

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
ET
UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES (UNIVERSITÉ DE PARIS)

LES ASSURANCES À L'ÉPREUVE DES NOUVEAUX RISQUES :
LE CAS DES NANOPARTICULES DE DIOXYDE DE TITANE DANS
L'ALIMENTATION AU CANADA ET EN FRANCE

THÈSE
PRÉSENTÉE
COMME EXIGENCE PARTIELLE DU
DOCTORAT EN SCIENCE, TECHNOLOGIE ET SOCIÉTÉ

PAR
SÉBASTIEN LANCTÔT

DÉCEMBRE 2019

©

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.10-2015). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Je désire dans un premier temps remercier mes directeurs, Pre Soraya BOUDIA et Pr Yves GINGRAS pour leur confiance, leurs savants et inestimables conseils, leur sagacité, leur expertise, leur disponibilité, leur grande patience et leur appui incessant au cours des dernières années. Sans eux, ce projet n'aurait évidemment pu être réalisé. Je tiens par ailleurs à remercier les trois rapporteurs, Pre Bernadette BENSAUDE-VINCENT, M. Michel DUBOIS et Pr Paul SABOURIN d'avoir accepté d'évaluer cette thèse en amont du processus de soutenance. De même, je tiens à remercier les autres membres du jury et membres de mon comité de suivi, Pre Corinne GENDRON et M. Pierre-Benoît JOLY, pour leurs conseils précieux et avisés dans le cadre de la rédaction de cette thèse.

Je remercie également l'Université Paris Descartes, l'Université de Paris, l'équipe administrative, le CERMES3, l'IFRIS, M. BROCHERIOU, l'Université du Québec à Montréal, l'équipe administrative du programme STS, la Fondation de l'Université du Québec à Montréal ainsi que la Faculté des sciences humaines pour leur appui constant. Aussi, je tiens à exprimer ma gratitude à toutes les personnes qui ont, au cours des dernières années, soit même avant que ce projet de thèse ne soit initié, alimenté mes réflexions, m'ont transmis de précieuses informations, m'ont fait part de leurs opinions et de leurs conseils. Je pense particulièrement à plusieurs employés de compagnies d'assurance et de réassurance situées au Canada, aux États-Unis, en France, en Allemagne et en Grande-Bretagne.

Je pense également à plusieurs avocat(e)s en cabinets privés et en contentieux pour des compagnies d'assurance qui, pour des raisons qui leur sont propres, préfèrent demeurer dans l'anonymat. Aussi, je tiens à remercier les membres du CERMES3, dont Pre Laurence SIMMAT-DURAND et M. Jean-Paul GAUDILLIÈRE, et, plus largement,

mes différents collègues de l'Université Paris Descartes et de l'Université du Québec à Montréal. Ce fut un réel plaisir de vous côtoyer et de discuter de différents sujets au cours des dernières années. Merci à toute l'équipe!

Par ailleurs, en marge des sphères académiques et professionnelles, je tiens à remercier les membres de ma famille et plusieurs proches pour leur appui constant et inébranlable. Plus particulièrement, je remercie ma conjointe Anne-Marie et mes deux garçons, Édouard et Henri qui m'ont constamment témoigné leur support, indéfectible, dans un contexte où la conciliation entre la vie personnelle, la thèse et le travail à l'Université n'ont pas toujours été des plus simples. Je vous remercie au plus haut point pour votre affection indéfectible. Sans votre appui inconsideré, la présente entreprise n'aurait pas été possible. J'ai également une pensée pour ma famille élargie et mes amis de longue date qui ont toujours su m'épauler, de façon directe et incidente. Je pense notamment à François, Olivier, Jean-Frédéric, Georges, Hugo, Françoise, le cousin, la cousine, Frank, Christine, Lorraine, Sébastien, Jocelyne, Mario, Robert, Antoine, Gaspard, Pierre, David, Arthur et plusieurs autres... Merci!

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES	viii
LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES .	ix
RÉSUMÉ	xiii
ABSTRACT	xv
 INTRODUCTION	 1
1. Problématique et question de recherche	10
2. L'avènement des nanotechnologies : craintes et promesses .	13
3. Connaissances et incertitudes scientifiques relatives au TiO ₂ .	20
4. Écarts dans le traitement accordé au TiO ₂ en France et au Canada .	24
5. Règlementation du TiO ₂ et protections assurancielles . .	26
6. Méthodologie et revue de littérature	29
7. Plan	40
 PARTIE I RÉGULER DES RISQUES ÉMERGENTS : LE TIO ₂ NANOPARTICULAIRE	 46
 CHAPITRE I. Propriétés du TiO ₂ et responsabilité éventuelle des acteurs du cycle de production	 52
1.1 Clarifications terminologiques	56
1.2. Considérations pouvant affecter l'assurance des nanorisques liés au TiO ₂	66
1.2.1. Le titane	67
1.2.2. Le dioxyde de titane micrométrique et nanométrique .	68
1.3 L'économie du TiO ₂	69
1.4 Filières d'usages et traçabilité du TiO ₂	71
1.5 Propriétés du dioxyde de titane et de l'additif E 171 . .	77

CHAPITRE II.

Risques avérés et anticipés liés aux nanoparticules de dioxyde de titane, particulièrement l'additif E 171	85
2.1 Contexte historique : objets divers, questions similaires	86
2.2 Principales voies d'exposition aux nanoparticules.	91
2.2.1 Voie cutanée	95
2.2.2 Voie oculaire	96
2.2.3 Voie respiratoire	97
2.2.4 Voie digestive	100
2.3 Incertitude, nuisance et risque : vers une nécessaire délimitation de leurs contours	101
2.3.1 Incertitude	104
2.3.2 Nuisance	106
2.3.3 Risque	107
2.4 Risques relatifs à l'additif E 171 et aux nanoparticules de TiO ₂	113
2.5 Gouvernance des risques et le principe de précaution revisités dans le cadre du recours aux nanoparticules	128
2.5.1 Gouvernance des risques	130
2.5.2 Principe de précaution	133

CHAPITRE III.

Politiques relatives aux nanoparticules au Canada et en France	148
3.1 Politiques canadiennes et québécoises relatives à l'utilisation du TiO ₂ et de l'additif E 171 dans l'alimentation	154
3.1.1 Au Canada	154
3.1.2 Au Québec	159
3.2 Politiques françaises et européennes relatives à l'utilisation du TiO ₂ et de l'additif E 171 dans l'alimentation	162
3.2.1 Le contexte général relatif aux nanomatériaux	163
3.2.2 Le contexte spécifique au TiO ₂ et à l'additif alimentaire E 171	169

CHAPITRE IV.

Réglementation du TiO ₂ au Canada et en France	178
4.1 Cadre normatif canadien	180
4.2 Cadre normatif québécois	185
4.3 Cadres normatifs européens et français	188

PARTIE II

LES IMPACTS ASSURANCIELS DES NANOPARTICULES DE TiO ₂	201

CHAPITRE V.

Le risque assurantiel	212
5.1 Caractéristiques essentielles	214
5.1.1 Événement futur et incertain	215
5.1.2 Événement possible	217
5.1.3 Événement dont la réalisation est indépendante de la volonté du preneur/assuré	217
5.1.4 Événement qui n'est pas contraire à l'ordre public	219
5.2 Régulation et contrat d'assurance : principaux caractères	220
5.2.1 L'ordre public relatif et l'ordre public absolu	221
5.2.2 L'uberrimae fidei	222
5.3 Prise en charge du risque par trois acteurs économiques : Assureurs, réassureurs et rétrocessionnaires	223

CHAPITRE VI.

Stratégies de gestion des risques émergents et de gestion des risques que présentent les nanotechnologies/nanoparticules dans le contexte assurantiel	226
6.1 L'institution de l'assurance et la gestion des risques liés au nano	227
6.2 Les nanomatériaux et les classes de risques en assurance	235
6.3 Solvabilité II : Point d'ancrage des activités des assureurs en Europe.	239

CHAPITRE VII.

Impacts des nanoparticules de dioxyde de titane sur l'assurance	244
7.1 Effets concrets des risques émergents sur le processus de tarification.	244
7.2 Assurances de personnes	248
7.2.1 Assurance vie (contrat individuel permanent)	250
7.2.2 Assurance vie (contrat individuel temporaire)	251
7.2.3 Assurance vie (protection collective)	252
7.2.4 Assurance maladie-accident (protection collective)	252
7.3 Responsabilité et assurance	260
7.3.1 Régime de responsabilité civile pertinents dans le cadre du TiO ₂	261
7.3.2 Responsabilité du fait des produits	263
7.3.3 Causes d'exonération	266
7.4 Assurance responsabilité	268
7.4.1 Principe de la compensation	268
7.4.2 Impacts potentiels au niveau des éventuels indemnités à verser	270
7.4.3 Rappel de produits	270
7.4.4 Recours en responsabilité pour le préjudice (product liability)	274
7.4.5 Obligation de défendre et les impacts financiers potentiels	278
7.4.6 Équilibre de la mutualité et outils à la disposition des assureurs	279
7.5 Déclaration de risque au cœur de la prise en charge des nanorisques	281
7.5.1 Déclaration initiale de risque	281
7.5.2 Déclaration d'aggravation en assurance de dommages	289
7.5.3 Les clauses d'exclusion	294
CONCLUSION	300
BIBLIOGRAPHIE	313

LISTE DES FIGURES ET SCHÉMAS

<i>Figure</i>	<i>Page</i>
Figure 1.1. Échelle des dimensions : du visible à l'invisible	55
Figure 1.2. Lignée nanomatériaux-nanoparticules de dioxyde de titane dans l'alimentation	64
Figure 1.3. Les « nano-carriers »	66
Figure 2.1. Les voies d'exposition	93
Figure 6.1. Transmission d'informations relatives aux nanotechnologies et implication des assureurs	237
Figure 6.2. Système de classification du réassureur Munich Re en ce qui a trait aux produits nanos	242
Figure 7.1. Branches en assurances de personnes	249
<i>Schémas</i>	
Schéma 2.1. Effets potentiels des nanos objets inhalés	98
Schéma 2.2. Effets potentiels de l'exposition, via différentes voies, à des nanoparticules	121

LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

A.C. Appeal Cases

ADI Acceptable dose ingested

ADN Acide désoxyribonucléique

AFSSET Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail

al. Alinéa(s)

AMF Autorité des marchés financiers

Am. J.L. Med. American Journal of Law and Medicine

ANSES Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

ARN Acide ribonucléique

art. Article(s)

Ass. Revue Assurances

B.R. Cour du Banc du Roi (de la Reine)

c. chapitre des recueils de lois

c. contre

C.A. Cour d'appel

C. assur. *Code des assurances* (France)

C.c.B.C. *Code civil du Bas Canada*

C.c. fr. Code civil français

C.C.L.I. Canadian Cases Law of Insurance

C.C.L.T. Canadian Cases on the Law of Torts

C.c.Q. *Code civil du Québec*

C.c.r. *Code criminel*

C.d.c.s.f. *Code de déontologie de la Chambre de la sécurité financière*

C.d.r.a.d. *Code de déontologie des représentants en assurance de dommages*

C. de D. Cahiers de droit

C.F. Cour fédérale
Cf. Confer
C.F.P.B.Q. Cours de la formation permanente du Barreau du Québec
CIRC Centre international de recherche sur le cancer
C.Q. Cour du Québec
C.S. Cour supérieure
C.S.C. Cour suprême du Canada
CSRSEN/SCENIHR Comité scientifique des risques sanitaires émergents et nouveaux
dir. Directeur(s)
DJA Dose journalière acceptable
EFSA l'agence européenne de sécurité des aliments
E171 Additif alimentaire contenant du TiO₂
E551 Additif alimentaire contenant du SiO₂
FDA Food and drug administration
G.O. Gazette officielle du Québec
IBD inflammatory bowel diseases
INCO Information des consommateurs sur les denrées alimentaires
I.L.R. Insurance Law Reporter
J.E. Jurisprudence expresse
L.a. (anc.) *Loi des assurances* (antérieure au 20 oct. 1976)
L.a. *Loi sur les assurances*
L.as. *Loi sur les assureurs*
L.a.a. *Loi sur l'assurance automobile*
L.d.p.s.f. *Loi sur la distribution de produits et services financiers*
LNE L'agence nationale de métrologie et d'essais
L.P.C. *Loi sur la protection du consommateur*
Lloyd's Rep. Lloyd's Reports
L.Q. Lois du Québec

L.R.C. Lois révisées du Canada (1985)
L.R.Q. Lois refondues du Québec
MICI Maladies inflammatoires chroniques de l'intestin
NBIC Nanotechnologies, Biotechnologies, Information, Cognition
NIH National institute of health
NIOSH National institute for occupational safety and health
Nm Nanomètre
NPs Nanoparticules
OECD Organisation for economic co-operation and development
OMS Organisation mondiale de la santé
ONG Organisation non gouvernementale
PEN Project on Emerging Nanotechnologies
R.A. Règlement d'application de la Loi sur les assurances
R.C.S. Recueil de la Cour suprême du Canada
R. du B. Revue du Barreau
R. du B. can. Revue du Barreau canadien
R. du D. Revue du Droit
R. du N. Revue du Notariat
R.D. McGill Revue de Droit de l'Université McGill
R.G.A.T. Revue générale des assurances terrestres
R.J.Q. Recueil de jurisprudence du Québec
R.J.T. Revue juridique Thémis
R.R.A. Recueil responsabilité et assurance
RTFT Rio Tinto, Fer et Titane
S.C. Statuts du Canada
S.C. Supreme Court
SEIN Social and ethical interactions of nanotechnology
SiO₂ Dioxyde de silice
S.R.C. Statuts révisés du Canada

S.R.Q. Statuts révisés du Québec

Ti Titane

TiO₂ Dioxyde de titane

UV Ultraviolets

VME Valeur moyenne d'exposition

VTR Valeur toxicologique de référence

WMD World mining data

RÉSUMÉ

Titre : Les assurances à l'épreuve des nouveaux risques : le cas des nanoparticules de dioxyde de titane dans l'alimentation au Canada et en France

Résumé : Cette thèse vise à déterminer si le domaine des assurances est affecté - et, le cas échéant, dans quelle mesure - par l'utilisation des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO₂) dans l'alimentation au Canada et en France. Plus précisément, l'utilisation du TiO₂ ou de l'additif alimentaire E 171 a-t-elle pour effet d'entraîner une nouvelle modélisation de l'assurance, l'établissement de nouvelles classes de risques et une approche novatrice des assureurs quant à l'évaluation des risques, et ce, en raison des risques (pour l'instant incertains) quant à la sécurité sanitaire pour l'être humain et, ainsi, en raison de l'absence de données statistiques et de l'absence d'une sinistralité antérieure, caractéristiques des risques émergents? Les nanoparticules de dioxyde de titane, utilisées pour différentes propriétés dans différents secteurs, dont le secteur agroalimentaire, mobilisent divers acteurs (associations citoyennes, association de producteurs, etc.). Récemment, plusieurs questions ont été soulevées quant aux aspects sanitaires liés à l'utilisation du TiO₂ nanoparticulaire dans l'alimentation dans un contexte où les règles encadrant cette utilisation sont, au Québec et au Canada, assez timides alors que l'arsenal législatif de la France, à ce jour plus développé mais tout de même évasif, sera vraisemblablement sous peu bonifié. Le débat entourant le TiO₂ s'articule autour de plusieurs questions quant aux risques sanitaires, politiques, industriels et économiques. Dans l'éventualité de la matérialisation de certains risques, plusieurs interrogations sont soulevées quant aux impacts sur la santé et quant à la responsabilité que l'utilisation du TiO₂ nanoparticulaire est susceptible d'entraîner. Les assureurs et les réassureurs sont interpellés par le sujet du nano qui s'inscrit en marge des risques traditionnels, mais dans la continuelle étude des aléas, anciens et nouveaux. Nous examinons les protections d'assurance de personnes et les impacts que les nanoparticules de TiO₂ sont susceptibles d'avoir sur le processus de souscription et sur d'éventuelles réclamations. Nous abordons également les protections d'assurance responsabilité dans le cadre desquelles sont étudiées les questions relatives au rappel de produit et au préjudice pouvant être causé par certains produits à des tiers. Les éventuelles poursuites judiciaires (et les frais liés à la défense et, aussi, à d'éventuelles déclarations de responsabilité) préoccupent au plus haut point certaines entreprises qui négocient, matériellement, avec les produits du nano et les assureurs de celles-ci. On recourra possiblement de plus en plus à l'expression « nano réclamations » alors que des conflits migreront vers la voie litigieuse et vers l'arène judiciaire au cours des

prochains mois, des prochaines années. Car le fait qu'un nombre grandissant d'employés et de consommateurs puissent entrer en contact, direct ou incident, avec différents nanomatériaux pourra se traduire par un plus grand nombre de personnes qui désireront potentiellement obtenir une prestation (assurance de personnes) ou une réparation (assurances responsabilité) à la suite d'un préjudice allégué. Nous analysons la façon dont ces risques émergents sont appréhendés par l'industrie de l'assurance et les modalités contractuelles particulières applicables, le cas échéant.

Mots clefs: Assurance, assurance de dommages, assurances de personnes, risque, sélection des risques, tarification, risque sanitaire, alimentation, dioxyde de titane, TiO₂, E 171, nanoparticules, gouvernance, principe de précaution.

ABSTRACT

Title: Insurance and new risks: titanium dioxide nanoparticles in food in Canada and France

Abstract: This thesis aims to determine whether emerging risks, namely the use of titanium dioxide (TiO₂) nanoparticles in food in Canada and France, may lead to a new modeling of insurance, the establishment of new risks classes and new approaches by insurers in terms of risk assessment, due to the absence of statistical data and the absence of prior claims, characteristic of new risks. Titanium dioxide nanoparticles, used for different properties in different sectors, including the agro-food sector, mobilize various actors (associations of citizens, Manufacturers/producers associations, etc.). Over the past few years, many questions have been raised about the health aspects related to the use of the TiO₂ in food. The regulations in Quebec and Canada governing the use of titanium dioxide nanoparticles are rather shy compared to the legislative arsenal of France which, though limited, is more comprehensive than its Canadian counterpart. In addition, it will apparently be enhanced shortly. The debate surrounding the TiO₂ is articulated around several questions as to the health, political, industrial and economic risks. In the event of the materialization of these risks, many questions are raised with respect the health impacts and the liability that the use of TiO₂ nanoparticles is likely to cause.

We focus our attention on the impacts (of using titanium dioxide and additive E 171 in food) on the assessment of insurance risks and the insurers capacity to adapt to emerging risks. We examine the insurance of persons protections and the impacts that TiO₂ nanoparticles are likely to have on possible claims. We also look at the liability insurance protections where issues of product recall and the harm that may be caused by certain products to third parties are addressed. Possible legal proceedings (and expenses related to the defense and, also, possible liability) are of the utmost concern to certain companies - who are negotiating with nano products - and, ultimately, the insurance companies. "Nanoclaims" are likely to be increasingly present as conflicts move into the litigation route in the upcoming months and years. The fact that increasing numbers of employees and consumers might come into direct or incidental contact with nanomaterials may result in more people potentially seeking compensation (insurance of persons) or damages for alleged harm (liability insurance). Ultimately, we analyze how these emerging risks are viewed by the insurance industry and the specific contractual terms and conditions applicable, if any.

Keywords: Insurance, damage insurance, insurance of persons, risk, risk assessment, pricing, food, titanium dioxide, TiO₂, E 171, nanoparticles, governance, precautionary principle.

INTRODUCTION

Au mois d'août 2017, le magazine français *60 millions de consommateurs* révélait, à la suite d'analyses effectuées sur dix-huit produits alimentaires sucrés (bonbons, gâteaux, etc.), que tous les échantillons testés contenaient des nanoparticules de dioxyde de titane (ci-après « TiO₂ ») sans que la mention « nano » n'apparaisse sur l'étiquette, en contravention directe des prescriptions du cadre normatif français et européen.¹ Cette annonce, qui s'inscrivait dans le sillon d'autres études et recensements² et du contexte effervescent du recours aux nanoparticules dans l'alimentation, a laissé plusieurs consommateurs perplexes. Dans un premier temps, l'importante présence des nanoparticules dans les aliments (dans le cadre de l'analyse de cet échantillon, mais visant celui-ci en entier) a suscité des craintes et alimenté les rumeurs quant à l'éventuelle toxicité de ces particules. Dans un deuxième temps, l'absence de la mention « nano » a soulevé des interrogations quant au non-respect de la réglementation relative à l'étiquetage et de la conformité des pratiques aux prescriptions réglementaires. A également été soulevée la question de l'iniquité au niveau informationnel en raison de l'imparfaite communication entre les producteurs/distributeurs et les consommateurs.

¹ 60 millions de consommateurs. *Des nanoparticules cachées dans nos assiettes*. 24 août 2017. Disponible à l'adresse : <http://www.60millions-mag.com/2017/08/24/des-nanoparticules-cachees-dans-nos-assiettes-11318>.

² Voir par exemple la campagne « Stop aux nanos » initiée en juin 2016 par l'Association de mobilisation citoyenne nationale en faveur de l'environnement *Agir pour l'environnement*. Les résultats d'une étude démontraient que les analyses effectuées sur 4 échantillons testés (biscuits, guacamole, gomme à mâcher et blanquette de veau) confirmaient la présence nanoparticules : <https://www.agirpourenvironnement.org/communiqués-presse/enquete-exclusive-des-analyses-revelent-la-presence-de-nanoparticules-dans-3980>. Voir également les recensements effectués par Open food facts : <https://fr.openfoodfacts.org/additif/e171-oxyde-de-titane/2>.

Pourtant, les producteurs sont responsables de la transmission à leurs clients de l'information quant à la présence de nanoparticules de dioxyde de titane, mais la théorie et l'application de la loi sont confrontées aux écueils inhérents à la pratique, car pour transmettre une information, encore faut-il la connaître. Et en ce sens, la traçabilité du dioxyde de titane devrait être assurée par les différents acteurs qui interviennent au sein de la chaîne d'approvisionnement, du cycle de production, le tout en respect du cadre normatif actuellement en place³. Or, la présence, au sein de cette chaîne d'approvisionnement, de plusieurs acteurs, comme les fournisseurs de matières premières, les producteurs de certains produits ou ingrédients qui seront ultimement intégrés au produit final, les distributeurs et les commerçants implique, dans ce cas-ci, un réseau communicationnel à interlocuteurs multiples. En raison de différentes conjonctures (par exemple le défaut d'un des maillons de cette chaîne qui compromet ainsi l'efficacité de la courroie de transmission), certains acteurs et, conséquemment, le dernier maillon, le producteur du produit final, peuvent totalement ignorer la présence de nanoparticules. Ainsi, la traçabilité dite B2B (business to business) étant défailante, les pouvoirs publics ne peuvent, en dépit d'un cadre normatif en vigueur, assurer un étiquetage conforme à l'endroit des consommateurs, dite B2C (business to consumers).

En ce qui a trait aux visées théoriques de l'encadrement de l'utilisation du dioxyde de titane dans l'alimentation, tout comme les règles relatives à l'étiquetage que nous évoquions, leur matérialisation a été, à ce jour, très fragmentaire, nourrissant également les soupçons et les inquiétudes des consommateurs. La référence à l'alimentation, suivant une acception large, est dans ce contexte préférable à celle relative aux aliments

³ Règlement (UE) n°1169/2011 du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2011 concernant l'information des consommateurs sur les denrées alimentaires, modifiant les règlements (CE) n°1924/2006 et (CE) n°1925/2006 du Parlement européen et du Conseil et abrogeant la directive 87/250/CEE de la Commission, la directive 90/496/CEE du Conseil, la directive 1999/10/CE de la Commission, la directive 2000/13/CE du Parlement européen et du Conseil, les directives 2002/67/CE et 2008/5/CE de la Commission et le règlement (CE) n°608/2004 de la Commission.

à proprement parler, car les nanoparticules sont certes susceptibles d'être intégrées dans les aliments (additifs⁴ volontairement utilisés, dont l'additif E 171 qui retient notre attention en raison du fait qu'il contient des nanoparticules de TiO₂), mais risquent également d'être ingérées par les consommateurs en raison de leur présence dans certains produits qui peuvent être en contact avec la bouche, comme certains emballages⁵ (voir également certains produits d'hygiène, comme le dentifrice⁶), ou qui sont en contact direct avec les aliments et qu'on utilise notamment pour bloquer l'air, les rayons UV et certains microbes.⁷

Dans le secteur agroalimentaire, les inquiétudes liées à la sécurité sanitaire existent depuis longtemps, mais l'avènement des nanotechnologies constitue une révolution⁸ invisible qui mobilise aujourd'hui de nombreux acteurs (citoyens, organisations diverses, institutions publiques, élus)⁹ et différents champs, dont la sociologie des risques, l'ingénierie et la médecine. Ces inquiétudes s'inscrivent d'ailleurs dans une séquence, plusieurs événements des dernières décennies, dont le cas de la vache folle

⁴ BROWAEYS, D., PERRIER, J.-J. *Trois ans de dialogue des parties prenantes sur les nanotechnologies. Des repères partagés sur les sujets complexes ou polémiques*, Toxicité et écotoxicité, Forum Nanoresp, 2017, p. 37.

⁵ SOUAD, G. *Nanotechnologies et emballages alimentaires : enjeux acteurs et impacts*. Mémoire de maîtrise : science de l'environnement. Université du Québec à Montréal, 2017, p. 81.

⁶ Voir à ce sujet : Agir pour l'environnement. *Rapport d'enquête sur la présence de dioxyde de titane dans les dentifrices*, 28 mars 2019. Disponible à l'adresse : www.agirpourenvironnement.org; AGIR POUR L'ENVIRONNEMENT. *Stop au dioxyde de titane dans les dentifrices*. Disponible à l'adresse : www.dentifrice.infoconso.org (consulté le 11 août 2019). Cette étude révèle notamment que sur 408 dentifrices testés, 271 (dont 25 bios) contiennent du dioxyde de titane.

⁷ BROWAEYS, D., PERRIER, J.-J. *Trois ans de dialogue des parties prenantes sur les nanotechnologies. Des repères partagés sur les sujets complexes ou polémiques*, Toxicité et écotoxicité, Forum Nanoresp, 2017, p. 37.

⁸ BENSUAUDE-VINCENT, B. « Nanotechnologies : une révolution annoncée », *Études*, 2009/12 (Tome 411), p. 605-616. Disponible à l'adresse : <https://www.cairn.info/revue-etudes-2009-12-page-605.htm>: « [c]ar chaque nouvelle technologie se présente au public comme la énième révolution industrielle », p. 605.

⁹ Diverses consultations citoyennes, notamment en 2006, 2007, 2009 et 2010; Association Force Ouvrière Consommateurs; Vivagora; Avicenn; Agir pour l'environnement; Conseil National de la Consommation; Agence Nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail; Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail; etc.

et les OGM¹⁰, ayant notamment soulevé des appréhensions similaires à celles que suscite l'utilisation des nanoparticules alimentaires. Quoique cette utilisation soit croissante, l'existence de certaines de ces particules n'est pas nouvelle, des nanoparticules étant naturellement présentes par exemple dans le sable fin et dans certaines émanations telles que des feux de forêt et des éruptions volcaniques. En fait, les êtres humains jouissent depuis très longtemps des différentes propriétés qu'ont ces particules à cette échelle, lesquelles confèrent « [...] des caractéristiques uniques à certains objets comme des vitraux médiévaux et des sabres de Damas au tranchant redoutable »¹¹.

Déjà, il y a plus de 4500 ans, les humains utilisaient, sans le savoir, des nanofibres afin de renforcer la céramique¹². Les nanoparticules *Egyptian blue* tout comme les nanoparticules de cuivre (à titre de pigment dans les tesselles de mosaïques et différents objets de verre) étaient également utilisées en Égypte ancienne¹³ (comme des nanoparticules de plomb et poudres minérales dans des produits cosmétiques, notamment à titre de pigment pour teindre les cheveux)¹⁴, en Mésopotamie, en Grèce

¹⁰ BENOIT BROWAEYS, D. *Des inconnus dans nos assiettes : Après la vache folle, les aliments transgéniques*. Castells Raymond. 1998. BENOIT BROWAEYS, D., *Le Meilleur des nanomondes*, Buchet Chastel. 2009.

¹¹ Extrait de l'inauguration disponible à l'adresse : <http://www.prima.ca/fr/inauguration-lexposition-nanotechnologies-linvisible-revolution>. REIBOLD, M., PAUFLER, P., LEVIN, A.A. et al. Carbon nanotubes in an ancient Damascus sabre », *Nature* 444, 286 (2006); COLOMBAN, P., Nanoparticules et couleur, une tradition millénaire, *Photoniques, Hors-série* no 1. Disponible à l'adresse : www.photoniques.com; COLOMBAN, P., Nano-optique, céramiques et verres nano-structurés, des pratiques millénaires, dans *Regards croisés : quand les sciences archéologiques rencontrent l'innovation* (BALASSE, M. et DILLMAN, P., dir), Éditions des archives contemporaines, 2017.

¹² HEILIGTAG, F. J., NIEDERBERGER, M. The Fascinating world of nanoparticle research, *Materials Today*, Vol. 16, Numbers 7/8. July/August 2013, 262–271; COLOMBAN, P., GOUADEC, G. The ideal ceramic fiber / oxide matrix composite: How to conciliate antagonist physical and chemical requirements? *Ann. Chim. Sci. Mater.* 30 (2005) 673.

¹³ WALTER, P., WELCOMME, E., HALLÉGOT P., et al. Early use of PbS nanotechnology for an ancient hair dyeing formula, *Nano Lett.* 2006 Oct; 6(10):2215-9; COLOMBAN, P., Nanoparticules et couleur, une tradition millénaire, *Photoniques, Hors-série* no 1. Disponible à l'adresse : www.photoniques.com.

¹⁴ BUZEA, C., PACHECO, I.I., ROBBIE, K. Nanomaterials and nanoparticles: Sources and toxicity. *Biointerphases*, 2007 vol. 2, no 4, p. 17-71, p. 36.

et dans l'Empire romain¹⁵. Mais les recensions effectuées au cours des dernières années, comme celles du *Wilson center*¹⁶ ou d'*Open fact foods*¹⁷, témoignent du nombre grandissant de produits qui contiennent des nanoparticules, notamment du TiO₂.

La question – qui anime vivement les passions – de l'éventuelle nocuité, pour l'être humain, des nanoparticules de dioxyde de titane et de l'additif E 171 et de leur utilisation dans l'alimentation, a pour effet de diviser les acteurs. En France où, depuis plusieurs années, le développement des nanotechnologies est confronté « à une zone de turbulence »¹⁸, des regroupements et associations de citoyens sonnent l'alarme quant aux risques sanitaires des nanomatériaux. C'est en 2008 que fut publié le rapport de *Friends of the Earth* « Out of the laboratory and on to our plates : Nanotechnology in food and agriculture » qui faisait état de la présence de nanomatériaux dans les aliments et l'emballage. En 2016 s'organisa une mobilisation, lors de la campagne « Stop aux nanos » de l'Association de mobilisation citoyenne nationale en faveur de l'environnement *Agir pour l'environnement*. La même année, une demande était formulée au *Laboratoire National de Métrologie et d'Essais* (LNE) afin de procéder à une analyse¹⁹ dans le but de démontrer la présence de nanoparticules de dioxyde de titane dans quatre produits de consommation alimentaires.

¹⁵ JOHNSON-MCDANIEL, D., BARRETT C.A., SHARAFI A., *et al.* Nanoscience of an ancient pigment, *J Am Chem Soc.* 2013 Feb 6; 135(5):1677-9.

¹⁶ New Nanotechnology Consumer Products Inventory. Disponible à l'adresse: <https://www.wilsoncenter.org>; Nanowerk : Nanotechnology News. Disponible à l'adresse: <http://www.nanowerk.com>.

¹⁷ Disponible à l'adresse : <https://fr.openfoodfacts.org/additif/e171-oxyde-de-titane/2>.

¹⁸ LACOUR, S. Nanotechnologies: Regulating the Uncertainty. *Droit et Société*, 2011, 78, 429-446, p. 430.

