.S. jobs.
- 28/ Nanotech may lead to the uncontrollable spread of very tiny self-replicating robot.
- 29/ Nanotech may lead to more pollution and environmental contamination.
- 30/ Nanotech may lead to new and better ways to treat and detect human diseases.
- 31/ Nanotech may lead to new and better ways to clean up the environment.
- 32/ Nanotech may give scientists the ability to improve human physical and mental abilities.
- 33/ Nanotech may help us develop increased national security and defensive capabilities.
- 34/ Nanotech may lead to technologies that will help solve our energy problems.

-
- 35/ Nanotech may revolutionize the computer industry.
- 36/ Nanotech may lead to a new economic boom.
- 37/ Do you think the risks of nanotechnology will greatly outweigh its benefits, the risks of nanotechnology will slightly outweigh its benefits, the benefits of nanotechnology will slightly outweigh its risks, or the benefits of nanotechnology will greatly outweigh its risks?
- 38/ How beneficial (risky) do you consider each of the following applications to be for Swiss society as a whole?
- 39/ How do you assess the health risk (benefit) of a person regularly using the presented sunscreen?
- 40/ The potential risks associated with nanotechnology developments.
- 41/ No evidence to date suggests that nanomaterials present novel risks.
- 42/ No evidence to date suggests that nanomaterials present news advantages.
- 43/ The development of nanomaterials should be under strict regulatory control.
- 44/ The precautionary principle should guide decisions made about nanotechnologies.
- 45/ The principle « no toxicological data, no market » should apply to nanomaterials.
- 46/ It is in the interest of society to support the development of nanotechnology.
- 47/ Some of our environmental problems can be addressed by good application of nanotechnological advances.
- 48/ Human health applications of nanotechnology have great potential.
- 49/ Today's innovations in nanotechnology will foster a large number of scientific advances in the future.
- 50/ In future years, people will think of nanotechnology as a real industrial revolution.
- 51/ What do you think about the potential risks and benefits of nanotechnology? (Risks[Benefits] (Risks = Benefits) (Risks\Benefits).
- 52/ According to you what is the most important risk and benefit of nanotechnology?
- 53/ What are the benefits for the agri-food industry?
- 54/ What are the risks for the agri-food industry?
- 55/ Should nanotechnology be regulated at the local level for industry, the European level or globally harmonised?
- 56/ To indicate how much risk each of a diverse set of conditions and activities posed « to the safety or health of people in our society » using a four-point scale (1 = almost no risk; 2 = slight risk; 3 = moderate risk; and 4 = high risk).
- 57/ The toxicity of nano-particles may be even higher than that of large-size particles.
- 58/ Nanotechnology is important for society.
- 59/ Nanotechnology will help cure diseases e.g. cancer.
- 60/ Thanks to nanotechnology there will be greater opportunities for future generations.
- 61/ Nanotechnology makes our lives healthier, easier and more comfortable.
- 62/ Nanotechnologies will make work more interesting.
- 63/ The benefits of nanotechnology are greater than the harmful effects it could have.
- 64/ Nanotechnology will help eradicate poverty and famine in the world.
- 65/ Nanotechnology is the cause of some environmental problems.
- 66/ A country needs nanotechnology to become developed.
- 67/ Before today, how much would you say you knew about nanotechnology? [Nothing, A Little, A Moderate Amount, A Lot].
- 68/ I know that some nanotechnology products (e.g., cleaning products, dyes or cosmetics) are used in everyday life and I probably inhale nanoparticles every day in the form of exhaust fumes.

69/ Nanotechnology would not pollute our environment.

70/ Are you aware of how nanotechnology can be used in the agri-food industry?

71/ Are you aware of any food/beverage products currently on the market that have been produced using nanotechnology?

72/ How much have you heard about nanotechnology before today? nothing at all, just a little, some.

73/ Nanotechnology may lead to competition between the military forces of some countries.

Now I would like to ask you about how much attention you pay to news. On a scale from 1 to 10, where 1 means little attention and 10 means very close attention, please tell me how much attention you pay to the following kinds of stories when you read the newspaper.

74/ (a) “Stories related to science and technology”.

75/ (b) “Stories about scientific studies in new areas of research such as nanotechnology”.

76/ (c) “Stories about the social or ethical implications of emerging technologies”.

77/ On a scale from 1 to 10, where 1 means little attention and 10 means very close attention, please tell me how much attention you pay to the following types of content on television.

(a) “Science and technology”.

(b) “Specific scientific developments, such as nanotechnology”.

(c) “Information about the social or ethical implications of emerging technologies”.

Using a scale from 1 to 10, where 1 means little attention and 10 means very close attention, when you go online to learn about things, how much attention do you pay to the following types of news and information on the Internet?

80/ (a) “Content related to science and technology”.

82/ (b) “Content related to specific scientific developments, such as nanotechnology”.

82/ (c) “Content related to the social or ethical implications of emerging technologies”.

How much you talk about news with other people. Using a scale from 1 to 10, where 1 means never and 10 means all the time, please tell me how often you talk with family, friends, or co-workers about:

83/ - (a) “Stories related to science and technology”.

84/- (b) “Stories about scientific studies in new areas of research such as nanotechnology”.

85/- (c) “Stories about the social or ethical implications of emerging technologies” (1 = “never,” 10 = “all the time;”).

86/ The development of nanotechnology will create jobs.

87/ Nanotechnology is an important sector for European economic development and competitiveness.

88/ Overall, I support federal funding for nanotechnology.

89/ Overall, I support the use of nanotechnology.

90/ I would need more information about nanotechnology before I could make any decisions about it.

91/ I am aware of the role of nanotechnology engineers in today’s society.

92/ I am aware of the impact of nanotechnology engineering on economic issues.

93/ I am aware of the impact of nanotechnology engineering on the environment.

94/ I am aware of the impact of nanotechnology engineering on humankind.

95/ I believe the importance of ethics in every decision making process.

96/ I believe in the importance of being sensitive to the public’s views in nanotechnology engineering design/projects.

97/ I believe in the importance of sustainability issues in nanotechnology engineering design/projects.

98/ Nanotechnology benefits mainly the developed countries.

99/ Scientific theories develop and change all time.

-
- 100/ Scientists follow the scientific method which leads them to correct answers.
- 101/ New food technologies are something I am uncertain about.
- 102/ New foods are not healthier than traditional foods.
- 103/ The benefits of new food technologies are often grossly overstated.
- 104/ There are plenty of tasty foods around so we do not need to use new food technologies to produce more.
- 105/ New food technologies decrease the natural quality of food.
- 106/ New food technologies are unlikely to have long term negative health effects.
- 107/ New food technologies give people more control over their food choices.
- 108/ New products using new food technologies can help people have a balanced diet.
- 109/ New food technologies may have long term negative environmental effects.
- 110/ It can be risky to switch to new food technologies too quickly.
- 111/ Society should not depend heavily on technologies to solve its food problems.
- 112/ There is no sense trying out high-tech food products because the ones I eat are already good enough.
- 113/ The media usually provides a balanced and unbiased view of new food technologies.
- 114/ A nanometer is 1000000 (1 million) times smaller than a meter.
- 115/ Nanotechnology involves objects where the size in at least one direction is between 1 and 100 nanometers.
- 116/ / Objects at the nanoscale are just large enough to be visible to the naked eye.
- 117/ Objects at the nanoscale do not occupy any volume.
- 118/ Carbon nanotubes consist of carbon atoms bonded to each other in a regular pattern.
- 119/ The length of a nanotube can be longer than the size of a human cell.
- 120/ Nanotechnology cannot provide people with newer and better ways to make the environment clean.
- 121/ An animal cell is about 10 nanometers wide.
- 122/ Objects at the nanoscale are kept in random motion by continuous collisions with other particles.
- 123/ The strength of the forces between objects at the nanoscale plays a less dominant role than gravity.
- 124/ Forces between objects at the nanoscale arise when the objects are near each other by chance.
- 125/ Attractive forces between objects at the nanoscale are not important in determining their behavior.
- 126/ Forces between objects at the nanoscale are stronger when the surface contact area between them is larger.
- 127/ Nanotubes spontaneously aggregate together into rope-like structures.
- 128/ Attractive forces between objects at the nanoscale become weaker when the contact surfaces of the objects have complementary shapes.
- 129/ The smaller an object is, the smaller its surface area compared to its volume.
- 130/ The extremely high surface area to volume relationship of objects at the nanoscale gives them different properties compared to everyday objects.
- 131/ The physical properties (e.g. optical and electrical) exhibited by a substance do not change when scaled up from the nanoscale to the size of everyday objects.
- 132/ Due to the size-dependent properties of matter, objects at the nanoscale can exhibit functions not exhibited by everyday objects.
- 133/ The unexpected behaviours and properties of objects at the nanoscale can be exploited to develop useful technologies.
- 134/ Nanotechnology allows scientists to arrange atoms, but only in ways that already occur in nature.
- 135/ One branch of nanotechnology develops technologies by trying to mimic naturally occurring biological structures.

-
- 136/ Objects at the nanoscale (e.g. nanotubes) cannot be altered to adjust their properties.
- 137/ Nanotubes can be designed to bind to specific target cells inside the body.
- 138/ Modified nanotubes will move directly towards their intended target after being introduced into the body.
- 139/ A modified nanotube that has attached to its specific target will remain permanently bound.
- 140/ The properties of objects at the nanoscale may give rise to both advantages and risks of nanotechnology.
- 141/ Nanosized objects (e.g. nanotubes) that have been inhaled cannot cause damage to the lungs.
- 142/ Objects at the nanoscale (e.g. nanotubes) can be used in medical treatment of diseases such as cancer.
- 143/ The surface of a taro leaf possesses nano-structured materials.
- 144/ Les Nano-structures can enhance the hydrophobicity of a surface.
- 145/ Nano-structures can enhance the adhesion force between a surface and a droplet.
- 146/ Water droplets are able to pick up dirt particles on a taro leaf and result in a self-cleaning process.
- 147/ Do you trust scientists reports about the research outcomes of emerging technologies? (e.g., nanotechnology)
- 148/ Do you trust the newtech products recommended by experts (e.g., scientists, doctors)?
- 149/ Do you trust in government agencies' (e.g., Department of Environmental Protection, Department of Health) management/control of emerging technology products? (e.g., nanotech products).
- 150/ Do you trust in the security guarantees for emerging technology products made by the industrial sector? (e.g., nano-toilets, nano-cosmetics, nano-photo-catalysts).
- 151/ Nanotechnology would make our lives more comfortable.
- 152/ Do you trust that all emerging technologies developed by scientists are good?
- 153/ Do you trust that scientists understand what is good for the public?
- 154/ Emerging technologies are complicated. Do you trust that scientists would explain them clearly to improve public understanding?
- 155/ When the government develops emerging technologies, do you trust that it will protect public benefits and health? (e.g., nanotechnology).
- 156/ Do you trust the advertisements of emerging technology products made by the industrial sector?
- 157/ Do you trust that current industries would decrease the potential risks produced by the development of emerging technologies?
- 158/ The development of nanotech products would bring people more advantages than disadvantages.
- 159/ Nanotechnology can provide people with newer and better ways to cure or examine their diseases.
- 160/ Nanotechnology can enhance the efficacy of high-tech products.
- 161/ Nanotechnology would not hurt our health.
- 162/ We should trust what scientists say.
- 163/ Tiny monitors developed in nanotechnology may result in loss of privacy.
- 164/ I try to make sense of what I encounter in the media by comparing it to my own experiences.
- 165/ After getting information from the media, I use it to help organize my thoughts.
- 166/ Often when I've learned about something in the news, I'll recall it later and think about it.
- 167/ There is reason for concern about the impact that an increasing use of nanomaterials may have on environmental health.
- 168/ I would like to learn more about science and technology.

Annexe D. Accords de traduction

N°	Items et traductions
1/	Scientists know best what is good for the public. → Les scientifiques sont les mieux placés pour savoir ce qui est bon pour le public.
2/	Scientists should do what they think is best, even if they have to persuade people that it is right. → Les scientifiques devraient faire ce qu'ils pensent être le mieux, même s'ils doivent persuader les gens que c'est juste.
3/	Which of the following sources of information, if any, you trust to tell you the truth about the risks and benefits of nanotechnology. → Maintenant je voudrais vous demander à laquelle des sources d'information suivantes, ou aucune, vous faites confiance pour vous dire la vérité sur les risques et bénéfices de la nanotechnologie. University scientists doing research in nanotechnology. → Scientifiques universitaires faisant de la recherche en nanotechnologie.
4/	Scientists working for the nanotech industry. → Scientifiques travaillant pour l'industrie des nanotechnologies.
5/	Feelings related to the applications. → Sentiments liés aux applications.
6/	Worries related to the applications. → Soucis liés aux applications.
7/	Personal control over contact with applications. → Contrôle personnel du contact avec les applications.
8/	Voluntariness of exposure with applications. → Volonté d'exposition avec applications.
9/	Adverse heal the effects to contact with applications. → Les effets indésirables guérissent les effets au contact des applications.
10/	Probability of contact with applications. → Probabilité de contact avec les applications.
11/	The development of nanotechnology will not create many jobs. → Le développement de la nanotechnologie ne créera pas beaucoup d'emplois.
12/	Scientists are neutral and objective. → Les scientifiques sont neutres et objectifs.
13/	How much trust do you have in the following institutions regarding their responsibility utilizing nanotechnology in the food domain. - Industry science/research. - Pharmaceutical industry. → Dans quelle mesure faites-vous confiance aux sources d'informations suivantes, pour vous donner de vraies informations sur les risques et les bénéfices des nanotechnologies ? - Science de l'industrie - L'industrie pharmaceutique
14/	How would you say nanotechnology made you feel? → Comment diriez-vous que la nanotechnologie vous fait-elle sentir?
15/	Scientists are positive about the benefits of these. - Les scientifiques sont positifs quant aux avantages de ceux-ci.
16/	Scientists are worried about the health risks of this. → Les scientifiques s'inquiètent des risques sanitaires liés aux nanotechnologies.
17/	Even though these materials are small, they cannot be absorbed into the bloodstream through the intestines. → Même si les nanomatériaux sont petits, ils ne peuvent pas être absorbés dans le sang et par les intestins.
18/	Because they are so small they may be absorbed into the bloodstream through the intestines. → Parce qu'elles sont si petites, elles peuvent être absorbées dans la circulation sanguine et par les intestins.
19/	They are designed to expel quickly through sweating or urination. Les nanotechnologies sont conçues pour être évacuées par la transpiration et l'urine.
23/	Nanotech may lead to the loss of personal privacy because of tiny new surveillance devices. → Les nanotechnologies peuvent mener à la perte d'intimité personnelle à cause de minuscules nouveaux dispositifs de surveillance.
24/	Nanotech may lead to an arms race between the U.S. and other countries.

25/	→ La nanotechnologie peut conduire à la course aux armements entre les États-Unis et d'autres pays. Nanotech may lead to new human health problem.
26 ⁹⁵ /	→ Les nanotechnologies peuvent engendrer de nouveaux problèmes de santé humaine. Nanotech may be used by terrorists against the U.S .
27*/	→ Les nanotechnologies peuvent être utilisées par des terroristes. Because of nanotech we may lose more U.S. job.
29/	→ A cause des nanotechnologies, nous pouvons perdre plus d'emplois. Nanotech may lead to more pollution and environmental contamination.
30/	→ La nanotechnologie peut conduire à plus de pollution et de contamination de l'environnement. Nanotech may lead to new and better ways to treat and detect human diseases.
31/	→ Les nanotechnologies apportent de nouvelles et meilleures façons de détecter des maladies humaines. Nanotech may lead to new and better ways to clean up the environment.
32/	→ La nanotechnologie peut conduire à de nouvelles et meilleures façons de nettoyer l'environnement. Nanotech may give scientists the ability to improve human physical and mental abilities.
33/	→ Les nanotechnologies peuvent donner aux scientifiques la capacité d'améliorer les facultés physiques et mentales humaines. Nanotech may help us develop increased national security and defensive capabilities.
36/	→ Les nanotechnologies peuvent nous aider à développer la sécurité nationale et les capacités défensives. Nanotech may lead to a new economic boom.
37/	→ Les nanotechnologies peuvent conduire à un nouveau boom économique. Do you think the risks of nanotechnology will greatly outweigh its benefits, the risks of nanotechnology will slightly outweigh its benefits, the benefits of nanotechnology will slightly outweigh its risks, or the benefits of nanotechnology will greatly outweigh its risks? → Pensez-vous que les risques de la nanotechnologie l'emporteront largement sur ses avantages, que les risques de la nanotechnologie l'emporteront légèrement sur ses avantages, que les avantages de la nanotechnologie l'emporteront légèrement sur ses risques ou que les avantages de la nanotechnologie l'emporteront largement sur ses risques ?
38/	How beneficial (risky) do you consider each of the following applications to be for Swiss society as a whole? → Dans quelle mesure estimez-vous que chacune des applications suivantes soit bénéfique/risquée pour la société suisse en général ?
41/	No evidence to date suggests that nanomaterials present novel risks. → A ce jour, aucune preuve n'indique que les nanomatériaux présentent des risques.
42/	No evidence to date suggests that nanomaterials present new advantages. → A ce jour, aucune preuve ne suggère que les nanomatériaux présentent des avantages.
43/	The development of nanomaterials should be under strict regulatory control. → Le développement des nanotechnologies devrait être sous contrôle réglementaire strict.
44*/	The precautionary principle should guide decisions made about nanotechnologies. → Le principe de précaution devrait guider les décisions prises à propos des nanotechnologies. (Le principe de précaution est une mesure pour prévenir des risques lorsque la science ne fournit pas assez d'informations)
45/	The principle « no toxicological data, no market » should apply to nanomaterials. → Le principe « pas de données technologiques, pas de marché » devrait s'appliquer aux nanotechnologies.
46/	It is in the interest of society to support the development of nanotechnology. → C'est dans l'intérêt de la société de soutenir le développement des nanotechnologies.
47/	Some of our environmental problems can be addressed by good application of nanotechnological advances. → L'utilisation adéquate des nanotechnologies peut régler certains problèmes environnementaux.
48/	Human health applications of nanotechnology have great potential. → Les nanotechnologies ont un grand potentiel pour la santé.
49/	Today's innovations in nanotechnology will foster a large number of scientific advances in the future.

⁹⁵ Les items avec une étoile ont été modifiés après accords lorsque qu'ils ne correspondaient pas au contexte des personnes participantes (nous avons par exemple supprimé « aux États-Unis » dans l'item 26 et ajouté la définition du principe de précaution à l'item 44)

	→ Les innovations actuelles dans le domaine des nanotechnologies favoriseront un grand nombre d'avancées scientifiques à l'avenir.
50	In future years, people will think of nanotechnology as a real industrial revolution.
	→ Dans les années à venir, les gens penseront à la nanotechnologie comme une véritable révolution industrielle.
51/	What do you think about the potential risks and benefits of nanotechnology?
	→ Que pensez-vous des risques et des avantages potentiels des nanotechnologies ?
52/	According to you what is the most important risk and benefit of nanotechnology?
	→ Selon vous, quels sont les principaux risques et avantages des nanotechnologies ?
53/	What are the benefits for the agri-food industry?
	→ Quels sont les bénéfices pour l'industrie agro-alimentaire ?
54/	What are the risks for the agri-food industry?
	→ Quels sont les risques pour l'industrie agro-alimentaire ?
55/	Should nanotechnology be regulated at the local level for industry, the European level or globally harmonised?
	→ Les nanotechnologies doivent-elles être réglementées au niveau local pour l'industrie, au niveau européen ou harmonisées au niveau mondial ?
57/	The toxicity of nano-particles may be even higher than that of large-size particles.
	→ Les nanoparticules sont plus toxiques que les particules de grande taille.
58/	Nanotechnology is important for society.
	→ Les nanotechnologies sont importantes pour la société.
59/	Nanotechnology will help cure diseases e.g. cancer.
	→ Les nanotechnologies aideront à soigner des maladies, par exemple le cancer.
60/	Thanks to nanotechnology there will be greater opportunities for future generations.
	→ Les nanotechnologies susciteront des opportunités pour les futures générations.
61/	Nanotechnology makes our lives healthier, easier and more comfortable.
	→ Les nanotechnologies rendront nos vies plus simples.
62/	Nanotechnologies will make work more interesting.
	→ Les nanotechnologies rendront le travail plus intéressant.
63/	The benefits of nanotechnology are greater than the harmful effects it could have.
	→ Les avantages de la nanotechnologie sont plus élevés que les effets néfastes qu'elle pourrait avoir.
65/	Nanotechnology is the cause of some environmental problems.
	→ Les nanotechnologies sont la cause de certains problèmes environnementaux.
67/	Before today, how much would you say you knew about nanotechnology?
	→ Avant aujourd'hui, que saviez-vous sur les nanotechnologies ?
68/	I know that some nanotechnology products (e.g., cleaning products, dyes or cosmetics) are used in everyday life and I probably inhale nanoparticles every day in the form of exhaust fumes.
	→ Je sais que certains produits nanotechnologiques (par ex. les produits de nettoyage, les teintures ou les cosmétiques) sont utilisés dans la vie quotidienne et j'inhale probablement des nanoparticules chaque jour sous forme de gaz d'échappement.
69/	Nanotechnology would not pollute our environment.
	→ Les nanotechnologies ne polluent pas notre environnement.
70/	Are you aware of how nanotechnology can be used in the agri-food industry?
	→ Savez-vous comment les nanotechnologies peuvent être utilisées dans l'industrie agro-alimentaire ?
72/	How much have you heard about nanotechnology before today?
	→ Combien avez-vous entendu parler de la nanotechnologie avant aujourd'hui ?
73/	Nanotechnology may lead to competition between the military forces of some countries.
	→ Les nanotechnologies peuvent mener à la compétition entre les forces militaires de certains pays.
	Now I would like to ask you about how much attention you pay to news. On a scale from 1 to 10, where 1 means little attention and 10 means very close attention, please tell me how much attention you pay to the following kinds of stories when you read the newspaper.
74/	- Stories related to science and technology
75/	- Stories about scientific studies in new areas of research such as nanotechnology
76/	- Stories about the social or ethical implications of emerging technologies
	→ Sur une échelle allant de jamais à énormément, veuillez s'il vous plaît, indiquer à quelle fréquence vous prêtez attention aux contenus suivants dans les journaux :
	- Informations liées à la science et à la technologie
	- Informations liées aux recherches scientifiques sur les nanotechnologies
	- Informations liées à l'implication sociale ou morale des nanotechnologies

	Please tell me how much attention you pay to the following types of content on television:
77/	- Science and technology
78/	- Specific scientific developments, such as nanotechnology
79/	Information about the social or ethical implications of emerging technologies
	→ Sur une échelle allant de jamais à énormément, veuillez s'il vous plaît, indiquer à quelle fréquence vous prêtez attention aux contenus suivants à la télévision :
	- Informations liées à la science et à la technologie
	- Informations liées aux recherches scientifiques sur les nanotechnologies
	- Informations liées à l'implication sociale ou morale des nanotechnologies
	When you go online to learn about things, how much attention do you pay to the following types of news and information on the Internet?
80/	- Content related to science and technology
81/	- Content related to specific scientific developments, such as nanotechnology
82/	- Content related to the social or ethical implications of emerging technologies
	→ Sur une échelle allant de jamais à énormément, veuillez s'il vous plaît, indiquer à quelle fréquence vous prêtez attention aux contenus suivants sur Internet :
	- Informations liées à la science et à la technologie
	- Informations liées aux recherches scientifiques sur les nanotechnologies
	- Informations liées à l'implication sociale ou morale des nanotechnologies
	How much you talk about news with other people. Using a scale from 1 to 10, where 1 means never and 10 means all the time, please tell me how often you talk with family, friends, or co-workers about:
	- Stories related to science and technology
83/	- Stories about scientific studies in new areas of research such as nanotechnology
84/	- Stories about the social or ethical implications of emerging technologies
85/	→ Sur une échelle allant de jamais à énormément, à quelle fréquence parlez-vous avec votre famille, vos collègues des propositions suivantes :
	- Des histoires liées à la science et la technologie
	- Des histoires liées aux recherches scientifiques sur les nanotechnologies
	- Des histoires liées à l'implication sociale ou morale des nanotechnologies
86/	The development of nanotechnology will create jobs.
	→ Le développement des nanotechnologies créera des emplois.
87/	Nanotechnology is an important sector for European economic development and competitiveness.
	→ Les nanotechnologies sont un secteur important pour le développement et la compétitivité économique européenne.
88/	Overall, I support federal funding for nanotechnology.
	→ Globalement, je soutiens le financement des nanotechnologies.
89/	Overall, I support the use of nanotechnology.
	→ Globalement, je soutiens l'utilisation des nanotechnologies.
90/	I would need more information about nanotechnology before I could make any decisions about it.
	→ J'aurais besoin de plus d'informations sur les nanotechnologies avant de pouvoir prendre des décisions à ce sujet.
91/	I am aware of the role of nanotechnology engineers in today's society.
	→ Je suis conscient du rôle des ingénieurs en nanotechnologie dans la société d'aujourd'hui.
92/	I am aware of the impact of nanotechnology engineering on economic issues.
	→ Je suis conscient de l'impact de l'ingénierie des nanotechnologies sur les enjeux économiques.
93/	I am aware of the impact of nanotechnology engineering on the environment.
	→ Je suis conscient de l'impact de l'ingénierie des nanotechnologies sur l'environnement.
94/	I am aware of the impact of nanotechnology engineering on humankind.
	→ Je suis conscient de l'impact de l'ingénierie des nanotechnologies sur l'humanité.
95/	I believe the importance of ethics in every decision making process.
	→ Je crois en l'importance de l'éthique dans chaque processus de prise de décision.
96/	I believe in the importance of being sensitive to the public's views in nanotechnology engineering design/projects.
	→ Je crois en l'importance d'être sensible aux opinions du public dans la conception et les projets d'ingénierie des nanotechnologies.
97/	I believe in the importance of sustainability issues in nanotechnology engineering design/projects.