¹⁹ LABORATOIRES NATIONAL DE MÉTROLOGIE ET D'ESSAIS (LNE). Rapport d'essai sur l'Extraction de nanoparticules de produits alimentaires et mesures de leurs propriétés dimensionnelles. 2016, 26 pages.

On retrouve par ailleurs des fabricants/distributeurs de produits et des associations de producteurs (comme l'Association des producteurs de dioxyde de titane) qui vantent le TiO₂ et soulignent l'absence de connaissances scientifiques quant à une corrélation entre le TiO₂ et des problèmes de santé chez l'être humain, revendiquant l'innocuité des nanoparticules de dioxyde de titane.

Les nanoparticules, dont le TiO₂ nanoparticulaire, soulèvent la question, comme plusieurs événements et technologies nouvelles, des risques émergents et de l'identification de leurs effets. Et si ces risques émergents mobilisent plusieurs sphères, il en est une, celle des assurances, qui s'en trouve souvent affectée, particulièrement dans le cadre de réclamations en assurances de personnes et de recours en responsabilité civile.

Pour les assureurs, les nanotechnologies, tout comme les cyber risques et d'autres risques émergents, préoccupent et sollicitent une attention et un monitoring soutenu. En effet, le débat entourant l'utilisation du TiO₂ s'articule autour de plusieurs questions quant aux risques sanitaires, politiques, industriels et économiques. L'exposition à ces nanoparticules pose-t-elle de réels risques? L'ingestion de ces particules peut-elle avoir des impacts sur la santé humaine? Des produits contenant de telles particules peuvent-ils causer un préjudice aux consommateurs? etc. Dans l'éventualité de la matérialisation des risques anticipés, plusieurs interrogations sont soulevées quant aux impacts sur la santé et quant à la responsabilité que l'utilisation du TiO₂ ou de l'additif E 171 est susceptible d'entraîner et d'importants acteurs économiques, dont les assureurs et les réassureurs, sont préoccupés par ces questions et sont interpellés, surtout depuis les dernières années, par le sujet du nano qui s'inscrit en marge des risques traditionnels qu'ils assument, mais dans la continuelle étude des aléas, anciens et nouveaux.

Les expressions *nouveaux risques* et *risques émergents*, très utilisées, marquent l'imaginaire et recourent un très large spectre d'événements et d'objets. Or, si l'expression « risques émergents » en est déjà une aux contours fuyants, elle est également, dans le contexte assurantiel, des plus sibyllines, à telle enseigne que des précisions s'imposent souvent afin de bien délimiter l'aléa *per se*, en amont du processus contractuel menant à sa prise en charge. En février 2018, la Fédération Française de l'Assurance (FFA) mentionnait, à la suite des « résultats d'un sondage mené auprès des directeurs des risques des principales sociétés d'assurance et de réassurance en France [...] que [l]es risques émergents identifiés se répartissent en six catégories : économiques, environnementaux, politiques, sociétaux, technologiques et règlementaires »²⁰. La FFA précise que les nouvelles technologies se situent au 4^e rang des « top risques » pour 2022, en compagnie, notamment, du cyber risque et du changement climatique. Les risques émergents constituent, selon l'assureur Axa,

« des risques qui se développent ou évoluent et qui sont généralement caractérisés par une forte incertitude [...] qui provient en partie du manque de données historiques qui les caractérisent, mais aussi de changements scientifiques, technologiques, sociopolitiques ou de régulations susceptibles de créer des discontinuités dans l'évolution de ces risques »²¹.

Au cours des dernières années, la cartographie des risques a été l'objet de très importantes reconfigurations²² et l'émergence de ces *risques nouveaux* n'est pas l'apanage des décennies éteintes. Des risques *inédits* apparaissent et s'exacerbent continuellement.

²⁰ FÉDÉRATION FRANÇAISE DE L'ASSURANCES. *Premier baromètre des risques émergents pour l'assurance*. Disponible à l'adresse : www.ffa-assurance.fr/content/premier-barometre-des-risques-emergents-pour-assurance-0 (consulté le 21 juillet 2018).

²¹ AXA. *Risques émergents* [en ligne]. [Consulté le 14 juillet 2018]. Disponible à l'adresse : <https://www.axa.com/fr/a-propos-d-axa/risques-emergents>.

²² CHATEAURAYNAUD, F., DEBAZ, J. *Aux bords de l'irréversible. Sociologie pragmatique des transformations*, Éditions PETRA, 2017.

Mais si le concept de nouveau risque est souvent évoqué, la question de son existence, dans la perspective de l'assurance, se pose avec acuité. Par exemple, si les causes des incendies, pour ne considérer ici que ce risque, se sont multipliées, le risque demeure quant à lui inchangé : soit celui de l'incendie. Qu'il soit causé par une lampe à l'huile défectueuse, un article de fumeur, le mauvais fonctionnement d'un appareil électrique ou une défectuosité d'un dispositif électronique, il s'agit toujours du risque qu'un ou plusieurs biens soient détruits par le feu. Ainsi, la question se pose. Y a-t-il réellement des risques nouveaux en assurance?

Les traits pragmatiques des assureurs et des réassureurs commandent plutôt une formule modulée. De nouvelles situations sont susceptibles de causer un préjudice aux assurés, mais, pour les assureurs, il s'agit concrètement d'une « évolution » des risques qui existent déjà, d'une prolifération des causes potentielles de sinistres, de la réalisation de risques qui sont quant à eux assez constants, comme l'incendie, l'inondation, le vol, etc. Les dernières années offrent une myriade d'exemples comme la robotique, les champs électromagnétiques, les risques *cyber*, les nouvelles molécules (artificielles ou de synthèses²³), les biotechnologies et les nanotechnologies.²⁴ En fait, rares sont les secteurs d'activités qui ont esquivé le vaste déploiement ou l'amplification des aléas. Mais, dans chaque cas, ce déploiement (entendons cet accroissement de situations aléatoires) commande-t-il, pour les assureurs et les réassureurs, l'établissement de nouvelles classes de risques? Par exemple, l'interruption des affaires d'une compagnie peut être causée par un incendie, une inondation ou une cyber attaque. Mais dans les trois cas, c'est le risque *business interruption* qui est couvert (sans évoquer, bien entendu, les dommages aux biens dont

²³ OSTIGUY, C., ROBERGE, B., WOODS, C., *et al.* Les nanoparticules de synthèse – Connaissances actuelles sur les risques et les mesures de prévention en SST, *Études et recherches / Rapport R-646*, 2010. Montréal, IRSST.

²⁴ WANG, S.Z., KARPINSKI, E.A., Nanoparticules fabriquées : Aspects liés à la santé et à la sécurité, *Emploi et développement social*, 1er août, 2016. Canada ; OCDE. *Les risques émergents au XXI^e siècle : Vers un programme d'action*, 2003.

la nature peut, quant à elle, varier). La cause, une cyber attaque, est une nouvelle réalité, mais le risque, l'interruption d'affaires – et l'indemnité que sa réalisation commandera possiblement – n'est pas en soi nouveau. Un risque émergent constitue ni plus ni moins l'expression inédite, la cause nouvelle d'un événement alors que la conséquence du sinistre en question s'arrimera généralement aux catégories traditionnelles d'assurance (nature du dommage). Convenons toutefois que certains risques, en raison de l'immense déploiement potentiel de leurs effets, sont effectivement grandement affectés, comme les risques liés à la sécurité informatique ou aux nanoparticules. En ce sens, constituait un risque émergent celui posé par l'aéronautique, par les technologies aérospatiales, par les premières missions sidérales alors que, somme toute, un préjudice aux personnes (équipage et tiers au sol) était susceptible de survenir, de même qu'un préjudice aux biens ou la responsabilité éventuelle qui relève aussi de l'assurance de dommages.

La difficulté (qui n'est évidemment pas insurmontable et qui participe au contraire à l'opération usuelle de l'assurance, car, pour tout risque pris en charge par un assureur, il y a eu ou il y aura une première matérialisation) réside surtout dans l'évaluation probabiliste, l'assurance étant basée sur le risque, entendu ici comme étant la potentialité de réalisation d'un événement futur en fonction de la sinistralité antérieure, inexistante dans le cas des *nouveaux risques*, des *risques émergents*, du moins pour leur première occurrence. C'est donc au foisonnement des causes de la réalisation des risques en assurances que les risques émergents contribuent plus directement. Et c'est dans cette perspective d'évaluation du risque qu'il faut surtout envisager les nouveaux risques.²⁵ Et les divers domaines de l'assurance constituent des terrains fertiles où les causes – potentielles – prolifèrent rapidement. Toutefois, comme l'utilisation de cette nomenclature de *risques nouveaux ou émergents* est très répandue et peut se justifier à

²⁵ KULLMANN, J., La Responsabilité civile est-elle encore assurable? *Revue d'économie financière*, 2017/2 (No 126, p. 183-198.

travers le prisme de la déclaration initiale de risque et du canevas des polices d'assurance, qui ont d'ailleurs des noms sur mesure, des polices *custom made* dans certains cas, notamment pour le cyberrisque et qui prévoient des modalités particulières pour ces risques, nous référons effectivement, dans le cadre des nanoparticules, aux *risques émergents*.

Mais, concrètement, quels sont et quels seront les impacts du TiO₂ nanoparticulaire sur le comportement des assureurs et des réassureurs et, en définitive, sur les protections d'assurance?

1

Problématique et question de recherche

Lorsqu'on s'attarde aux risques émergents, suivant une acception large de l'expression, on entre dans un vaste terrain sur lequel les assureurs sont continuellement à pied d'œuvre afin de développer des produits qui épousent le spectre du risque dans son ensemble. De quelle façon ces acteurs évaluent-ils le risque? Leur paradigme d'évaluation sont-ils revisités en fonction de l'émergence des nouvelles situations que nous évoquions ?

Notre sujet a pour point d'ancrage notre expérience de près de quinze ans en droit des assurances, des discussions avec collègues, avocats, représentants en assurance et directeurs de différents secteurs de compagnies d'assurance et de réassurance au cours des dernières années, et ce, dans le cadre de travaux relatifs à la notion de risque et, plus spécifiquement, du risque assurantiel. Cette expérience nous a permis d'examiner le cadre processuel inhérent à la souscription de protections d'assurance, surtout à travers le prisme juridique, d'étudier la validité des critères de distinction, d'exclusion et de préférences utilisés par les assureurs et d'analyser le traitement réservé à certaines réclamations. Aussi, sinon surtout, nous avons examiné l'approche des assureurs et des

réassureurs, particulièrement dans le contexte des risques courants.

La sélection du sujet relatif à l'étude de la prise en charge par les assureurs et réassureurs des risques liés aux nanoparticules et, plus précisément, aux nanodioxyde de titane fut pratiquement fortuite. Quoique notre expérience à titre d'*assurancialiste* nous ait permis d'amorcer des réflexions portant sur la prise en charge de risques émergents, nous n'étions que très peu familiers avec le sujet du nano. Nous avons toutefois rapidement réalisé qu'il s'agissait d'un sujet d'intérêt théorique et pratique, d'une actualité indéniable et qui ne bénéficiait que d'un traitement analytique fragmentaire et préliminaire, dans le contexte de l'assurance.

Par ailleurs, étant père de deux jeunes enfants, les préoccupations liées à la consommation de produits et d'aliments (dont certains spécifiquement destinés aux enfants) pouvant contenir des nanoparticules, particulièrement du TiO₂ et des additifs en contenant, étaient déjà, à l'amorce de ce projet de thèse, grandissantes. Les dernières années, ponctuées par la publication de différentes études et par la commercialisation, au Canada et en France, d'une panoplie de produits contenant du TiO₂/additif alimentaire E 171, conjugué à nos travaux, lectures et discussions ont énormément nourri cet intérêt et alimenté nos analyses.

C'est à la croisée du nanomonde et de la sphère assurancielle que s'inscrit notre thèse qui vise à déterminer si les risques émergents, nommément l'utilisation du TiO₂ et de l'additif alimentaire E 171 dans l'alimentation au Canada et en France, ont pour effet d'entraîner une nouvelle modélisation de l'assurance, l'établissement de nouvelles classes de risques et une approche novatrice des assureurs quant à l'évaluation des risques, et ce, en raison de l'absence de données statistiques et de l'absence d'une sinistralité antérieure. Les assureurs utilisent-ils plutôt des approches traditionnelles en prenant soin de moduler, tout en respectant les règles relatives à la discrimination, suivant leurs propres critères de distinction, d'exclusion ou de préférence, la prise en

charge des aléas (ou, pour plus de précision, des conséquences économiques de leur matérialisation)? Le TiO₂ utilisé dans l'alimentation affecte-t-il ou affectera-t-il l'étape de la déclaration initiale de risque, l'évaluation du risque, le processus de souscription, la prise en charge de risques par les assureurs et réassureurs et les modalités contractuelles, dont le libellé des clauses d'exclusion ? Nous analysons notamment ces questions à travers le prisme des prescriptions législatives et de l'interprétation jurisprudentielle de la portée de cette obligation. Concrètement, nous examinons l'ampleur de l'obligation de déclaration du preneur dans le cadre où l'assureur à qui il s'adresse est possiblement informé des risques liés par exemple à l'exposition à une substance qui peut en l'occurrence présenter un nouveau risque assurantiel.

Dans la décision unanime de la Cour suprême du Canada rendue dans l'affaire *Canadian Indemnity Co. c. Canadian Johns-Manville Co.*, la cour devait examiner si le preneur pouvait être excusé de ne pas avoir déclaré, lors de la souscription d'un contrat d'assurance, certaines circonstances que l'assureur connaissait par ailleurs ou était censé connaître, circonstances qui étaient à l'époque en lien avec l'amiante et ses effets sur la santé, en fonction de la notoriété des informations et risques en question. La norme fixée fut celle d'un souscripteur raisonnablement compétent qui procure des protections à l'égard de risques similaires dans l'industrie visée.

À terme, l'assureur est-il présumé connaître des circonstances (par ailleurs non déclarées par le client d'assurance) en raison de leur notoriété dans un secteur donnée (ici, les risques associés à l'inhalation de l'amiante) ? À la lumière de cette décision, l'assureur, raisonnablement compétent, doit constamment veiller à être informé des connaissances/renseignements relativement à une industrie donnée. Le plus haut tribunal précisa que le contexte sera différent dans l'éventualité où une compagnie d'assurance assure à l'égard de risques au sein d'une industrie pour la première fois.²⁶

²⁶ *Canadian Indemnity Co. c. Canadian Johns-Manville Co.*, [1990] 2 R.C.S. 549, pp. 5-6 et 66.

Les nanoparticules offrent ainsi une opportunité d'examiner cette question précise et d'actualité dans le contexte agroalimentaire.

Notre thèse analyse ces questions qui n'ont à ce jour jamais été étudiées de façon aussi détaillée en ce qui a trait à l'évaluation assurancielle du nanorisque inhérent au TiO₂ et aux systèmes réglementaires au Canada et en France.

2

L'avènement des nanotechnologies : craintes et promesses

De nombreux risques traditionnels sont visibles, perçus, évalués et anticipés, mais il en est d'autres, modernes²⁷, connus et inconnus, qui sont quant à eux invisibles²⁸. Aujourd'hui, rien n'est en effet plus vrai. Les risques proviennent de multiples sources, parfois non directement tangibles, comme les risques reliés aux nanotechnologies. Sans nous attarder de façon détaillée sur l'histoire des nanotechnologies, soulignons que ce n'est qu'au 19^e siècle que l'idée d'effectuer des actions sur la matière « à partir des atomes »²⁹ voit le jour (James Clerk Maxwell en 1871) alors que près d'un siècle plus tard, en 1959, à l'occasion d'une conférence intitulée *There's Plenty of Room at the Bottom*, le concept se précise lorsque Richard Feynman suggère « l'idée de transformer la matière à l'échelle nanométrique »³⁰. Ce n'est toutefois qu'en 1974 que le vocable « nanotechnologie » est pour la première fois utilisé par Norio Tanigushi et sera par la suite largement diffusé par Éric Drexler, lors de la publication de son ouvrage *Engines*

²⁷ DE COLOMBE, G. Gérer le risque extrême : le point de vue d'un réassureur, dans Horizons Bancaires. *Faces aux risques extrêmes : banques et assurances*, Numéro 328, mars 2006, p. 25, à la p. 29.

²⁸ BECK, U. *La société du risque : sur la voie d'une autre modernité*. Trad. Fr. par Laure Bernardi. Flammarion. Paris, 2001, à la p. 51.

²⁹ VINCK, D., *Les nanotechnologies*. Paris : Le cavalier bleu, 2009. Remarques préliminaires relatives au vocable « nanotechnologie ». Notons toutefois que, suivant certaines sources, « [l]es premières nanoparticules ont été étudiées scientifiquement par Michael Faraday en 1857 : ce sont les mythiques « sols d'or » », Encyclopaedia Universalis, S.A, Paris, vol. 16, 2011, p. 874.

³⁰ VINCK, D., *Les nanotechnologies*. Paris : Le cavalier bleu, 2009. Remarques préliminaires relatives au vocable « nanotechnologie ».

of Creation, en 1986. Au cours des années suivantes, différents vocables liés à l'unité de mesure « nano » sont élaborés (*nanoparticules, nanomatériaux, nanofibre, nanoplat, nanosciences et nanotechnologies, nano-objets, nano-plaque, nano-tube*). Mais c'est avec l'entrée des nanotechnologies « en politique au début du XXI^e siècle que la production des visions du futur change radicalement »³¹. Lorsque Bill Clinton initie, en 2000, la *National Nanotechnology Initiative (NNI)*, les voix *nanophiles* et *nanophobes* résonnent et diverses publications, dont le rapport de Roco et Bainbridge (du National Science and Technology Council, NSTC) intitulé *Societal implications of nanoscience and nanotechnology : Maximizing human benefit*³², ont notamment pour effet d'établir les nanotechnologies au sein des arènes publiques.³³ D'importants investissements sont alors effectués, dans différents États, et les nanotechnologies suscitent un intérêt grandissant, notamment pour des chercheurs déjà intéressés par les microtechnologies.³⁴ Il ressort de la littérature, notamment de l'ouvrage intitulé *Framing the Discussion: Nanotechnology and the Social Construction of Technology – What STS Scholars Are Saying*, que l'avènement des nanotechnologies est porteur de promesses sur le plan social, économique et médical, mais également de craintes relatives à certains effets néfastes, notamment au niveau sanitaire, ce qui a provoqué « un actif débat dans différents champs d'études, dont ceux relatifs aux sciences et

³¹ CHATEAURAYNAUD, F., DEBAZ, J. *Aux bords de l'irréversible. Sociologie pragmatique des transformations*. Éditions PETRA, 2017, p. 148.

³² ROCO, M.C., BAINBRIDGE, W.S., eds. *Societal Implications of Nanoscience and Nanotechnology*. National Science Foundation NSET Workshop Report. Arlington, Virginia, March 2001, 272 pages. Disponible à l'adresse : <http://www.nano.gov> and <http://www.nsf.gov/nano>). Voir également ROCO, M.C., BAINBRIDGE, W.S., *Societal implications of nanoscience and nanotechnology : Maximizing human benefit*, *J Nanopart Res* (2005) 7: 1., Feb. 2005, Volume 7, Issue 1, pp 1-13. Disponible à l'adresse: <https://doi.org/10.1007/s11051-004-2336-5>.

³³ CHATEAURAYNAUD, F., DEBAZ, J. *Aux bords de l'irréversible. Sociologie pragmatique des transformations*, Éditions PETRA, 2017, p. 148. ROCO, M.C., BAINBRIDGE, W.S. *Converging Technologies for Improving Human Performance. Nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science, NSF/DOC-sponsored report*, National Science Foundation, 2003 Kluwer Academic Publishers.

³⁴ MODY, C., *How Probe Microscopists Became Nanotechnologists*, in: *Discovering the Nanoscale*. 2004. Edited by D. Baird, A. Nordmann, & J. Schummer, Amsterdam: IOS Press, 119-133.

technologies »³⁵. De nombreuses études dans divers domaines s'attardent notamment aux opportunités et aux risques que les nanotechnologies présentent, aux visions³⁶ utopiques³⁷ et dystopiques³⁸ du futur, à la perception et à la participation du public³⁹ et à plusieurs autres sujets, dont les cadres normatifs, l'étiquetage et, plus largement, aux difficultés à contrôler les phénomènes nouveaux, tels que ceux inhérents aux nanotechnologies.⁴⁰

Dans le contexte du recours aux nanotechnologies et aux différentes controverses qui les concernent (relatives, par exemple à la nocuité de certaines nanoparticules) et à la lumière de différentes contributions et de divers rapports, on peut voir « se développer

³⁵ CUTCLIFFE, S. H., PENSE, C. M., ZVALAREN, M. Framing the Discussion: Nanotechnology and the Social Construction of Technology- What STS Scholars Are Saying, *Nanoethics Dordrecht*, Vol. 6, No 2 (Sep 2012): 81-99. DOI:10.1007/s11569-012-0149-z, p. 82. *Notre traduction*.

³⁶ KULINOWSKI, K. Nanotechnology: from 'wow' to 'yuck'? *Bull Sci Technol Soc*, 2004 24(1):13-20; MEHTA, M.D. Nanoscience and nanotechnology: assessing the nature of innovation in these fields. *Bull Sci Technol Soc*, 2002 22(8):269-273; MEHTA M.D. Privacy vs. surveillance: how to avoid a nanopianoptic future. *Canadian Chemical News*, 2002 (November/December): 31-33; MEHTA, M.D. From biotechnology to nanotechnology: what can we learn from earlier technologies? *Bull Sci Technol Soc*, 2004 24(1):34-39; MEHTA, M.D. Nanotechnology and the developing world: lab-on-chip technology for health and environmental applications. *Bull Sci Technol Soc*, 2008 28(5):400-407; HUNT, G, MEHTA, M.D. (eds), *Nanotechnology: risk, ethics, and law*. Earthscan, 2006 London; CUTCLIFFE, S. H., PENSE, C. M., ZVALAREN, M. Framing the Discussion: Nanotechnology and the Social Construction of Technology-What STS Scholars Are Saying. *Nanoethics Dordrecht* Vol. 6, No 2 (Sep 2012): 81-99. Disponible à l'adresse : DOI:10.1007/s11569-012-0149-z, p. 86.

³⁷ DREXLER, K.E. *The engines of creation: the coming era of nanotechnology*. Anchor, 1986 New York; NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL. *National nanotechnology initiative: the initiative and its implementation plan*. NSTC, 2000 Washington, D.C. Le traitement important est réservé aux nanotechnologies, aux « nanites » et « nanorobots » par divers médias dont le cinéma (Terminator, Avengers, I Robot, etc.) et la télévision (Star Trek, Travelers, Star Gate, etc.).

³⁸ CRICHTON, M. *Prey*. HarperCollins, 2002 New York; JOY, B. Why the future doesn't need us. *Wired Magazine* 2000 8(4):238-263.

³⁹ CUTCLIFFE, S. H., PENSE, C. M., ZVALAREN, M. Framing the Discussion: Nanotechnology and the Social Construction of Technology--What STS Scholars Are Saying. *Nanoethics Dordrecht* Vol. 6, No 2 (Sep 2012): 81-99. Disponible à l'adresse : DOI:10.1007/s11569-012-0149-z, p. 82; KYUNGHEE, C., Participation du public et éducation pour l'éthique en nanotechnologie, dans HENK, A., HAVE, M. J. T. (dir.), UNESCO, *Nanotechnologies, éthique et politique*, 2008, p. 199.

⁴⁰ LAFONTAINE, C. Le Québec Nanotech : les discours publics en matière de nanotechnologie entre promotion et fascination. Dans Quaderni, no 61, Automne 2006. *La fabrique des nanotechnologies / The construction of nanotechnologies*. P. 39-53, p. 41. DUPUY, J.-P. *Impact du développement futur des nanotechnologies sur l'économie, la société, la culture et les conditions de la paix mondiale*, Projet de mission, Conseil Général des Mines, Paris, 2002, p. 10.

le jeu de langage » de la regulatory science⁴¹ (*science réglementaire* ou *science régulatoire*) signalant les agencements qui relient des travaux et des publications scientifiques aux expertises produites par les agences publiques.⁴² Et, précisément, il y a eu de nombreuses publications scientifiques (et diffusion de plusieurs rapports et avis de certaines agences publiques) relatives, entre autres, au nanomonde et, plus spécifiquement, aux nanoparticules. Dans cette littérature, les termes, parfois évasifs ou équivoques, liés au nanomonde sont à l'occasion indistinctement utilisés et, au demeurant, leurs définitions ne rallient pas tous les chercheurs qui s'y intéressent. Les nanotechnologies évoquent pour certains l'idée d'un agent aux bénéfices actuels ou potentiels multiples, voire salvateurs (notamment dans le domaine médical) permettant la production de produits plus efficaces ou, dans une perspective de marché, plus attrayants, comme la crème solaire translucide. Les nanotechnologies évoquent pour d'autres d'effroyables pensées, des notions aux risques et aux dangers alarmants. Les dernières décennies marquent une période charnière d'innovations et de bouleversements impressionnants dans le secteur des nanotechnologies. Même si les données varient en fonction des sources (la plupart n'étant incidemment pas à jour), notamment en raison du fait que les processus visant à déclarer ces données ne sont pas obligatoires (à l'échelle internationale) et que les organismes qui tentent de colliger ces données ne peuvent, en raison du manque de transparence de plusieurs compagnies/entités, prétendre à une liste exhaustive, il est avéré que, depuis déjà plusieurs années, le recours aux nanoparticules s'est intensifié⁴³, ces dernières n'ayant

⁴¹ CHATEAURAYNAUD, F., DEBAZ, J. *Aux bords de l'irréversible. Sociologie pragmatique des transformations*, Éditions PETRA, 2017, p. 273.

⁴² JASANOFF, S. *Science and Public Reason*, Londres, Routledge, 2012; CHATEAURAYNAUD, F., DEBAZ, J. *Aux bords de l'irréversible. Sociologie pragmatique des transformations*, Éditions PETRA, 2017, note 64, p. 273.

⁴³ NEW NANOTECHNOLOGY CONSUMER PRODUCTS INVENTORY. [Consulté le 5 avril 2019]. Disponible à l'adresse : <https://www.wilsoncenter.org>; NANOWERK : NANOTECHNOLOGY NEWS. [Consulté le 5 avril 2019]. Disponible à l'adresse : nanowerk.com. Voir également : <https://tdma.info/the-economic-impact-of-titanium-dioxide-in-europe> [Consulté le 5 avril 2019]; <https://fr.openfoodfacts.org/additif/e171-oxyde-de-titane/2> [Consulté le 5 avril 2019].

plus uniquement droit de cité dans le royaume de la science-fiction.⁴⁴ En fait, la science-fiction peut agir à titre de fontaines d'alertes, mettant la puce à l'oreille des dirigeants, de la puissance publique et de différents acteurs, quant à d'éventuels défis, appelons-les ainsi. Notre propos est ancré dans le contexte actuel et les impacts déjà avérés des nanoparticules sur l'institution d'assurance même si, il est vrai, nous nous tournons inmanquablement vers le futur – plutôt dans le cadre assurantiel que dans celui de la nanoéthique⁴⁵ –, car voilà bien l'orientation des assureurs. La prise en charge des risques par ceux-ci est indubitablement actuelle, mais aussi inéluctablement conditionnée par le passé (données et sinistralité antérieure) alors que les contours de cette prise en charge sont dressés de façon prospective, en lien avec la réalisation d'un risque dans le futur.

Les nanotechnologies constituent la pierre d'assise de nombreux débats publics, dans l'arène scientifique et dans les cercles commerciaux et industriels, débats alimentés par diverses données et études⁴⁶. Dans leur ouvrage, *Nanotechnology, Risk and*

⁴⁴ VANCE, M.E., KUIKEN, T., VEJERANO, E.P. Nanotechnology in the real world: Redeveloping the nanomaterial consumer products inventory, *Beilstein J. Nanotechnol.* 2015, 6, 1769–1780, p. 1770.

⁴⁵ GUCHET, X. L'éthique des nanotechnologies, *Esprit*, 2017, 3-4, pp. 149-156; LOEVE, S., GUCHET, X. Éthique et épistémologie des nanotechnologies. Pour une approche centrée sur les objets, *TI* n° RE245 (2015). DUPUY, J.-P., ROURE, F. (Conseil Général des Mines). *Les nanotechnologies : éthique et prospective industrielle*. Tome 1. 15 novembre 2004. Disponible à l'adresse: <https://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/054000313.pdf>. Pour les considérations éthiques, voir notamment : NORDMANN, A. If and then: a critique of speculative nanoethics. *Nanoethics*, 1(1), pp. 31-46 (2007); BENSAUDE-VINCENT, B. Which Focus for an Ethics in Nanotechnology Laboratories? In : van der Burg, Swierstra T. (eds) *Ethics on the Laboratory Floor*. Palgrave Macmillan, London ; BENSAUDE-VINCENT, B., NUROCK, V. Éthique des nanotechnologies, dans Emmanuel Hirsch éd., *Traité de bioéthique. I - Fondements, principes, repères*. Toulouse, ERES, « Poche - Espace éthique », 2010, p. 355-369. DOI : 10.3917/eres.hirsc.2010.01.0355; BENSAUDE-VINCENT, B., SIMON, J., Introduction. Nanotechnoscience: The End of the Beginning, *Philosophia Scientiae*, 2019/1 (23-1), p. 5-17. URL : <https://www-cairn-info.proxy.bibliotheques.uqam.ca/revue-philosophia-scientiae-2019-1-page-5.htm>; BENSAUDE-VINCENT, B. « Entre chimique et vivant: deux voies de passage » in B. Bensaude-Vincent, R. Larrère, V. Nurock ed., *Bionanoéthique. Perspectives critiques sur les bionanotechnologies* Paris, Vuibert, 2008.

⁴⁶ ANDERSON, A., PETERSEN, A., WILKINSON, C., et al., *Nanotechnology, Risk and Communication*, Palgrave MacMillan, 2009; JOACHIM, C., PLÉVERT, L. *Nanosciences. La révolution invisible. Science ouverte*. Seuil. 2008; LIÉVAL, C. Nouveaux risques, controverse environnementale et démocratie participative: l'exemple de l'opposition grenobloise aux

*Communication*⁴⁷, où ils explorent les définitions relatives aux nanotechnologies. Anderson et al. abordent des aspects liés à la société du risque, à la couverture médiatique relative aux nanotechnologies, au « public knowledge » et plusieurs aspects reliés à la communication. Le cadrage médiatique et le contexte réglementaire applicable en 2009 et relatif aux risques et aux bénéfices associés aux nanotechnologies retiennent l'attention. Cette approche est des plus pertinentes dans le cadre assurantiel, car, du point de vue des potentiels clients d'assurance, ce cadrage médiatique et le cadre normatif peuvent certes avoir un impact sur la perception du risque et sur la portée effective de la prise en charge des risques par les assureurs.

Les nanotechnologies sont situées dans le contexte général et à la suite de diverses controverses comme celles entourant les OGM, l'utilisation des cellules souches embryonnaires et le clonage humain, et ce, à travers des prismes scientifiques et réglementaires. Anderson et al. mettent l'accent sur une étude de la couverture médiatique britannique effectuée entre 2003 et 2005, cette étude s'appuyant sur la prémisse voulant qu'au sein des sciences sociales, les niveaux d'attention donnés à un problème ne représentent pas leurs « 'objective' seriousness » ce qui est aussi vrai dans le domaine de l'assurance (du moins dans la perspective des clients qui appréhendent les risques de différentes façons, mais rarement de façon raisonnée, la riscophobie de certains n'étant pas rationnelle). La construction sociale de la couverture médiatique des controverses dans le secteur des biotechnologies est analysée dans ce contexte alors que dans l'ouvrage *Nanosciences, La révolution invisible*, Christian Joachim (directeur de recherche au CNRS) et Laurence Plévert (journaliste scientifique) abordent les nanotechnologies, leur histoire et s'attardent à leurs conséquences, tant au niveau scientifique que technique. On y évoque le glissement qui s'est opéré, déplaçant les

nanotechnologies. *Revue Géographique de l'Est* [En ligne], vol. 53 / 1-2, 2013, consulté le 02 mai 2019. URL : <http://journals.openedition.org/rge/4616>.