	→ Je crois en l'importance des questions de durabilité dans la conception et les projets d'ingénierie des nanotechnologies.
98/	Nanotechnology benefits mainly the developed countries.
	→ Les nanotechnologies profitent principalement aux pays développés.
99/	Scientific theories develop and change all time.
	→ Les théories scientifiques se développent et changent tout le temps.
100/	Scientists follow the scientific method which leads them to correct answers.
	→ Les scientifiques suivent la méthode scientifique qui les amène à corriger les réponses.
103/	The benefits of new food technologies are often grossly overstated.
	→ Les bénéfices des nouvelles technologies sont souvent grossièrement surestimés.
105/	New food technologies decrease the natural quality of food.
	→ Les nanotechnologies réduisent la qualité naturelle de la nourriture.
106*/	New food technologies are unlikely to have long term negative health effects.
	→ Les nanotechnologies ont peu de probabilité d'avoir des effets négatifs à long terme sur la santé.
107/	New food technologies give people more control over their food choices.
	→ Les nouvelles technologies alimentaires donnent aux gens plus de contrôle sur leurs choix alimentaires.
109/	New food technologies may have long term negative environmental effects.
	→ Les nouvelles technologies alimentaires peuvent avoir des effets environnementaux négatifs à long terme.
113/	The media usually provides a balanced and unbiased view of new food technologies.
	→ Les médias offrent généralement une vision équilibrée et impartiale des nouvelles technologies alimentaires.
114/	A nanometer is 1000000 (1 million) times smaller than a meter.
	→ Un nanomètre est 1 million de fois plus petit qu'un mètre.
116/	Objects at the nanoscale are just large enough to be visible to the naked eye.
	→ Des objets à l'échelle nanométrique sont tout juste assez larges pour être vus à l'œil nu.
117/	Objects at the nanoscale do not occupy any volume.
	→ Des objets à l'échelle nanométrique n'occupent aucun volume.
118/	Carbon nanotubes consist of carbon atoms bonded to each other in a regular pattern.
	→ Les nanotubes de carbone sont constitués d'atomes de carbone liés les uns aux autres selon un motif régulier.
119/	The length of a nanotube can be longer than the size of a human cell.
	→ Un nanotube peut être plus long qu'une cellule humaine.
120/	Nanotechnology cannot provide people with newer and better ways to make the environment clean.
	→ Les nanotechnologies n'apportent pas de nouvelles façons de rendre l'environnement propre.
121/	An animal cell is about 10 nanometers wide.
	→ Une cellule animale fait environ 10 nanomètres de large.
122/	Objects at the nanoscale are kept in random motion by continuous collisions with other particles.
	→ Les objets à l'échelle nanométrique sont maintenus en mouvement aléatoire par des collisions continues avec d'autres particules.
123/	The strength of the forces between objects at the nanoscale plays a less dominant role than gravity.
	→ La force des forces entre les objets à l'échelle nanométrique joue un rôle moins dominant que la gravité.
125/	Attractive forces between objects at the nanoscale are not important in determining their behavior.
	→ Les forces d'attraction entre les objets à l'échelle nanométrique ne sont pas importantes pour déterminer leur comportement.
126/	Forces between objects at the nanoscale are stronger when the surface contact area between them is larger.
	→ Les forces entre les objets à l'échelle nanométrique sont plus fortes lorsque la surface de contact entre eux est plus grande.
127/	Nanotubes spontaneously aggregate together into rope-like structures.
	→ Les nanotubes se structurent en forme de corde.
128/	Attractive forces between objects at the nanoscale become weaker when the contact surfaces of the objects have complementary shapes.
	→ Les forces d'attraction entre les objets à l'échelle nanométrique deviennent plus faibles lorsque les surfaces de contact des objets ont des formes complémentaires.
129/	The smaller an object is, the smaller its surface area compared to its volume.
	→ Plus un objet est petit, plus sa surface est petite par rapport à son volume.

130/	The extremely high surface area to volume relationship of objects at the nanoscale gives them different properties compared to everyday objects. → Le rapport surface volume extrêmement élevé des objets à l'échelle nanométrique leur confère des propriétés différentes par rapport aux objets du quotidien.
131/	The physical properties (e.g. optical and electrical) exhibited by a substance do not change when scaled up from the nanoscale to the size of everyday objects. → Les propriétés physiques (par exemple optiques et électriques) présentées par une substance ne changent pas lorsqu'elles passent de l'échelle nanométrique à la taille d'objets du quotidien.
134/	Nanotechnology allows scientists to arrange atoms, but only in ways that already occur in nature. → Les nanotechnologies permettent aux scientifiques d'organiser les atomes de la même manière que dans la nature.
135/	One branch of nanotechnology develops technologies by trying to mimic naturally occurring biological structures. → Certains types de nanotechnologies permettent de développer des technologies en essayant d'imiter des structures biologiques qui existent naturellement.
137/	Nanotubes can be designed to bind to specific target cells inside the body. → Les nanotubes peuvent se lier à des cellules ciblées dans le corps.
138*/	Modified nanotubes will move directly towards their intended target after being introduced into the body. → Après avoir été introduits dans le corps, les nanotubes se modifient et se déplacent directement vers leur cible.
139/	A modified nanotube that has attached to its specific target will remain permanently bound. → Un nanotube modifié qui s'est attaché à une cible restera lié à elle en permanence.
140/	The properties of objects at the nanoscale may give rise to both advantages and risks of nanotechnology. → Les nanotechnologies peuvent engendrer aussi bien des avantages que des risques.
141/	Nanosized objects (e.g. nanotubes) that have been inhaled cannot cause damage to the lungs. → Des objets nanométriques (par ex. des nanotubes) inhalés ne peuvent pas causer de dommage aux poumons.
142/	Objects at the nanoscale (e.g. nanotubes) can be used in medical treatment of diseases such as cancer. → Les objets à l'échelle nanométrique (par exemple les nanotubes) peuvent être utilisés dans le traitement médical de maladies telles que le cancer.
143/	The surface of a taro leaf possesses nano-structured materials. → La surface d'une feuille de taro possède des matériaux nano-structurés.
144*/	Les Nano-structures can enhance the hydrophobicity of a surface. → Les nanotechnologies peuvent renforcer l'hydrophobicité d'une surface. (Une surface hydrophobe permet l'imperméabilité des matières)
146/	Water droplets are able to pick up dirt particles on a taro leaf and result in a self-cleaning process. → Les gouttelettes d'eau sont capables de ramasser les particules de terre sur une feuille de taro et peuvent résulter dans un processus autonettoyant.
147/	Do you trust scientists reports about the research outcomes of emerging technologies? (e.g., nanotechnology) → Je fais confiance aux rapports scientifiques concernant la recherche des technologies émergentes. (par exemple les nanotechnologies)
148/	Do you trust the newtech products recommended by experts (e.g., scientists, doctors)? Je fais confiance aux nouvelles technologies recommandées par les experts (par exemple les scientifiques ou les docteurs).
149/	Do you trust in government agencies' (e.g., Department of Environmental Protection, Department of Health) management/control of emerging technology products? (e.g., nanotech products) → Je fais confiance à la gestion et au contrôle des agences gouvernementales (par exemple Département de Protection Environnementale, Département de Santé) sur les produits nanotechnologiques.
150/	Do you trust in the security guarantees for emerging technology products made by the industrial sector? (e.g., nano-toilets, nano-cosmetics, nano-photo-catalysts) → Je fais confiance aux garanties de sécurité pour les produits de technologies émergentes fabriquées par le secteur industriel (par exemple nano-toilettes, nano-cosmétiques).
151*/	Nanotechnology would make our lives more comfortable. Les nanotechnologies rendront nos vies plus confortables.
152*/	Do you trust that all emerging technologies developed by scientists are good? Je fais confiance à toutes les technologies émergentes développées par les scientifiques.
153/	Do you trust that scientists understand what is good for the public?

154*/	→ Les scientifiques comprennent ce qui est bien pour les gens. Emerging technologies are complicated. Do you trust that scientists would explain them clearly to improve public understanding?
155*/	→ Les scientifiques définissent clairement les nanotechnologies pour améliorer la compréhension publique. When the government develops emerging technologies, do you trust that it will protect public benefits and health? (e.g., nanotechnology)
156/	→ Les nanotechnologies développées par le gouvernement protègent la santé publique. Do you trust the advertisements of emerging technology products made by the industrial sector?
157*/	→ Faites-vous confiance aux publicités des produits technologiques émergents fabriqués par le secteur industriel ? Do you trust that current industries would decrease the potential risks produced by the development of emerging technologies?
159/	→ Les industries réduisent les risques des technologies émergentes. Nanotechnology can provide people with newer and better ways to cure or examine their diseases.
160/	→ La nanotechnologie peut apporter aux gens de nouvelles et meilleures façons de soigner ou examiner leurs maladies. Nanotechnology can enhance the efficacy of high-tech products.
161/	→ La nanotechnologie peut améliorer l'efficacité des produits de haute technologie. Nanotechnology would not hurt our health.
162/	→ Les nanotechnologies ne nuisent pas à notre santé. We should trust what scientists say.
163/	→ Nous devons faire confiance à ce que disent les scientifiques. Tiny monitors developed in nanotechnology may result in loss of privacy.
164/	→ De minuscules moniteurs développés en nanotechnologie pourraient résulter en la perte d'intimité. I try to make sense of what I encounter in the media by comparing it to my own experiences.
165/	→ J'essaie de comprendre le sens de ce que je rencontre dans les médias en le comparant à mes propres expériences. After getting information from the media, I use it to help organize my thoughts.
166/	→ Après avoir obtenu de l'information par les médias, je l'utilise pour organiser mes pensées. Often when I've learned about something in the news, I'll recall it later and think about it.
167/	→ Quand j'ai appris quelque chose dans les actualités, je m'en rappelle plus tard, j'y réfléchis plus tard. There is reason for concern about the impact that an increasing use of nanomaterials may have on environmental health.
168/	→ L'utilisation de nanotechnologies est inquiétante pour l'environnement. I would like to learn more about science and technology.
	→ J'aimerais en apprendre plus sur la science et la technologie.