⁴⁷ ANDERSON, A., PETERSEN, A., WILKINSON, C., et al., *Nanotechnology, Risk and Communication*, Palgrave MacMillan, 2009.

visées nanotechnologiques ayant initialement une orientation axée sur le développement durable vers ce qu'ils qualifient de « nanotechnologies « fourre-tout » »⁴⁸, glissement tributaire d'opérations politiques où participent une bataille d'influences, l'argent et la compétitivité. Outre les possibilités de dérives (par l'autonomisation éventuelle de nanomachines) et différents effets anticipés des nanotechnologies, bénéfiques ou non, les risques de toxicité sont abordés. Ce glissement contribue à amplifier la vision dystopique de certains et l'institution d'assurance peut évidemment être affectée par cette amplification, car la demande d'assurance répond précisément (outre les cas d'assurances obligatoires) du désir de se cuirasser, dans une perspective économique, de ce qui est redouté.

En 2013, dans le cadre de sa thèse intitulée *Innovation technologique et risques insaisissables: une territorialisation impossible?*⁴⁹ et dans un article⁵⁰ publié la même année, Cecile Liéval examine l'émergence de la question du risque et le projet Minatec, dans le contexte de tensions entre des conflits aux effets locaux et différents projets d'aménagement, de constitution de pôles technologiques. À partir du cas grenoblois – qui concerne les éventuels dangers inhérents aux nanotechnologies – percutant exemple d'une controverse socio technique, la participation citoyenne, le débat participatif sont abordés. Le risque, le lancement d'alertes et le concept de nouveaux risques sont appréhendés alors que ces risques émergents (qualifiés, dans le cadre des nanotechnologies, d'insaisissables) participent au demeurant, nous l'examinons dans la deuxième partie de cette thèse, de l'appréhension des assureurs et des réassureurs,

⁴⁸ ANDERSON, A., PETERSEN, A., WILKINSON, C., et al., *Nanotechnology, Risk and Communication*, Palgrave MacMillan, 2009, p. 9. Cette expression a été reprise à d'autres occasions. Voir notamment : BONTEMS, V. L'imaginaire des nanotechnologies. *Études*, 2008, 4, Tome 408, p. 484-494; BENSUADE-VINCENT, B., LAURENT, L. *Le débat et vice-versa*, « Nanotechnologies : le grand fourre-tout », 2010.

⁴⁹ LIÉVAL, C., *Innovation technologique et risques insaisissables: une territorialisation impossible?*, Thèse de doctorat : Géographie : Grenoble, 2013.

⁵⁰ LIÉVAL, C. Nouveaux risques, controverse environnementale et démocratie participative: l'exemple de l'opposition grenobloise aux nanotechnologies. *Revue Géographique de l'Est* [En ligne], vol. 53, 1-2, 2013, consulté le 02 mai 2019. URL : <http://journals.openedition.org/rge/4616>.

quoique la pertinence de ce constat (appréhension des assureurs) soit appelée à perdre de son importance en fonction de l'évolution des connaissances scientifiques.

Et, autour de ces nanotechnologies, on voit se construire, dans l'espace public, différents thèmes fondamentaux relatifs, entre autres, à la miniaturisation et réduction des dispositifs électroniques pouvant affecter la vie privée, entre autres, la « convergence » NBIC⁵¹ (Nanotechnologies, Biotechnologies, Information, Cognition) qui soulève la question de la vie et de ses composantes, la sécurité sanitaire et environnementale en lien avec l'apparition et le déploiement des nanomatériaux.⁵² Ces thèmes témoignent notamment de l'innovation dans le cadre de l'utilisation de nanoparticules produites par l'être humain, désignées par l'expression générique *nanoparticules anthropiques intentionnelles ou manufacturées* dont font partie les nanoparticules de TiO₂ et autour desquelles règne précisément une incertitude quant aux risques sanitaires, pour l'être humain, particulièrement en ce qui a trait à leur utilisation dans l'alimentation.

3

Connaissances et incertitudes scientifiques relatives au TiO₂

À l'innovation que constitue le recours aux nanotechnologies – particulièrement dans le contexte des développements préliminaires alors que les effets primaires ou

⁵¹ On consultera notamment : CURBATOV, O., LOUYOT-GALLICHER, M. *Convergence NBIC (nano-bio-info-cognitif) et Knowledge Marketing: champs expérimentaux d'application. Exemple du domaine biomédical*. International Marketing Trends Conference, ESCP Europe - Université Ca Foscari, Jan 2016, VENISE, Italie. hal-01364860, Disponible à l'adresse: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01364860/document>; BENSAUDE-VINCENT, B., SIMON, J. Introduction. Nanotechnoscience: The End of the Beginning, *Philosophia Scientiae*, 2019, 23-1 2019, Disponible à l'adresse : <http://journals.openedition.org/philosophiascientiae/1723>.

⁵² CHASKIEL, P. La précaution « des » nanotechnologies, *Communication et organisation*. 2014. Disponible à l'adresse : <http://www.journals.openedition.org/communicationorganisation/4459> ; DOI : 10.4000/communicationorganisation, 2014, [mis en ligne le 1^{er} juin 2017], p. 25.

secondaires sont souvent inconnus⁵³ – est inhérente une grande incertitude, notamment, tel que nous l'évoquions à l'instant, en ce qui a trait aux risques sanitaires⁵⁴ et environnementaux. Et cette incertitude quant aux risques sanitaires et environnementaux relatifs à l'utilisation des nanoparticules soulève également la question du succès de l'innovation.⁵⁵ En ce qui a trait spécifiquement à la sécurité sanitaire du TiO₂ et de l'additif E 171, les connaissances scientifiques demeurent pour l'instant minimales⁵⁶ et, dans certains cas, peu fiables⁵⁷, notamment en raison du fait que les données disponibles, en ce qui a trait à la production des nanoparticules (NPs) et à l'intégration des NPs dans certains produits sont rarement connues⁵⁸, ce qui participe entre autres du secret commercial et, comme nous l'évoquions, du fait que certains acteurs de la chaîne de production ne sont pas informés de la présence de telles particules dans un ingrédient ou une composante du produit final. Également, afin d'identifier les éventuels dangers d'un nouveau matériau, des données

⁵³ OSTAPCHUK, M. Determinants of market uptake of innovation in a situation of uncertainty about environmental and health risks: From BPA to nanotechnology. *Business administration*. PSL Re-search University, 2017, p. 51.

⁵⁴ EUROPEAN COMMISSION, SCIENTIFIC COMMITTEE ON EMERGING AND NEWLY-IDENTIFIED HEALTH RISKS (SCENIHR), *Position Statement on emerging and newly identified health risks to be drawn to the attention of the European Commission*, 2014.

⁵⁵ OSTAPCHUK, M. Determinants of market uptake of innovation in a situation of uncertainty about environmental and health risks: From BPA to nanotechnology. *Business administration*. PSL Re-search University, 2017, p. 1.

⁵⁶ PINGET, T., JANAC, J., KAAKOUSH, K., *et al.* Impact of the food additive titanium dioxide (e171) on gut microbiota-host interaction. *Frontiers in Nutrition*. Volume 6, 14 May 2019, Article number 57; PINGEET, G., TAN, J., JANAC, B., *et al.* Impact of the Food Additive Titanium Dioxide (E171) on Gut Microbiota-Host Interaction. *Front. Nutr.* May 2019. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00057>; PINGEET, G., TAN, J., JANAC, B., *et al.* Corrigendum: Impact of the Food Additive Titanium Dioxide (E171) on Gut Microbiota-Host Interaction. *Front. Nutr.* July 2019. 6:100. doi: 10.3389/fnut.2019.00100; DORIER, M., BÉAL, D., TISSEYRE, C. The food additive E 171 and titanium dioxide nanoparticles indirectly alter the homeostasis of human intestinal epithelial cells: in vitro, (2019) *Environmental Science: Nano*, Volume 6, issue 5, 2019, pages 1549-1561.

⁵⁷ TELEANU, D.M. *et al.*, Neurotoxicity of Nanomaterials: An Up-to-Date Overview, *Nanomaterials* 2019, 9 (1), 96. Disponible à l'adresse: <https://doi.org/10.3390/nano9010096>.

⁵⁸ HENDREN, C.O., MESNARD, X., DRÖGE, J., *et al.* Estimating Production Data for Five Engineered Nanomaterials As a Basis for Exposure Assessment, *Environ. Sci. Technol* 45(7) :2562-2569, March 2011.

épidémiologiques doivent être colligées et, par définition, cela a lieu *a posteriori*, et, qui plus est, sur une période de plusieurs années.⁵⁹

Les controverses liées à l'incertitude des risques sanitaires spécifiques au TiO₂ sont alimentées par des résultats contradictoires, particulièrement en ce qui a trait à la cytotoxicité et au potentiel cancérigène du TiO₂.⁶⁰ De nombreux rapports, avis et recommandations ont également contribué à la controverse entourant le TiO₂. En 2006, le dioxyde de titane a été classifié par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) comme étant potentiellement cancérigène pour l'être humain (groupe 2B).⁶¹

Au Canada, en 2015, Santé Canada soumettait une proposition visant à permettre l'utilisation de trois nouveaux colorants, dont le dioxyde de titane alors qu'au Québec, différentes publications de l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail ont étudié, dans le contexte de l'emploi, certains des effets des nanoparticules de TiO₂ alors que leur utilisation dans le secteur agroalimentaire n'a pas été évoquée de façon notoire.

⁵⁹ CHASKIEL, P. La précaution « des » nanotechnologies, *Communication et organisation*. 2014. Disponible à l'adresse: <https://journals.openedition.org/communicationorganisation/4459>, p. 27.

⁶⁰ JANI, P., MCCARTHY, D., FLORENCE, A. T. Titanium dioxide (rutile) particle uptake from the rat GI tract and translocation to systemic organs after oral administration. *International journal of pharmaceutics* 1994 105 (2): 157-168; WARHEIT, D.B., HOKE, R.A. FINLAY, C., *et al.* 2007; Development of a base set of toxicity tests using ultrafine TiO₂ particles as a component of nanoparticle risk management. *Toxicol Lett.* 2007 Jul 10;171(3):99-110. Epub 2007 Apr 27; WANG, J., ZHOU, G., CHEN, C. *et al.*, Acute toxicity and biodistribution of different sized titanium dioxide particles in mice after oral administration, *Toxicology Letters*, 2007, vol. 168, n° 2, p. 176-185. ANSES. *Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux risques liés à l'ingestion de l'additif alimentaire E171*, 12 avril 2019, Saisine n° 2019-SA-0036, Maisons-Alfort, p. 5-6 ; LOMBARD A., Nanotechnologies dans Catherine-Antoinette Rimbault et Anne Barr (dir.), *Risques émergents. Un pilotage stratégique*, Economica, 2010, p. 29.

⁶¹ CIRC. *World Cancer Report 2008*. WHO Press. Edited by Peter Boyle and Bernard Levin. Lyons, France, Centre international de recherche sur le cancer, World Health Organisation, International Agency for Research on Cancer (WHO /IARC) Disponible à l'adresse: <http://www.iarc.fr/en/publications/pdfs-online/wcr/2008/>; BAAN, R., STRAIF, K, GROSSE, Y, *et al.*. Carcinogenicity of carbon black, titanium dioxide, and talc. *Lancet Oncol* 2006 7: 295-296.

En France, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES⁶²), a notamment publié l'*Avis relatif aux risques liés à l'ingestion de l'additif alimentaire E171, du 12 avril 2019*⁶³ et, tel que le note avec justesse l'ANSES, à cette date, les plus récentes études ne permettaient ni d'infirmer, ni de confirmer « le potentiel effet promoteur de la cancérogénèse du E171 rapporté dans l'étude de Bettini et al. (2017) »⁶⁴ et n'ont ainsi pas dissipé l'incertitude quant aux risques sanitaires du TiO₂ pour l'être humain. L'ANSES invitait une fois de plus⁶⁵ à restreindre le plus possible l'exposition à ce type de particules, notamment des consommateurs, entre autres en privilégiant des produits équivalents et sécuritaires, quant à leur efficacité et leurs fonctions, mais qui ne contiennent pas de nanomatériaux⁶⁶. Quelques jours plus tard, un important projet de loi était adopté en France, projet dont l'entrée en vigueur est prévue au début de l'année 2020.

Ces incertitudes participent fortement à l'appréhension des assureurs d'investir le terrain du nano, du moins formellement. Car, si les protections d'assurance spécifiquement orientées vers les nanotechnologies n'ont pas été et ne sont d'ailleurs toujours pas très fréquentes, les conséquences de la matérialisation de certains

⁶² « L'Anses est un établissement public à caractère administratif placé sous la tutelle des ministères chargés de la Santé, de l'Agriculture, de l'Environnement, du Travail et de la Consommation » : <https://www.anses.fr/fr/content/présentation-de-lanses>.

⁶³ AGENCE NATIONALE DE SÉCURITÉ SANITAIRE DE L'ALIMENTATION, DE L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL. *Avis relatif à la proposition de VTR chronique par voie respiratoire pour le dioxyde de titane sous forme nanométrique*, publié au mois de janvier 2019, Saisine n° 2017-SA-0162, Maisons-Alfort.

⁶⁴ AGENCE NATIONALE DE SÉCURITÉ SANITAIRE DE L'ALIMENTATION, DE L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL. *Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux risques liés à l'ingestion de l'additif alimentaire E171*, 12 avril 2019, Saisine n° 2019-SA-0036, Maisons-Alfort, p. 31.

⁶⁵ Dans le cadre d'une étude plus générale sur les nanomatériaux : AGENCE NATIONALE DE SÉCURITÉ SANITAIRE DE L'ALIMENTATION, DE L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL. *Évaluation des risques liés aux nanomatériaux. Enjeux et mise à jour des connaissances*. Avis, Rapport d'expertise collective, avril 2014, Édition scientifique, p. 90.

⁶⁶ AGENCE NATIONALE DE SÉCURITÉ SANITAIRE DE L'ALIMENTATION, DE L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL. *Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux risques liés à l'ingestion de l'additif alimentaire E171*, 12 avril 2019, Saisine n° 2019-SA-0036, Maisons-Alfort, p. 31.

nanorisques peuvent tomber sous la gouverne de différentes protections d'assurance génériques et actuellement en vigueur sauf lorsque, par exemple, des clauses d'exclusion sont prévues et même alors, la portée temporelle de ces clauses peut limiter leurs effets.

Notre thèse s'articule autour de l'idée selon laquelle la croissance des connaissances scientifiques a un impact négatif sur la perception du risque liée à l'exposition ou au recours aux nanoparticules de dioxyde de titane de qualité alimentaire/additif E 171 alors que, pour l'instant, règnent un contexte d'incertitude où des données fragmentaires sont échangés par différents acteurs de la chaîne de production. Nous examinons la question relative au fait que les risques liés au nano, modélisées par le principe de précaution et par la gouvernance, contribuent à l'appréhension de l'industrie des assurances et à une approche circonspecte des compagnies d'assurance et de réassurance ralentissant le transfert du risque en raison de l'incertitude entourant les risques éventuels ou avérés inhérents à l'utilisation du TiO₂ nanoparticulaire dans l'alimentation.

Si les incertitudes relatives à la sécurité de l'additif E 171 demeurent, d'autres études relatives, plus largement, au TiO₂ sont actuellement en cours en France, notamment à l'ANSES où la diffusion des résultats est prévue au cours des prochains mois.

Par ailleurs, en ce qui a trait à la diffusion de l'information et au traitement accordé au TiO₂ en France et au Canada, la situation est bien différente.

4

Écarts dans le traitement accordé au TiO₂ en France et au Canada

Le traitement médiatique accordé au débat relatif à la sécurité des nanoparticules de dioxyde de titane dans l'alimentation est, au Canada et en France, marqué d'une grande

variabilité. Ce déséquilibre s'explique notamment en raison des politiques publiques, mais il est également tributaire des cadres normatifs qui y sont applicables, eux-mêmes marqués par d'importants écarts. Les règles relatives à l'étiquetage au Canada ont pendant plusieurs années été moins contraignantes. Le dioxyde de titane faisait effectivement partie de la vaste classe des additifs alimentaires et la simple mention, sur les étiquettes, de « colorant » suffisait. Mais, depuis le mois de décembre 2016, à la suite de l'adoption d'un nouveau cadre réglementaire au Canada, les règles ont été resserrées. En France (Europe), les listes de colorants utilisés doivent être détaillées et le code E 171 (additif alimentaire contenant du TiO_2 où le « E » réfère à l'Europe et le 171 réfère au système international de numérotation) doit, en théorie du moins, être inscrit sur les étiquettes.

Le consommateur québécois est ainsi informé de la présence de colorants, de colorants alimentaires, et ce, de façon plus précise car le nom usuel de l'additif doit être mentionné. Le consommateur français est normalement – dans la mesure, bien entendu, où les prescriptions normatives sont respectées – informé de la présence de l'additif E 171 et, conséquemment, de nanoparticules de TiO_2 . Les réglementations⁶⁷ relatives à l'utilisation des nanoparticules $\text{TiO}_2/\text{E171}$ sont, au Québec et au Canada, assez timides alors que l'arsenal législatif de la France, à ce jour plus étayé que celui du Canada, demeure vaporeux et restreint, mais sera sous peu bonifié.

Les études en sciences sociales relatives aux risques que posent les nanoparticules sont de plus en plus nombreuses et il importe de noter qu'un des principaux écueils relatifs à ce sujet d'étude est lié aux problèmes d'interprétation et de définition concernant d'une part, le risque et, d'autre part, la notion de nanoparticules à proprement parler.

⁶⁷ Comme le soulignent Boudia et Jas, « malgré l'affirmation répétée de l'importance de l'expertise scientifique pour la décision et l'élaboration des réglementations, ce sont d'abord les intérêts économiques qui dominent » : BOUDIA, S., JAS, N. *Gouverner un monde toxique*, Éditions Quæ, 2019.

Ces deux notions sont d'ailleurs au cœur des protections d'assurance relatives aux nanotechnologies (on réfère à l'expression *nanoprotection*). Dans un premier temps, le risque assurantiel répond de certaines caractéristiques dont la présence est impérative afin de permettre leur prise en charge par l'assureur, car, nous revisiterons cet énoncé, tous les risques ne sont pas nécessairement assurables.

Dans un deuxième temps, plus la définition de l'objet – ici le nano – est nébuleuse, plus les interprétations qui peuvent en être faites sont nombreuses et, conséquemment, potentiellement génératrices de situations conflictuelles, voire litigieuses.

Et, d'entrée de jeu, se pose la question visant à déterminer ce que sont les nanomatériaux et, à ce propos, les nombreuses définitions répertoriées ne s'arriment pas.

5

Réglementation du TiO₂ et protections assurancielles

Peu d'analyses ont à ce jour abordé la réglementation canadienne relative aux nanotechnologies. Si quelques publications étudient cette question au Canada et en

France⁶⁸, très peu de travaux analysent la réglementation spécifique applicable aux nanoparticules de dioxyde de titane dans l'alimentation⁶⁹.

Les acteurs de la chaîne d'approvisionnement (fournisseurs de matières premières, de composantes, d'ingrédients, fabricants, producteurs, détaillants), tout comme d'autres acteurs économiques (assureurs et réassureurs, voire rétrocessionnaires qui sont les assureurs des réassureurs) et les instances publiques, ne disposent pour l'instant que d'un cadre normatif peu étoffé en ce qui a trait à ce type spécifique de nanoparticules.⁷⁰

Aussi, les systèmes d'évaluation (les définitions de l'objet étudié étant elles-mêmes confrontées à divers écueils) et les études scientifiques relatives aux aspects sanitaires, pour l'être humain, liés à l'exposition aux nanoparticules de dioxyde de titane, quoique de plus en plus nombreuses, ne permettent pas d'évaluer les risques de façon certaine et rigoureuse. Le cadrage normatif de ce vaste secteur des nouvelles technologies est

⁶⁸ CONSEIL DES ACADÉMIES CANADIENNES. *Petit et différent : perspective scientifique sur les défis réglementaires du monde nanométrique*, 2008. Disponible à l'adresse : <http://www.nanoportal.gc.ca> [site consulté le 18 mai 2018]; PELLEY, J., SANER, M. *International Approaches to the Regulatory Governance of Nanotechnology*, Ottawa, Carleton University, avril 2009; MANIET, F., *Nanotechnologies et produits de consommation, quels risques? quels encadrements?*, Montréal, Yvon Blais, 2012 ; SANER, M., HEAFEY, E. 2011. A Primer on Nanomaterials Regulation. Ottawa: The Institute for Science, Society and Policy, University of Ottawa; SANER, M., HEAFEY, E., A Primer on Nanomaterials Regulation, Institute for Science, Society and Policy (Ottawa), 2012, Disponible à l'adresse: www.issp.uottawa.ca; SANER, M., HEAFEY, E., BOWMAN, D.M. 2013. Mapping the Regulatory Environment for Nanomaterials in Canada. *Nanotechnology Law & Business*, vol. 9, no 4, p. 343-368; PATENAUDE, J., LEGAULT, G.A., BEAUVAIS, J. et al. Framework for the Analysis of Nanotechnologies' Impacts and Ethical Acceptability: Basis of an Interdisciplinary Approach to Assessing Novel Technologies, *In Sci Eng Ethics* (2015) 21: 293. Disponible à l'adresse: <https://doi.org/10.1007/s11948-014-9543-y>; LACOUR, S. (dir.), *La Régulation des nanotechnologies. Clair obscur normatif*, Bruxelles, Larcier, 2010; LACOUR, S., Emerging Questions for Emerging Technologies: is there a Law for the Nano?, in R. Brayner et al. (dir.), *Nanomaterials: A Danger or a Promise? A Chemical and Biological Perspective*, Londres, Springer-Verlag, 2013.

⁶⁹ BEAUDOIN, S. *Dispositifs réglementaires et évaluation des nanomatériaux au Canada : examen de l'évaluation du risque*. Thèse. Sciences de l'environnement. Université du Québec à Montréal. 2016; BERGERON, A. G. *Nanotechnologies, alimentation et cosmétiques : le cas du dioxyde de titane et du dioxyde de titane nanométrique et la part du Québec dans cette industrie*, mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal, 2014.

⁷⁰ MARCHANT, G.E. 'Soft Law' mechanisms for nanotechnology: liability and insurance drivers, *Journal of Risk Research*, 2014. 17:6, 709-719, p. 713. Disponible à l'adresse: DOI: 10.1080/13669877.2014.889200.

relativement effacé (que ce soit d'un point de vue législatif, réglementaire ou éthique) et les balises, lorsqu'elles sont en vigueur, ne sont pas toujours scrupuleusement appliquées et, lorsqu'elles le sont, ne sont pas toujours très efficaces. L'étiquetage constitue certainement à ce titre, un exemple patent, tant en ce qui a trait à l'application timide des règles qu'en ce qui a trait à leur efficacité.

Si le discours relatif à la définition et à la gestion du risque est omniprésent et a, depuis quelques décennies, « traversé les frontières de ses champs d'origine (p. ex. assurance, ingénierie, décision appuyée sur la science, [...]) »⁷¹, le concept de risque assurantiel (définition, contrôle⁷² et prise en charge) commande lui-même ses propres nuances et distinctions et, *a fortiori*, en ce qui a trait aux risques émergents. Et nous esquivons pour l'instant, et ce, bien volontairement, l'entreprise qui vise à distinguer le risque de la nuisance et de l'incertitude⁷³, concepts que nous nous appliquons à distinguer dans la première partie de la thèse, particulièrement dans le secteur assurantiel. Et, en ce qui a trait spécifiquement au risque assurantiel, ces précisions en commanderont d'autres quant à la nuance, parfois ténue, entre possibilité et probabilité de réalisation d'un évènement, d'un *sinistre*.

⁷¹ NADEAU, G., La gestion des risques comme cadre discursif de régulation politico-administrative : Étude des espaces de délégation et de décision dans l'instrumentation fédérale de l'action publique relative aux substances toxiques prioritaires au Canada, Thèse de doctorat, Faculté des études supérieures et postdoctorales, École d'études politiques, Faculté des sciences sociales, Université d'Ottawa, 2016, p. 167.

⁷² DE LAGARDE, O. *L'invention du contrôle des risques dans les organismes d'assurance. Gestion et management*. Université Paris Dauphine - Paris IX, 2010. Français.

⁷³ O'MALLEY, P. *Risk, Uncertainty and Government*, Londres, The Glass House Press, 2004; KNIGHT, F. H. *Risk, Uncertainty, and Profit*, Boston, Houghton Mifflin, 1921; FLANQUART, H. *Des risques et des hommes*, Paris, PUF, 2016 ; GODARD, O., HENRY, C., LAGADEC, P., et al., *Traité des nouveaux risques*, Gallimard, 2002; ABRAHAM, K. S. *Distributing Risk : Insurance, Legal Theory, and Public Policy*, New Haven (Ct), Yale University Press, 1986; ABRAHAM, K. S. « Efficiency and fairness in insurance risk classification » (1985) 71 Va L Rev 403; HOLTOM, R. B. *Restraints on Underwriting: Risk Selection, Discrimination and the Law*, Cincinnati, The National Underwriter Co., 1979.

Notre sujet s'inscrit donc dans un contexte fortement propice à la réflexion et nous permet d'anticiper certains effets et, en définitive, de proposer des pistes de solution afin de limiter, à long terme, certaines conséquences indésirables, dans le domaine de l'assurance, que pourrait avoir le risque émergent que constitue l'utilisation, dans l'alimentation, du TiO₂ et l'additif alimentaire E 171.

6

Méthodologie et revue de littérature

Dans le cadre de notre analyse comparée, nous avons sélectionné le Canada notamment en raison du fait que nos activités professionnelles dans la sphère juridique – particulièrement au Québec – au cours des dernières années, nous ont sensibilisés à différentes problématiques dans la sphère des assurances et dans le cadre spécifique de l'évaluation des risques, dont certains dits émergents. Aussi, cette sélection se justifie en raison du fait que le Canada est un des plus importants acteurs dans le cycle de production du TiO₂. En effet, depuis les sept dernières années, le Canada occupe, selon les années, le 3^e ou le 4^e rang des producteurs mondiaux de TiO₂.⁷⁴ Le contexte en pleine effervescence de la négociation des modalités relatives aux échanges commerciaux avec certains États, dont les États-Unis et l'Union européenne est par ailleurs fort intéressant. En ce qui a trait à la France, quoiqu'elle ne fasse pas partie des plus grands producteurs de TiO₂, les nanoparticules y bénéficient d'un traitement médiatique et politique des plus importants, tel que les développements des derniers mois en témoignent tout particulièrement, et le cadre normatif (l'organisation des protections législatives étant grandement différente en France et au Canada) s'y est récemment développé avec une impulsion bien distincte de celle qui guide les législateurs canadiens.

⁷⁴ WORLD MINING DATA 2018, p. 96. Disponible à l'adresse: world-mining-data.info [consulté le 5 avril 2019].

Nos travaux s'appuient sur une vaste revue de littérature dans le domaine des assurances, du droit des assurances, du domaine scientifique (quant à la nocuité éventuelle du TiO₂ nanoparticulaire), de la sociologie et des STS. Aux confins de ces sujets, conjonction clé de notre étude, la littérature est, pour l'instant, beaucoup plus limitée, très peu de textes s'appliquant à étudier l'impact sur les protections d'assurance des risques sanitaires et environnementaux liés aux nanoparticules de dioxyde de titane. Pourtant, ces risques préoccupent les assureurs depuis déjà quelques années, et l'attention qu'accorde l'industrie à cette question (qui n'est plus que théorique) est grandissante. Dans un premier temps, nous avons tenté de cerner et de bien intégrer l'économie, les propriétés et l'utilisation du TiO₂ dans l'alimentation, et ce, afin de bien appréhender les enjeux éventuellement liés aux impacts sur la prise en charge de certains risques par les assureurs. Par exemple, afin d'étudier la prise en charge du risque de responsabilité lié à un rappel de produit, il importe de connaître la composition du produit étudié, l'état des connaissances scientifiques, les différents acteurs de la chaîne d'approvisionnement et la traçabilité effective des produits « nano » intégrés.

Dans le but de bien saisir les enjeux liés aux aspects sanitaires du TiO₂, d'examiner le cadre normatif actuellement en place au Canada et en France et d'étudier les impacts que l'utilisation des nanomatériaux peut avoir pour les assureurs, nous avons utilisé des moteurs de recherche en recourant à plusieurs mots clés, utilisés seuls ou de façon combinée. Les termes utilisés, en français et en anglais (les termes anglais sont mentionnés entre parenthèses) ont permis de répertorier de nombreuses références :

Assurance (*insurance*), risque (*risk*), évaluation, tarification (*pricing*, *rating*), nanoparticules (*nanoparticles*), NPs, titane (*titanium*), oxyde de titane (*titanium oxide*), dioxyde de titane (*titanium dioxide*), TiO₂, bioxyde de titane (*titanium bioxide*), nano dioxyde de titane (*nano titanium dioxide*), dioxyde de titane nanoparticulaire, E 171, additif alimentaire

(*food additive*), aliment (*food*), alimentation, agroalimentaire (*food industry*), emballage (*packaging, wrap*), santé (*health*), toxicologie (*toxicology*), toxicité (*toxicity*).

Dans le cadre de l'étude des propriétés physicochimiques du TiO₂ et des questions liées à la toxicité du TiO₂ dans le secteur agroalimentaire, nous avons principalement utilisé la base de données *Scopus* pour la période qui couvre les années 2000 à 2019. Quelques milliers de références (publications scientifiques, juridiques et décisions jurisprudentielles) ont été identifiées et nous avons sélectionné, à la suite d'une étude des résumés ou des portions préliminaires des textes, près de 500 références en se basant sur la pertinence en lien avec notre sujet (TiO₂, alimentation, risque, assurance, assureur, réassureur, etc.). La plupart des textes étudiés proviennent du Canada, des États-Unis, de la France et de l'Union européenne.

Afin d'examiner les questions liées au cadre juridique, au processus de souscription, à l'évaluation du risque et aux modalités contractuelles dans le cadre des protections d'assurance, nous avons utilisé les bases de données Azimuth/Soquij, CanLII, EUR-Lex et Légifrance. Dans ce cadre, en sus du recours aux mots précédemment évoqués, nous avons effectué des recherches à l'aide de la législation citée, examinant particulièrement les prescriptions des articles de certaines lois (*Loi sur la protection du consommateur, Loi sur l'emballage et l'étiquetage des produits de consommation, Loi sur l'inspection des viandes, Loi sur l'inspection du poisson, etc.*), de plusieurs articles du *Code civil du Québec*, du *Code civil français* et du *Code des assurances français* :

Code civil du Québec. Art. 1457 (responsabilité civile extracontractuelle), 1468, 1469 et 1473 (responsabilité du fait des produits), 2408 (déclaration initiale de risque en assurance), 2409 (critères d'évaluation de la déclaration initiale de risque), 2410 (sanction en cas de fausse déclaration initiale de risque en assurance de personnes), 2411 (sanction en cas de fausses déclarations initiales de risque en assurance de dommages), 2439 (aggravation du risque professionnel), 2466 (aggravation du risque en assurance de dommages), 2467 (sanction en cas d'aggravation du risque en assurance de dommages), 2498 (assurance de responsabilité), 2501

(possibilité de recours de l'assuré et l'assureur de responsabilité), 2502 (opposabilité de certains moyens de défense), 2503 (obligation de défendre de l'assureur).

En ce qui a trait à l'étude des projets de lois, des lois et des règlements, nous avons particulièrement eu recours aux sites des publications du Québec, Lois du Canada, Légifrance et EUR-lex, notamment afin d'identifier les instruments normatifs qui encadrent le dioxyde de titane et le nano dioxyde de titane dans l'alimentation. Également, afin d'identifier les produits alimentaires qui contiennent du TiO₂, nous avons consulté certains sites qui les recensent (comme le site d'open food facts⁷⁵) et différentes études publiées lors de nos travaux.