Annexe E. Désaccords de traduction

N°	Items et traductions
20/	We may not be able to control or retrieve these if this happens.
21/	Currently, the production of nano food is occurring in both poor and well-off neighborhoods.
22/	Currently, the production of nano food is only occurring in poor and minority neighborhoods.
28/	Nanotech may lead to the uncontrollable spread of very tiny self-replicating robot.
34/	Nanotech may lead to technologies that will help solve our energy problems.
35/	Nanotech may revolutionize the computer industry.
39/	How do you assess the health risk (benefit) of a person regularly using the presented sunscreen?
40/	What are the potential risks associated with nanotechnology developments.
56/	To indicate how much risk each of a diverse set of conditions and activities posed “to the safety or health of people in our society” using a four-point scale (1 = “almost no risk”; 2 = “slight risk”; 3 = “moderate risk”; and 4 = “high risk”).
64/	Nanotechnology will help eradicate poverty and famine in the world.
66/	A country needs nanotechnology to become developed.
71/	Are you aware of any food/beverage products currently on the market that have been produced using nanotechnology?
101/	New food technologies are something I am uncertain about.
102/	New foods are not healthier than traditional foods.
104/	There are plenty of tasty foods around so we do not need to use new food technologies to produce more.
108/	New products using new food technologies can help people have a balanced diet.
110/	It can be risky to switch to new food technologies too quickly.
111/	Society should not depend heavily on technologies to solve its food problems.
112/	There is no sense trying out high-tech food products because the ones I eat are already good enough.
115/	Nanotechnology involves objects where the size in at least one direction is between 1 and 100 nanometers.
124/	Forces between objects at the nanoscale arise when the objects are near each other by chance.
132/	Due to the size-dependent properties of matter, objects at the nanoscale can exhibit functions not exhibited by everyday objects.
133/	The unexpected behaviours and properties of objects at the nanoscale can be exploited to develop useful technologies.
136/	Objects at the nanoscale (e.g. nanotubes) cannot be altered to adjust their properties.
145/	Nano-structures can enhance the adhesion force between a surface and a droplet.
158/	The development of nanotech products would bring people more advantages than disadvantages.

Annexe F. Items supprimés

Items trop spécifiques ou qui renseignent sur une autre information	
N°	Items
14/	Comment diriez-vous que la nanotechnologie vous fait-elle sentir ?
38/	Dans quelle mesure estimez-vous que chacune des applications suivantes soit bénéfique/risquée pour la société suisse en général ?
67/	Avant aujourd'hui, que saviez-vous sur les nanotechnologies ?
70/	Savez-vous comment les nanotechnologies peuvent être utilisées dans l'industrie agro-alimentaire ?
72/	Combien avez-vous entendu parler de la nanotechnologie avant aujourd'hui ?
89/	
90/	J'aurais besoin de plus d'informations sur les nanotechnologies avant de pouvoir prendre des décisions à ce sujet.
91/	Je suis conscient du rôle des ingénieurs en nanotechnologie dans la société d'aujourd'hui.
92/	Je suis conscient de l'impact de l'ingénierie des nanotechnologies sur les enjeux économiques.
93/	Je suis conscient de l'impact de l'ingénierie des nanotechnologies sur l'environnement.
94/	Je suis conscient de l'impact de l'ingénierie des nanotechnologies sur l'humanité.
95/	Je crois en l'importance de l'éthique dans chaque processus de prise de décision.
96/	Je crois en l'importance d'être sensible aux opinions du public dans la conception et les projets d'ingénierie des nanotechnologies.
97/	Je crois en l'importance des questions de durabilité dans la conception et les projets d'ingénierie des nanotechnologies.
98/	Les nanotechnologies profitent principalement aux pays développés.
99/	Les théories scientifiques se développent et changent tout le temps.
100/	Les scientifiques suivent la méthode scientifique qui les amène à corriger les réponses.
113/	Les médias offrent généralement une vision équilibrée et impartiale des nouvelles technologies alimentaires.
143/	La surface d'une feuille de taro possède des matériaux nano-structurés.
146/	Les gouttelettes d'eau sont capables de ramasser les particules de terre sur une feuille de taro et peuvent résulter d'un processus autonettoyant.
156/	Faites-vous confiance aux publicités des produits technologiques émergents fabriqués par le secteur industriel ?
160/	La nanotechnologie peut améliorer l'efficacité des produits de haute technologie.
Items qui se répètent avec d'autres	
N°	Items
2/	Les scientifiques devraient faire ce qu'ils pensent être le mieux, même s'ils doivent persuader les gens que c'est juste (répétition avec l'item 1).
11/	Le développement de la nanotechnologie ne créera pas beaucoup d'emplois (répétition avec l'item 86).
13/	Dans quelle mesure faites-vous confiance aux sources d'informations suivantes, pour vous donner de vraies informations sur les risques et les bénéfices des nanotechnologies ?
	- Science de l'industrie
	- L'industrie pharmaceutique (répétition avec les items modifiés 3 à 10)
15/	Les scientifiques sont positifs quant aux avantages de ceux-ci (répétition avec l'item 16).
18/	Parce qu'elles sont si petites, elles peuvent être absorbées dans la circulation sanguine et par les intestins (répétition avec l'item 17).
24/	La nanotechnologie peut conduire à la course aux armements entre les États-Unis et d'autres pays (répétition avec l'item 73).
29	La nanotechnologie peut conduire à plus de pollution et de contamination de l'environnement (répétition avec l'item 69).
31/	La nanotechnologie peut conduire à de nouvelles et meilleures façons de nettoyer l'environnement (répétition avec l'item 120).
37/	Pensez-vous que les risques de la nanotechnologie l'emporteront largement sur ses avantages, que les risques de la nanotechnologie l'emporteront légèrement sur ses avantages, que les avantages de la nanotechnologie l'emporteront légèrement sur ses risques ou que les avantages de la nanotechnologie l'emporteront largement sur ses risques ? (répétition avec les items 29 et 30)
49/	Les innovations actuelles dans le domaine des nanotechnologies favoriseront un grand nombre d'avancées scientifiques à l'avenir (répétition).
51/	Que pensez-vous des risques et des avantages potentiels des nanotechnologies ? (répétition avec les items 29 et 30)

52/	Selon vous, quels sont les principaux risques et avantages des nanotechnologies ? (répétition avec les items 29 et 30)
53/	Quels sont les bénéfices pour l'industrie agro-alimentaire ? (répétition avec les items modifiés 3 à 10)
54/	Quels sont les risques pour l'industrie agro-alimentaire ? (répétition avec les items modifiés 3 à 10)
63/	Les avantages de la nanotechnologie sont plus élevés que les effets néfastes qu'elle pourrait avoir (répétition avec les items 29 et 30).
109/	Les nouvelles technologies alimentaires peuvent avoir des effets environnementaux négatifs à long terme (répétition avec l'item 106).
142/	Les objets à l'échelle nanométrique (par exemple les nanotubes) peuvent être utilisés dans le traitement médical de maladies telles que le cancer (répétition avec l'item 59).
159/	La nanotechnologie peut apporter aux gens de nouvelles et meilleures façons de soigner ou examiner leurs maladies (répétition avec l'item 120).
163/	De minuscules moniteurs développés en nanotechnologie pourraient résulter à la perte d'intimité (répétition avec l'item 23).

Annexe G. Items ajoutés

Utilisation et suppression des items	Items ajoutés
Suppression des items 3 à 10 et création de cinq items	Dans quelle mesure faites-vous confiance aux sources d'informations suivantes, pour vous donner de vraies informations sur les risques et les bénéfices des nanotechnologies ? - Je fais confiance aux scientifiques étudiant les nanotechnologies. - Je fais confiance à l'industrie nanotechnologique. - Je fais confiance à l'industrie pharmaceutique. - Je fais confiance aux politiques. - Je fais confiance aux médias.
Suppression de l'items 30 et création de deux items	Les nanotechnologies apportent de nouvelles façons de détecter des maladies humaines. Les nanotechnologies apportent de meilleures façons de traiter des maladies humaines.
Suppression de l'items 61 et création de deux items	Les nanotechnologies rendront nos vies plus saines. Les nanotechnologies rendront nos vies plus simples.
Suppression de l'items 68 et création de deux items	Certains produits nanotechnologiques (par ex. les produits de nettoyage, les teintures ou les cosmétiques) sont utilisés dans la vie quotidienne. Les gens inhalent probablement des nanoparticules chaque jour sous forme de gaz d'échappement.
Modification de l'items 162 et ajout dans les items 76 et 79	Nous devons faire confiance à ce que disent les scientifiques.
Suppression de l'items 166 et création de deux items	Quand j'ai appris quelque chose dans les actualités, je m'en rappelle plus tard. Quand j'ai appris quelque chose dans les actualités, j'y réfléchis plus tard. L'industrie utilise déjà les nanotechnologies pour fabriquer des produits vendus aujourd'hui. Les nanotechnologies peuvent aider notre pays à développer sa sécurité. Les nanotechnologies peuvent avoir des effets négatifs sur l'environnement à long terme. Dans les mois à venir j'ai l'intention de consommer des aliments contenant des nanotechnologies. Dans les mois à venir j'ai l'intention d'utiliser des cosmétiques (crème de jour, savon etc.) contenant des nanotechnologies. Dans quelle mesure faites-vous confiance aux institutions suivantes, pour agir de manière responsable en matière de nanotechnologie ? Je fais confiance aux scientifiques étudiant les nanotechnologies. Je fais confiance à l'industrie nanotechnologique. Je fais confiance à l'industrie pharmaceutique. Je fais confiance aux politiques. Je fais confiance aux médias. Sur une échelle allant de jamais à énormément, veuillez s'il vous plaît, indiquer à quelle fréquence vous prêtez attention aux contenus suivants à la radio : Informations liées à la science et à la technologie. Informations liées aux recherches scientifiques sur les nanotechnologies. Informations liées à l'implication sociale ou morale des nanotechnologies.

Annexe H. Items trop complexes

N°	Items
55/	Les nanotechnologies doivent-elles être réglementées au niveau local pour l'industrie, au niveau européen ou harmonisées au niveau mondial ?
56/	Les nanotechnologies doivent-elles être réglementées au niveau local pour l'industrie, au niveau européen ou harmonisées au niveau mondial ?
107/	Les nouvelles technologies alimentaires donnent aux gens plus de contrôle sur leurs choix alimentaires.
118/	Les nanotubes de carbone sont constitués d'atomes de carbone liés les uns aux autres selon un motif régulier.
122/	Les objets à l'échelle nanométrique sont maintenus en mouvement aléatoire par des collisions continues avec d'autres particules.
123/	La force des forces entre les objets à l'échelle nanométrique joue un rôle moins dominant que la gravité.
125/	Les forces d'attraction entre les objets à l'échelle nanométrique ne sont pas importantes pour déterminer leur comportement.
126/	Les forces entre les objets à l'échelle nanométrique sont plus fortes lorsque la surface de contact entre eux est plus grande.
128/	Les forces d'attraction entre les objets à l'échelle nanométrique deviennent plus faibles lorsque les surfaces de contact des objets ont des formes complémentaires.
130/	Le rapport surface/volume extrêmement élevé des objets à l'échelle nanométrique leur confère des propriétés différentes par rapport aux objets du quotidien.
131/	Les propriétés physiques (par exemple optiques et électriques) présentées par une substance ne changent pas lorsqu'elles passent de l'échelle nanométrique à la taille d'objets du quotidien.

Annexe I. Questionnaire d'attitude envers les nano (étude 1)

Code item	Consignes et items	Choix de réponses
COMPOSANTE COGNITIVE		
Sur une échelle allant d'<i>Incontestablement Vrai</i> à <i>Incontestablement Faux</i>, veuillez s'il vous plaît estimer l'exactitude des items suivants :		
		Incontestablement Vrai Incontestablement Faux ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Con1	Un nanomètre est 1 million de fois plus petit qu'un mètre.	
Con2	Des objets à l'échelle nanométrique sont tout juste assez larges pour être vus à l'œil nu.	
Con3	Des objets à l'échelle nanométrique n'occupent aucun volume.	
Con4	Une cellule animale fait environ 10 nanomètres de large.	
Con5	Les nanoparticules sont plus toxiques que les particules de grande taille.	
Con6	Plus un objet est petit, plus sa surface est petite par rapport à son volume.	
Con7	Un nanotube peut être plus long qu'une cellule humaine.	
Con8	Même si les nanomatériaux sont petits, ils ne peuvent pas être absorbés dans le sang et par les intestins.	
Con9	L'industrie utilise déjà les nanotechnologies pour fabriquer des produits vendus aujourd'hui.	
Con10	Les nanotechnologies sont conçues pour être évacuées par la transpiration et l'urine.	
Con11	Les nanotubes se structurent en forme de corde.	
Con12	Les nanotechnologies permettent aux scientifiques d'organiser les atomes de la même manière que dans la nature.	
Con13	Certains types de nanotechnologies permettent de développer des technologies en essayant d'imiter des structures biologiques qui existent naturellement.	
Con14	Les nanotubes peuvent se lier à des cellules ciblées dans le corps.	
Con15	Après avoir été introduits dans le corps, les nanotubes se modifient et se déplacent directement vers leur cible.	
VERIF	<i>Afin de vérifier votre attention, merci de ne pas répondre à cet item.</i>	
Con16	Un nanotube modifié qui s'est attaché à une cible restera lié à elle en permanence.	
Con17	Les nanotechnologies peuvent renforcer l'hydrophobicité d'une surface. (Une surface hydrophobe permet l'imperméabilité des matières).	