Outre les banques de données précédemment mentionnées, plusieurs autres sources ont été consultées, notamment les sites de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, de l'Institut national de la recherche agronomique, de l'Institut national de la recherche scientifique, de l'Organisation mondiale de la santé, du Project on emerging nanotechnologies, de la Fédération française des compagnies d'assurance, de l'Argus de l'assurance, de l'Autorité des marchés financiers, de Veillenanos, de Publications du Québec, de l'Association canadienne des compagnies d'assurance de personnes, de la Chambre de l'assurance de dommages, du Bureau d'assurance du Canada, de Santé Canada, de Statistique Canada, de la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail, et plusieurs sites d'assureurs privés.

Dans le but d'étudier notre sujet à la fois complexe et d'actualité, aux affluents des assurances, du risque, des aspects sanitaires, de la responsabilité civile, des nanotechnologies et de l'alimentation, nous avons considéré différents acteurs et enjeux économiques, socioéconomiques, sanitaires, politiques et juridiques. Outre les

⁷⁵ Disponible à l'adresse : <https://fr.openfoodfacts.org/additif/e171-oxyde-de-titane/2>.

législateurs, autorités réglementaires et différentes agences (ANSES, EFSA, Santé Canada, etc.), ce sont les assureurs et les réassureurs, acteurs économiques de premier plan quant à la prise en charge des conséquences financières de la réalisation de certains risques, qui sont au cœur de notre étude.

Les connaissances issues de diverses disciplines ont permis d'alimenter nos réflexions quant à l'édification de notre projet de recherche. En amont de nos travaux de recherche initiés il y a quelques années, une revue de la littérature⁷⁶ nous a permis de constater l'absence d'un consensus sur la définition même du concept de nanomatériaux.

Fort de cette ambiguïté métrologique et relative à la nomenclature utilisée, nous avons analysé plusieurs études et avis relatifs aux effets et à la toxicité des nanoparticules de dioxyde de titane utilisées dans différents produits⁷⁷. Tel que précédemment

⁷⁶ OCDE. *Investigating the different types of risk assessments of manufactured nanomaterials. Identifying tools available for risk management measures and uncertainties driving nano-specific data needs*. Series on the Safety of Manufactured Nanomaterials. No 88. ENV/JM/MON (2018) 24; OCDE. *Policy environments and governance for innovation and sustainable growth through nanotechnology*, 2015; OCDE. *Les risques émergents au XXI^e siècle : Vers un programme d'action*, 2003; BOVERHOF, D.R., BRAMANTE, C.M., BUTALA, J.H., *et al.* (2015). Comparative assessment of nanomaterial definitions and safety evaluation considerations. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 73, 137-150; ISO/TS 80004-2 :2015 (qui a révisé CEN ISO/TS 27687 : 2008) et ISO/TC 24/SC 4; Règlement (UE) n°1169/2011 du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2011 concernant l'information des consommateurs sur les denrées alimentaires, modifiant les règlements (CE) n°1924/2006 et (CE) n°1925/2006 du Parlement européen et du Conseil et abrogeant la directive 87/250/CEE de la Commission, la directive 90/496/CEE du Conseil, la directive 1999/10/CE de la Commission, la directive 2000/13/CE du Parlement européen et du Conseil, les directives 2002/67/CE et 2008/5/CE de la Commission et le règlement (CE) n°608/2004 de la Commission; LÖVESTAM G., *et al.* *Considerations on a Definition of Nanomaterial for Regulatory Purposes*. EUR 24403, Publications of the European Union, Luxembourg, 2010. Disponible à l'adresse: http://ec.europa.eu/dgs/jrc/downloads/jrc_reference_report_201007_nanomaterials.pdf.

⁷⁷ ANSES. *Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux risques liés à l'ingestion de l'additif alimentaire E171*, 12 avril 2019, Saisine n° 2019-SA-0036, Maisons-Alfort; ANSES. *Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à la proposition de VTR chronique par voie respiratoire pour le dioxyde de titane sous forme nanométrique*, 30 janvier 2019, Saisine n° 2017-SA-0162 ; RAUSCHER, H., ROEBBEN, G., MECH, A., *et al.* *An overview of concepts and terms used in the European Commission's definition of nanomaterial*, EUR 29647 EN, European Commission, JRC, Ispra, 2019, ISBN 978-92-79-99660-3, doi:10.2760/459136, JRC113469; HAUT CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE. *Bilan des connaissances relatives aux effets des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO2)*

mentionné, des chercheurs⁷⁸ ont démontré des effets toxiques du TiO₂ sur certains animaux, mais la littérature relative à la nocuité pour l'être humain du TiO₂ nanoparticulaire n'est à ce jour pas concluante même si quelques études récentes ainsi que divers rapports et avis, dont l'avis de l'ANSES relatif aux risques liés à l'ingestion de l'additif alimentaire E171⁷⁹, ont alimenté les discussions quant à la sécurité du TiO₂ et à l'opportunité d'y recourir dans le secteur agroalimentaire.

Depuis déjà plusieurs années, de nombreux auteurs de différents domaines se sont attardés à diverses questions relatives aux nanotechnologies⁸⁰. Diverses études, avis et rapport *ex post* 2017 (à la suite des de l'article de Bettini *et al.*, qui révéla que l'absorption par le rat du E 171 affecte notamment la fonction intestinale et favorise des lésions au niveau du colon) se sont entre autres attardé à valider les résultats quant aux aspects sanitaires⁸¹ alors que, abstraction faite de certaines publications récentes⁸², les études exhaustives liées à la nocuité pour l'être humain du TiO₂ nanoparticulaire

sur la santé humaine; caractérisation de l'exposition des populations et mesures de gestion, Rapport, Avril 2018.

⁷⁸ BETTINI, S. *et al.* Food-grade TiO₂ impairs intestinal and systemic immune homeostasis, initiates preneoplastic lesions and promotes aberrant crypt development in the rat colon. *Sci. Rep.* 2017 7, 40373. Disponible à l'adresse : doi: 10.1038/srep40373.

⁷⁹ AGENCE NATIONALE DE SÉCURITÉ SANITAIRE DE L'ALIMENTATION, DE L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL. *Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux risques liés à l'ingestion de l'additif alimentaire E171*, 12 avril 2019, Saisine n° 2019-SA-0036, Maisons-Alfort, p. 1.

⁸⁰ BOUDIA, S., CREAGER, A.N.S., FRICKEL, S., *et al.* Residues: Rethinking Chemical Environments. *Engaging Science, Technology, and Society.* 4 (2018), pp.165-178. 10.17351/ests2018.245. hal-01834144; BOUDIA S., JAS N. *Gouverner un monde toxique*, Éditions Quæ, 2019.

⁸¹ Entre autres: DORIER, M., BÉAL, D., TISSEYRE, C. The food additive E 171 and titanium dioxide nanoparticles indirectly alter the homeostasis of human intestinal epithelial cells: in vitro. *Environmental Science: Nano* 2019, Volume 6, issue 5, 2019; PROQUIN, H. *et al.* Gene expression profiling in colon of mice exposed to food additive titanium dioxide (E171). *Food and Chemical Toxicology.* (2018) 111 (2018) 153–165; BOUDIA, S., CREAGER, A.N.S., FRICKEL, S., *et al.* Residues: Rethinking Chemical Environments. *Engaging Science, Technology, and Society.* 4 (2018), pp.165-178. 10.17351/ests2018.245. hal-01834144; BOUDIA, S., JAS, N. *Gouverner un monde toxique*, Éditions Quæ, 2019.

⁸² DORIER, M., BÉAL, D., TISSEYRE, C. The food additive E 171 and titanium dioxide nanoparticles indirectly alter the homeostasis of human intestinal epithelial cells: in vitro. *Environmental Science: Nano* 2019, Volume 6, issue 5, 2019, pages 1549-1561.

se font toujours attendre et font incidemment l'objet de doléances répétées de différents organismes publics quant à la nécessité, par exemple, de procéder à l'établissement de normes (quoique très récemment, dans un Avis publié le 2 avril 2019⁸³, l'Anses recommandait la première valeur toxicologique de référence chronique par inhalation pour la forme P25⁸⁴ du dioxyde de titane sous forme nanoparticulaire) et d'une métrologie, dans les deux cas, précises.

En ce qui a trait aux aspects juridiques et au cadre normatif, la littérature n'est pas très abondante. Certains juristes, dont Stéphanie Lacour et Françoise Maniet ainsi que différents rapports d'organismes (comme celui du Conseil des académies canadiennes publié en 2008) ont abordé des controverses liées aux nanotechnologies et ont mis en lumière des problèmes liés notamment à l'étiquetage, aux politiques et aux cadres normatifs.

Le rapport du CAC, publié au Canada en 2008 abordait, de façon générale, le modèle de l'évaluation du risque chimique, et, quoique les nanomatériaux soient mentionnés, l'analyse qui leur est relative est peu détaillée.

Dans le cadre de ses travaux, Françoise Maniet⁸⁵ aborde les nanotechnologies dans le contexte des produits de consommation en mettant l'accent sur l'encadrement des nanotechnologies au Canada et en Europe. Sont notamment abordés les politiques gouvernementales et le cadre normatif relatif aux nanotechnologies au Canada et dans

⁸³ ANSES. *Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à la proposition de VTR chronique par voie respiratoire pour le dioxyde de titane sous forme nanométrique*, 30 janvier 2019, Saisine n° 2017-SA-0162.

⁸⁴ L'ANSES précise que « [l]e P25 est une forme de référence du TiO₂-NP caractérisée de façon complète par l'OCDE (sous le nom de NM105). Il s'agit d'un mélange 80% / 20% anatase/rutile avec une taille primaire d'environ 20-25 nm » : ANSES (2019) avis relatif à « la proposition de VTR chronique par voie respiratoire pour le dioxyde de titane sous forme nanométrique (avis 2017-SA-0162).

⁸⁵ MANIET, F. *Nanotechnologies et produits de consommation, quels risques? quels encadrements?* Montréal, Yvon Blais, 2012.

certaines états membres de l'Union européenne. Maniet s'applique à cerner les renseignements qui sont exigés dans le cadre de la déclaration de substances chimiques, et elle analyse des pièces législatives comme la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* et le système REACH. Diverses questions liées à la sécurité des produits sont abordées. À la lumière de la conjoncture et de l'état du droit en 2012, année qui marque la publication de son ouvrage sur les nanotechnologies, certains nanomatériaux étaient – ce constat est d'ailleurs toujours valide en 2019 – susceptibles de tomber entre les mailles du contrôle réglementaire en raison du fait qu'ils peuvent ne pas être considérés à titre de substances nouvelles ou en raison du fait que l'utilisation d'une petite quantité ne commande pas un encadrement spécifique. Toutefois, dans le cadre de ses travaux, l'analyse de l'évaluation des risques de certaines particules, dont le TiO₂, n'est pas détaillée et, quoique les nanotechnologies soient globalement abordées, permettant de dresser un portrait général, les nanomatériaux destinés à la consommation alimentaire n'y sont, abstraction faite de certaines remarques sur les aliments nouveaux et sur l'étiquetage, presque pas étudiés.

Diverses publications abordent des questions qui s'articulent principalement autour du cadre normatif et de la régulation des nanotechnologies. Stéphanie Lacour aborde à plusieurs reprises la question de l'encadrement normatif des nanotechnologies en soulignant que les différents instruments ne sont pas pleinement arrimés et qu'un flou persiste toujours. Une fois de plus, ce constat est toujours valide en 2019.

En 2010⁸⁶ et 2011⁸⁷, elle étudiait le cadre normatif général relatif aux développements des nanotechnologies dans le cadre de développements dits responsables. En toile de fond, on retrouve notamment l'évaluation des risques, le principe de précaution (nécessaire, mais insuffisant à titre d'unique réponse dans le contexte de la gestion des

⁸⁶ LACOUR, S. (dir.), *La regulation des nanotechnologies. Clair-obscur normatif*. Bruxelles: Larcier, 2010, p. 15 et suiv.

⁸⁷ LACOUR, S. Nanotechnologies: Regulating the Uncertainty. *Droit et Société*, 2011. 78, 429-446.

risques liés aux nanomatériaux), et la notion d'incertitude. Dans le cadre d'autres travaux, elle explore des questions similaires et s'attarde à la réception des nanotechnologies par le droit et les cadres normatifs en place⁸⁸. Elle analyse des questions liées au droit des brevets (sujet qui retient également ses faveurs dans le cadre d'une autre publication en 2011⁸⁹) alors qu'elle met en garde contre les dérives potentielles qu'une mauvaise utilisation des règles relatives à la propriété intellectuelle peut entraîner, soulignant qu'il n'est pas trop tard, mais qu'il importe d'agir, à court terme. Elle étudie des dispositions relatives aux substances chimiques et soutient que le système juridique déjà en place peut perdre de son efficacité en ce qui a trait à l'encadrement du nano, mais qu'à terme, à la suite de modifications et de remaniements divers, il en sortira enrichi.

Le déploiement des activités politiques françaises de la dernière année et la préparation de la nouvelle pièce législative qui entrera en vigueur au mois de janvier 2020 donnent écho aux propos de Lacour, quoique la portée du nouveau cadre normatif, nous l'examinons dans la première partie de la thèse, soit limitée.

Lacour souligne les écueils liés à l'utilisation du principe de précaution, importé d'un domaine du droit afin de l'appliquer dans un domaine différent, et elle mentionne au passage le domaine du droit des assurances en précisant que les assureurs peuvent être poussés à développer une « *lege feranda reading of liability law* »⁹⁰, signifiant qu'on appréhende la loi en fonction de celle que nous souhaiterions voir adoptée, ainsi axé vers une loi future.

⁸⁸ LACOUR, S. A legal version of the nanoworld. *C. R. Physique*, 2011 volume 12, Issue 7 (2011) 693-701.

⁸⁹ LACOUR, S. Nanopatents and their impact on the medical environment. *Journal international de bioéthique*, volume 22, Issue 1-2 (2011) 119-133.

⁹⁰ LACOUR, S. A legal version of the nanoworld. *C. R. Physique*, 2011 volume 12, Issue 7 (2011) 693-701.

Ses différentes analyses relatives aux nanotechnologies épousent un large spectre de concepts juridiques. Elle s'attarde⁹¹ à la question de l'étiquetage du nano, analysant les péripéties politiques et les trajectoires normatives, soulignant au passage les problèmes d'arrimages de certaines pièces législatives aux pratiques effectives des producteurs et commerçants, ce qui rejoint les propos de plusieurs autres auteurs.

Il y a quelques années, en 2015, elle s'attardait de façon incidente aux nanoparticules de dioxyde de titane,⁹² mais abordait surtout, comme nous l'évoquions dans le cadre de ses publications antérieures, le cadre normatif⁹³ général applicable aux nanos en mettant l'accent sur l'étiquetage des produits qui contiennent du nano⁹⁴ et sur le dispositif R-Nano⁹⁵ à la lumière des résultats des premières années durant lesquelles ce dispositif a été déployé. Réitérant plusieurs considérations relatives à la traçabilité, elle aborde le nanoargent dans les emballages alimentaires, mais le nano dioxyde de titane n'est toutefois pas étudié de façon détaillée.

Or, dans le cadre qui nous occupe, la traçabilité nous intéresse au plus haut point en raison de son impact sur l'évaluation du risque assurantiel, car la prise en charge de risques dans le cadre de l'assurance responsabilité est susceptible d'être influencée par les acteurs (nombre et identité) qui interviennent dans le cycle de production et, plus

⁹¹ LACOUR, S. The Labeling of Products Containing Nanomaterials: Legal and Political Framework of the Controversy Related to the Development of Nanotechnology. *Droit et Société*, 2016. 94, 625-644, p. 630.

⁹² LACOUR, S., *et al.* Deliberating responsibility: a collective contribution by the C'Nano IdF Nanoscience & Society Office, *Found Chem* 2015 17:225-245 DOI 10.1007/s10698-015-9234-z, p. 232; GALISON, P.: *The pyramid and the Ring: the rise of ontological indifference. Lecture at the Centre for the Humanities of the University of Utrecht*, 2010, November 11 (2010).

⁹³ LACOUR, S. Emerging Questions for Emerging Technologies: Is There a Law for the Nano?. In: Brayner R., Fiévet F., Coradin T. (eds) *Nanomaterials: A Danger or a Promise?*. Springer, London, 2013.

⁹⁴ LACOUR, S. The Labeling of Products Containing Nanomaterials: Legal and Political Framework of the Controversy Related to the Development of Nanotechnology. *Droit et Société*, 2016. 94, 625-644.

⁹⁵ LACOUR, S., Nanotechnologies...et maintenant ?, *Cahiers Droit, Sciences & Technologies*, 5, 2015, 251-265.

précisément, par l'information (ou l'absence d'information) transmise par les acteurs quant à la présence de TiO₂ dans des aliments.

Abstraction faite du passage précédemment évoqué relativement à sa publication de 2015 et de quelques passages additionnels, les nanoparticules de dioxyde de titane et, surtout, les implications assuranciennes ne sont pratiquement pas abordées dans le cadre des travaux de Lacour.

Globalement, les travaux – de Lacour, de Maniet et d'autres auteurs – relatifs à l'encadrement juridique des nanotechnologies, à l'évaluation des risques, au recours au principe de précaution, à la gouvernance et à l'étiquetage ont abordé différents débats et certaines questions particulières, mais les impacts assuranciers des risques sanitaires que l'utilisation de certaines nanoparticules risque d'avoir, dont, particulièrement, le TiO₂ et l'additif E 171 qui en contient, sont toutefois esquivés.

Quant à la question précise de la prise en charge des nanorisques par les assureurs, elle a été abordée au cours des dernières années⁹⁶ et, abstraction faite de quelques publications d'assureurs⁹⁷, aucune analyse détaillée n'a été effectuée dans le secteur agroalimentaire et, particulièrement en lien avec les impacts du TiO₂. Aussi, aucune étude n'a encore, dans ce cadre, abordé de façon spécifique et exhaustive le contexte assurantiel et juridique français et canadien.

⁹⁶ MCALEA, E.M., MULLINS, M., MURPHY, F., *et al.* Engineered nanomaterials: risk perception, regulation and insurance, *Journal of Risk Research*, 201619:4, 444-460, DOI: 10.1080/13669877.2014.988168; p. 448; WIECZOREK, R. (Gen Re), Les bases d'une gestion efficace des nanorisques, 27 mars 2015. Disponible à l'adresse : www.genre.com/knowledge/blog/laying-the-foundations-for-effective-nano-risk-management-fr.html (consulté le 20 juin 2019); ROBICHAUD, C.O., TANZIL, D., WEILENMANN, U. *et al.* Relative Risk Analysis of Several Manufactured nanomaterials: An Insurance Industry Context, *Environ. Sci. Technol.* 2005, 39, 8985-8994; WIDLER, T., MEILL, C., WIECZOREK, R. Cologne, Risk Monitoring for Nanomaterials Helps Insurers Conduct Risk Analyses, September, *Insurance Issues*, 2015, p.2; LLOYD'S EMERGING RISKS TEAM REPORT. *Nanotechnology Recent Developments, Risks and Opportunities*, London, Lloyd, 2007.

⁹⁷ ALLIANZ. Product Recall. Managing the impact of the new Risk Landscape, Décembre 2017. Disponible à l'adresse : <https://www.agcs.allianz.com/news-and-insights/reports/product-recall.html>.

Au cours des dernières années, des discussions avec divers experts (chercheurs et intervenants spécialisés sur la question du nano, représentants en assurance, personnes responsables de l'évaluation des risques pour des assureurs ou réassureurs), ainsi que notre participation à différentes conférences et colloques relatifs aux nanotechnologies et aux assurances, en lien notamment avec les protections relatives aux risques émergents, nous ont été utiles.

Notre thèse permet une analyse exhaustive d'une question d'actualité, jamais étudiée dans le contexte d'une analyse France-Canada, et dans les cadres juridiques qui retiennent précisément l'attention des assureurs, réassureurs, mais aussi de plusieurs acteurs qui pourraient éventuellement bénéficier des nanoprotections.

7

Plan

Notre thèse suit un plan diptyque. Au sein de la **Partie I**, nous procédons à une étude des nanomatériaux et, plus spécifiquement, des nanoparticules de dioxyde de titane. Nous étudions la nature, les propriétés, les filières d'usage, la traçabilité, l'économie et l'utilisation des nanoparticules de TiO₂ / additif alimentaire E 171 (**chapitre I**). Nous analysons ensuite les risques avérés et anticipés liés aux nanoparticules de dioxyde de titane, abordons le contexte historique dans lequel s'inscrit la controverse entourant le recours au TiO₂ nanoparticulaire dans l'alimentation, étudions les principales voies d'exposition au TiO₂, analysons les notions d'incertitude, de nuisance et de risque. Nous procédons à l'examen des risques inhérents au TiO₂ et nous attardons à la gouvernance des risques et au principe de précaution (**chapitre II**). Est ensuite abordé le contexte social, scientifique et politique dans lequel cette controverse s'inscrit et nous poursuivons par un examen des politiques, des actions gouvernementales et citoyennes en France, en Europe, au Québec et au Canada (**Chapitre III**). Finalement,

nous concluons cette partie par une analyse des cadres normatifs actuellement en vigueur ou sur le point de l'être (**Chapitre IV**).

Dans la **Partie II**, les caractéristiques du risque assurantiel ainsi que les acteurs économiques qui assument ces risques, soit les assureurs, les réassureurs et les rétrocessionnaires sont étudiés (**chapitre V**). Sont ensuite abordées les stratégies de gestion des risques émergents, particulièrement en ce qui a trait aux nanotechnologies. Nous étudions spécifiquement les nanomatériaux et les classes de risques en assurance et examinons d'importantes dispositions et pièces législatives européennes dans le domaine des assurances, dont le dispositif *Solvabilité II* (**Chapitre VI**).

Le dernier chapitre est consacré aux effets concrets des risques émergents sur les assurances. Les impacts des nanoparticules de TiO₂ sur les assurances sont abordés à travers le prisme des assurances de personnes. Nous abordons les impacts que les nanoparticules de TiO₂ et l'additif E 171 peuvent avoir sur l'évaluation du risque en assurance vie individuelle puis en assurance vie souscrite à travers un régime collectif. Cette nuance est nécessaire en raison des modalités de souscription qui, en pratique, diffèrent (la souscription d'une assurance vie individuelle commandant un examen du risque plus détaillé alors que les assureurs renoncent souvent à un examen exhaustif du risque en amont de la souscription dans le cadre des assurances collectives). Nous examinons si – et, le cas échéant, dans quelle mesure – les risques (relatifs à la toxicité pour l'être humain) sont susceptibles d'entraîner une nouvelle modélisation pour les assurances, les forçant à recourir à des méthodes d'évaluation différentes de celles utilisées dans le cadre des risques dits traditionnels, où la statistique règne en maître, permettant, à l'aide de différentes informations colligées auprès de l'assuré et de tiers (médecin, dossiers médicaux, etc.) et des tables de mortalité constituées au cours des dernières décennies, de cerner le risque et de fixer un prix, la prime ou la cotisation, qui soit actuariellement juste pour celui-ci.

En ce qui a trait aux assurances de dommages, nous analysons l'assurance responsabilité (producteurs, fournisseurs, etc.) dans l'éventualité où elle est susceptible d'être affectée par l'insertion des nanoparticules de TiO₂ dans différents produits de consommation, dont, particulièrement, les produits du secteur agroalimentaire. Une fois de plus, nous examinons si – et, le cas échéant, dans quelle mesure – ces éventuels risques (relatifs cette fois à la possibilité d'entraîner des préjudices aux tiers ou susceptibles de commander le rappel de produits en raison du caractère impropre à leur utilisation, dans le cadre de police de responsabilité civile, *product liability* ou autres), peuvent entraîner une nouvelle modélisation pour les assurances, la sinistralité antérieure, fondement des calculs prospectifs d'évaluation du risque, ne leur étant pas disponible. Nous examinons finalement plusieurs considérations importantes liées à l'étape de la déclaration initiale de risque, aux clauses d'exclusion et à la portée des protections (**Chapitre VII**).

*

Si le concept de risque assurantiel est essentiellement le même en France et au Canada (avec les nuances qui s'imposent pour le cas spécifique du Québec, seul ancrage du droit civil d'inspiration française au Canada), la logistique institutionnelle, le cadre normatif relatif à la mécanique contractuelle, l'organisation et la forme juridique que peuvent prendre les entreprises d'assurances et même, voire surtout, les types de protections offertes, sont parfois bien différents. Dans ce cadre, pour des raisons qui se justifient d'intérêts pratiques et en raison de considérations et de contraintes matérielles, nous ne procédons pas à une analyse comparative stricte de la France et du Canada, particulièrement en ce qui a trait au contexte assurantiel (en raison des trop nombreuses différences systémiques et particulières relatives à l'organisation (publique, privée, obligatoire, facultative, etc.) et au cadre normatif. Toutefois, dans l'ensemble, surtout dans le cadre de la première partie de la thèse, nous nous appliquons à examiner le contexte et les enjeux au sein des deux juridictions. Mais ici également,

nous tenons à préciser que dans le cas du Canada, nous nous concentrons sur les éléments clés au Québec et au niveau fédéral. En effet, pour les raisons précédemment évoquées, nous n'abordons pas le cadre normatif de chaque province canadienne, et ce, principalement en raison du partage des compétences législatives au sein de la fédération canadienne, chaque province étant souveraine, dans ces champs de compétences. Ainsi, les règles, quoique parfois similaires, peuvent différer d'une province à l'autre. Nous n'abordons pas ces différents cadres, ce qui, au demeurant, n'aurait d'ailleurs pas permis d'ajouter de façon significative à nos réflexions.

À terme, nous anticipons une nouvelle modélisation des procédures assurancielles d'évaluation du risque en raison de l'avènement des risques émergents. Or, actuellement, le traitement réservé aux « nouveaux risques » par les assureurs et les réassureurs ne s'arrime pas à une nouvelle modélisation à proprement parler. Fort de nos recherches et de nos réflexions, et à la lumière de travaux liés au cyber risque, aux changements climatiques⁹⁸ et aux nouveaux dispositifs énergétiques (dont les éoliennes), nous avons investi ce secteur d'activités, nous nous sommes appliqués à cerner les procédures d'évaluation et de tarification – quête qui n'était pas dépourvue d'écueils en raison de la nature des informations (aspect confidentiel, participant du secret commercial) et en raison de la logistique institutionnelle des assureurs qui évoluent au sein d'un marché hautement compétitif. Les nanoparticules, notamment le dioxyde de titane nanométrique, constituent – en raison de leurs propriétés et de leur utilisation – une innovation et le recours grandissant à ces nanoparticules dans le secteur agroalimentaire, entre autres, préoccupe différents acteurs et constituent ce que plusieurs appellent un nouveau risque, dans la mesure précédemment évoquée.

⁹⁸ ENCINAS DE MUNAGORRI, R. (dir.), *Expertise et gouvernance du changement climatique*, Paris: LGDJ, coll. Droit et Société, 2009.

Et, quoique les nouveaux risques commandent une approche circonspecte et réfléchie par les assureurs, en raison de l'absence de données spécifiques liées à la sinistralité antérieure et due à l'impossibilité, dans ce cadre, de fixer un prix du risque en fonction d'un empirisme éprouvé, nous verrons dans quelle mesure les nouveaux risques reçoivent un traitement similaire, ou non, à celui réservé aux risques traditionnels, également désignés risques courants.

La prise en charge des risques répond d'un processus d'évaluation qui peut être long et complexe et la définition des protections quant aux conséquences économiques de la réalisation des risques répond de diverses modalités, dont, au premier plan, les dispositifs prévus par les clauses d'exclusion. Or, la portée de ces clauses d'exclusion n'est pas toujours bien définie. Et si la stabilité des contrats commande habituellement l'interdiction, dans certains domaines d'assurance, de procéder à des modifications unilatérales des modalités contractuelles une fois que le contrat a valablement été formé et qu'il est en vigueur, de récentes modifications apportées au cadre normatif régissant le droit des contrats, en France, ouvriront la porte à d'intéressantes interprétations de la part des tribunaux, notamment en raison du fait que depuis 2016, et après une interdiction datant de 1876, le législateur français reconnaît maintenant formellement la possibilité de recourir à la théorie de l'imprévision qui peut ainsi commander la renégociation d'un contrat déjà formé et en vigueur.

Ainsi, sera-t-il éventuellement possible d'argumenter que le contrat d'assurance – ne prévoyant pas spécifiquement, lors de sa conclusion, la prise en charge des conséquences liées à la réalisation d'un risque impliquant des nanoparticules – pourra faire l'objet d'une renégociation en raison du fait que ces circonstances n'étaient, lors de la conclusion, pas prévisibles et que l'exécution du contrat serait excessivement onéreuse pour l'assureur, n'ayant pas formellement accepté d'assumer ce risque ? Si cette possibilité constitue un sérieux accroc au principe de prévisibilité et de stabilité des contrats en général, cet accroc est d'autant plus percutant dans la sphère

assurancielle au sein de laquelle la cristallisation des droits au moment de la prise d'effet du contrat est normalement, du moins en assurance vie individuelle, presque inébranlable.

PARTIE I

RÉGULER DES RISQUES ÉMERGENTS : LE TiO₂ NANOPARTICULAIRE

Le 26 avril 2019, dans l'affaire *Baril*, la juge administrative Sylvie Lévesque, du *tribunal administratif du travail*, au Québec, rendait une décision dans laquelle elle se prononçait quant à une demande formulée par un travailleur qui alléguait avoir subi une lésion professionnelle lui donnant droit à des prestations, et ce, à la suite d'une exposition au TiO₂.

Cette très récente décision – conjuguée à certaines autres rendues au cours des dernières années – marque un jalon important des interrogations soulevées par la toxicité pour l'être humain du TiO₂, sous différentes formes, témoignant incidemment du passage au cercle litigieux, et au demeurant dans l'arène judiciaire, d'une question au sort encore incertain dans le champ scientifique. Si d'autres décisions⁹⁹ avaient déjà évoqué le TiO₂ dans un cadre plus large, celle rendue au mois d'avril 2019 s'intéressait de façon particulière au lien causal spécifique entre le TiO₂ et le développement de maladies.

La juge administrative mentionne que « [l]e 15 mai 2015, la docteure Gaudet écrit sur son attestation médicale "myélome multiple Dx juin 2013 suite à exposition au dioxyde de titane (exposé de 1992 à 2000) Agent considéré cancérigène" »¹⁰⁰. Le travailleur avait oeuvré à titre d'opérateur (microniser) entre les années 1992 et 2000. Il était notamment chargé, dans une usine où du minerai était broyé et auquel on ajoutait différents oxydes, de ramasser les débris, nettoyer des filtres et manipuler des

⁹⁹ *Bergeron et Carrosseries Marc Pilon enr. (Les)*, 2017 QCTAT 17; *Air Canada*, 2012 QCCLP 4980.

¹⁰⁰ *Baril et Service développement outils réparation (SDOR)*, 2019 QCTAT 1981 (Montréal), par. 14.

produits¹⁰¹ alors que le tribunal, relatant les propos de la docteure Gaudet, souligne qu'« on pense que le dioxyde de titane peut perturber l'ADN » et qu'il y a un risque de cancer quand l'ADN est endommagé.¹⁰²

Ce dossier soulève les écueils inhérents à la convergence des domaines juridique et scientifique alors que l'établissement d'un lien causal entre l'exposition aux particules de TiO₂ et le développement d'un myélome est actuellement, à la lumière des résultats des recherches scientifiques, très difficile à établir, du moins en ce qui a trait à l'être humain. D'ailleurs fort consciente des difficultés liées au processus décisionnel dans la sphère juridique, suivant un fardeau de preuve qui lui est caractéristique, mais à la lumière des connaissances scientifiques, la juge administrative réfère aux propos d'une auteure (maintenant juge à la Cour d'appel du Québec), selon laquelle « [l]a science peut se permettre d'être constamment en quête de la vérité scientifiquement certaine. Les juges n'ont pas ce luxe. Elles et ils ont l'obligation de rendre une décision exécutoire [...]. Les débats scientifiques peuvent n'avoir jamais de fin. Les procès doivent aboutir »¹⁰³.

En 2007, le titre d'une publication du juge Binnie (lui-même juge à la Cour suprême du Canada) était fort suggestif alors qu'il évoquait le rugissement d'une souris, en référence à la présence de la science dans la salle d'audience, au Palais de justice.¹⁰⁴ Il est maintenant avéré que la science investit les procès¹⁰⁵ et elle s'immisce même en

¹⁰¹ Baril et Service développement outils réparation (SDOR), 2019 QCTAT 1981 (Montréal), par. 16-20.

¹⁰² Baril et Service développement outils réparation (SDOR), 2019 QCTAT 1981 (Montréal), par. 38.

¹⁰³ DUVAL HESLER, N. L'admissibilité des nouvelles théories scientifiques. Les juges, filtres du savoir? (2002) 62 *R. du B.* 359-386, p. 378-379; Baril et Service développement outils réparation (SDOR), 2019 QCTAT 1981 (Montréal), par. 38.

¹⁰⁴ BINNIE, I., Science in the Courtroom : The Mouse that Roared. *University of New-Brunswick Law Journal*. 2007. Vol. 56

¹⁰⁵ STETTLER, G., L'administration de la preuve scientifique en droit nord-américain. *R. du B. can.*, 2019, Vol 97, p. 180.

amont, dans le contentieux, et ce, dans plusieurs sphères du droit dont, assurément, le droit des assurances.

Charles D. Gonthier, qui est par la suite lui aussi devenu juge à la Cour suprême du Canada, mentionnait, quelques années plus tôt, dans un article où il s'intéressait à la science et au droit, qu'« [e]n ce qui concerne la causalité matérielle passée, la science est plus exigeante que le droit puisqu'aux yeux de la première, n'est prouvé que ce qui est certain. En droit, nous le savons, la règle est différente : la certitude n'a pas à être absolue »¹⁰⁶.

Le fardeau applicable en droit civil – la prépondérance de preuve prévue aux articles 2803 et 2804 du *Code civil du Québec* (voir l'article 9 du *Code de procédure civile* français) – est à cet égard fort évocateur. Dans l'affaire *Baril*, la juge administrative en vint à la conclusion que, précisément, ce fardeau de prépondérance de la preuve n'avait pas, dans ce cas d'espèce, été rencontré et, conséquemment, la causalité précédemment évoquée entre l'exposition du travailleur au TiO₂ et le développement du myélome n'étant pas prouvée (le tribunal souligne également l'absence de données relatives à la dose et à la durée précise d'exposition au TiO₂), le travailleur n'avait pas subi de lésion professionnelle.¹⁰⁷

Alors que, dans le champ scientifique, le niveau de certitude est plus élevé que celui interpellé dans la sphère juridique, surtout en droit civil (comparativement au droit criminel où le fardeau est toutefois beaucoup plus imposant), l'évaluation de la certitude, en ce qui a trait au risque, dans le domaine des assurances, participe d'un degré différent. En fait, c'est presque la règle opposée (dans le cadre du risque

¹⁰⁶ GONTHIER, C. D. Le témoignage d'experts : à la frontière de la science et du droit, (1993) 53 *R. du B.* 187-196, p. 194; *Baril et Service développement outils réparation (SDOR)*, 2019 QCTAT 1981 (Montréal), par. 38.

¹⁰⁷ *Baril et Service développement outils réparation (SDOR)*, 2019 QCTAT 1981 (Montréal), par. 52 et suiv.

assuranciel) qui est à la gouverne des acteurs, car le contrat d'assurance ne peut viser la prise en charge d'un événement dont la réalisation est certaine (abstraction faite de l'assurance vie où, bien entendu, le caractère aléatoire ne se situe pas au regard de la possibilité de réalisation du risque, car précisément certaine, mais au niveau du moment où cette éventualité se matérialisera). Le processus décisionnel des assureurs se déclenche parfois bien avant que les résultats d'études scientifiques soient diffusés et fassent l'objet d'un consensus et c'est précisément le cadre dans lequel se trouvent les assureurs en ce qui a trait à l'additif E 171 et au TiO₂.

Aussi, malgré l'important traitement médiatique et les trajectoires politiques et juridiques du E 171 et du TiO₂, différents acteurs du cycle de production ignorent souvent la présence de nanoparticules dans les produits actuellement commercialisés. Le TiO₂, l'additif E 171 et le C 177891 (TiO₂ utilisé dans les secteurs cosmétiques et pharmaceutiques) font souvent partie, en France, d'une (parfois longue) liste de « codes » dont la signification n'est pas toujours connue des consommateurs, même si l'information peut être obtenue aisément. Au Canada, pendant plusieurs années, la mention sur les étiquettes de la présence de « colorant » ou de « colorant alimentaire » dans les aliments respectait le cadre normatif mais si cette mention était juridiquement suffisante, elle ne satisfaisait pas les consommateurs. Depuis le mois de décembre 2016, à la suite de l'adoption du *Règlement modifiant le Règlement sur les aliments et drogues (étiquetage nutritionnel, autres dispositions d'étiquetage et colorants alimentaires)*¹⁰⁸, le nom usuel de l'additif doit être inscrit. En France, le cadre normatif ne permet pas réellement d'identifier clairement la présence du type exact de nanoparticules, la seule identification du E 171 n'étant pas très significative même si l'actualité est très imprégnée de l'omniprésence du TiO₂ et des nanotechnologies.

¹⁰⁸ DORS/2016-305.

Au mois de juin 2019, deux mois après la décision rendue dans l'affaire *Baril*, le site de l'Institut canadien des actuaires publiait les résultats du 11^e sondage sur les risques émergents, dans lequel on réfère à plusieurs reprises aux risques que peut poser l'exposition aux nanoparticules¹⁰⁹. Les débats qui se manifestent depuis plusieurs années¹¹⁰ témoignent des passions que les nanotechnologies animent, lesquelles marquent une période charnière au niveau du développement à la fois industriel et technique du 21^e siècle.¹¹¹

Au sein de la présente partie, nous abordons les risques émergents, avérés ou anticipés, liés à l'utilisation de nanoparticules de dioxyde de titane – et de l'additif alimentaire E 171 qui en contient – dans l'alimentation en France et au Canada. Car, en effet, ce qui n'était que vaticination il y a quelques décennies se concrétise parfois exactement, quelquefois nullement. Or, qu'il s'agisse de la matérialisation de risques ou de la réalisation de prouesses médicales ou technologiques, la mesure se fera à des degrés variables. Aussi, incontestablement, l'utilisation de certaines nanoparticules fédère, sur deux pôles et depuis plusieurs années, différents acteurs (associations citoyennes, comme *Agir pour l'environnement* et association de producteurs de certaines substances, comme la *TDMA*, etc.).

Afin de bien cerner les enjeux liés à la prise en charge des risques par les assureurs (risques relatifs à la santé ou à la responsabilité éventuelle des producteurs/distributeurs de produits), nous évaluons la nomenclature, ambiguë, du nanomonde, nous examinons la nature du dioxyde de titane nanométrique, nous nous appliquons à comprendre son économie, les filières d'usages, sa traçabilité et ses propriétés (**chapitre I**). Ces thèmes, permettront d'envisager dans quelle mesure, et, le cas échéant, suivant quelles

¹⁰⁹ Disponible à l'adresse : www.cia-ica.ca/docs/default-source/research/2018/218127f.pdf.

¹¹⁰ TOUMEY, C., Tracing and Disputing the Story of Nanotechnology, dans *International Handbook on regulating nanotechnologies*, 46, Graeme A. Hodge *et al.* eds., 2010.

¹¹¹ LOMBARD, A., Nanotechnologies dans Catherine-Antoinette Rimbault et Anne Barr (dir.), *Risques émergents. Un pilotage stratégique*, Economica, 2010, p. 15.

modalités le nanorisque lié au TiO₂ peut être cerné par les assureurs, que ce soit dans le cadre d'un contrat d'assurance de personnes ou dans le cadre d'un contrat d'assurance de dommages.

Nous poursuivons par une analyse du contexte historique dans lequel s'inscrit la controverse entourant l'utilisation du dioxyde de titane et situons cette controverse par rapport à certains événements qui ont soulevé des questions similaires, liées entre autres aux risques sanitaires et à la confiance du public, événements qui, dans certains cas, ont fortement marqué le secteur des assurances, comme le cas de l'amiante. Nous examinons les voies d'exposition du dioxyde de titane nanoparticulaire pour l'être humain et poursuivons par l'établissement des frontières de vocables (incertitude, nuisance et risque) dont la synonymie n'est qu'apparente, le tout afin de permettre, ultérieurement, d'aborder la prise en charge d'événements – qui doivent répondre à certains impératifs liés au risque – par les assureurs. Nous examinons ensuite les risques avérés et anticipés liés aux nanoparticules de dioxyde de titane dans le secteur agroalimentaire, la gouvernance des risques que posent les nanoparticules et le recours au principe de précaution (**chapitre II**). Nous concluons par une analyse des politiques relatives aux nanoparticules (**chapitre III**) et de la réglementation applicable aux nanoparticules de TiO₂ au Canada et en France (**chapitre IV**). L'étude de ces sujets s'inscrit dans une démarche visant à évaluer les considérations liées aux protections d'assurance et les impacts que peuvent avoir les nanoparticules sur celles-ci.

CHAPITRE I

PROPRIÉTÉS DU TiO₂ ET RESPONSABILITÉ ÉVENTUELLE DES ACTEURS DU CYCLE DE PRODUCTION

Un examen des propriétés du TiO₂, ainsi que l'étude des filières d'usages et de sa traçabilité sont d'une grande importance dans le cadre de l'évaluation du risque assurantiel, qu'il s'agisse des considérations liées aux assurances de personnes (développement de maladies professionnelles ou qualifications d'accidents du travail) ou aux assurances de dommages. La traçabilité est singulièrement importante dans le cadre des assurances responsabilité en ce qui a trait à d'éventuels rappels de produits en raison du défaut de sécurité d'un bien qui pourrait par exemple contenir du TiO₂. L'identification des acteurs impliqués dans le cycle de production et la nature des informations fournies et, par la suite, transmises par les multiples maillons de cette chaîne pourront avoir un impact sur la perception et sur l'évaluation du risque assurantiel dans le cadre de possibles risques sanitaires. Par ailleurs, dans l'éventualité où un assureur serait appelé, à la lumière d'une protection d'assurance de dommages, à indemniser un demandeur-victime dans le cadre d'un recours entrepris par ce dernier, l'assureur pourrait être subrogé dans les droits de son propre assuré et éventuellement poursuivre un tiers fautif (entendons une personne qui n'est pas son assuré et qui peut par ailleurs être poursuivi dans ce contexte). Car certaines balises encadrent l'exercice d'un recours en subrogation¹¹², dont la capitale réserve relative à l'impossibilité pour l'assureur de poursuivre une personne qui fait partie de la maison de l'assuré (ce concept est périodiquement visité et interprété par les tribunaux mais il importe de mentionner que cette expression « maison de l'assuré » ne réfère pas à une notion

¹¹² Voir à titre d'exemple les prescriptions de l'article 2474 C.c.Q.

purement géographique, une personne qui n'habite pas factuellement avec l'assuré pouvant par ailleurs être visée par ce concept).

Ainsi, se posent d'importantes questions dont, celle visant à identifier la raison pour laquelle les assureurs sont tant préoccupés par les produits du nano et en quoi consistent ces particules? C'est précisément ce qui retient ici notre attention.

Une particule est définie comme étant « un état finement divisé de la matière »¹¹³ ou comme un « élément minuscule de matière avec un périmètre physique défini »¹¹⁴. Quoique le contour de certaines catégories (nanomatériaux) ne soit pas universellement reconnu et que des dissensions existent quant à certaines mesures, deux catégories de particules existent à l'échelle du très petit. On retrouve, dans un premier temps, les particules fines (micrométriques) qui ont un diamètre qui est compris entre 0,1 et 0,4 μm ¹¹⁵ alors qu'on retrouve, dans un deuxième temps, les nanoparticules (qui correspondent aux particules ultrafines « PUF », cette expression étant surtout utilisée en lien avec la pollution au niveau atmosphérique)¹¹⁶ qui sont fréquemment « considérées comme des particules, dont le diamètre est inférieur à 100 nm »¹¹⁷. L'unité de référence du nanomonde – le nanomètre (nm), soit un milliardième de mètre

¹¹³ MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE. Comité de la prévention et de la précaution, *Nanotechnologies, Nanoparticules. Quels dangers, Quels risques*, Paris, Mai 2006, p. 46.

¹¹⁴ ISO (ISO 14644-6 :2007).

¹¹⁵ INRS. base de données FICHES TOXICOLOGIQUES, Dioxyde de titane, Fiche No 291, p.1. Disponible à l'adresse : www.inrs.fr/header/recherche.html?queryStr=definition+particules+fines&recherche=OK.

¹¹⁶ MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE. Comité de la prévention et de la précaution, *Nanotechnologies, Nanoparticules. Quels dangers, Quels risques*, Paris, Mai 2006, p. 46.

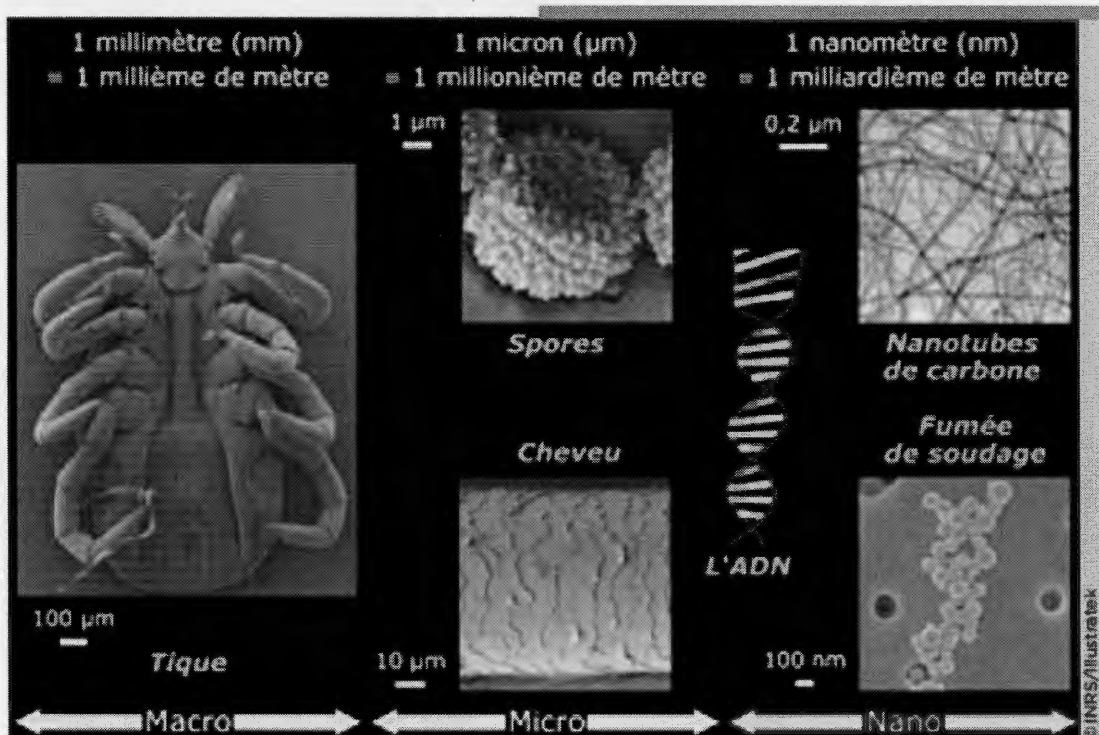
¹¹⁷ MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE. Comité de la prévention et de la précaution, *Nanotechnologies, Nanoparticules. Quels dangers, Quels risques*, Paris, Mai 2006, p. 46.

(Figure 1.1) – est quant à elle clairement définie. Pour permettre d’imager cet ordre de grandeur, le trait d’un stylo-bille est 500 000 fois plus grand qu’un nanomètre¹¹⁸.

Quoique le préfixe *nano* et l’unité de mesure – le nanomètre – soient clairement définis, plusieurs termes ou expressions relatifs à ce vaste univers (*nanoparticules*, *nanobjets*, *nanomatériaux*, *nanofibre*, *nanoplat*, *nanosciences* et *nanotechnologies*) sont parfois indistinctement utilisés (dans plusieurs disciplines)¹¹⁹ alors qu’ils désignent pourtant des notions et réalités de natures bien différentes. Ainsi, déjà, en amont de l’activité visant à préciser la nomenclature d’usage, on rencontre des écueils qui alimentent les débats et freinent les élans et les tentatives d’uniformisation. Également, déjà, dans l’optique d’une prise en charge de certains risques par les assureurs, il importe de préciser la nature de l’objet. S’agit-il ou non de nanoparticules? Dans l’affirmative, s’agit-il de nanoparticules naturelles ou anthropiques? S’agit-il de nano argent, de TiO₂ et quelles sont les voies d’expositions dans chaque cas? Etc.

¹¹⁸ LOMBARD, A., Nanotechnologies dans Catherine-Antoinette Rimbault et Anne Barr (dir.), *Risques émergents. Un pilotage stratégique*, Economica, 2010, p. 15-16, « [s]oit approximativement 1/50 000 de l’épaisseur d’un cheveu humain ». Disponible à l’adresse : <http://www.inrs.fr/risques/nanomateriaux/terminologie-definition.html> (consulté le 17 janvier 2019).

¹¹⁹ MINISTÈRE DE L’ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE. Comité de la prévention et de la précaution, *Nanotechnologies, Nanoparticules. Quels dangers, Quels risques*, Paris, Mai 2006, p. 46; SANTÉ MONTRÉAL. Pollution atmosphérique. Disponible à l’adresse : <https://santemontreal.qc.ca/en/professionnels/drsp/sujets-de-a-a-z/pollution-atmospherique/information-generale/>.



▲ Figure 1.1. L'échelle des dimensions: du visible à l'invisible

Figure 1.1 tirée du document INRS, Santé et sécurité au travail. Nanomatériaux, Nanoparticules, 2018, p. 8., disponible sur le site <http://www.inrs.fr/risques/nanomateriaux/effets-santé.html> (consulté le 18 janvier 2019); Voir également RICAUD M., WITSCHGER O. INRS. *Les Nanomatériaux, Définitions, risques toxicologiques, caractérisation de l'exposition professionnelle et mesures de prévention*. 2012, p. 3.

Si plusieurs de ces notions ne rallient pas tous les chercheurs autour d'une définition universelle, il y en a deux en particulier qui commandent – en raison du fait qu'elles sont cœur de notre analyse – des précisions. C'est assurément le cas des *nanomatériaux* (vocabulaire équivoque) qui reçoivent de nombreuses définitions¹²⁰ et des *nanoparticules*, parfois erronément amalgamées avec les particules fines.

¹²⁰ PICECCHI, D., Tiny Things with a Huge Impact: The International Regulation of Nanomaterials, 7 *Mich. J. Envtl. & Admin. L.* 447 (2018), p. 450; WILLIAMS, D., The Scientific Basis for Regulating Nanotechnologies, in *International Handbook on regulating nanotechnologies*, p. 107, Graeme A. Hodge et al. eds., 2010.

Cette absence de consensus permet d'ailleurs la formulation de différents argumentaires qui sont utiles dans le domaine juridique. Car, des définitions différentes les unes des autres peuvent impliquer une nuance qui justifiera le recours à certains arguments de persuasion, comme les arguments *a contrario* ou *a pari*, légitimant de s'arrimer à, ou de s'écarter des prescriptions de certaines pièces législatives. Dans le domaine contractuel – où la précision est de mise (l'emploi d'un vocable plutôt qu'un autre ou le positionnement de la ponctuation pouvant avoir des répercussions économiques considérables) – cette nomenclature variable pourra être interpellée par différents acteurs, dont les assurés, assureurs et réassureurs, tel que nous l'examinons dans la deuxième partie.

1.1

Clarifications terminologiques

Dans le cadre de notre analyse, il convient de s'attarder à ces définitions, car l'étude des protections d'assurance et des pièces législatives commande – il s'agit d'ailleurs là d'une tâche chronophage qui occupe les juristes et aussi, en ce qui a trait aux lois, les légistes – l'identification de la nature et de la portée des instruments étudiés, et ce, précisément en fonction de leur contenu, du support matériel et des objets visés. Considérant également le fait que les polices d'assurance ne bénéficient pas toujours d'un libellé lumineux – tout comme les lois et règlements dont la facture n'est certes pas toujours éblouissante –, et comme ces instruments sont par ailleurs à la gouverne du comportement des parties dans le domaine de l'assurance, l'étude des définitions relatives aux nanomatériaux est nécessaire.

Le vocable *nanomatériaux*, dont les contours terminologiques sont évasifs, soulève plusieurs questions.¹²¹ On peut recenser un très grand nombre de définitions qui en sont données, définitions incidemment contenues dans des instruments de diverses natures (documents normatifs comme les définitions données par l'ISO, documents d'organisations variées comme celle de l'Organisation de coopération et de développement économique, rapports de comités scientifiques¹²², pièces législatives ou réglementaires¹²³, documents de référence au sein de différents secteurs comme les définitions données par l'American Chemistry Council, etc.).

En Europe, une définition des nanomatériaux a été formulée par plusieurs instruments. Au mois de juillet 2010, le centre commun de recherche (« service scientifique interne de la commission européenne ») publiait un rapport intitulé « 'Considerations on a definition of nanomaterial for regulatory purposes'¹²⁴, which provides guidance on the preparation and contents of such a definition »¹²⁵. L'année suivante, la Commission européenne définissait le nanomatériau comme étant « un matériau naturel, formé accidentellement ou manufacturé contenant des particules libres, sous forme

¹²¹ HAUT CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE. *Bilan des connaissances relatives aux effets des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO₂) sur la santé humaine; caractérisation de l'exposition des populations et mesures de gestion*, Rapport, Avril 2018, 149 pages, p. 24.

¹²² COMITÉ SCIENTIFIQUE EUROPÉEN DES RISQUES ÉMERGENTS ET NOUVELLEMENT IDENTIFIÉS (Scenih). Avis du Scenih. Scientific basis for the definition of the term « nanomaterial ». 2010. Disponible à l'adresse : http://ec.europa.eu/dgs/jrc/downloads/jrc_reference_report_201007_nanomaterials.pdf.

¹²³ Définitions européennes contenues par exemple dans le Règlement UE 1169/2011 (consommateurs et denrées alimentaires), en sus des législations nationales de différents États.

¹²⁴ LÖVESTAM, G. *et al.* *Considerations on a Definition of Nanomaterial for Regulatory Purposes*, EUR 24403, Publications of the European Union, Luxembourg, 2010. Disponible à l'adresse : http://ec.europa.eu/dgs/jrc/downloads/jrc_reference_report_201007_nanomaterials.pdf. On consultera également BOVERHOF, D.R., BRAMANTE, C.M., BUTALA, J.H., *et al.* (2015). Comparative assessment of nanomaterial definitions and safety evaluation considerations. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 73, 137-150.

¹²⁵ JOINT RESEARCH CENTER. European Commission, Annual Report, 2010, p. 19.

d'agrégat¹²⁶ ou sous forme d'agglomérat¹²⁷, 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. Dans des cas spécifiques, lorsque cela se justifie pour des raisons tenant à la protection de l'environnement, à la santé publique, à la sécurité ou à la compétitivité, le seuil de 50% fixé pour la répartition numérique par taille peut être remplacé par un seuil compris entre 1% et 50% ». ¹²⁸ Il s'agit là d'une certaine marge de manœuvre, laquelle, si elle n'est pas absolue, peut tout de même s'avérer utile, entendons ici dans la perspective d'une rhétorique, d'un argumentaire juridique, sous réserve, bien entendu, de justifier de raisons tiennent, dans le contexte qui nous occupe, à la santé publique, à la sécurité ou à la compétitivité.

Il est par ailleurs intéressant de soulever un autre point lié à la variabilité métrologique, aux définitions, dans le cadre de l'interprétation juridique ou à travers le prisme assurantiel. Les nuances, on le sait, sont au cœur des conflits qui concernent l'interprétation de la loi ou celle des contrats. Car en effet, l'interprétation de cette définition, basée sur des arguments de texte, permettrait éventuellement à un acteur visé d'échapper à son application dans l'éventualité où un matériau présenterait des

¹²⁶ La Recommandation définit l'agrégat comme étant « une particule constituée de particules soudées ou fusionnées », Art. 4 c) de la RECOMMANDATION DE LA COMMISSION du 18 octobre 2011 relative à la définition des nanomatériaux (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE) (2011/696/UE). Disponible à l'adresse : <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:275:0038:0040:FR:PDF> (consulté le 2 avril 2019). Cette note est nôtre.

¹²⁷ La Recommandation définit l'agglomérat comme étant « un amas friable de particules ou d'aggrégats dont la surface externe globale correspond à la somme des surfaces de ses constituants individuels », Art. 4 b) de la RECOMMANDATION DE LA COMMISSION du 18 octobre 2011 relative à la définition des nanomatériaux (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE) (2011/696/UE). Disponible à l'adresse : <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:275:0038:0040:FR:PDF> (consulté le 2 avril 2019). Cette note est nôtre.

¹²⁸ Art. 2 de la RECOMMANDATION DE LA COMMISSION du 18 octobre 2011 relative à la définition des nanomatériaux (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE) (2011/696/UE). Disponible à l'adresse : <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:275:0038:0040:FR:PDF> (consulté le 17 janvier 2019).

dimensions externes de 100 nm (ou plus), la définition ici abordée visant l'intervalle, soit un matériau qui présente une ou plusieurs dimensions externes se situant *entre* 1 nm et 100 nm, ces deux balises n'étant pas, en principe, visés.

Notons toutefois qu'une toute nouvelle définition relative aux nanomatériaux devrait être formulée sous peu par la Commission européenne, remplaçant ainsi la définition qui a été formulée en 2011.

L'Institut national de la recherche scientifique (INRS) mentionne quant à elle qu'il s'agit d'« un matériau dont au moins une dimension externe est à l'échelle nanométrique c'est-à-dire comprise approximativement entre 1 et 100 nm ou qui possède une structure interne ou de surface à l'échelle nanométrique »¹²⁹ alors que dans un document publié en 2012, Myriam Ricaud et Olivier Witschger, de l'INRS, précisait qu'« [u]n nanomatériau est 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 »¹³⁰.

Dans le secteur de l'agroalimentaire spécifiquement, les règlements INCO¹³¹ et novel food¹³² définissent les nanomatériaux manufacturés comme étant « tout matériau

¹²⁹ <http://www.inrs.fr/risques/nanomateriaux/terminologie-definition.html> (consulté le 17 janvier 2019).

¹³⁰ RICAUD, M., WITSCHGER, O. (INRS). *Les nanomatériaux, définitions, risques toxicologiques, caractérisation de l'exposition professionnelle et mesures de prévention*. 2012, 52 pages, p. 4.

¹³¹ Règlement (UE) n°1169/2011 du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2011 concernant l'information des consommateurs sur les denrées alimentaires, modifiant les règlements (CE) n°1924/2006 et (CE) n°1925/2006 du Parlement européen et du Conseil et abrogeant la directive 87/250/CEE de la Commission, la directive 90/496/CEE du Conseil, la directive 1999/10/CE de la Commission, la directive 2000/13/CE du Parlement européen et du Conseil, les directives 2002/67/CE et 2008/5/CE de la Commission et le règlement (CE) n°608/2004 de la Commission.

¹³² Règlement (UE) n°2015/2283 du Parlement européen et du Conseil du 25 novembre 2015 relatif aux nouveaux aliments, modifiant le règlement (UE) n°1169/2011 du Parlement européen et du Conseil et

produit intentionnellement présentant une ou plusieurs dimensions de l'ordre de 100 nm ou moins, ou composé de parties fonctionnelles distinctes, soit internes, soit à la surface, dont beaucoup ont une ou plusieurs dimensions de l'ordre de 100 nm ou moins, y compris des structures, des agglomérats ou des agrégats qui peuvent avoir une taille supérieure à 100 nm, mais qui conservent des propriétés typiques de la nanoéchelle ».

Au Canada, l'Énoncé de politique sur la définition *ad hoc* de Santé Canada s'appliquant aux nanomatériaux prévoit que l'échelle nanométrique correspond à un ordre de 1 à 100 nanomètres, inclusivement.¹³³ Cette précision visé par le terme inclusivement permet ici d'éviter l'argument invoqué précédemment en lien avec l'intervalle, dans le cadre de la définition donnée par la Commission européenne.

L'Europe et le Canada n'ont évidemment pas le monopole des définitions données à ce vocable. L'Organisation internationale de normalisation (norme ISO TS 80004-1), définit un nanomatériau¹³⁴, qui inclut les nano-objets et les matériaux nanostructurés, comme « ayant une dimension externe à l'échelle nanométrique ou ayant une structure interne ou une structure de surface à l'échelle nanométrique »¹³⁵.

Par ailleurs, en vertu d'un document publié en 2018 par l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE), « [a] typical nanomaterial definition is based on chemicals with particles in the 1-100 nm range including other caveats or

abrogeant le règlement (CE) n°258/97 du Parlement européen et du Conseil et le règlement (CE) n°1852/2001 de la Commission.

¹³³ <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/science-recherche/rapports-publications/nanomatériaux/enonce-politique-definition-sante-canada-appliquant.html>. Voir également <https://www.canada.ca/fr/emploi-developpement-social/services/sante-securite/rapports/nanoparticules-fabriquees.html>.

¹³⁴ Pour une étude des vocables et des définitions relatifs aux nanomatériaux, voir la récente publication : RAUSCHER, H., ROEBBEN, G., MECH, A., *et al.* *An overview of concepts and terms used in the European Commission's definition of nanomaterial*, EUR 29647 EN, European Commission, JRC, Ispra, 2019, ISBN 978-92-79-99660-3, doi:10.2760/459136, JRC113469.

¹³⁵ ISO TS 80004-1. Disponible à l'adresse : <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:ts:80004:-1:ed-2:v1:fr> (consulté le 22 mars 2019).

exceptions »¹³⁶ alors qu'un groupe de travail mis en place par l'OCDE en 2006 (le Working Party on Manufactured Nanomaterials, ci-après « WPMN ») définit le nanomatériau comme étant un « matériau qui est soit un nano-objet soit nanostructuré »¹³⁷.

Un consensus règne par ailleurs quant à l'existence de deux grandes familles de nanomatériaux, soit les nano-objets¹³⁸ et les matériaux nanostructurés (Figure 1.2).¹³⁹ Les nano-objets sont des « matériaux dont une, deux ou trois dimensions externes se situent à l'échelle nanométrique c'est-à-dire approximativement entre 1 et 100 nm »¹⁴⁰ alors que les matériaux nanostructurés « possèdent une structure interne ou de surface à l'échelle nanométrique »¹⁴¹.

Au sein de la première grande famille, soit celle des nano-objets, on peut en fait distinguer trois grandes catégories. La première catégorie vise les nanoparticules qui désignent en fait des nano-objets qui ont leurs trois dimensions (externes) à l'échelle nanométrique, dont les nanoparticules de dioxyde de titane. La deuxième catégorie vise les nanofibres, nanotubes, nanofilaments ou nanobâtonnets qui désignent des nano-objets qui ont deux dimensions (externes) à l'échelle nanométrique, la troisième dimension étant à une échelle bien supérieure (comme les nanotubes de carbone). La

¹³⁶ OCDE. *Investigating the different types of risk assessments of manufactured nanomaterials. Identifying tools available for risk management measures and uncertainties driving nano-specific data needs*. Series on the Safety of Manufactured Nanomaterials. No 88. ENV/JM/MON (2018) 24, p. 15.

¹³⁷ www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono%282012%298&doclanguage=en (consulté le 29 mars 2019).

¹³⁸ ISO/TR 21386:2019. Nanotechnologies. Considerations for the measurement of nano-objects and their aggregates and agglomerates (NOAA) in environmental matrices, 2019.

¹³⁹ HAUT CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE. *Bilan des connaissances relatives aux effets des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO₂) sur la santé humaine; caractérisation de l'exposition des populations et mesures de gestion*, Rapport, Avril 2018, 149 pages, p. 24.