COMPOSANTE AFFECTIVE (items de confiance)

Parmi les différentes personnes ou institutions évoquées ci-après, indiquez dans quelle mesure vous leur faites confiance en cochant la réponse qui correspond le mieux à ce que vous pensez.

Pas du tout confiance
Tout à fait confiance

☐
☐
☐
☐
☐

Dans quelle mesure faites-vous confiance aux sources d'informations suivantes, pour vous donner de vraies informations sur les risques et les bénéfices des nanotechnologies ?

- Conf1 Je fais confiance aux scientifiques étudiant les nanotechnologies.
- Conf2 Je fais confiance à l'industrie nanotechnologique.
- Conf3 Je fais confiance à l'industrie pharmaceutique.
- Conf4 Je fais confiance aux politiques.
- Conf5 Je fais confiance aux médias.

Dans quelle mesure faites-vous confiance aux institutions suivantes, pour agir de manière responsable en matière de nanotechnologie ?

- Conf6 Je fais confiance aux scientifiques étudiant les nanotechnologies.
- Conf7 Je fais confiance à l'industrie nanotechnologique.
- Conf8 Je fais confiance à l'industrie pharmaceutique.
- Conf9 Je fais confiance aux politiques.
- Conf10 Je fais confiance aux médias.

Sur une échelle allant de *Pas du tout confiance* à *Tout à fait confiance*, veuillez s'il vous plaît répondre aux items suivants

- Conf11 Je fais confiance aux nouvelles technologies recommandées par les experts(es) (par exemple les scientifiques ou les docteurs).
- Conf12 Je fais confiance aux rapports scientifiques concernant la recherche des technologies émergentes (par exemple les nanotechnologies).
- Conf13 Je fais confiance à toutes les technologies émergentes développées par les scientifiques.
- Conf14 Je fais confiance aux garanties de sécurité pour les produits de technologies émergentes fabriquées par le secteur industriel (par exemple nano-toilettes, nano-cosmétiques).
- Conf15 Je fais confiance à la gestion et au contrôle des agences gouvernementales (par exemple Département de Protection Environnementale, Département de Santé) sur les produits nanotechnologiques.

COMPOSANTE AFFECTIVE (items d'affect)

Sur une échelle allant de *Pas du tout d'accord* à *Tout à fait d'accord*, veuillez s'il vous plaît, indiquer votre niveau d'accord avec les propositions suivantes :

- | | | Pas du tout
d'accord | | | | Tout à fait
d'accord |
|-------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Aff1 | Les scientifiques sont les mieux placés pour savoir ce qui est bon pour le public. | | | | | |
| Aff2 | Les scientifiques sont neutres et objectifs. | | | | | |
| Aff3 | Les scientifiques s'inquiètent des risques sanitaires liés aux nanotechnologies. | | | | | |
| Aff4 | Les scientifiques définissent clairement les nanotechnologies pour améliorer la compréhension publique. | | | | | |
| Aff5 | Les scientifiques comprennent ce qui est bien pour les gens. | | | | | |
| Aff6 | Les industries réduisent les risques des technologies émergentes. | | | | | |
| Aff7 | Les nanotechnologies développées par le gouvernement protègent la santé publique. | | | | | |
| Aff8 | Les nanotechnologies sont un secteur important pour le développement et la compétitivité économique européenne. | | | | | |
| Aff9 | Les nanotechnologies ont un grand potentiel pour la santé. | | | | | |
| Aff10 | Dans les années futures, les gens considéreront que les nanotechnologies sont une vraie révolution industrielle. | | | | | |
| Aff11 | Globalement, je soutiens le financement des nanotechnologies. | | | | | |
| Aff12 | Globalement, je soutiens l'utilisation des nanotechnologies. | | | | | |
| Aff13 | C'est dans l'intérêt de la société de soutenir le développement des nanotechnologies. | | | | | |

COMPOSANTE AFFECTIVE (items de perception des risques et des bénéfices)

Sur une échelle allant de *pas du tout d'accord* à *tout à fait d'accord*, veuillez indiquer votre niveau d'accord avec les propositions suivantes⁹⁶ :

- | | | Pas du tout
d'accord | | | | Tout à fait
d'accord |
|-------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Aff14 | Les nanotechnologies sont importantes pour la société. | | | | | |
| Aff15 | Les nanotechnologies peuvent nous aider à développer la sécurité nationale et les capacités défensives. | | | | | |
| Aff16 | Les nanotechnologies peuvent aider notre pays à développer sa sécurité. | | | | | |
| Aff17 | Certains produits nanotechnologiques (par ex. les produits de nettoyage, les teintures ou les cosmétiques) sont utilisés dans la vie quotidienne. | | | | | |
| Aff18 | Les gens inhalent probablement des nanoparticules chaque jour sous forme de gaz d'échappement. | | | | | |
| Aff19 | Les nanotechnologies peuvent mener à la perte d'intimité personnelle à cause de minuscules nouveaux dispositifs de surveillance. | | | | | |

⁹⁶ La polarisation du codage est modifiée selon l'orientation positive ou négative de l'item.

Aff20	Les nanotechnologies peuvent mener à la compétition entre les forces militaires de certains pays.
Aff21	A cause des nanotechnologies, nous pouvons perdre plus d'emplois.
Aff22	Les nanotechnologies peuvent être utilisées par des terroristes.
Aff23	Les nanotechnologies peuvent conduire à un nouveau boom économique.
Aff24	Les nanotechnologies susciteront des opportunités pour les futures générations.
Aff25	Le développement des nanotechnologies créera des emplois.
Aff26	Les nanotechnologies rendront le travail plus intéressant.
Aff27	Les nanotechnologies rendront nos vies plus saines.
Aff28	Les nanotechnologies rendront nos vies plus simples.
Aff29	Les nanotechnologies rendront nos vies plus confortables.
Aff30	Les bénéfices des nouvelles technologies sont souvent grossièrement surestimés.
Aff31	A ce jour, aucune preuve ne suggère que les nanomatériaux présentent des avantages.
Aff32	A ce jour, aucune preuve n'indique que les nanomatériaux présentent des risques.
Aff33	Les nanotechnologies peuvent engendrer aussi bien des avantages que des risques.
Aff34	Les nanotechnologies ne nuisent pas à notre santé.
Aff35	Les nanotechnologies réduisent la qualité naturelle de la nourriture.
Aff36	Les nanotechnologies ont peu de probabilité d'avoir des effets négatifs à long terme sur la santé.
Aff37	Des objets nanométriques (par ex. des nanotubes) inhalés ne peuvent pas causer de dommage aux poumons.
Aff38	Les nanotechnologies peuvent donner aux scientifiques la capacité d'améliorer les facultés physiques et mentales humaines.
Aff39	Les nanotechnologies apportent de nouvelles et meilleures façons de traiter des maladies humaines.
Aff40	Les nanotechnologies apportent de nouvelles et meilleures façons de détecter des maladies humaines.
Aff41	Les nanotechnologies aideront à soigner des maladies, par exemple le cancer.
Aff42	Les nanotechnologies peuvent engendrer de nouveaux problèmes de santé humaine.
VERIF	<i>Afin de vérifier votre attention, merci de ne cocher aucune réponse.</i>
Aff43	Les nanotechnologies n'apportent pas de nouvelles façons de rendre l'environnement propre.
Aff44	L'utilisation de nanotechnologies est inquiétante pour l'environnement.
Aff45	Les nanotechnologies peuvent avoir des effets négatifs sur l'environnement à long terme.
Aff46	L'utilisation adéquate des nanotechnologies peut régler certains problèmes environnementaux.
Aff47	Les nanotechnologies sont la cause de certains problèmes environnementaux.
Aff48	Les nanotechnologies ne polluent pas notre environnement.
Aff49	Le développement des nanotechnologies devrait être sous contrôle réglementaire strict.
Aff50	Le principe de précaution devrait guider les décisions prises à propos des nanotechnologies. (Le principe de précaution est une mesure pour prévenir des risques lorsque la science ne fournit pas assez d'informations).
Aff51	Le principe "pas de données technologiques, pas de marché" devrait s'appliquer aux nanotechnologies.

COMPOSANTE CONATIVE

Jamais ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Énormément

Sur une échelle allant de jamais à énormément, veuillez s'il vous plaît, indiquer à quelle fréquence vous prêtez attention aux contenus suivants à la télévision :

Comp1
Comp2
Comp3

Informations liées à la science et à la technologie.
Informations liées aux recherches scientifiques sur les nanotechnologies.
Informations liées à l'implication sociale ou morale des nanotechnologies.

Sur une échelle allant de jamais à énormément, veuillez s'il vous plaît, indiquer à quelle fréquence vous prêtez attention aux contenus suivants à la radio :

Comp4
Comp5
Comp6

Informations liées à la science et à la technologie.
Informations liées aux recherches scientifiques sur les nanotechnologies.
Informations liées à l'implication sociale ou morale des nanotechnologies.

Sur une échelle allant de jamais à énormément, veuillez s'il vous plaît, indiquer à quelle fréquence vous prêtez attention aux contenus suivants sur Internet :

Comp7
Comp8
Comp9

Informations liées à la science et à la technologie.
Informations liées aux recherches scientifiques sur les nanotechnologies.
Informations liées à l'implication sociale ou morale des nanotechnologies.

Sur une échelle allant de jamais à énormément, veuillez s'il vous plaît, indiquer à quelle fréquence vous prêtez attention aux contenus suivants dans les journaux :

Comp10
Comp11
Comp12

Informations liées à la science et à la technologie.
Informations liées aux recherches scientifiques sur les nanotechnologies.
Informations liées à l'implication sociale ou morale des nanotechnologies.

Sur une échelle allant de jamais à énormément, à quelle fréquence parlez-vous avec votre famille, vos, vos collègues des propositions suivantes :

Comp13
Comp14
Comp15

Des histoires liées à la science et la technologie.
Des histoires liées aux recherches scientifiques sur les nanotechnologies
Des histoires liées à l'implication sociale ou morale des nanotechnologies.

Sur une échelle allant de jamais à énormément, adoptez-vous ou non ces comportements ?

Comp16
Comp17
Comp18
Comp19
Comp20
Comp21

Après avoir obtenu de l'information par les médias, je l'utilise pour organiser mes pensées.
J'essaie de comprendre le sens de ce que je rencontre dans les médias en le comparant à mes propres expériences.
Quand j'ai appris quelque chose dans les actualités, je m'en rappelle plus tard.
Quand j'ai appris quelque chose dans les actualités, j'y réfléchis plus tard.
J'aimerais en apprendre plus sur la science et la technologie.
Dans les mois à venir j'ai l'intention de consommer des aliments contenant des nanotechnologies.

Comp22

Dans les mois à venir j'ai l'intention d'utiliser des cosmétiques (crème de jour, savon etc.) contenant des nanotechnologies.