¹⁴⁰ INRS. *Santé et sécurité au travail, Nanomatériaux, nanoparticules*. 2018, p. 4. Disponible à l'adresse : <http://www.inrs.fr/risques/nanomateriaux/terminologie-definition.html> (consulté le 17 janvier 2019).

¹⁴¹ <http://www.inrs.fr/risques/nanomateriaux/terminologie-definition.html> (consulté le 17 janvier 2019).

troisième catégorie vise les nano-feuillets, nano-plats ou nano-plaquettes qui désignent des nano-objets qui ont une dimension (externe) à l'échelle nanométrique alors que les deux autres sont bien plus grandes (comme les nanofeuillets d'argile).¹⁴²

Au sein de la deuxième grande famille, soit celle des matériaux nanostructurés, on compte différentes catégories. La première catégorie vise les agrégats et agglomérats de nano-objets. ISO/TS 80004-2 :2015 (qui a révisé CEN ISO/TS 27687 : 2008) et ISO/TC 24/SC 4 définissent les agrégats comme étant des « particules fortement liées ou fusionnées, dont l'aire de la surface externe résultante peut être significativement plus petite que la somme des aires de surface calculées de chacun des composants »¹⁴³.

Les mêmes documents définissent les agglomérats comme un « [e]nsemble de particules [...] faiblement ou moyennement liées, dont l'aire de la surface externe résultante est similaire à la somme des aires de surface de chacun des composants »¹⁴⁴.

La deuxième catégorie vise les nanocomposites qui sont en fait composés, totalement ou partiellement, de nano-objets. Ceux-ci leur donnent différentes propriétés inhérentes à la dimension nanométrique. La troisième catégorie vise les matériaux nanoporeux qui ont des pores d'une dimension nanométrique, leur conférant notamment de propriétés isolantes.¹⁴⁵

¹⁴² <http://www.inrs.fr/risques/nanomateriaux/terminologie-definition.html> (consulté le 17 janvier 2019).

¹⁴³ Voir la plus ancienne référence à ISO 26824 :2013, 1.3 modifiée. Voir également le tableau préparé par l'ANSES : ANSES. *Évaluation des risques liés aux nanomatériaux. Enjeux et mise à jour des connaissances*. Avis, Rapport d'expertise collective, avril 2014, Édition scientifique, p. 90.

¹⁴⁴ Voir la plus ancienne référence à ISO 26824 :2013, 1.2. Voir également le tableau préparé par l'ANSES : ANSES. *Évaluation des risques liés aux nanomatériaux. Enjeux et mise à jour des connaissances*. Avis, Rapport d'expertise collective, avril 2014, Édition scientifique, p. 90.

¹⁴⁵ <http://www.inrs.fr/risques/nanomateriaux/terminologie-definition.html> (consulté le 17 janvier 2019).

En ce qui nous concerne, nous nous attardons aux nanoparticules, qui font elles-mêmes partie des nano-objets, une des deux grandes familles des nanomatériaux. On retrouve trois classes de nanoparticules¹⁴⁶ : les nanoparticules d'origine *naturelle* (comme les cendres volcaniques, les particules générées à la suite d'incendies de forêt, etc.), celles dites *anthropiques non intentionnelles* (issues notamment « des activités industrielles humaines »¹⁴⁷ comme l'émanation de carburant générée par les automobiles, la fumée de tabac, les fumées industrielles, etc.) et celles dites *anthropiques intentionnelles ou manufacturées* (conçues par l'être humain, qui sont issues d'un processus de travail volontaire et destinées à certains usages spécifiques comme le dioxyde de titane, pour ne nommer que ce type de nanomatériaux).¹⁴⁸

¹⁴⁶ Comme la classification retenue par NANOSMILE, *Safety of nanomaterials*. Disponible à l'adresse : <http://www.nanosmile.org/index.php/fr/metrologie/aerologie/nano-particules-dans-lair/243-quels-sont-les-types-de-nanoparticules-manufacturee-engineered-nanoparticles> (consulté le 24 janvier 2019).

¹⁴⁷ <http://www.nanosmile.org/index.php/fr/metrologie/aerologie/nano-particules-dans-lair/243-quels-sont-les-types-de-nanoparticules-manufacturee-engineered-nanoparticles> (consulté le 24 janvier 2019).

¹⁴⁸ HAUT CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE. *Bilan des connaissances relatives aux effets des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO₂) sur la santé humaine; caractérisation de l'exposition des populations et mesures de gestion*, Rapport, Avril 2018, 149 pages, p. 24.

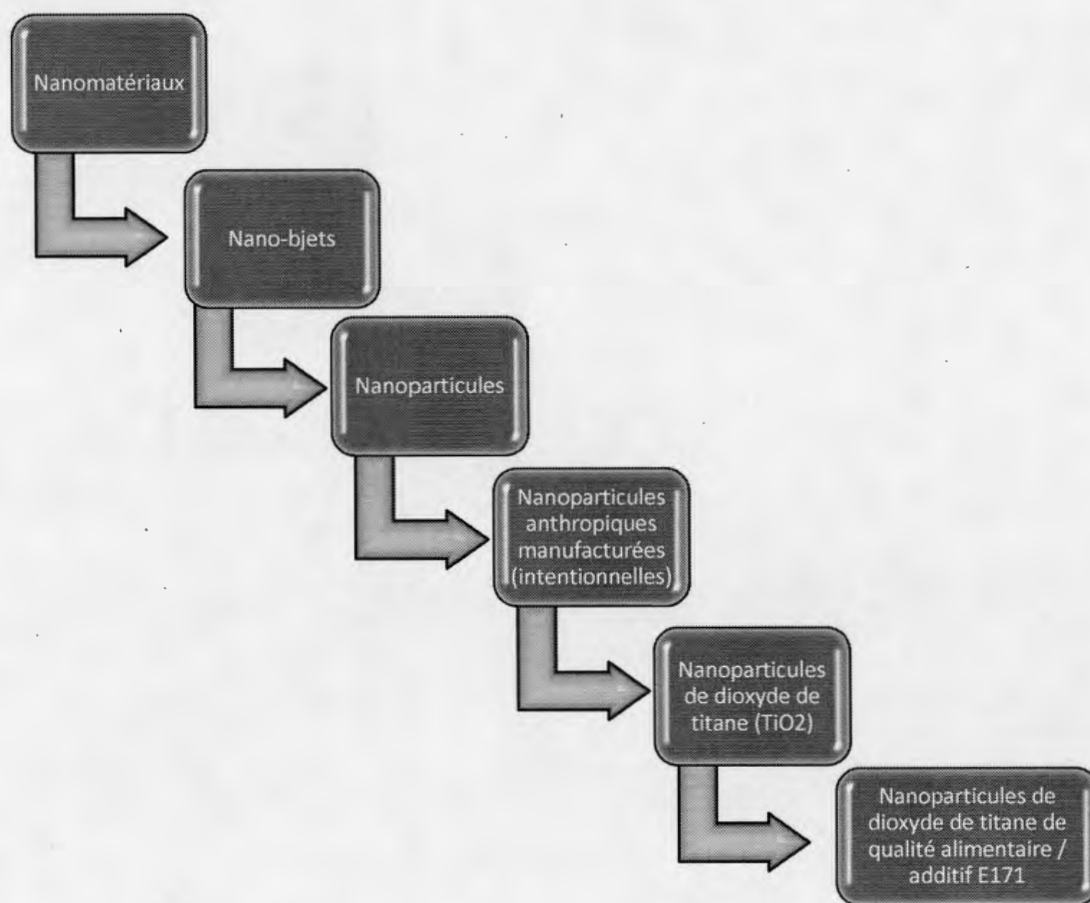


Figure 1.2

Lignée nanomatériaux-nanoparticules de dioxyde de titane dans l'alimentation

Les nanoparticules de dioxyde de titane font partie des nano-objets et sont produites intentionnellement par l'être humain, dans des buts spécifiques et en raison de leurs propriétés particulières.¹⁴⁹ Le nano monde, on le voit, en est un où règne une myriade de définitions et où les ramifications et les applications sont légion et il importe par ailleurs de distinguer les divers domaines au sein desquels les nanotechnologies

¹⁴⁹ <http://www.inrs.fr/risques/nanomateriaux/terminologie-definition.html> (consulté le 17 janvier 2019).

peuvent s'appliquer, les nanomatériaux ne posant « pas les mêmes questions que la nanomédecine ou la nanoélectronique »¹⁵⁰.

Au nombre de ces applications, on retrouve notamment le nanotextile (nano revêtement de TiO₂ qui permet de modifier les propriétés hydrophobes/hydrophiles des tissus).¹⁵¹ On retrouve également les *nanorobots* ou *nano-carriers* dans le domaine médical/pharmaceutique¹⁵² et, évidemment, le nanofood, (Figure 1.3).

¹⁵⁰ COMMISSION NATIONALE DU DÉBAT PUBLIC. *Bilan du débat public sur le développement et la régulation des nanotechnologies*. 15 octobre 2009 – 24 février 2010. Le 9 avril 2010, p. 10.

¹⁵¹ HAYDON, B., *Les nanomatériaux et leur utilisation dans les textiles – Normes. Normalisation interne pour les fabricants et les importateurs canadiens et développements internationaux en matière de normalisation*, préparé pour Industrie Canada, 2012, p. 15. Disponible à l'adresse : [https://www.ic.gc.ca/eic/site/textiles-textiles.nsf/vwapj/2012NanomateriauxTextiles_fra.pdf/\\$file/2012NanomateriauxTextiles_fra.pdf](https://www.ic.gc.ca/eic/site/textiles-textiles.nsf/vwapj/2012NanomateriauxTextiles_fra.pdf/$file/2012NanomateriauxTextiles_fra.pdf).

¹⁵² MCALEA, E.M., MULLINS, M., MURPHY, F., *et al.* Engineered nanomaterials: risk perception, regulation and insurance, *Journal of Risk Research*, 201619:4, 444-460, DOI: 10.1080/13669877.2014.988168; p. 448; KOO, O. M., RUBINSTEIN, I., ONYUKSEL, H. Role of Nanotechnology in Targeted Drug Delivery and Imaging: A Concise Review. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine* 2005. 1 (3): 193–212.

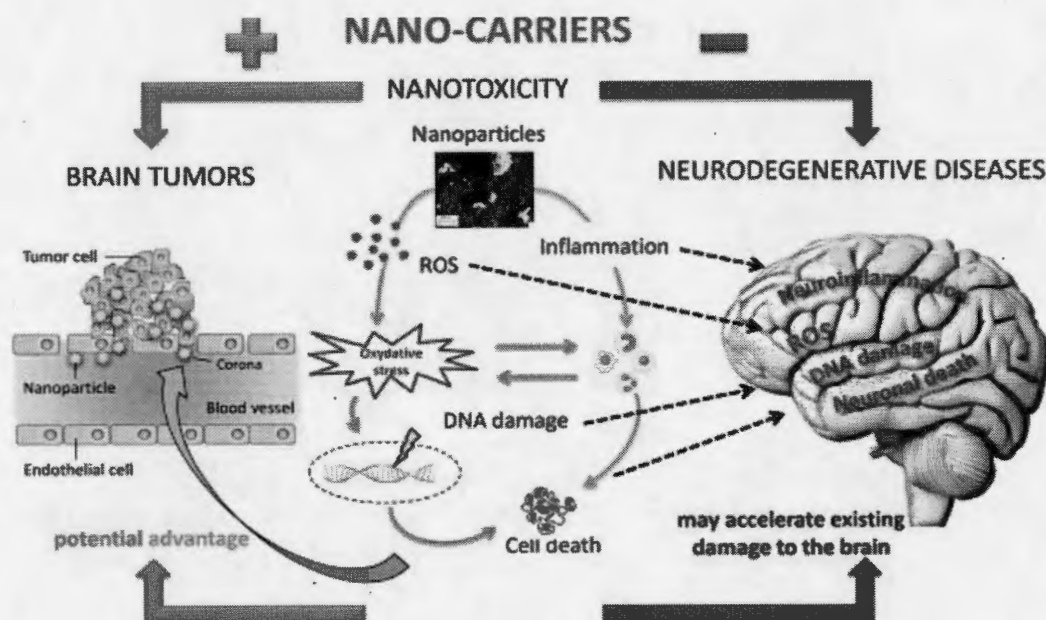


Figure 1.3

Les « nano-carriers »

« In nanomedicine, nano-carriers help drug delivery to the brain by enabling passage across the BBB. Because nanoparticles (NPs) may induce neurotoxic effects, their use in the brain should be considered cautiously. Adapted from Cheng et al., 2015 Nature Reviews, Drug discovery 2015 » : "Nanoparticle (NP) translocation to the nervous system: a summary of the main routes to the brain at the fetal, juvenile and adult stages of life, considering various routes of exposure, sites of uptake, and translocation pathways":

Bencsik et al., 2018 Anna Bencsik, Philippe Lestaevel, Irina Guseva Camu, Nano – and neurotoxicology : An emerging discipline, Progress in Neurobiology 2018, 160 45-63, p. 46.

1.2

Considérations pouvant affecter l'assurance des nanorisques liés au TiO₂

Ce débat relatif à la nocuité du TiO₂ dans le secteur agroalimentaire soulève évidemment la question de la nature et des propriétés de ces particules sur lesquelles nous nous attardons maintenant. Cet examen nous permettra de mieux cerner les industries, les produits susceptibles de recourir à ces particules et, par la suite, de mieux évaluer les considérations assurancielles en fonction des domaines visés.

1.2.1

Le titane

Le titane (l'ilménite qu'il nommait alors « sable noir »), découvert en 1791 par William Gregor, est un élément chimique référencé sous le symbole Ti. C'est en 1795 qu'il reçoit la dénomination de titane (alors l'oxyde d'un métal inconnu)¹⁵³, apparemment en mémoire des Titans de la mythologie¹⁵⁴, par Martin Heinrich Klaproth, chimiste et minéralogiste¹⁵⁵, qui analysait le rutil qu'il nommait alors schörlite rouge.¹⁵⁶ Il s'agit d'un des éléments chimiques les plus abondants sur terre¹⁵⁷ et on le retrouve dans la majorité des roches sédimentaires ou éruptives.¹⁵⁸

Du titane pur à 99% fut produit en 1910 par Matthew Albert Hunter, alors chercheur à New York au Rensselaer Polytechnic Institute, mais il fallut attendre jusqu'en 1939 pour qu'un chimiste métallurgiste luxembourgeois, Wilhelm Justin Kroll, mette au point le procédé de production.¹⁵⁹ Il est surtout utilisé, depuis plusieurs décennies, « sous forme de composés : oxyde (blanc de titane) et carbure ou comme élément d'addition aux alliages métalliques [...] »¹⁶⁰.

¹⁵³ CARATINI, R., Dictionnaire des découvertes, Édition n° 1, 1990, p. 387.

¹⁵⁴ Union des professeurs de physique et de chimie. Disponible à l'adresse : www.national.udppc.asso.fr/index.php/40-aic-2011/classification-periodique/372-titane-presentation (consulté le 1^{er} mai 2019).

¹⁵⁵ Le Petit Robert des noms propres. 2018.

¹⁵⁶ Encyclopédie Universalis : <https://www.universalis.fr/encyclopédie/titane/> (consulté le 28 mars 2019).

¹⁵⁷ Plus précisément, il s'agit, dans la croûte terrestre, du neuvième élément le plus abondant : Encyclopédie Universalis. Disponible à l'adresse : <https://www.universalis.fr/encyclopédie/titane/> (consulté le 28 mars 2019); <http://www.cancer-environnement.fr/559-Dioxyde-de-titane.ce.aspx> (consulté le 14 mars 2019).

¹⁵⁸ Encyclopédie Universalis : <https://www.universalis.fr/encyclopédie/titane/> (consulté le 28 mars 2019).

¹⁵⁹ Encyclopédie Universalis : <https://www.universalis.fr/encyclopédie/titane/> (consulté le 4 avril 2019).

¹⁶⁰ Encyclopédie Universalis : <https://www.universalis.fr/encyclopédie/titane/> (consulté le 28 mars 2019).

1.2.2

Le dioxyde de titane micrométrique et nanométrique

Le dioxyde de titane (TiO₂) constitue quant à lui l'oxyde naturel du Titane (Ti)¹⁶¹. À l'état naturel, il peut prendre différentes formes cristallines (brookite, rutil, anatase).¹⁶² C'est le rutil qui contient le plus de TiO₂, mais cette forme n'est, naturellement, pas abondante¹⁶³. Le TiO₂ auquel on recourt dans le cadre des produits de consommation est extrait de minerais qu'on retrouve plus abondamment, comme « l'ilménite, TiFeO₃, présent dans des sables de plage ou dans des roches dures et le leucoxène, Fe₂O₃.nTiO₂, produit de dégradation naturel de l'ilménite [...] »¹⁶⁴. Actuellement, la commercialisation du dioxyde de titane prend deux formes granulométriques différentes¹⁶⁵, la forme fine ou pigmentaire et la forme ultrafine ou *nanométrique*, sur laquelle nous nous attardons, gardant en tête que ces particules peuvent avoir une propension à constituer des agglomérats¹⁶⁶ et des agrégats¹⁶⁷, de tailles variables.

¹⁶¹ <http://www.cancer-environnement.fr/559-Dioxyde-de-titane.ce.aspx> (consulté le 14 mars 2019)

¹⁶² SHARMA, C, DHIMAN, R, ROKANA, N *et al.* Nanotechnology: An Untapped Resource for Food Packaging. *Front. Microbiol.* (2017) 8:1735. doi: 10.3389/fmicb.2017.01735. p. 7; NAICKER, P. K., CUMMINGS, P. T., ZHANG, H., *et al.* Characterization of titanium dioxide nanoparticles using molecular dynamics simulations. *J. Phys. Chem. B.* (2005).109, 15243–15249. doi: 10.1021/jp050963q; HAUT CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE. *Bilan des connaissances relatives aux effets des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO₂) sur la santé humaine; caractérisation de l'exposition des populations et mesures de gestion*, Rapport, Avril 2018, 149 pages, p. 26. Disponible à l'adresse : <http://www.societechimiquedefrance.fr/dioxyde-de-titane.html?lang=fr> (consulté le 18 janvier 2019).

¹⁶³ DORIER, M., *Impact du colorant alimentaire E171 et de nanoparticules de dioxyde de titane sur des modèles cellulaires, in vitro, d'épithélium intestinal*, Thèse, Grenoble Alpes, 2016, p. 12.

¹⁶⁴ DORIER, M., *Impact du colorant alimentaire E171 et de nanoparticules de dioxyde de titane sur des modèles cellulaires, in vitro, d'épithélium intestinal*, Thèse, Grenoble Alpes, 2016, p. 12.

¹⁶⁵ HAUT CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE. *Bilan des connaissances relatives aux effets des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO₂) sur la santé humaine; caractérisation de l'exposition des populations et mesures de gestion*, Rapport, Avril 2018, 149 pages, p. 26.

¹⁶⁶ ISO/TS 80004-2 :2015 (qui a révisé CEN ISO/TS 27687 : 2008) et ISO/TC 24/SC 4 définissent les agglomérats comme un « [e]nsemble de particules [...] faiblement ou moyennement liées, dont l'aire de la surface externe résultante est similaire à la somme des aires de surface de chacun des composants ».

¹⁶⁷ ISO/TS 80004-2 :2015 (qui a révisé CEN ISO/TS 27687 : 2008) et ISO/TC 24/SC 4 définissent les agrégats comme étant des « particules fortement liées ou fusionnées, dont l'aire de la surface externe résultante peut être significativement plus petite que la somme des aires de surface calculées de chacun des composants ».

Aussi, en ce qui a trait aux nanoparticules d'origine anthropiques, on retrouve les nanoparticules organiques et les nanoparticules inorganiques.¹⁶⁸

Dans le cadre qui nous occupe, la catégorie des nanoparticules inorganiques se divise en deux, les nanoparticules inorganiques à base de carbone et d'autres nanoparticules inorganiques au nombre desquelles on compte les oxydes métalliques, dont le dioxyde de titane, qui occupe un marché important que nous abordons ici afin de saisir l'ampleur de son utilisation.

Car, dans le cadre de l'évaluation des risques, les assureurs sont notamment préoccupés par l'immense essor des produits, d'un point de vue géographique et en fonction de l'ampleur et du lieu de leur utilisation.

Dans ce cadre, les risques inhérents à l'utilisation des éoliennes, par exemple, qui sont aménagées sur des points géographiques spécifiques, peuvent différer des risques inhérents à l'incorporation de particules au sein de multiples produits qui sont distribués à l'échelle internationale, comme le TiO₂.

1.3

L'économie du TiO₂

La production annuelle de TiO₂, plus ou moins constante depuis l'année 2000¹⁶⁹, avoisine 5 millions de tonnes¹⁷⁰, ayant atteint 6,15 millions¹⁷¹ de tonnes en 2018. En

¹⁶⁸ DARAGNES, L., *Les nanoparticules de dioxyde de titane, leur place dans l'industrie cosmétique et ses dangers*, Thèse, Sciences pharmaceutiques, 2018, p. 17.

¹⁶⁹ BINET, S., RICAUD, M., CHAZELET, S., et al. *Dioxyde de titane nanométrique : de la nécessité de proposer une valeur limite d'exposition professionnelle. [Rapport de recherche] Notes scientifiques et techniques NS 349*, Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). 2017, 17 p., p. 3.

¹⁷⁰ <http://www.societechimiquedefrance.fr/dioxyde-de-titane.html?lang=fr> (consulté le 18 janvier 2019).

¹⁷¹ www.lelementarium.fr/product/dioxyde-de-titane/ (consulté le 1^{er} mai 2019).

Europe, le marché du dioxyde de titane est estimé à près de 3 milliards d'euros alors qu'au niveau mondial, le marché est évalué à 10 milliards d'euros, ces montants ne tiennent toutefois pas en compte les différents produits secondaires qui intègrent du dioxyde de titane, ces données globales étant presque impossibles à répertorier, notamment en raison des omissions liées à la déclaration de l'utilisation de ces particules¹⁷² et aux grandes différences des cadres normatifs internes.

À la lumière des plus récentes données disponibles, la capacité mondiale annuelle de production du TiO₂ (2018) est de 7,66 millions de t/an.¹⁷³ Les principaux pays producteurs miniers du TiO₂ étaient, en 2018, l'Australie (950 milliers de t de TiO₂ contenu), la Chine (850 milliers de t de TiO₂ contenu) et le Canada (850 milliers de t de TiO₂ contenu)¹⁷⁴, alors que suivant les données de 2016 (fournies par la WDM en 2018), les principaux pays producteurs miniers du titane étaient l'Afrique du Sud (1200 milliers de t., soit 17.45% de la production mondiale)¹⁷⁵, la Chine (1 196 milliers de t, soit 17.39% de la production mondiale)¹⁷⁶, l'Australie (1070 milliers de t, soit 15.56% de la production mondiale)¹⁷⁷ et le Canada (700 milliers de t., soit 10.18% de la

¹⁷² HAUT CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE. *Bilan des connaissances relatives aux effets des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO₂) sur la santé humaine; caractérisation de l'exposition des populations et mesures de gestion*, Rapport, Avril 2018, 149 pages, p. 34 (consulté le 5 avril 2019).

¹⁷³ Les données pour ces trois pays sont tirées de : www.lelementarium.fr/product/dioxyde-de-titane/ (consulté le 1^{er} mai 2019).

¹⁷⁴ Disponible à l'adresse : www.lelementarium.fr/product/dioxyde-de-titane/ (consulté le 1^{er} mai 2019).

¹⁷⁵ 1 200 000 metr. t sur un total de 6 877 550 metr. t : World Mining Data 2018, p. 96. Disponible à l'adresse : <https://www.world-mining-data.info> (consulté le 5 avril 2019).

¹⁷⁶ 1 196 000 metr. t sur un total de 6 877 550 metr. t : World Mining Data 2018, p. 96. Disponible à l'adresse : <https://www.world-mining-data.info> (consulté le 5 avril 2019).

¹⁷⁷ 1 070 000 metr. t sur un total de 6 877 550 metr. t : World Mining Data 2018, p. 96. Disponible à l'adresse : <https://www.world-mining-data.info> (consulté le 5 avril 2019).

production mondiale)¹⁷⁸. Depuis les sept dernières années, le Canada occupe le 3^e ou le 4^e rang des producteurs mondiaux de TiO₂.¹⁷⁹

En ce qui a trait à l'Union européenne, elle assumait, en 2016, 8,5 % de la production totale de minerais et, en ce qui a trait au TiO₂, 20 % de la production totale.¹⁸⁰ Le marché européen progresse à un rythme d'environ 3% par année.¹⁸¹ Le dioxyde de titane est produit dans 18 usines de l'Union européenne.¹⁸²

Afin de bien intégrer les arcanes du cycle de production, des filières d'utilisation et d'aborder la traçabilité des nanoparticules de dioxyde de titane, nous proposons, au sein de la section suivante, une étude de certaines données intéressantes.

1.4

Filières d'usages et traçabilité du TiO₂

On retrouve plusieurs sites de production du dioxyde de titane à travers le monde. Jusqu'à très récemment, la France en comptait deux, mais la fermeture de l'usine Tioxide du groupe Huntsman, située à Calais, porte maintenant ce chiffre à un seul, soit le site du groupe Cristal, à Thann en Alsace.¹⁸³ Au Québec, il y a une usine de

¹⁷⁸ 700 000 metr. t sur un total de 6 877 550 metr. t : World Mining Data 2018, p. 96. Disponible à l'adresse : <https://www.world-mining-data.info> (consulté le 5 avril 2019).

¹⁷⁹ World Mining Data 2018, p. 96. Disponible à l'adresse: <https://www.world-mining-data.info> (consulté le 5 avril 2019).

¹⁸⁰ <https://tdma.info/fr/limpact-economique-du-dioxyde-de-titane-en-europe/> (consulté le 17 janvier 2019). Elle assumait, en 2017, 596 544 t. Les données pour ces trois pays sont tirées de www.lelementarium.fr/product/dioxyde-de-titane/ (consulté le 1^{er} mai 2019).

¹⁸¹ HAUT CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE. *Bilan des connaissances relatives aux effets des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO₂) sur la santé humaine; caractérisation de l'exposition des populations et mesures de gestion*, Rapport, Avril 2018, 149 pages, p. 34.

¹⁸² <https://tdma.info/fr/limpact-economique-du-dioxyde-de-titane-en-europe/> (consulté le 17 janvier 2019).

¹⁸³ HAUT CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE. *Bilan des connaissances relatives aux effets des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO₂) sur la santé humaine; caractérisation de l'exposition des populations et mesures de gestion*, Rapport, Avril 2018, 149 pages, p. 30-31.

première transformation du dioxyde de titane, située en Montérégie, à Sorel-Tracy (Rio Tinto Fer et Titane).¹⁸⁴

Une fois fabriqué, le dioxyde de titane fait l'objet d'utilisations diverses. L'étude des filières d'usage et, surtout, de la traçabilité participe au premier plan des considérations liées à l'éventuelle responsabilité de certains intervenants du cycle de production de produits finaux qui contiennent des nanoparticules de TiO₂. Tel que nous l'étudions dans la deuxième partie, en cas de rappel de produits (causé par exemple par un défaut de sécurité), l'*exposure* des assureurs risque d'être d'une ampleur considérable, si tant est, bien entendu, que ce risque soit pris en charge par l'assureur. Par ailleurs, dans le cadre de la responsabilité civile liée à un préjudice subi par un tiers en raison de l'utilisation du produit, les questions liées à la traçabilité sont des plus pertinentes, permettant d'aborder le bris de transmission de l'information et d'analyser l'imputabilité, dans le cadre de différents recours (contractuels, extracontractuels, directs, récursoires, subrogatoires, etc.). Autrement dit, il s'agira d'identifier quel acteur n'a pas convenablement renseigné les acteurs ultérieurs de la chaîne.

De façon générale, les nanotechnologies et les nanoparticules soutiennent et investissent de multiples filières, de la chimie aux cosmétiques en passant par l'électronique et l'alimentaire.¹⁸⁵ Aussi, l'entreprise visant un repérage exhaustif des différents acteurs et des filières d'usages du dioxyde de titane dans sa forme nanométrique en est une pour le moins hasardeuse en raison du caractère fragmentaire des données disponibles. Toutefois, le déploiement d'efforts en ce sens est bien utile et s'inscrit d'ailleurs dans le cadre de la première recommandation du Comité de la

¹⁸⁴ INSTITUT DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC. *Mines en chiffres, La production minérale au Québec en 2016*, Québec, avril 2018, p. 6.

¹⁸⁵ CHASKIEL, P. La précaution « des » nanotechnologies. Une limitation et un contrôle des opérations du système par le monde vécu. *Communication et organisation*. 2014 vol. 45., p. 23. Disponible à l'adresse : <http://journals.openedition.org/communicationorganisation/4459> ; DOI : 10.4000/communicationorganisation, 2014.

Prévention et de la Précaution (CPP, rattaché au Ministère de l'Écologie), en 2006, qui visait à inventorier les différentes nanoparticules qui sont issues des nanotechnologies et, aussi, les diverses filières de production.¹⁸⁶ Fort de la présence des entraves dans la quête visant à répertorier toutes les nanoparticules qui sont manufacturées ainsi que les différentes filières de production, le Comité affirmait alors qu'il était impératif d'établir un consensus relatif à la nomenclature – ce qui n'est au demeurant toujours pas fait 15 ans plus tard – et d'établir des procédures afin d'assurer un suivi des particules dans le cycle de production et, à terme, dans le cadre de l'utilisation.¹⁸⁷ Les objectifs poursuivis par le Décret no 2012-232 du 17 février 2012 relatif à la déclaration annuelle des substances à l'état nanoparticulaire (notice du Décret) s'arriment parfaitement avec les visées de traçabilité et de recensement des filières.¹⁸⁸ Il s'agissait d'ailleurs d'un moment charnière dans le cadre de l'élaboration de pièces législatives visant les nanomatériaux, suivant une acception large de ce dernier vocable même si l'efficacité des mesures envisagées s'est avérée plus que relative.

Depuis le début de leur utilisation, les nanoparticules font l'objet, dès leur intégration au sein de différents produits, et en dépit des recommandations réitérées par différents organismes¹⁸⁹, d'un suivi et d'un recensement lacunaire, et ce, durant l'entier cycle de vie, soit la production, l'intégration et l'utilisation de ces nanoparticules alors que chaque étape comporte son lot de risques éventuels ou actuels¹⁹⁰. Que ce soit en amont,

¹⁸⁶ MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, COMITÉ DE LA PRÉVENTION ET DE LA PRÉCAUTION. *Nanotechnologies, Nanoparticules. Quels dangers, Quels risques*, Paris, Mai 2006, p. 6.

¹⁸⁷ MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, COMITÉ DE LA PRÉVENTION ET DE LA PRÉCAUTION. *Nanotechnologies, Nanoparticules. Quels dangers, Quels risques*, Paris, Mai 2006, p. 6.

¹⁸⁸ Décret no 2012-232 du 17 février 2012 relatif à la déclaration annuelle des substances à l'état nanoparticulaire pis en application de l'article L. 523-4 du code de l'environnement. Voir www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2012/2/17/DEVP1123456D/jo/texte (consulté le 8 avril 2019).

¹⁸⁹ ANSES. *Évaluation des risques liés aux nanomatériaux. Enjeux et mise à jour des connaissances*. Avis, Rapport d'expertise collective, avril 2014, Édition scientifique, p. 3.

¹⁹⁰ BROWAEYS, D., PERRIER, J.-J. *Trois ans de dialogue des parties prenantes sur les nanotechnologies*, Des repères partagés sur les sujets complexes ou polémiques, Toxicité et écotoxicité, Forum Nanoresp, 2017, p. 35.

lors de la fabrication des nanoparticules, leur de leur transport, de leur manipulation subséquente, plusieurs acteurs peuvent être volontairement impliqués (comme les employés) ou non (comme les personnes pouvant être affectées à la suite d'une contamination, à l'occasion d'un accident par exemple). Les protections d'assurance susceptibles d'entrer en jeu sont éventuellement multiples (assurance responsabilité des responsables d'un accident, le cas échéant; assurance maladie-accident des victimes; assurance de biens des propriétaires affectés, etc.).