Annexe J. Modifications du questionnaire d'attitude envers les nanoparticules (étude 2)

Code item	Consignes et items	Choix de réponses
COMPOSANTE COGNITIVE		
Consigne ajoutée : <i>Les questions suivantes concernent les nanoparticules. Veuillez estimer l'exactitude des items proposés. Vous avez la possibilité de cocher la case "Je ne sais pas si vous ne connaissez pas la réponse."</i>		
Choix de réponse modifié :	Vrai	Faux Je ne sais pas
	☐	☐ ☐

Items et modifications	
Con2	Des objets à l'échelle nanométrique sont tout juste assez larges pour être vus à l'œil nu => Les nanoparticules sont visibles à l'œil nu.
Con3	Des objets à l'échelle nanométrique n'occupent aucun volume => Les nanoparticules n'occupent aucun volume.
Con5	Les nanoparticules sont plus toxiques que les particules de grande taille => Les particules de petite taille sont plus dangereuses que les particules de grande taille.
Con6	Plus un objet est petit, plus sa surface est petite par rapport à son volume => Plus un objet est petit, plus sa surface est petite.
Con7	Un nanotube peut être plus long qu'une cellule humaine => Certaines nanoparticules peuvent être plus longues qu'une cellule humaine.
Con8	Même si les nanomatériaux sont petits, ils ne peuvent pas être absorbés dans le sang et par les intestins => Les nanoparticules peuvent être absorbées dans le sang et par les intestins.
Con9	L'industrie utilise déjà les nanotechnologies pour fabriquer des produits vendus aujourd'hui. => Des produits de consommation courante (hygiène et cosmétique, alimentation, entretien...) contiennent des nanoparticules.
Con10	Les nanotechnologies sont conçues pour être évacuées par la transpiration et l'urine => Toutes les nanoparticules introduites dans le corps humain sont évacuées par la transpiration et l'urine.
Con11	(anciennement con14) Les nanotubes peuvent se lier à des cellules ciblées dans le corps => Certaines nanoparticules se lient à des cellules ciblées dans le corps.
Con12	(anciennement con16) Après avoir été introduits dans le corps, les nanotubes se modifient et se déplacent directement vers leur cible => Après avoir été introduites dans le corps, certaines nanoparticules se déplacent directement vers leur cible.

Items ajoutés

Con13 Les nanoparticules permettent de créer des produits plus solides.

Con14 Les nanoparticules permettent de créer des produits moins chers.

Items Supprimés

(Con13) Certains types de nanotechnologies permettent de développer des technologies en essayant d'imiter des structures biologiques qui existent naturellement.

(Con16) Un nanotube modifié qui s'est attaché à une cible restera lié à elle en permanence.

(Con17) Les nanotechnologies peuvent renforcer l'hydrophobicité d'une surface. (Une surface hydrophobe permet l'imperméabilité des matières).

(Con11) Les nanotubes se structurent en forme de corde.

(Con12) Les nanotechnologies permettent aux scientifiques d'organiser les atomes de la même manière que dans la nature.

COMPOSANTE AFFECTIVE (items de confiance)

Consigne ajoutée : *Les questions suivantes concernent votre perception des nanoparticules. Pour chacune d'entre elles, veuillez indiquer votre niveau de confiance envers les institutions présentées.*

Items et modifications	Pas du tout	Tout à fait			
	confiance				confiance
	☐	☐	☐	☐	☐

Dans quelle mesure faites-vous confiance aux sources d'informations suivantes, pour vous donner de vraies informations sur les risques et les bénéfices des nanotechnologies ? => Veuillez indiquer votre niveau de confiance envers les informations données par les institutions suivantes, en matière de nanoparticule.

- | Items et modifications | | Pas du tout | | | Tout à fait | |
|------------------------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | d'accord | | | d'accord | |
| | | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Aff1 | (anciennement Aff15) Les nanotechnologies peuvent nous aider à développer la sécurité nationale et les capacités défensives => Les nanoparticules participent au développement de la sécurité de notre pays. | | | | | |
| Aff2 | (anciennement Aff13) C'est dans l'intérêt de la société de soutenir le développement des nanotechnologies. => Le développement des nanoparticules est dans l'intérêt de la société. | | | | | |
| Aff3 | (anciennement Aff24) Les nanotechnologies susciteront des opportunités pour les futures générations => Les nanoparticules suscitent des opportunités pour les futures générations. | | | | | |
| Aff4 | (anciennement Aff26) Les nanotechnologies rendront le travail plus intéressant => Les nanoparticules rendent le travail plus intéressant. | | | | | |
| Aff5 | (anciennement Aff27) Les nanotechnologies rendront nos vies plus saines => Les nanoparticules créées par l'humain rendent nos vies plus saines. | | | | | |
| Aff6 | (anciennement Aff30) Les bénéfices des nouvelles technologies sont souvent grossièrement surestimés => Les bénéfices des nanoparticules sont surestimés. | | | | | |
| Aff7 | (anciennement Aff50) Le principe de précaution devrait guider les décisions prises à propos des nanotechnologies. (Le principe de précaution est une mesure pour prévenir des risques lorsque la science ne fournit pas assez d'informations) => Les décisions prises à propos des nanoparticules devraient être guidées par le principe de précaution (Le principe de précaution est une mesure pour prévenir des risques lorsque la science ne fournit pas assez d'informations). | | | | | |
| Aff12 | (anciennement Aff44) L'utilisation de nanotechnologies est inquiétante pour l'environnement => L'utilisation des nanoparticules est risquée pour l'environnement. | | | | | |

- Aff23 (anciennement Aff35) Les nanotechnologies réduisent la qualité naturelle de la nourriture. => Les nanoparticules réduisent la qualité naturelle de la nourriture.
- Aff24 (anciennement Aff36) Les nanotechnologies ont peu de probabilité d'avoir des effets négatifs à long terme sur la santé
- Aff25 => Les nanoparticules ont des effets négatifs sur la santé.
- (anciennement Aff37) Des objets nanométriques (par ex. des nanotubes) inhalés ne peuvent pas causer de dommage aux poumons => Des nanoparticules inhalées peuvent causer des dommages aux poumons.
- Aff26 (anciennement Aff38) Les nanotechnologies peuvent donner aux scientifiques la capacité d'améliorer les facultés physiques et mentales humaines => Les nanoparticules améliorent les capacités physiques.
- Aff27 (anciennement Aff41) Les nanotechnologies aideront à soigner des maladies, par exemple le cancer => Les nanoparticules aident à soigner certaines maladies comme le cancer.

Items ajoutés :

- Aff9 : Des moyens suffisants de prévention aux risques sont mis en place par les entreprises qui utilisent des nanoparticules.
- Aff10 : Il est nécessaire de mettre en place une législation plus adaptée aux risques des nanoparticules.
- Aff11 : Il faudrait mieux protéger les travailleurs exposés aux nanoparticules.
- Aff13 : Des effets toxiques peuvent s'observer chez des animaux exposés aux nanoparticules.
- Aff14 : Les nanoparticules peuvent avoir des effets positifs sur l'environnement.
- Aff16 : Les travailleurs exposés aux nanoparticules ont plus de risques d'avoir des problèmes de santé.
- Aff 17 : Les applications médicales des nanoparticules sont suffisamment étudiées avant leur mise sur le marché.
- Aff 18 : Les nanoparticules sont bien tolérées par l'organisme humain.
- Aff 19 : Les nanoparticules peuvent entraîner des réactions allergiques.
- Aff 20 : Les nanoparticules qui se retrouvent dans le sang peuvent entraîner un risque d'infarctus.
- Aff 21 : Les nanoparticules inhalées ou ingérées peuvent engendrer des cancers.
- Aff22 : Les nanoparticules peuvent entraîner des réactions inflammatoires.
- Aff28 : Les professionnels exposés aux nanoparticules sont suffisamment informés sur la conduite à tenir lors de renversements ou de dégagements accidentels de nanoparticules.
- Aff 29 : En milieu professionnel, la gestion des déchets nanotechnologiques fait l'objet de procédures de sécurité suffisantes.
- Aff 30 : Les professionnels exposés aux nanoparticules sont suffisamment informés sur les risques encourus.

Items supprimés :

- (Aff1) Les scientifiques sont les mieux placés pour savoir ce qui est bon pour le public.
- (Aff2) Les scientifiques sont neutres et objectifs.
- (Aff3) Les scientifiques s'inquiètent des risques sanitaires liés aux nanotechnologies.
- (Aff4) Les scientifiques définissent clairement les nanotechnologies pour améliorer la compréhension publique.
- (Aff5) Les scientifiques comprennent ce qui est bien pour les gens.
- (Aff6) Les industries réduisent les risques des technologies émergentes.
- (Aff7) Les nanotechnologies développées par le gouvernement protègent la santé publique.
- (Aff8) Les nanotechnologies sont un secteur important pour le développement et la compétitivité économique européenne.
- (Aff9) Les nanotechnologies ont un grand potentiel pour la santé.
- (Aff10) Dans les années futures, les gens considéreront que les nanotechnologies sont une vraie révolution industrielle.
- (Aff11) Globalement, je soutiens le financement des nanotechnologies.
- (Aff12) Globalement, je soutiens l'utilisation des nanotechnologies.
- (Aff14) Les nanotechnologies sont importantes pour la société.
- (Aff16) Les nanotechnologies peuvent aider notre pays à développer sa sécurité.
- (Aff17) Certains produits nanotechnologiques (par ex. les produits de nettoyage, les teintures ou les cosmétiques) sont utilisés dans la vie quotidienne.
- (Aff18) Les gens inhalent probablement des nanoparticules chaque jour sous forme de gaz d'échappement.
- (Aff19) Les nanotechnologies peuvent mener à la perte d'intimité personnelle à cause de minuscules nouveaux dispositifs de surveillance.
- (Aff20) Les nanotechnologies peuvent mener à la compétition entre les forces militaires de certains pays.
- (Aff21) À cause des nanotechnologies, nous pouvons perdre plus d'emplois.
- (Aff22) Les nanotechnologies peuvent être utilisées par des terroristes.
- (Aff23) Les nanotechnologies peuvent conduire à un nouveau boom économique.
- (Aff25) Le développement des nanotechnologies créera des emplois.
- (Aff28) Les nanotechnologies rendront nos vies plus simples.
- (Aff29) Les nanotechnologies rendront nos vies plus confortables.
- (Aff31) À ce jour, aucune preuve ne suggère que les nanomatériaux présentent des avantages.
- (Aff32) À ce jour, aucune preuve n'indique que les nanomatériaux présentent des risques.
- (Aff33) Les nanotechnologies peuvent engendrer aussi bien des avantages que des risques.
- (Aff34) Les nanotechnologies ne nuisent pas à notre santé.
- (Aff39) Les nanotechnologies apportent de nouvelles et meilleures façons de traiter des maladies humaines.

- (Aff40) Les nanotechnologies apportent de nouvelles et meilleures façons de détecter des maladies humaines.
 (Aff42) Les nanotechnologies peuvent engendrer de nouveaux problèmes de santé humaine.
 (Aff43) Les nanotechnologies n'apportent pas de nouvelles façons de rendre l'environnement propre.
 (Aff45) Les nanotechnologies peuvent avoir des effets négatifs sur l'environnement à long terme.
 (Aff47) Les nanotechnologies sont la cause de certains problèmes environnementaux.
 (Aff48) Les nanotechnologies ne polluent pas notre environnement.
 (Aff50) Le principe "pas de données technologiques, pas de marché" devrait s'appliquer aux nanotechnologies.

COMPOSANTE CONATIVE

Consigne ajoutée : Les questions suivantes concernent vos comportements. Pour chacune d'elles, veuillez indiquer la réponse qui vous semble la plus appropriée sur une échelle allant de "jamais" à "tout le temps". Vous avez la possibilité de cocher la case "Je ne sais pas" si vous ne connaissez pas la réponse.

Item ajoutés

Jamais Enormément Je ne sais pas

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

- Comp1 Je pense être exposé(e) à des nanoparticules dans mon travail (item ajouté).
 Comp2 Je pense être exposé(e) à des nanoparticules à mon domicile (item ajouté).
 Comp3 Je pense manipuler des nanoparticules dans le cadre de mon travail (item ajouté).
 Comp4 Je pense consommer des médicaments ou des compléments alimentaires contenant des nanoparticules (item ajouté).
 Comp5 Je pense utiliser des produits d'entretien qui contiennent des nanoparticules.
 Comp6 Je pense porter des vêtements qui contiennent des nanoparticules.
 Comp7 Je pense utiliser des cosmétiques contenant des nanoparticules.
 Comp8 Je pense consommer des aliments contenant des nanoparticules.

Items supprimés :

Sur une échelle allant de jamais à énormément, veuillez s'il vous plait, indiquer à quelle fréquence vous prêtez attention aux contenus suivants à la télévision :

- Informations liées à la science et à la technologie.
 Informations liées aux recherches scientifiques sur les nanotechnologies.
 Informations liées à l'implication sociale ou morale des nanotechnologies.

Sur une échelle allant de jamais à énormément, veuillez s'il vous plait, indiquer à quelle fréquence vous prêtez attention aux contenus suivants à la radio :

- Informations liées à la science et à la technologie.
 Informations liées aux recherches scientifiques sur les nanotechnologies.
 Informations liées à l'implication sociale ou morale des nanotechnologies.

Sur une échelle allant de jamais à énormément, veuillez s'il vous plait, indiquer à quelle fréquence vous prêtez attention aux contenus suivants sur Internet :

- Informations liées à la science et à la technologie.
 Informations liées aux recherches scientifiques sur les nanotechnologies.
 Informations liées à l'implication sociale ou morale des nanotechnologies.

Sur une échelle allant de jamais à énormément, veuillez s'il vous plait, indiquer à quelle fréquence vous prêtez attention aux contenus suivants dans les journaux :

- Informations liées à la science et à la technologie.
 Informations liées aux recherches scientifiques sur les nanotechnologies.
 Informations liées à l'implication sociale ou morale des nanotechnologies.

Sur une échelle allant de jamais à énormément, à quelle fréquence parlez-vous avec votre famille, vos collègues des propositions suivantes :

Des histoires liées à la science et la technologie.

Des histoires liées aux recherches scientifiques sur les nanotechnologies.

Des histoires liées à l'implication sociale ou morale des nanotechnologies.

Sur une échelle allant de jamais à énormément, adoptez-vous ou non ces comportements ?

Après avoir obtenu de l'information par les médias, je l'utilise pour organiser mes pensées.

J'essaie de comprendre le sens de ce que je rencontre dans les médias en le comparant à mes propres expériences.

Quand j'ai appris quelque chose dans les actualités, je m'en rappelle plus tard.

Quand j'ai appris quelque chose dans les actualités, j'y réfléchis plus tard.

J'aimerais en apprendre plus sur la science et la technologie.

Dans les mois à venir j'ai l'intention de consommer des aliments contenant des nanotechnologies.

Dans les mois à venir j'ai l'intention d'utiliser des cosmétiques (crème de jour, savon etc.) contenant des nanotechnologies.

Annexe K. Questionnaire d'attitude à propos des nanoparticules (étude 2)



Code aléatoire.

L'équipe RPsy-Nano du laboratoire CLLE vous propose de participer à son étude sur les nanoparticules.

Plusieurs questions vont vous être posées. Toutes les instructions vous seront données au fur et à mesure. Veuillez répondre à ce questionnaire **seul** et **sans chercher les réponses** sur Internet ou dans des livres. Si vous avez des difficultés à choisir entre les réponses, fiez-vous à votre première impression.

Ce questionnaire est **confidentiel**. Les données feront l'objet de traitements statistiques et elles seront utilisées seulement dans le cadre du dispositif RPsy-Nano. Votre participation est strictement volontaire, vous n'avez aucune obligation de réponse. Vous pouvez mettre fin à votre participation sans aucune justification et ce même lorsque le questionnaire est validé.

Vous pouvez contacter la responsable de la recherche à cette adresse : morgane.le-roux1@univ-tlse2.fr

- Pour accéder ou supprimer vos réponses.
- Pour toute question relative à cette étude.
- Pour recevoir une synthèse de la recherche.

Veuillez inscrire votre code d'anonymat composé des 4 derniers chiffres de votre numéro de téléphone, suivis de vos initiales (ce code servira seulement à retrouver votre participation si nécessaire). Par exemple, si mon numéro de téléphone se termine par 12 34 et que je m'appelle Bernard Louvet, mon code sera 1234BL.

TEST

Consentement.

J'ai lu les informations ci-dessus, **j'accepte librement et volontairement** de participer à cette étude et j'atteste que j'ai au moins 18 ans. Je comprends que je peux interrompre ma participation à tout moment, sans justification et sans préjudice. J'accepte que mes réponses soient traitées de manière informatisée. Nous vous remercions du temps que vous accordez à cette étude.

- ☒ J'accepte
- ☐ Je n'accepte pas

réseau association/m.

Code item	Consignes et items	Choix de réponses		
COMPOSANTE COGNITIVE				
Les questions suivantes concernent les nanoparticules. Veuillez estimer l'exactitude des items proposés. Vous avez la possibilité de cocher la case “Je ne sais pas” si vous ne connaissez pas la réponse.				
		Vrai	Faux	Je ne sais pas
		☐	☐	☐

Items modifiés

Con1	Un nanomètre est 1 million de fois plus petit qu'un mètre.
Con2	Les nanoparticules sont visibles à l'œil nu.
Con3	Les nanoparticules n'occupent aucun volume.
Con4	Une cellule animale fait environ 10 nanomètres de large.
Con5	Les particules de petite taille sont plus dangereuses que les particules de grande taille.
Con6	Plus un objet est petit, plus sa surface est petite.
Con7	Certaines nanoparticules peuvent être plus longues qu'une cellule humaine.
Con8	Les nanoparticules peuvent être absorbées dans le sang et par les intestins.
Con9	Des produits de consommation courante (hygiène et cosmétique, alimentation, entretien...) contiennent des nanoparticules.
Con10	Toutes les nanoparticules introduites dans le corps humain sont évacuées par la transpiration et l'urine.
Con11	Certaines nanoparticules se lient à des cellules ciblées dans le corps.
Con12	Après avoir été introduites dans le corps, certaines nanoparticules se déplacent directement vers leur cible.
Con13	Les nanoparticules permettent de créer des produits plus solides.
Con14	Les nanoparticules permettent de créer des produits moins chers.

COMPOSANTE AFFECTIVE (items de confiance)

Les questions suivantes concernent votre perception des nanoparticules. Pour chacune d'entre elles, veuillez indiquer votre niveau de confiance envers les institutions présentées.

Pas du tout confiance					Tout à fait confiance
☐	☐	☐	☐	☐	☐

Veuillez indiquer votre niveau de confiance envers les informations données par les institutions suivantes, en matière de nanoparticule.

Conf1	Les informations données par l'industrie pharmaceutique.
Conf2	Les informations données par les politiques.
Conf3	Les informations données par les scientifiques.
Conf4	Les informations données par l'industrie agroalimentaire.
Conf5	Les informations données par les médias.

Veuillez indiquer votre niveau de confiance envers les institutions suivantes, pour garantir votre sécurité en matière de nanoparticule :

Conf6	Je fais confiance à l'industrie pharmaceutique.
Conf7	Je fais confiance aux politiques.
Conf8	Je fais confiance aux scientifiques.
Conf9	Je fais confiance à l'industrie agroalimentaire.
Conf10	Je fais confiance aux médias.

Veuillez indiquer votre niveau de confiance envers les institutions suivantes, pour vous donner des informations claires sur les nanoparticules

Conf11	Je fais confiance à l'industrie pharmaceutique.
Conf12	Je fais confiance aux politiques.
Conf13	Je fais confiance aux scientifiques.
Conf14	Je fais confiance à l'industrie agroalimentaire.
Conf15	Je fais confiance aux médias.

COMPOSANTE AFFECTIVE (items de perception des risques et des bénéfices)

Sur une échelle allant de *Pas du tout d'accord* à *Tout à fait d'accord*, veuillez s'il vous plait, indiquer votre niveau d'accord avec les propositions suivantes :

		Pas du tout d'accord				Tout à fait d'accord
		☐	☐	☐	☐	☐
Aff1	Les nanoparticules participent au développement de la sécurité de notre pays.					
Aff 2	Le développement des nanoparticules est dans l'intérêt de la société.					
Aff 3	Les nanoparticules suscitent des opportunités pour les futures générations.					
Aff 4	Les nanoparticules rendent le travail plus intéressant.					
Aff 5	Les nanoparticules créées par l'humain rendent nos vies plus saines.					
Aff 6	Les bénéfices des nanoparticules sont surestimés.					
Aff 7	Les décisions prises à propos des nanoparticules devraient être guidées par le principe de précaution (Le principe de précaution est une mesure pour prévenir des risques lorsque la science ne fournit pas assez d'informations).					
Aff 8	Le développement des nanoparticules devrait être sous contrôle réglementaire strict.					
Aff 9	Des moyens suffisants de prévention aux risques sont mis en place par les entreprises qui utilisent des nanoparticules.					
Aff 10	Il est nécessaire de mettre en place une législation plus adaptée aux risques des nanoparticules.					
Aff 11	Il faudrait mieux protéger les travailleurs exposés aux nanoparticules.					
Aff 12	L'utilisation des nanoparticules est risquée pour l'environnement.					
Aff 13	Des effets toxiques peuvent s'observer chez des animaux exposés aux nanoparticules.					
Aff 14	Les nanoparticules peuvent avoir des effets positifs sur l'environnement.					
Aff 15	L'utilisation adéquate des nanotechnologies peut régler certains problèmes environnementaux.					
Aff 16	Les travailleurs exposés aux nanoparticules ont plus de risques d'avoir des problèmes de santé.					
Aff 17	Les applications médicales des nanoparticules sont suffisamment étudiées avant leur mise sur le marché.					
Aff 18	Les nanoparticules sont bien tolérées par l'organisme humain.					
Aff 19	Les nanoparticules peuvent entraîner des réactions allergiques.					
Aff 20	Les nanoparticules qui se retrouvent dans le sang peuvent entraîner un risque d'infarctus.					
Aff 21	Les nanoparticules inhalées ou ingérées peuvent engendrer des cancers.					
Aff 22	Les nanoparticules peuvent entraîner des réactions inflammatoires.					
Aff 23	Les nanoparticules réduisent la qualité naturelle de la nourriture.					
Aff 24	Les nanoparticules ont des effets négatifs sur la santé.					
Aff 25	Des nanoparticules inhalées peuvent causer des dommages aux poumons.					
Aff 26	Les nanoparticules améliorent les capacités physiques.					
Aff 27	Les nanoparticules aident à soigner certaines maladies comme le cancer.					
Aff 28	Les professionnels exposés aux nanoparticules sont suffisamment informés sur la conduite à tenir lors de renversements ou de dégagements accidentels de nanoparticules.					
Aff 29	En milieu professionnel, la gestion des déchets nanotechnologiques fait l'objet de procédures de sécurité suffisantes.					
Aff 30	Les professionnels exposés aux nanoparticules sont suffisamment informés sur les risques encourus.					

COMPOSANTE CONATIVE

Les questions suivantes concernent vos comportements ces cinq derniers mois. Pour chacune d'elles, veuillez indiquer la réponse qui vous semble la plus appropriée sur une échelle allant de "jamais" à "tout le temps". Vous avez la possibilité de cocher la case "Je ne sais pas" si vous ne connaissez pas la réponse.

		Jamais			Enormément		Je ne sais pas
		☐	☐	☐	☐	☐	☐
Comp1	Je pense être exposé(e) à des nanoparticules dans mon travail.						
Comp2	Je pense être exposé(e) à des nanoparticules à mon domicile.						
Comp3	Je pense manipuler des nanoparticules dans le cadre de mon travail.						
Comp4	Je pense consommer des médicaments ou des compléments alimentaires contenant des nanoparticules.						
	Je pense utiliser des produits d'entretien qui contiennent des nanoparticules.						
Comp5	Je pense porter des vêtements qui contiennent des nanoparticules.						
Comp6	Je pense utiliser des cosmétiques contenant des nanoparticules.						
Comp7	Je pense consommer des aliments contenant des nanoparticules.						
Comp8							

Annexe L. Variance totale expliquée (Matrice en cinq facteurs) (étude 2)

Composante	Valeurs propres initiales			Sommes extraites du carré des chargements		
	Total	% de la variance	% cumulé	Total	% de la variance	% cumulé
1	9,459	14,118	14,118	9,459	14,118	14,118
2	5,393	8,049	22,167	5,393	8,049	22,167
3	4,119	6,147	28,314	4,119	6,147	28,314
4	2,845	4,246	32,560	2,845	4,246	32,560
5	2,628	3,922	36,482	2,628	3,922	36,482
6	1,988	2,967	39,449	1,988	2,967	39,449
7	1,771	2,643	42,092	1,771	2,643	42,092
8	1,714	2,558	44,650	1,714	2,558	44,650
9	1,564	2,334	46,985	1,564	2,334	46,985
10	1,392	2,077	49,062	1,392	2,077	49,062
11	1,326	1,979	51,041	1,326	1,979	51,041
12	1,230	1,836	52,877	1,230	1,836	52,877
13	1,190	1,776	54,653	1,190	1,776	54,653
14	1,134	1,693	56,346	1,134	1,693	56,346
15	1,106	1,651	57,997	1,106	1,651	57,997
16	1,065	1,590	59,587	1,065	1,590	59,587
17	1,039	1,550	61,138	1,039	1,550	61,138
18	1,005	1,500	62,637	1,005	1,500	62,637
19	,997	1,489	64,126			
20	,920	1,373	65,499			
21	,909	1,357	66,856			
22	,898	1,341	68,197			
23	,857	1,279	69,476			
24	,844	1,260	70,735			
25	,818	1,220	71,956			
26	,784	1,170	73,126			
27	,763	1,139	74,265			
28	,751	1,121	75,386			
29	,734	1,095	76,481			
30	,714	1,065	77,546			
31	,695	1,037	78,583			
32	,673	1,004	79,587			
33	,639	,953	80,541			
34	,631	,942	81,482			
35	,615	,918	82,401			
36	,612	,913	83,314			
37	,585	,873	84,186			
38	,571	,852	85,038			
39	,546	,815	85,853			
40	,531	,793	86,646			
41	,516	,770	87,416			
42	,499	,744	88,160			
43	,481	,718	88,878			
44	,471	,702	89,580			
45	,443	,662	90,242			
46	,441	,658	90,901			
47	,432	,645	91,545			
48	,414	,618	92,163			
49	,409	,610	92,774			
50	,385	,574	93,348			
51	,380	,567	93,915			
52	,358	,535	94,450			
53	,347	,518	94,968			
54	,343	,511	95,479			