Et en 2019, plusieurs défis subsistent, particulièrement, mais non limitativement, en ce qui a trait à ce suivi, à cette transparence, à cette traçabilité, notamment dans le cadre du cycle de production, mais aussi, dans le cadre de la consommation (identification des utilisateurs, de l'acheteur initial du produit, mais aussi des différents acquéreurs ultérieurs même si, dans le cadre du TiO₂ et de son utilisation dans l'alimentation, la traçabilité, le recensement de cette chaîne de possession *ex post* commercialisation se pose avec moins de pertinence, les produits étant habituellement consommés par l'acheteur initial).

À tout événement, la traçabilité est susceptible d'avoir un impact sur l'imputabilité ultime des producteurs de dernière ligne, ceux-ci étant responsable de la transmission d'informations, auprès des clients/acheteurs, quant à la présence de nanoparticules de TiO₂. Évidemment, les étapes, de la création (en ce qui a trait aux nanoparticules anthropiques) jusqu'à la disposition (ordure ou recyclage) sont multiples (intégration d'ingrédients ou de composantes), entreposage ou transport. Les acteurs de cette chaîne, fabricants ou distributeurs par exemple, peuvent ignorer le contenu exact des produits utilisés ou intégrés dans le produit final destiné à la vente, les mettant ainsi dans une position périlleuse, dans une perspective d'imputabilité et de responsabilité, car ils se trouvent alors dans l'impossibilité de dévoiler la composition exacte du

produit final. La courroie de transmission de l'information étant rompue, les efforts de traçabilité, pour ce cycle, s'évaporent.¹⁹¹

Par ailleurs, l'ambiguïté relative à la définition des nanomatériaux peut également ouvrir la porte à des arguments justifiant l'absence de déclaration quant à la présence de nanomatériaux, en raison du fait que, précisément, la substance employée ne se qualifie pas à titre de nanomatériaux, d'où l'importance précédemment évoquée d'établir un cadre métrologique unique et des définitions arrêtées, idéalement universelles. Dans ce cadre, l'argumentaire doit se baser sur un support législatif approprié et sur des circonstances congrues. Dans le cadre du TiO₂ utilisé dans l'alimentation, à la lumière de l'utilisation de l'additif E 171 et du cadre normatif qui entrera en vigueur au mois de janvier 2020, en France, les questions de traçabilité ne se poseront plus, en ce qui a trait à l'additif E 171, mais cette mesure ne sera peut-être que temporaire (l'interdiction de mettre sur le marché des aliments qui en contiennent ne visant qu'une période d'un an, pouvant toutefois faire l'objet d'un renouvellement).

Mais l'additif E 171 ne constitue qu'une des utilisations du TiO₂. Des auteurs¹⁹² ont réalisé des recherches, plus précisément une enquête professionnelle, au regard de cinq filières qui sont spécialisées dans la production de plusieurs produits, dont des nanomatériaux. En 2009, le dioxyde de titane à l'état nanoparticulaire constituait un des nanomatériaux qui faisaient l'objet de la plus grande production et qui étaient le plus utilisés dans les filières industrielles étudiées. Notons que 44 entreprises ont alors été identifiées à titre d'utilisatrices de ce type de nanoparticules. Plusieurs entités, ministères ou organisations, dont le Comité de la prévention et de la précaution du

¹⁹¹ BROWAEYS, D., PERRIER, J.-J. *Trois ans de dialogue des parties prenantes sur les nanotechnologies*, Des repères partagés sur les sujets complexes ou polémiques, Toxicité et écotoxicité, Forum Nanoresp, 2017, p. 35.

¹⁹² HONNERT, B., GRZEBYK, M. Manufactured Nano-objects: An Occupational Survey in Five Industries in France, *The Annals of Occupational Hygiene*, Volume 58, Issue 1, January 2014, Pages 121–135. Disponible à l'adresse: <https://doi.org/10.1093/annhyg/met058>.

ministère de l'Écologie et du Développement durable français, soulignaient alors la carence de données inhérentes à la production/mise en circulation/ consommation des nanoparticules (dont le TiO₂).¹⁹³ En dépit de l'élaboration d'un cadre normatif¹⁹⁴ incitant à la transparence, l'essence de cette affirmation demeure vraie en 2019, et ce, notamment en raison du fait que les différentes recherches sont, au niveau industriel, « à la fois confidentielles et cloisonnées »¹⁹⁵. Par ailleurs, l'interdiction d'utilisation de l'additif E 171 fait l'objet d'un cadre interne, limité à la France, même si plusieurs autres États emboîteront probablement le pas aux initiatives politiques et juridiques françaises. Quant au Canada, aucune action législative visant l'interdiction n'a été initiée en ce qui a trait à l'utilisation spécifique du TiO₂ dans l'alimentation. Ce qui soulève d'autres questions, notamment quant à l'efficacité (ou l'inefficacité) d'une telle mesure dans le cadre de la distribution des produits à l'échelle internationale.

Dans une perspective d'abord orientée vers le marketing, l'utilisation du TiO₂ permet la commercialisation de produits visuellement attrayants, les consommateurs étant davantage enclins, selon certains, à se procurer des denrées brillantes et de couleurs éclatantes, lesquelles propriétés témoignent de la fraîcheur de ces produits.¹⁹⁶

¹⁹³ HONNERT, B., GRZEBYK, M. Manufactured Nano-objects: An Occupational Survey in Five Industries in France, *The Annals of Occupational Hygiene*, Volume 58, Issue 1, January 2014, Pages 121–135. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.1093/annhyg/met058>; HAUT CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE. *Bilan des connaissances relatives aux effets des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO₂) sur la santé humaine; caractérisation de l'exposition des populations et mesures de gestion*, Rapport, Avril 2018, 149 pages, p. 37; MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, COMITÉ DE LA PRÉVENTION ET DE LA PRÉCAUTION. *Nanotechnologies, Nanoparticules. Quels dangers, Quels risques*. Paris, Mai 2006, p. 21-22.

¹⁹³ Global New Products Database. Disponible à l'adresss : <https://www.mintel.com/global-new-products-database> (consulté le 12 août 2019).

¹⁹⁴ PATENAUDE, J., LEGAULT, G.A., BEAUVAIS, J. *et al.* Framework for the Analysis of Nanotechnologies' Impacts and Ethical Acceptability: Basis of an Interdisciplinary Approach to Assessing Novel Technologies, *In Sci Eng Ethics* (2015) 21: 293. Disponible à l'adresse: <https://doi.org/10.1007/s11948-014-9543-y>.

¹⁹⁵ MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, COMITÉ DE LA PRÉVENTION ET DE LA PRÉCAUTION. *Nanotechnologies, Nanoparticules. Quels dangers, Quels risques*. Paris, Mai 2006, p. 21-22.

¹⁹⁶ Association des producteurs de dioxyde de titane. Disponible à l'adresse : <https://tdma.info/fr/le-dioxyde-de-titane-dans-l'alimentation/> (consulté le 3 août 2019).

Au cours des deux dernières décennies, il s'agit d'un des principaux pigments auquel on recourt, au niveau international, particulièrement dans la fabrication de l'encre, du plastique et de la peinture¹⁹⁷, sans parler de son utilisation dans d'autres domaines comme les produits cosmétiques et pharmaceutiques.

Mais la cause de cette si grande popularité du TiO₂ et de l'engouement qu'il suscite dans le secteur agroalimentaire est tributaire de certaines de ses intéressantes propriétés sur lesquelles nous nous attardons maintenant et qui retiennent l'attention des assureurs et réassureurs même si, à l'heure actuelle, les effets sur la santé (surtout moyen et long terme) ne sont pas connus.

1.5

Propriétés du dioxyde de titane et de l'additif E 171

D'entrée de jeu, précisons qu'il existe différentes variétés de TiO₂, en fonction de « leur structure cristalline et leur granulométrie, mais également leur pureté, leur porosité, leur charge de surface, etc. »¹⁹⁸.

D'un blanc éclatant¹⁹⁹, le dioxyde de titane (TiO₂) est notamment thermostable et réfringent. Il constitue un pigment très polyvalent, possédant plusieurs qualités qui en font un ingrédient ou un composant dans une myriade de produits de différents secteurs

¹⁹⁷ RICAUD, M., WITSCHGER, O. (INRS). *Les nanomatériaux, définitions, risques toxicologiques, caractérisation de l'exposition professionnelle et mesures de prévention*. 2012, 52 pages, p. 8.

¹⁹⁸ BINET S., RICAUD M., CHAZELET S., et al. *Dioxyde de titane nanométrique : de la nécessité de proposer une valeur limite d'exposition professionnelle.. [Rapport de recherche] Notes scientifiques et techniques NS 349*, Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). 2017, 17 p., p. 3-4.

¹⁹⁹ <https://tdma.info/fr/limpact-economique-du-dioxyde-de-titane-en-europe/> (consulté le 17 janvier 2019)

d'activités.²⁰⁰ On l'utilise en raison de ses propriétés optiques²⁰¹, ses propriétés photocatalytiques²⁰² et de ses propriétés à titre d'agent blanchissant.²⁰³ C'est particulièrement en lien avec sa capacité d'absorption des ultraviolets qu'on utilise le TiO₂ pour la fabrication d'écran solaire et sa forme nanoparticulaire lui confère une transparence fort utile (évitant le dépôt blanc sur la peau) qui contribue à la commercialisation de crèmes plus esthétiques.²⁰⁴

On l'utilise également à plusieurs autres titres²⁰⁵, notamment comme agent antibactérien, colorant (on y réfère sous l'appellation C 177891²⁰⁶, dans plusieurs domaines dont celui des cosmétiques²⁰⁷) et comme agent autonettoyant.²⁰⁸ Il fait aussi partie intégrante du ciment, du verre « en raison de ses propriétés photocatalytiques qui

²⁰⁰ <https://tdma.info/fr/limpact-economique-du-dioxyde-de-titane-en-europe/> (consulté le 17 janvier 2019).

²⁰¹ DORIER, M. *Impact du colorant alimentaire E171 et de nanoparticules de dioxyde de titane sur des modèles cellulaires, in vitro, d'épithélium intestinal*, Thèse, Grenoble Alpes, 2016, p. 14.

²⁰² <http://www.societechimiquedefrance.fr/dioxyde-de-titane.html?lang=fr> (consulté le 18 janvier 2019); DORIER, M. *Impact du colorant alimentaire E171 et de nanoparticules de dioxyde de titane sur des modèles cellulaires, in vitro, d'épithélium intestinal*, Thèse, Grenoble Alpes, 2016, p. 14. Voir également HAUT CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE. *Bilan des connaissances relatives aux effets des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO₂) sur la santé humaine; caractérisation de l'exposition des populations et mesures de gestion*, Rapport, Avril 2018, 149 pages, p. 33.

²⁰³ <http://www.societechimiquedefrance.fr/dioxyde-de-titane.html?lang=fr> (consulté le 18 janvier 2019).

²⁰⁴ <http://www.cancer-environnement.fr/559-Dioxyde-de-titane.ce.aspx> (consulté le 14 mars 2019); BINET S., RICAUD, M., CHAZELET, S., et al., *Dioxyde de titane nanométrique : de la nécessité de proposer une valeur limite d'exposition professionnelle.. [Rapport de recherche] Notes scientifiques et techniques NS 349*, Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). 2017, 17 p., p. 4.

²⁰⁵ BINET, S., RICAUD, M., CHAZELET, S., et al. *Dioxyde de titane nanométrique : de la nécessité de proposer une valeur limite d'exposition professionnelle. [Rapport de recherche] Notes scientifiques et techniques NS 349*, Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). 2017, 17 p., p. 4.

²⁰⁶ DORIER, M., *Impact du colorant alimentaire E171 et de nanoparticules de dioxyde de titane sur des modèles cellulaires, in vitro, d'épithélium intestinal*, Thèse, Grenoble Alpes, 2016, p. 21-25.

²⁰⁷ Raj S. et al., *Nanotechnology in Cosmetics: Opportunities and Challenges. J. Pharm Bioallied Sci.* 2012, Jul-Sep; 4(3): 186-193, p. 186.

²⁰⁸ BINET, S., RICAUD, M., CHAZELET, S., et al., *Dioxyde de titane nanométrique : de la nécessité de proposer une valeur limite d'exposition professionnelle. [Rapport de recherche] Notes scientifiques et techniques NS 349*, Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). 2017, 17 p., p. 4.

permettent de décomposer une large variété de matières organiques, inorganiques et de micro-organismes (NOX, CO, O₃, etc.) »²⁰⁹

En France, depuis plusieurs années déjà²¹⁰, les plumes s'épointent sur l'épineuse controverse quant à la sécurité entourant l'utilisation des nanoparticules dans le secteur agroalimentaire (visant tant les emballages²¹¹ que les produits eux-mêmes). Les nanoparticules d'argent et de TiO₂ retiennent l'attention en raison de propriétés antibactériennes²¹²/antimicrobiennes²¹³ quant aux emballages²¹⁴. Aussi, l'utilisation du

²⁰⁹ RICAUD, M., WITSCHGER, O. (INRS). *Les nanomatériaux, définitions, risques toxicologiques, caractérisation de l'exposition professionnelle et mesures de prévention*. 2012, 52 pages, p. 8.

²¹⁰ BINET, S., RICAUD, M., CHAZELET, S., *et al.*, *Dioxyde de titane nanométrique : de la nécessité de proposer une valeur limite d'exposition professionnelle.. [Rapport de recherche] Notes scientifiques et techniques NS 349*, Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). 2017, 17 p., p. 4.

²¹¹ MARTIROSYAN, A., SCHNEIDER, Y.-J. Engineered Nanomaterials in Food: Implications for Food Safety and Consumer Health, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(6): 5720-5750, May 2014, p. 5728.

²¹² SHARMA, C., DHIMAN, R., ROKANA, N *et al.* Nanotechnology: An Untapped Resource for Food Packaging. *Front. Microbiol.* (2017) 8:1735. doi: 10.3389/fmicb.2017.01735. p. 7; MACWAN, D., DAVE, P. N., CHATURVERDI, S. A review on nano-TiO₂ sol-gel type syntheses and its applications. *J. Mater. Sci.* (2011). 46:3669–3686. doi: 10.1007/s10853-011-5378-y; MONTAZER, M., SEIFOLLAHZADEH, S. Enhanced self-cleaning, antibacterial and UV protection properties of nano TiO₂ treated textile through enzymatic pretreatment. *Photochem. Photobiol.* (2011). 87, 877–883. doi: 10.1111/j.1751-1097.2011.00917.x.

²¹³ PICECCHI, D. Tiny Things with a Huge Impact: The International Regulation of Nanomaterials, 7 *Mich. J. Envtl. & Admin. L.* 447 (2018), p. 451 ; PATLOLLA, A.K. *et al.*, Genotoxicity Study of Silver Nanoparticles in Bone Marrow Cells of Sprague-Dawley Rats, 85 *Food & Chemical Toxicology*, 2015 Nov; 85:52-60, p. 52; UNEP (2017). *Frontiers 2017 Emerging Issues of Environmental Concern*. United Nations Environment Programme, Nairobi. Disponible à l'adresse: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/22255/Frontiers_2017_EN.pdf?sequence=1&isAllowed=y; CHALOUKKA, K. *et al.* Nanosilver as a New Generation of Nanoproduct in Biomedical Applications. *Trends in Biotechnology*, Vol. 28, Issue 11, November 2010, pages 580-588, p. 585; BERGE, M. *Le développement du nano-argent; entre représentations hygiénistes, déterminisme technoscientifique et marché : analyse sociologique*. 2013. Montréal, Département de sociologie, Université du Québec à Montréal, 146 p.

²¹⁴ SWISS NANOCUBE, *Les nanotechnologies au quotidien – Emballages et produits alimentaires. Fraîcheur prolongée grâce à nano*. Disponible à l'adresse : <http://www.swissnanocube.ch/fr/applications-produits/les-nanotechnologies-au-quotidien/emballages-et-produits-alimentaires/> (consulté le 22 mars 2019). Voir également : LI V., KAMOUCHKINA, M., MARCONI, C. Controverse autour de l'utilisation des nanotechnologies en Suisse, 2018. Disponible à l'adresse : <https://biologieetsociete2018.wordpress.com/author/nanogroups/> (Consulté le 22 mars 2019); DORIER M. *Impact du colorant alimentaire E171 et de nanoparticules de dioxyde de titane sur des modèles cellulaires, in vitro, d'épithélium intestinal*, Thèse, Grenoble Alpes, 2016, p. 21-25. CHAUDRY, Q., SCOTTER, M., BLACKBURN J., *et al.* Applications and implications of

TiO₂ nanométrique, combinée à l'utilisation de nanoparticules d'argent semble même augmenter substantiellement ces propriétés antimicrobiennes.²¹⁵ De leur côté, les nanoparticules de dioxyde de titane, contenues dans l'additif alimentaire E171, retiennent l'attention dans le cadre des produits de consommation *per se*. Un additif alimentaire est par définition une substance ajoutée intentionnellement aux produits alimentaires au moment de la fabrication, dans le cadre de la conservation ou de l'emballage alors que plus de vingt catégories relatives notamment à la couleur et aux textures établissent des classes en considération de leurs principales fonctions²¹⁶. Ces additifs, ainsi que leur utilisation, sont régis par une réglementation qui est à la fois complexe²¹⁷ et en constant changement, au Canada comme en Europe, de nouveaux additifs étant continuellement autorisés. Cet additif E171, utilisé sous forme de poudre, est un colorant alimentaire composé de particules de TiO₂.

Le packaging constitue un élément crucial dans tous les segments de l'industrie alimentaire²¹⁸ et, dans ce contexte, le recours aux nanotechnologies (on réfère à l'*active packaging* ou *intelligent packaging*) vise l'amélioration des principales composantes

nanotechnologies for the food sector. *Food Addit. Contam. Part A*. 2008. 25, 241–258. doi:10.1080/02652030701744538.

²¹⁵ SHARMA, C, DHIMAN, R, ROKANA, N, *et al.* Nanotechnology: An Untapped Resource for Food Packaging. *Front. Microbiol.* (2017) 8:1735. doi: 10.3389/fmicb.2017.01735. p. 7; LI, X., XING, Y., JIANG, Y. Antimicrobial activities of ZnO powder-coated PVC film to inactivate food pathogens. *Int. J. Food Sci. Technol.* (2009). 44, 2161–2168. 10.1111/j.1365-2621.2009.02055.x; WU, T. S., WANG, K. X., LI, G. D., *et al.* Montmorillonite-supported Ag/TiO₂ nanoparticles: an efficient visible light bacteria photodegradation material. *ACS Appl. Mater. Int.* (2010). 2, 544–550. doi: 10.1021/am900743d).

²¹⁶ DORIER, M. *Impact du colorant alimentaire E171 et de nanoparticules de dioxyde de titane sur des modèles cellulaires, in vitro, d'épithélium intestinal*, Thèse, Grenoble Alpes, 2016, p. 21-25.

²¹⁷ SANCHEZ, M.C. Food Additives, in: *Food Law and Regulation for Non-Lawyers*, Food Science Text Series. Springer International Publishing, 2015. pp. 165–195; DORIER, M. *Impact du colorant alimentaire E171 et de nanoparticules de dioxyde de titane sur des modèles cellulaires, in vitro, d'épithélium intestinal*, Thèse, Grenoble Alpes, 2016, p. 21-25.

²¹⁸ SHARMA, C, DHIMAN, R, ROKANA, N, *et al.* Nanotechnology: An Untapped Resource for Food Packaging. *Front. Microbiol.* (2017) 8:1735. doi: 10.3389/fmicb.2017.01735. p. 1-2. JNAJARASSKUL, T., SUPPAKUL, P. Active and intelligent packaging: the indication of quality and safety. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* (2016). 19:0. doi: 10.1080/10408398.2016.1225278 ; SARKAR, P., CHOUDHARY, R., PANIGRAHI, S., *et al.* Nano-inspired systems in food technology and packaging. *Environ. Chem. Lett.* (2017). doi: 10.1007/s10311-017-0649-8.

qui ont traditionnellement été utilisées dans le cadre du packaging. Il en va notamment ainsi de l'amélioration visant une plus grande facilité en ce qui a trait au transport et une meilleure conservation des différents aliments²¹⁹.

La littérature parfois contradictoire (Vila et al., 2018 et Proquin et al., 2017), notamment quant aux études liées à la génotoxicité in vitro, jumelée à une métrologie et à des unités de références sans contours universels contribue certes à polariser les consommateurs, pour ne mentionner qu'eux, au regard de l'opportunité de recourir à ce type de particules.

Il importe par ailleurs de préciser que l'additif E171 est composé de nanoparticules (<100 nm) de TiO₂, mais qu'il est majoritairement composé de particules fines. Or, une fois de plus, les recherches ne convergent pas toutes vers des résultats identiques et la proportion de particules nanométriques varie en fonction des études.²²⁰ Par exemple, selon les résultats d'une étude effectuée aux États-Unis en 2012²²¹, « [e]lectron microscopy and stability testing of food-grade TiO₂ (E171) suggests that approximately 36% of the particles are less than 100 nm in at least one dimension [...] roughly 36% of the particles in E171 may be in the nano range »²²² alors que d'autres études (Peters et al, 2014²²³) font plutôt état du fait que « [d]epending on the analytical

²¹⁹ SHARMA, C, DHIMAN, R, ROKANA, N, et al. Nanotechnology: An Untapped Resource for Food Packaging. *Front. Microbiol.* (2017) 8:1735. doi: 10.3389/fmicb.2017.01735. p. 2.

²²⁰ ANSES. *Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux risques liés à l'ingestion de l'additif alimentaire E171*, 12 avril 2019, Saisine n° 2019-SA-0036, Maisons-Alfort, p. 1; HAUT CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE. *Bilan des connaissances relatives aux effets des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO₂) sur la santé humaine; caractérisation de l'exposition des populations et mesures de gestion*, Rapport, Avril 2018, 149 pages, p. 33.

²²¹ WEIR, A., WESTERHOFF, P., FABRICIUS L., et al. Titanium Dioxide Nanoparticles in Food and Personal Care Products, *Environ. Sci. Technol.*, 2012, Feb 21;46(4):2242-50.

²²² WEIR, A., WESTERHOFF, P., FABRICIUS L., et al. Titanium Dioxide Nanoparticles in Food and Personal Care Products, *Environ. Sci. Technol.*, 2012, Feb 21;46(4):2242-50, p. 2247.

²²³ PETERS, R.J., BEMMEL, G., HERRERA-RIVERA, Z. et al. Characterization of Titanium Dioxide Nanoparticles in Food Products: Analytical Methods To Define Nanoparticles. *J. Agricultural and Food Chemistry*. 2014, 62, 6285-6293, dx.doi.org/10.1021/jf5011885.

method used, 10-15% of the particles in these materials had sizes below 100 nm ».²²⁴ Notons également que les résultats de l'étude menée par Yang²²⁵ (Yang et al., 2014²²⁶) font état d'une grande variabilité en fonction des échantillons analysés (que cinq échantillons analysés « contained 35, 23, 21, 17, and 19% nanosized particles, respectively, based on the size distributions with a confidence level of 95% [...] »²²⁷). Au mois d'avril 2019, l'Anses soulignait qu'il peut y avoir une variation de proportion entre 6% et 55%, avec une moyenne de vingt-cinq pourcent²²⁸. Les résultats diffèrent donc passablement. Or, rappelle justement Alain Lombard « [l]es techniques utilisées [...] sont variées : Spectromètre à Absorption Atomique couplé ou non à d'autres appareillages, Compteur à Noyaux de Condensation, [...]. Dans la pratique, il est très rare, pour un même échantillon, d'obtenir des valeurs de mesures identiques en utilisant des équipements différents, ce qui renforce la difficulté de contrôle des expositions »²²⁹.

Si, pour l'instant, les résultats d'études relatives à la toxicité du TiO₂ pour les animaux

²²⁴ PETERS, R.J., BEMMEL, G., HERRERA-RIVERA, Z. *et al.* Characterization of Titanium Dioxide Nanoparticles in Food Products: Analytical Methods To Define Nanoparticles. *J. Agricultural and Food Chemistry*. 2014, 62, 6285-6293, dx.doi.org/10.1021/jf5011885, p. 6285. Voir également : <http://www.cancer-environnement.fr/559-Dioxyde-de-titane.ce.aspx> (consulté le 14 mars 2019).

²²⁵ Notons incidemment que deux chercheurs, Kiril Hristovski et Paul Westerhoff faisaient partie de l'équipe de Weir en 2012 et de l'équipe de Yang en 2014.

²²⁶ YANG, Y., DOUDRICK, K., XIANGYU, B. *et al.* Characterization of Food-Grade Titanium Dioxide: The Presence of Nanosized Particles. *Environmental Science & Technology*. 2014, 48, 6391-6400, p. 6393.

²²⁷ YANG, Y., DOUDRICK, K., XIANGYU, B. *et al.* Characterization of Food-Grade Titanium Dioxide: The Presence of Nanosized Particles. *Environmental Science & Technology*. 2014, 48, 6391-6400, p. 6393. Voir également : <http://www.cancer-environnement.fr/559-Dioxyde-de-titane.ce.aspx> (consulté le 14 mars 2019).

²²⁸ ANSES. *Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux risques liés à l'ingestion de l'additif alimentaire E171*, 12 avril 2019, Saisine n° 2019-SA-0036, Maisons-Alfort, p. 1.

²²⁹ LOMBARD, A., « Nanotechnologies » dans Catherine-Antoinette Raimbault et Anne Barr (dir.), *Risques émergents. Un pilotage stratégique*, Economica, 2010, p. 23. D'autres auteurs précisent que « [l]es méthodes d'analyse sont nombreuses mais elles ne sont pas standardisées, ce qui conduit à des résultats difficilement comparables » : BROWAEYS, D., PERRIER, J.-J. *Trois ans de dialogue des parties prenantes sur les nanotechnologies*, Des repères partagés sur les sujets complexes ou polémiques, Toxicité et écotoxicité, Forum Nanoresp, 2017, p. 30.

sont parfois différents, les études quant à la toxicité du TiO₂ pour l'être humain, nous l'évoquions, ne sont quant à elles pas concluantes. En dépit de cette incertitude, l'augmentation du nombre de produits de consommation contenant l'additif E 1717 a été relevée par certains organismes. En 2015, la base de données Open Food Facts répertoriait 109 produits vendus sur le territoire de la France et qui contenaient l'additif alimentaire E 171, allant de friandises comme les M&M à certains plats préparés comme des raviolis.²³⁰ Suivant la même base de données, 1097 produits contenaient l'additif E171 – Dioxyde de titane en date du 29 juin 2019 alors que le 2 septembre 2019, toujours selon la même base de données, 1123 produits étaient répertoriés (cette base évoque un chiffre de 4675 produits contenant du E 171 – Dioxyde de titane répertoriés au niveau mondial).²³¹

Suivant en ce sens diverses alertes, plusieurs entreprises ont, depuis quelques années, omis de dévoiler qu'ils incorporent des nanoparticules dans leurs produits, en contravention des prescriptions relatives à l'étiquetage.²³² Or, la controverse entourant l'utilisation des nanoparticules de dioxyde de titane à titre d'additif alimentaire dans différents produits de consommation s'articule autour de la question de la toxicité et des risques liés à leur consommation, en fonction des différentes voies d'exposition éventuelles. Aussi, nous nous attardons maintenant aux risques liés à l'exposition au TiO₂ et à l'additif E 171, considérations au cœur des préoccupations des assureurs et réassureurs, même si les données, en ce qui a trait à l'être humain, ne sont pas concluantes pour l'instant. En effet, non seulement l'identification des voies privilégiées s'avère intéressante pour les assureurs, permettant de cibler les secteurs visés (emploi, consommateur, etc.) mais elle permettra de peaufiner l'instauration de

²³⁰ DORIER, M. *Impact du colorant alimentaire E171 et de nanoparticules de dioxyde de titane sur des modèles cellulaires, in vitro, d'épithélium intestinal*, Thèse, Grenoble Alpes, 2016, p. 21-25.

²³¹ <https://fr.openfoodfacts.org/additif/e171-oxide-de-titane>, (consulté le 2 septembre 2019).

²³² <https://www.agirpourenvironnement.org/communiqués-presse/enquete-exclusive-des-analyses-revelent-la-presence-de-nanoparticules-dans-3980>;
<https://www.60millions-mag.com/kiosque/bonbons-gateaux-stop-aux-nanoparticules>;
<http://veillenanos.fr/wakka.php?wiki=EnjeuxAlimentation>

dispositifs de protection mieux adaptés (tel que l'usage d'un masque mais, surtout, d'un masque approprié en fonction de la grosseur des particules).

CHAPITRE II

RISQUES AVÉRÉS ET ANTICIPÉS LIÉS AUX NANOPARTICULES DE DIOXYDE DE TITANE, PARTICULIÈREMENT L'ADDITIF E 171

Si les risques avérés ou, du moins, anticipés inhérents à l'exposition aux nanoparticules préoccupent plusieurs qui voient dans leur existence le fondement d'inquiétudes similaires à celles qu'ont suscité les OGM²³³, les promoteurs du « nano », suivant une acception large du terme, les affublent plutôt de qualificatifs dithyrambiques, alléguant leurs vertus et leurs propriétés potentiellement salutaires, particulièrement dans le domaine médical et dans le domaine agroalimentaire.

Or, nous l'évoquions, la polarisation – entre différentes associations citoyennes (comme Agir pour l'environnement) et des entreprises/associations utilisant ou produisant des produits nano (comme l'association des producteurs de dioxyde de titane) – à laquelle la controverse a donné naissance a pour pierre angulaire les risques liés à l'exposition aux nanoparticules. Cette exposition pour l'être humain est tributaire de différentes voies, soit la voie digestive, la voie respiratoire, et la voie dermique et oculaire que nous abordons (section 2).

Mais auparavant, considérant les expériences passées et l'envergure des indemnités et des prestations versées par les assureurs et réassureurs à l'occasion de certains événements survenus au cours des dernières années (certains alors aussi relatifs à des risques émergents), nous nous intéressons au contexte dans lequel s'inscrit la

²³³ BROWAEYS, D.B. *Des inconnus dans nos assiettes : Après la vache folle, les aliments transgéniques*, 1998, Castells Raymond ; BROWAEYS, D.B. *Le Meilleur des nanomondes*, Buchet Chastel, 2009.

controverse entourant le recours aux nanoparticules de dioxyde de titane dans l'alimentation (section 1).

2.1

Contexte historique : objets divers, questions similaires

La controverse entourant les risques liés aux nanotechnologies et, plus spécifiquement aux nanoparticules de dioxyde de titane s'inscrit dans une séquence événementielle d'envergure relative aux risques sanitaires, à la santé publique²³⁴. Les dernières décennies ont été le théâtre de différentes situations qui, quoique ne présentant pas le même objet, ont suscité des questions similaires, notamment quant à l'intervention des autorités règlementaires et aux études sur la toxicité de certains éléments : manipulation de l'ADN, cas des OGM, l'affaire du sang contaminé, la vache folle et le cas de l'amiante.

En ce qui a trait à la manipulation de l'ADN, un épisode notoire, le premier clonage connu d'un mammifère, allait retenir l'attention en 1997, alors que la nouvelle de la naissance de la brebis Dolly était diffusée le 5 juillet 1996 (Dolly est décédée près de 7 ans plus tard, le 14 février 2003). Cette manipulation de l'ADN afin de « transformer génétiquement les végétaux et les animaux pour les faire correspondre un peu plus à nos besoins »²³⁵ – l'image est marquante – n'est pas sans soulever de nombreuses questions. Et cette inquiétude inhérente au développement des organismes génétiquement modifiés paraît découler de différents phénomènes comme l'érosion de la confiance vouée à la puissance publique, au demeurant chargée (dans une certaine

²³⁴ AVICENN. *Nanomatériaux et risques pour la santé et l'environnement - Soyons Vigilants !*, Éditions Yves Michel, 2016.