55	,319	,477	95,956
56	,295	,440	96,395
57	,289	,431	96,826
58	,278	,414	97,241
59	,268	,400	97,641
60	,252	,377	98,018
61	,231	,344	98,362
62	,225	,336	98,698
63	,212	,316	99,014
64	,188	,281	99,295
65	,179	,268	99,563
66	,161	,241	99,804
67	,132	,196	100,000

Annexe M. Questionnaire d'attitude à propos des nanoparticules (étude 4)

Code item	Consignes et items	Choix de réponses
COMPOSANTE COGNITIVE		
<i>Les questions suivantes concernent les nanoparticules. Veuillez estimer l'exactitude des items proposés. Vous avez la possibilité de cocher la case « Je ne sais pas » si vous ne connaissez pas la réponse.</i>		
		Vrai ☐ Faux ☐ Je ne sais pas ☐
Con1	Un nanomètre est 1 million de fois plus petit qu'un mètre.	
Con2	Certaines nanoparticules peuvent être plus longues qu'une cellule humaine.	
Con3	Les nanoparticules peuvent être absorbées dans le sang et par les intestins.	
Con4	Certaines nanoparticules se lient à des cellules ciblées dans le corps.	
Con5	Après avoir été introduites dans le corps, certaines nanoparticules se déplacent directement vers leur cible.	
Con6	Les nanoparticules permettent de créer des produits plus solides.	
COMPOSANTE AFFECTIVE (items de confiance)		
Les questions suivantes concernent votre perception des nanoparticules. Pour chacune d'elles, veuillez indiquer votre niveau de confiance envers les institutions présentées.		
		Pas du tout confiance ☐ ☐ ☐ Tout à fait confiance ☐ ☐
Veuillez indiquer votre niveau de confiance envers les informations données par les institutions suivantes, <u>en matière de nanoparticules</u>.		
Conf1	Les informations données par l'industrie agroalimentaire et pharmaceutique.	
Conf2	Les informations données par les politiques.	
Conf3	Les informations données par les scientifiques.	
Conf4	Les informations données par les médias.	
Veuillez indiquer votre niveau de confiance envers les institutions suivantes, pour <u>garantir votre sécurité en matière de nanoparticules</u> :		
Conf5	Je fais confiance à l'industrie agroalimentaire et pharmaceutique.	
Conf6	Je fais confiance aux politiques.	
Conf7	Je fais confiance aux scientifiques.	
Conf8	Je fais confiance aux médias.	
Veuillez indiquer votre niveau de confiance envers les institutions suivantes, pour vous donner des informations claires sur les nanoparticules		
Conf9	Je fais confiance à l'industrie agroalimentaire et pharmaceutique.	
Conf10	Je fais confiance aux politiques.	
Conf11	Je fais confiance aux scientifiques.	
Conf12	Je fais confiance aux médias.	
COMPOSANTE AFFECTIVE (items de perception des risques et des bénéfices)		
Sur une échelle allant de Pas du tout d'accord à Tout à fait d'accord, veuillez s'il vous plait, indiquer votre niveau d'accord avec les propositions suivantes :		
		Pas du tout d'accord ☐ ☐ ☐ Tout à fait d'accord ☐ ☐
AffB 1	Les nanoparticules participent au développement de la sécurité de notre pays.	
AffB 2	Le développement des nanoparticules est dans l'intérêt de la société.	
AffB 3	Les nanoparticules suscitent des opportunités pour les futures générations.	
AffB 4	Les nanoparticules rendent le travail plus intéressant.	
AffB 5	Les nanoparticules créées par l'humain rendent nos vies plus saines.	
AffR 6	Les décisions prises à propos des nanoparticules devraient être guidées par le principe de précaution. (Le principe de précaution est une mesure pour prévenir des risques lorsque la science ne fournit pas assez d'informations).	
AffR 7	Le développement des nanoparticules devrait être sous contrôle réglementaire strict.	

- AffR 8 Il est nécessaire de mettre en place une législation plus adaptée aux risques des nanoparticules.
AffR 9 Il faudrait mieux protéger les travailleurs(ses) exposés(es) aux nanoparticules.
AffB 10 Les nanoparticules peuvent avoir des effets positifs sur l'environnement.
AffB 11 L'utilisation adéquate des nanotechnologies peut régler certains problèmes environnementaux.
AffR 12 Les travailleurs·ses exposés(es) aux nanoparticules ont plus de risques d'avoir des problèmes de santé.
AffB 13 Les nanoparticules sont bien tolérées par l'organisme humain.
AffB 14 Les nanoparticules améliorent les capacités physiques.
AffB 15 Les nanoparticules aident à soigner certaines maladies comme le cancer.

COMPOSANTE CONATIVE

Les questions suivantes concernent vos comportements ces cinq derniers mois. Pour chacune d'elles, veuillez indiquer la réponse qui vous semble la plus appropriée sur une échelle allant de « *Jamais* » à « *Énormément* ». Vous avez la possibilité de cocher la case « *Je ne sais pas* » si vous ne connaissez pas la réponse.

- | | Jamais | | | | Tout le temps | | Je ne sais pas |
|-------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--|--------------------------|
| | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | | ☐ |
| Comp1 | Je pense être exposé(e) à des nanoparticules dans mon travail. | | | | | | |
| Comp2 | Je pense être exposé(e) à des nanoparticules à mon domicile. | | | | | | |
| Comp3 | Je pense manipuler des nanoparticules dans le cadre de mon travail. | | | | | | |
| Comp4 | Je pense consommer des médicaments ou des compléments alimentaires contenant des nanoparticules. | | | | | | |
| Comp5 | Je pense utiliser des produits d'entretien qui contiennent des nanoparticules. | | | | | | |
| Comp6 | Je pense porter des vêtements qui contiennent des nanoparticules. | | | | | | |
| Comp7 | Je pense utiliser des cosmétiques contenant des nanoparticules. | | | | | | |
| Comp8 | Je pense consommer des aliments contenant des nanoparticules. | | | | | | |

Annexe N. Version française du Perceived Stress Scale 10 (étude 4)

Au cours des cinq derniers mois, à quelle fréquence avez-vous été dérangé(e) par les problèmes suivants ?

	Jamais ☐	Plusieurs Jours ☐	Plus de la moitié du temps ☐	Presque tous les jours ☐
PSS1	Avez-vous été dérangé(e) par un évènement inattendu ?			
PSS2	Vous a-t-il semblé difficile de contrôler les choses importantes de votre vie ?			
PSS3	Vous êtes-vous senti(e) nerveux(se) ou stressé(e) ?			
PSS4	Vous êtes-vous senti(e) confiant(e) à prendre en main vos problèmes personnels ?			
PSS5	Avez-vous senti que les choses allaient comme vous le vouliez ?			
PSS6	Avez-vous pensé que vous ne pouviez pas assumer toutes les choses que vous deviez faire ?			
PSS7	Avez-vous été capable de maîtriser votre énervement ?			
PSS8	Avez-vous senti que vous maîtrisiez la situation ?			
PSS9	Vous êtes-vous senti(e) irrité(e) parce que les événements échappaient à votre contrôle ?			
PSS10	Avez-vous trouvé que les difficultés s'accumulaient à un tel point que vous ne pouviez les contrôler ?			

Annexe O. Version française du Patient Health Questionnaire 9 (étude 4)

Au cours des cinq derniers mois, à quelle fréquence avez-vous été dérangé(e) par les problèmes suivants ?

	Jamais ☐	Plusieurs Jours ☐	Plus de la moitié du temps ☐	Presque tous les jours ☐
PHQ1	Peu d'intérêt ou de plaisir à faire les choses.			
PHQ2	Se sentir triste, déprimé(e) ou désespéré(e).			
PHQ3	Avoir des difficultés à s'endormir ou à rester endormi(e), ou dormir trop.			
PHQ4	Se sentir fatigué(e) ou manquer d'énergie.			
PHQ5	Peu d'appétit ou manger trop.			
PHQ6	Avoir une mauvaise opinion de vous-même, ou vous pensez que vous êtes un(e) perdant(e) ou vous n'avez pas satisfait vos propres attentes ou celles de votre famille.			
PHQ7	Avoir des difficultés à se concentrer sur des choses telles que lire son journal ou regarder la télévision.			
PHQ8	Vous bougez ou vous parlez si lentement que les autres auraient pu le remarquer ou au contraire, être si agité(e) que vous bougez plus que d'habitude.			
PHQ9	Vous pensez que vous seriez mieux morte(e) ou vous pensez à vous blesser d'une façon ou d'une autre.			

Annexe P. Version française du Generalized Anxiety Disorder 7 (étude 4)

Au cours des cinq derniers mois, à quelle fréquence avez-vous été dérangé(e) par les problèmes suivants ?

Jamais	Plusieurs Jours	Plus de la moitié du temps	Presque tous les jours
☐	☐	☐	☐

-
- | | |
|------|---|
| GAD1 | Un sentiment de nervosité, d'anxiété ou de tension. |
| GAD2 | Une incapacité à arrêter de vous inquiéter ou à contrôler vos inquiétudes. |
| GAD3 | Une inquiétude excessive à propos de différentes choses. |
| GAD4 | Des difficultés à se détendre. |
| GAD5 | Une agitation telle qu'il est difficile de tenir en place. |
| GAD6 | Une tendance à être facilement contrarié(e) ou irritable. |
| GAD7 | Un sentiment d'avoir peur que quelque chose d'épouvantable risquerait de se produire. |
-

Annexe Q. Débriefing, information et contacts utiles

Nous vous remercions d'avoir participé à cette étude. Grâce aux nombreuses participations nous allons essayer de voir si les individus qui ont l'impression d'être exposés à des nanoparticules ont plus de symptômes, de stress ou d'anxiété qui pourraient les déranger.

Aucun diagnostic ne sera fait sur les participations. En revanche, si vous ressentez du mal-être, de la solitude, si vous vous sentez stressé(e), anxieux·se régulièrement : vous pouvez en parler et demander de l'aide auprès d'un professionnel ou d'une professionnelle.

Si c'est le cas pour une personne de votre entourage et que vous vous sentez démuni : vous pouvez être à son écoute, favoriser le dialogue et lui proposer de l'accompagner dans ses démarches de recherche d'aide.

- Annuaire des associations de santé : <http://www.annuaire.aas.com>
- Association française des troubles anxieux : <http://www.afta-anxiete.org>
- Association française de thérapie comportementale et cognitive (adresses de thérapeutes) <http://www.aftcc.org>
- Fédération nationale des associations d'ex-patients en psychiatrie (FNAP Psy) 33, rue Daviel – 75013 PARIS tél.01 43 64 85 42 fnappsy@yahoo.fr <http://fnappsy.org>
- **SOS Dépression**
Cette ligne offre une écoute psychologique ponctuelle et une éventuelle orientation par des professionnels, anonyme et sans jugement, 7j/7 et 24h/24.
08 92 70 12 38 (0.33 cts/min).
- **L'Association France Dépression**
L'Association soutient les personnes dépressives et leur entourage : groupes de parole, permanence téléphonique, conférences, activités conviviales... (Plusieurs associations régionales existent renseignez-vous sur le site web <http://www.france-depression.org>)
Vous pouvez aussi contacter votre médecin généraliste ou votre médecin du travail pour lui parler de votre ressenti.