²³⁵ LEGAULT, G.-A. et al. *Nanotechnologies et principe de précaution. Forces et limites de l'appel au principe*. Presses de l'Université Laval, Québec, 2012, p. 3-4.

mesure, nous le verrons) de la sécurité sanitaire des consommateurs.²³⁶ Deux autres épisodes, notamment, ont marqué cette érosion soit, en 1991, le cas du sang contaminé²³⁷ et, dans le secteur alimentaire, l'épisode de la vache folle.²³⁸

Mais ces cas (les OGM et les biotechnologies) n'ont évidemment pas le monopole des appréhensions. Aussi, qu'il nous soit ici permis de quitter momentanément leurs terrains afin d'aborder une controverse qui, en raison de la nature du contaminant, fait directement écho aux risques que posent l'exposition aux nanoparticules. Nous pensons ici au célèbre cas de l'amiante, à maintes reprises étudié dans la littérature, et aux graves conséquences liées à son inhalation²³⁹. Cette substance, aux risques fulgurants maintenant dévoilés, fut pourtant annonciatrice d'intéressantes promesses, dans le domaine de la construction et à titre de retardateur de flammes, notamment dans le textile et dans la fabrication de linge pour enfants. Et, malgré les inquiétudes et les multiples alertes quant à sa nocivité, les initiatives politiques et, ultimement, normatives, se sont très lentement mises en place.²⁴⁰

En 2012, une auteure mentionnait que « [l]es nanotubes de carbone multicouches sont notamment devenus un sujet de grande inquiétude, dans la mesure où certains ressemblent aux fibres d'amiantes (longues et fines) et il semble désormais confirmé

²³⁶ LEGAULT, G.-A. et al. *Nanotechnologies et principe de précaution. Forces et limites de l'appel au principe*. Presses de l'Université Laval, Québec, 2012, p. 3-4.

²³⁷ HERMITTE, M.A. *Le Sang et le Droit. Essai sur la transfusion sanguine*, Paris, Seuil, 1996. MARCHETTI, D. Contribution à une sociologie des transformations du champ journalistique dans les années 80 et 90. A propos d'« événements sida » et du « scandale du sang contaminé », Sociologie. École des Hautes Études en Sciences Sociales (EHESS), 1997.

²³⁸ LEGAULT, G.-A. et al. *Nanotechnologies et principe de précaution. Forces et limites de l'appel au principe*. Presses de l'Université Laval, Québec, 2012, p. 3-4.

²³⁹ SOCIÉTÉ ROYALE DU CANADA. *Rapport du Groupe d'experts préparé à la demande de la Société Royale du Canada Canada pour Santé Canada, Étude du Rapport INSERM sur les Effets sur la Santé de l'Exposition à l'Amiante*, 2016 ; Introduction du Rapport d'information no 37 (2005-2006) de MM. Gérard Dériot et Jean-Pierre Godefroy, fait au nom de la mission commune d'information. *Le drame de l'amiante en France : comprendre, mieux réparer, en tirer des leçons pour l'avenir*. Déposé le 26 octobre 2005.

²⁴⁰ SKIPPER, H.D., KWON, W.J. *Risk Management and Insurance. Perspectives in a Global Economy*, Blackwell Publishing, Oxford, 2007, p. 472-473.

qu'ils peuvent causer des problèmes de santé similaires, en induisant des réactions inflammatoires identiques »²⁴¹. Ainsi, pour plusieurs, les nanoparticules, qui s'inscrivent dans cette ligne, exigent la comparaison et commandent un encadrement rapide et serré, alors que les connaissances scientifiques quant aux effets à court, moyen et long terme sont, pour l'instant et pour de nombreuses particules, très limitées. Quant aux assureurs, la crise de l'amiantose résonne toujours et, à cet effet, les nouvelles situations qui présentent des similitudes importantes avec les fibres amiantiformes, inquiètent, mais il importe de ne pas assimiler ces fibres au Tio2 nanoparticulaire, car ce n'est pas nécessairement la taille qui soit problématique mais, plutôt, la nature et les propriétés des particules, notamment quant à la bioaccumulation.

Toutefois, la similitude entre le cas de l'amiante et celui des nanoparticules – notamment quant à la potentielle manifestation retardée des effets de l'exposition à ces particules – préoccupe les assureurs en raison de la difficulté d'évaluer à la fois le risque lors de la souscription et les réclamations ultérieures en raison de cette concrétisation des effets retardée (nous abordons certains aspects de la crise de l'amiante, l'expression « affaire de l'amiante » étant davantage utilisée par certains, d'autres n'hésitant toutefois pas à user de l'expression « scandale de l'amiante » ou « drame de l'amiante », à connotation évocatrice, tant en ce qui a trait aux impacts sur le plan humain que sur le plan économique)²⁴². Quoique le désastre sanitaire auquel l'inhalation des fibres d'amiante a donné naissance ait pris racine il y a plusieurs décennies, l'actualité des derniers mois s'est chargée de réanimer les passions. Si on entendait moins parler des cas liés à l'exposition à l'amiante au cours des dernières

²⁴¹ MANIET, F., *Nanotechnologies et produits de consommation, quels risques? quels encadrements?*, Montréal, Yvon Blais, 2012, p. 44; NANOCAP. 2009. *Nanomatériaux : Préoccupations sur la santé et l'environnement*, Bruxelles, Bureau européen de l'environnement, 15 p. Disponible à l'adresse: <http://www.eeb.org/?LinkServID=5412E6B2-F9AF-4A5D-43B6DFF8B8F39C77&showMeta=0>. P. 11.

²⁴² Introduction du Rapport d'information no 37 (2005-2006) de MM. Gérard Dériot et Jean-Pierre Godefroy, fait au nom de la mission commune d'information. *Le drame de l'amiante en France : comprendre, mieux réparer, en tirer des leçons pour l'avenir*. Déposé le 26 octobre 2005.

années (notamment en raison du resserrement du cadre normatif, du moins dans certaines juridictions²⁴³), les interrogations relatives à la présence d'amiante dans divers produits et à l'exposition des travailleurs dans le domaine de la construction, persistent. En effet, depuis quelques mois, une multinationale²⁴⁴ est sous les projecteurs à la suite d'allégations relatives au fait qu'un de ses produits phares en Amérique du Nord – une poudre de talc – contiendrait ou aurait contenu de l'amiante, et ce, depuis au moins les années 1970.²⁴⁵

Notons par ailleurs que certaines décisions ont été rendues par des tribunaux américains²⁴⁶, dans le cadre de recours en dommages -intérêts compensatoires liés à l'inhalation de la poudre de talc, alors que des procédures contre deux compagnies ont été initiées au Québec.²⁴⁷

La proximité des cas relatifs d'une part à l'amiante, jadis qualifiée de *magical mineral*, et d'autre part aux nanoparticules (en raison, dans les deux cas, de leurs propriétés exceptionnelles²⁴⁸) permet des conjectures intéressantes dans la sphère assurancielle où les préoccupations sont percutantes.

²⁴³ Règlement interdisant l'amiante et les produits contenant de l'amiante, DORS/2018-196 (C.P. 2018-1210 2018-09-28), adopté en vertu de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999).

²⁴⁴ En fait, au moins une autre compagnie fait l'objet d'allégations. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1098998/poudre-pour-bebes-cancer-ovaires-cour-superieure-autorise-action-collective>.

²⁴⁵ <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1112510/johnson-johnson-poudre-talc-amiante-cancer>.

²⁴⁶ Décision d'une cour du Missouri (<https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1112510/johnson-johnson-poudre-talc-amiante-cancer>) et d'une cour de la Californie.

²⁴⁷ *Kramar c. Johnson & Johnson*, 2016 QCCS 5296; <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1098998/poudre-pour-bebes-cancer-ovaires-cour-superieure-autorise-action-collective>.

²⁴⁸ Le drame de l'amiante en France : comprendre, mieux réparer, en tirer des leçons pour l'avenir (rapport). Disponible à l'adresse : <https://www.senat.fr/rap/r05-037-1/r05-037-15.html#toc20>

En raison de ce voisinage entre le cas de l'amiante et celui du nano, l'industrie des assurances tient évidemment à ne pas sous-estimer l'impact des nanoparticules dans la même mesure que les effets de l'exposition aux fibres d'amiante l'avaient été.²⁴⁹

Rappelons par ailleurs que, dans le contexte de l'amiante, les risques étaient depuis longtemps connus lorsque, finalement, son utilisation fut prohibée en France (en 1997) alors que le Canada, ayant lui aussi longtemps fait la sourde oreille et tourné le dos aux actes normatifs prohibant l'utilisation de l'amiante, a finalement adopté, en 2018, un *Règlement interdisant l'amiante et les produits contenant de l'amiante* dont la portée de l'interdiction n'est toutefois pas absolue (en ce qui a trait à l'amiante déjà en place, par exemple à titre d'isolant dans les maisons). Plusieurs personnes sont encore aujourd'hui consternées par l'extrême temporisation de la puissance publique à l'endroit d'un composant dont les risques étaient, depuis plus d'un siècle, soupçonnés et, depuis quelques décennies, avérés. En effet, en 1899 déjà, le décès d'un ouvrier qui avait travaillé pendant près de 15 ans dans une usine où on manipulait de l'amiante était constaté par le Dr Henry Montague Murray. Les rumeurs liées à la nocuité de l'amiante furent dès lors vivement entretenues.

Quoique nous abordons spécifiquement l'institution de l'assurance dans la deuxième partie, nous nous permettons ici la remarque suivant laquelle les assureurs, usant d'une circonspection, d'une prudence qui allaient s'avérer parfaitement justifiés (dans la perspective de la rentabilité de ces assureurs, bien entendu) refusèrent d'assurer les ouvriers en contact avec l'amiante, et ce, dès les années 1910²⁵⁰, soit avant

²⁴⁹ TRAN, C.L., HANKIN, S.M., ROSS, B. *et al.* *An outline scoping study to determine whether high aspect ratio nanoparticles (HARN) should raise the same concerns as do asbestos fibres.* IOM Report on Project CB0406, August 13 2008, 59 p. Voir aussi : BUHA, J. (Zurich). *Is Nanotechnology a threat to Insurance Industry?*, 2017 Global Risk Engineering Conference, may 18, 2017, p. 6. Disponible à l'adresse : <http://innovationsgesellschaft.ch/en/publications/beitrag-print-onlinemedien/beitrag-nano-versicherung/>.

²⁵⁰ Sante.lefigaro.fr/2015/05/29/23787-lamiante-recit-dun-scandale-sanitaire;geoconfluences.ens-lyon.fr/doc/transv/Risque/RisquesViv.htm.

l'établissement d'un lien entre l'inhalation de ces fibres et certaines maladies. La date exacte de la découverte de ce lien ne fait pas l'objet d'un consensus, mais, si on fait abstraction de certaines affirmations selon lesquelles ce lien était connu depuis plusieurs siècles, ce qui a été réfuté²⁵¹, la première publication relative à un lien effectif entre l'amiante et des maladies remonte à 1924²⁵², alors que les soupçons d'un lien entre l'amiante et le cancer remontent à 1930. C'est par ailleurs Richard Doll qui a démontré la causalité entre l'amiante et le cancer du poumon, en 1955.²⁵³

Tout comme l'amiante ou les particules/fibres amiantiformes qui continuent d'alimenter l'inquiétude²⁵⁴, les nanoparticules suscitent des appréhensions quant à la sécurité sanitaire, particulièrement à la suite d'une ingestion ou d'une inhalation, et cela s'explique notamment en raison du grand déploiement de leur utilisation, des expressions de mortalité passées liés à l'exposition à l'amiante qui résonnent toujours (quoiqu'il semble que d'autres soient à prévoir) et, surtout, de la variété des voies d'exposition chez l'humain, auxquelles nous nous attardons maintenant.

2.2

Principales voies d'exposition aux nanoparticules

Nous examinons, dans la présente section, les principales voies d'exposition (Figure 2.1) aux nanoparticules, surtout en ce qui a trait aux nanoparticules de dioxyde de

²⁵¹ ARLIDGE, T. *The hygiene, diseases and mortality of occupations*. London: Percival, 1892.

²⁵² COOKE, W.E. Fibrosis of the lungs due to the inhalation of asbestos dust. *BMJ* 1924; 2:147.

²⁵³ BARTRIP, P.W.J. History of asbestos related disease, *Postgraduate Medical Journal* 2004; 80:72-76.

²⁵⁴ « Le dossier technique amiante (DTA), reçu par Icade - le syndicat de l'immeuble - le 17 novembre dernier relance toutes les inquiétudes » : <http://www.leparisien.fr/paris-75/amiante-tour-montparnasse-nouvelles-decouvertes-une-evacuation-totale-possible-05-12-2014-4350373.php>; <http://www.lefigaro.fr/actualite-france/2017/01/26/01016-20170126ARTFIG00255-amiante-la-ruse-des-coproprietaires-pour-ne-pas-evacuer-la-tour-montparnasse.php>; <http://www.leparisien.fr/flash-actualite-sante/amiante-nouvel-episode-de-pollution-a-la-tour-montparnasse-29-04-2015-4734045.php>; https://www.lemonde.fr/societe/article/2014/01/29/amiante-la-region-ile-de-france-evacue-son-personnel-de-la-tour-montparnasse_4356347_3224.htm

titane. La durée et la fréquence de l'exposition²⁵⁵ peuvent évidemment avoir un impact²⁵⁶ au niveau du cortège d'effets toxicologiques.

Également, l'évaluation de l'exposition des consommateurs aux nanomatériaux est difficile et complexe, particulièrement en raison du fait que la perception des effets peut être retardée²⁵⁷ et, surtout, en raison du manque de transparence, voire du mutisme des producteurs, quant à la composition des produits, ce que l'élaboration de nouvelles pièces législatives tente de pallier, notamment en France.

²⁵⁵ INRS. *Nanomatériaux, Prévention des risques dans les laboratoires*, janvier 2012, p. 11.

²⁵⁶ HANSEN, S.F. *et al.*, Categorization Framework to Aid Exposure Assessment of Nanomaterials in Consumer Products. *Ecotoxicology*, 2008. vol. 17, n° 5, p. 438-447, p. 446; MANIET, F. *Nanotechnologies et produits de consommation, quels risques? quels encadrements?* Montréal, Yvon Blais, 2012, p. 43.

²⁵⁷ EUROPEAN ACADEMIES SCIENCE ADVISORY COUNCIL (EASAC). Joint Research Center (JRC) of the European Commission, 2011, *Impact of Engineered NanoMaterials on Health: Considerations for Benefit-Risk Assessment*, EUR 24847 EN, septembre 2011, Luxembourg, Publications Office of the European Union, p. 27. SKIPPER, H.D., KWON, W.J. *Risk Management and Insurance. Perspectives in a Global Economy*, Blackwell Publishing, Oxford, 2007 ; MANIET, F. *Nanotechnologies et produits de consommation, quels risques? quels encadrements?* Montréal, Yvon Blais, 2012, p. 43.

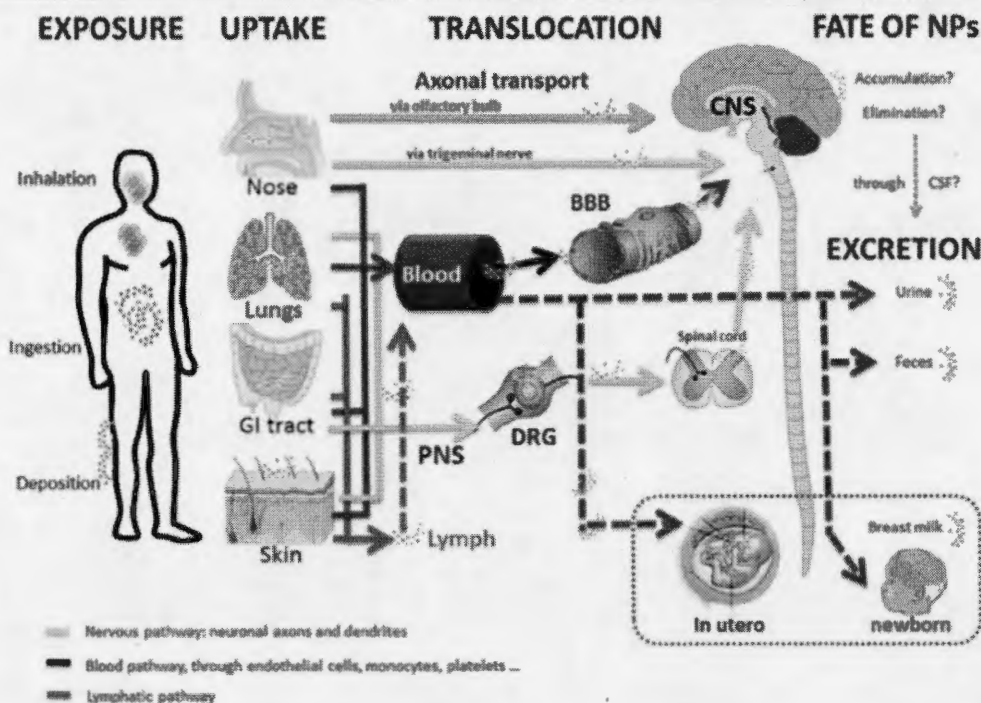


Figure 2.1

Les voies d'exposition

« Nanoparticle (NP) translocation to the nervous system: a summary of the main routes to the brain at the fetal, juvenile and adult stages of life, considering various routes of exposure, sites of uptake, and translocation pathways »: Bencsik et al. 2018 Anna Bencsik, Philippe Lestaevél, Irina Guseva Canu, Nano – and neurotoxicology : An emerging discipline, Progress in Neurobiology 2018, 160 45-63, p. 48.

Selon différents auteurs et organismes²⁵⁸, il y a trop de variables inconnues afin de répertorier de façon exacte, l'exposition des êtres humains, dans toutes les sphères (agroalimentaire, médecine²⁵⁹, cosmétique, électronique, énergie, aéronautique,

²⁵⁸ AGENCE NATIONALE DE SÉCURITÉ SANITAIRE DE L'ALIMENTATION, DE L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL. *Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux risques liés à l'ingestion de l'additif alimentaire E171*, 12 avril 2019, Saisine n° 2019-SA-0036, Maisons-Alfort; OSTIGUY, C., ROBERGE, B., WOODS, C., et al. Les nanoparticules de synthèse – Connaissances actuelles sur les risques et les mesures de prévention en SST, *Études et recherches / Rapport R-646*, 2010. Montréal, IRSST.

²⁵⁹ LINTZ, P. *Analyse et enjeux éthiques des nanotechnologies en médecine: temps et discours, approche éthique systémique : double discours, approche psychanalytique : complémentarité des discours entre*

travail, textile, etc.) aux nanoparticules. Mais, déjà, l'identification des voies d'exposition et, dans un second temps, l'étude de l'exposition aux nanoparticules de dioxyde de titane, dans plusieurs de ses dimensions, nous permet de dresser un portrait intéressant, quoique parcellaire, de la situation en 2019. Toutefois, même en ce qui a trait aux seules nanoparticules de dioxyde de titane, considérant le fait qu'il est impossible d'obtenir toutes les informations pertinentes et nécessaires (pensons notamment à toutes les applications industrielles, à tous les biens produits et consommés qui en contiennent et aux habitudes des consommateurs), il est conséquemment impossible d'identifier avec exactitude l'exposition effective des êtres humains à ce type de particules dont la taille permet de franchir des tissus, organes et différentes membranes biologiques beaucoup plus aisément que certaines autres particules, micro ou macro.²⁶⁰

Quelle que soit la forme ou la source des nanoparticules (naturelle ou anthropique), l'être humain risque presque constamment d'être exposé et ces particules sont susceptibles d'être introduites dans son organisme via quatre principales voies d'exposition que sont la voie cutanée, la voie oculaire, la voie respiratoire et la voie digestive.

science et théologie. Thèse. Psychologie. Université Paul Valéry - Montpellier III, 2014. Français; Paris Innovation Review Collectif, Le risque insaisissable de la nano-médecine, Vendredi 31 octobre 2014, <http://parisinnovationreview.com/article/le-risque-insaisissable-de-la-nano-medecine>.

²⁶⁰ MANIET, F. *Nanotechnologies et produits de consommation, quels risques? quels encadrements?* Montréal, Yvon Blais, 2012, p. 44. BECKER, H. *et al.* *Nanotechnology : Opportunities and Risks for Humans and Environment, Background Paper*, Umwelt Bundesamt, Dessau-Roßlau, octobre 2009, p. 8.

2.2.1

Voie cutanée

La manipulation de différents produits qui contiennent des nanoparticules de dioxyde de titane (composition des produits eux-mêmes) ou dont l'emballage est susceptible de contenir de telles particules peut évidemment contribuer à exposer la peau (incluant le cuir chevelu, et la racine des cheveux) à ce type de nanoparticules. Plusieurs études se sont attardées de façon spécifique à cette voie d'exposition, notamment en raison du fait qu'on recourt largement aux nanoparticules de dioxyde de titane dans plusieurs produits d'hygiène personnelle ou cosmétiques qui sont spécifiquement appliqués sur la peau²⁶¹ alors que les preuves scientifiques, croissantes, attestent du fait que certains nanomatériaux sont en mesure de franchir l'épiderme, même lorsque sain.²⁶²

Les crèmes solaires constituent notamment un des produits ayant le plus mobilisé l'attention au cours des dernières années. En ce qui a trait au TiO₂ nanoparticulaire utilisé dans ces crèmes, des inquiétudes ont été soulevées quant à son éventuelle pénétration dans le corps humain, de laquelle pouvaient s'ensuivre des effets toxiques, mais les résultats des études divergent.²⁶³ En effet, en 2014, le groupe d'experts *Scientific Committee on Consumer Safety*²⁶⁴ en arrivait à la conclusion que les crèmes en question (qui contiennent des nanoparticules de TiO₂ avec une concentration allant

²⁶¹ HAUT CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE. *Bilan des connaissances relatives aux effets des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO₂) sur la santé humaine; caractérisation de l'exposition des populations et mesures de gestion*, Rapport, Avril 2018, 149 pages, p. 53.

²⁶² MANIET, F. *Nanotechnologies et produits de consommation, quels risques? quels encadrements?* Montréal, Yvon Blais, 2012, p. 45. EPSTEIN, S.S., FITZGERALD, R. *Toxic Beauty*, Dallas, Benbella Books, 2009, p.6. INTERNATIONAL CENTRE FOR TECHNOLOGY ASSESSMENT. *NanoAction Project. Principles for the Oversight of Nanotechnologies and Nanomaterials*, Washington DC, International Center for Technology Assessment, 2007, p. 8.

²⁶³ LOMBARD, A. « Nanotechnologies » dans Catherine-Antoinette Rimbault et Anne Barr (dir.), *Risques émergents. Un pilotage stratégique*, Economica, 2010, p. 26.

²⁶⁴ SCIENTIFIC COMMITTEE ON CONSUMER SAFETY SCCS/1516/13, Opinion on Titanium Dioxide (nano form) COLIPA n° S75, Revision of 22 April 2014, p. 103 https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/consumer_safety/docs/sccs_o_136.pdf.

jusqu'à 25%) ne constituaient pas un danger lorsqu'appliquées sur de la peau saine, ni même sur une peau brûlée à la suite d'un coup de soleil. En 2017, les travaux de Yoshioka et al. démontraient des résultats identiques quant à l'exposition de la peau saine, mais les résultats différaient au regard de la peau malade ou blessée (lésions).²⁶⁵

Or, la peau n'est pas la seule voie empruntée par les nanoparticules et nous examinerons maintenant rapidement trois autres voies d'expositions.

2.2.2

Voie oculaire

Les yeux sont constamment exposés à l'air ambiant et à différents contaminants. Les paupières et les cils se chargent de cuirasser les globes oculaires des plus grandes particules, mais, précisément, ces filtres imparfaits ne peuvent freiner les nanoparticules, à plus forte raison lorsque, par exemple dans le domaine de la construction, elles peuvent être propulsées (à la suite d'une manipulation d'outils ou d'équipements) vers cette voie d'entrée de l'organisme. Or, la poussière de TiO₂ peut irriter les yeux²⁶⁶ et des recherches effectuées sur des lapins démontrent que la présence de TiO₂ nanoparticulaire sur la surface des yeux peut cause des dommages.²⁶⁷

²⁶⁵ YOSHIOKA, Y. KURODA, E., HIRAI, T., *et al.* Allergic Responses induced by the immunomodulatory effects of Nanomaterials upon Skin exposure, *Frontiers in Immunology* 2017, 8, Article 169 ; YANAGISAWA, R., TAKANO, H., INOUE, K., *et al.* Titanium dioxide nanoparticles aggravate atopic dermatitis-like skin lesions in NC/Nga mice. *Exp Biol Med* (2009) 234(3):314–22 ; HAUT CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE. *Bilan des connaissances relatives aux effets des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO₂) sur la santé humaine; caractérisation de l'exposition des populations et mesures de gestion*, Rapport, Avril 2018, 149 pages, p. 53-54.

²⁶⁶ www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX 291

²⁶⁷ YOUNGSUB, E., SONG, J.S., LEE, D.Y. *et al.* Effects of titanium dioxide nanoparticle exposure on the ocular surface: An animal study. *The Ocular Surface*. (2016). 14(2), 224-232. Doi.org/10.1016/j.jtos.2015.12.003. Voir également : WANG, S.Z., KARPINSKI, E.A. *Emploi et développement social Canada, Programme du travail : des milieux de travail équitables, sécuritaires et productifs, Nanoparticules fabriquées. Aspects liés à la santé et à la sécurité*. 2016, p. 8.

Si les données actuelles ne permettent pas d'établir de dommages causés à l'être humain à la suite d'une exposition au TiO₂ par la voie oculaire (certains envisagent même l'utilisation de solutions liquides intégrant différents nanomatériaux dans le but de soigner la cornée²⁶⁸), il en va autrement des NTCMP (nanotubes de carbones à multiparois) qui peuvent causer des dommages oculaires graves/irritation des yeux.²⁶⁹ Or, les données concernant cette voie d'exposition ne sont pas aussi nombreuses que celles relatives à la voie la plus étudiée qui est accessoirement interpellée dans le cadre de l'alimentation : la voie respiratoire.

2.2.3

Voie respiratoire

Le système respiratoire est la principale voie d'entrée des nanoparticules et, lorsqu'elles sont inhalées, elles peuvent par la suite être expulsées via le même système (exhalation) ou se loger à différents endroits dont, pour les plus petites, les bronches et la trachée.²⁷⁰ Elles peuvent s'accumuler dans l'organisme et à terme, une inflammation peut s'ensuivre et, ultimement, mener au développement de maladies pulmonaires.²⁷¹ D'autres études s'attardent aux TiO₂, notamment quant au franchissement de la barrière alvéolo-capillaire²⁷².

²⁶⁸ www.scienceetavenir.fr/sante/des-nanoparticules-pour-les-yeux-et-soigner-la-myopie_121778.

²⁶⁹ Lignes directrices de l'OMS pour la protection des travailleurs contre les risques potentiels des nanomatériaux manufacturés (document constituant une traduction effectuée par l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail), mars 2019, p. 23.

²⁷⁰ INRS. *Nanomatériaux, Prévention des risques dans les laboratoires*. Janvier 2012, p. 11.

²⁷¹ INRS. *Nanomatériaux, Prévention des risques dans les laboratoires*. Janvier 2012, p. 12. SCHERBART, A.M., LANGER, J., BUSHMELEV, A., *et al.* Contrasting macrophage activation by fine and ultrafine titanium dioxide particles is associated with different uptake mechanisms. *Part Fibre Toxicol.* 2011. 8:31.

²⁷² FERIN, J., OBERDORSTER, G., PENNEY, D.P. Pulmonary retention of ultrafine and fine particles in rats. *Am J Respir Cell Mol Biol* 1992, 6535-542; KREYLING, W.G., HOLZWART, U., SCHLEH, C., *et al.* 2017. Quantitative biokinetics of titanium dioxide nanoparticles after oral application in rats: Part 2. *Nanotoxicology*. 2017 May; 11(4):443-453; KREYLING, W.G., HOLZWART, U., HABERL, N., *et al.* Quantitative biokinetics of titanium dioxide nanoparticles after intratracheal instillation in rats: Part 3. *Nanotoxicology*. 2017 May;11(4):454-464. <http://dx.doi.org/10.1080/17435390.2017.1306894>.

Cette voie d'exposition aux nanoparticules de tout genre a fait l'objet de plusieurs études, notamment dans le cadre de la pollution²⁷³ atmosphérique.²⁷⁴

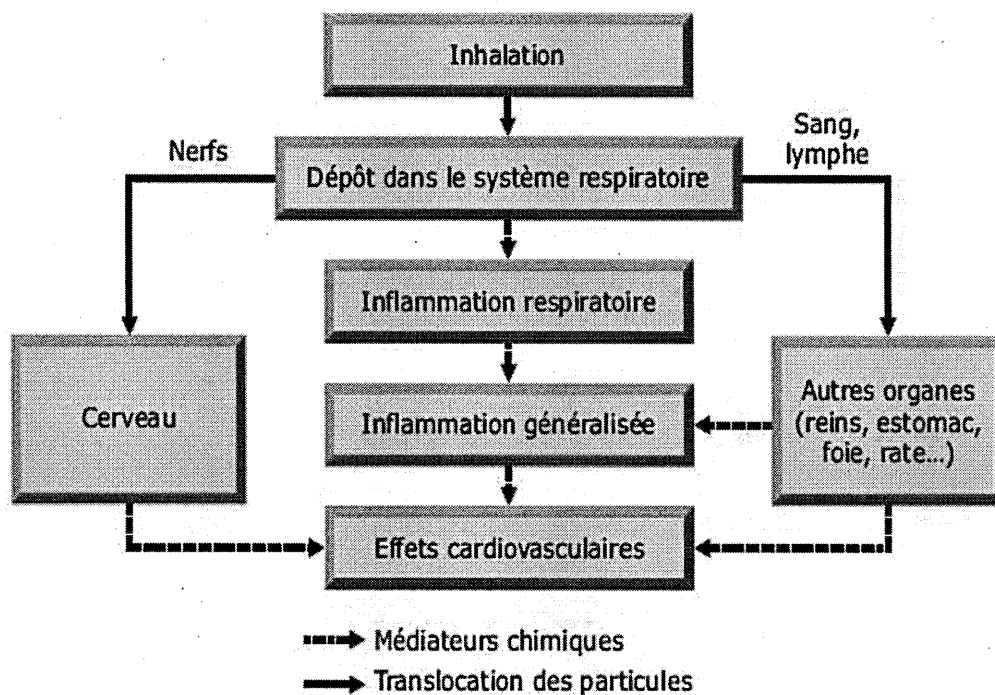


Schéma 2.1

Effets potentiels des nanos objets inhalés

Illustratek pour l'INRS

Effets potentiels des nano-objets inhalés

Source : INRS, Santé et sécurité au travail. Nanomatériaux, Nanoparticules, 2018, p. 14.

²⁷³ OSTROWSKI, A. D. *et al.*, Nanotoxicology: Characterizing the Scientific Literature, 2000-2007, *Journal of Nanoparticle Research*, vol. 11, n° 2, février 2009, p. 251-257.

²⁷⁴ MANIET, F., *Nanotechnologies et produits de consommation, quels risques? quels encadrements?* Montréal, Yvon Blais, 2012, p. 44.

Même si certaines études ont été menées au cours des dernières années, la littérature n'est pas très abondante en ce qui a trait aux nanoparticules de TiO₂ sous forme d'aérosol.²⁷⁵

Plusieurs propriétés physico-chimiques participent à la toxicité des nanoparticules (taille, surface, solubilité, etc., mais en « [...] pratique, peu d'informations [...] sont disponibles et transmises tout le long de la chaîne d'approvisionnement (TNO 2012) »²⁷⁶. La taille des nanoparticules est déterminante en ce qui a trait à leur accumulation et à leur élimination par exhalation ou digestion.

Le 2 avril 2019²⁷⁷, l'Anses recommandait la première valeur toxicologique de référence (VTR²⁷⁸) chronique par inhalation pour la forme P25 du dioxyde de titane sous forme nanoparticulaire. Il s'agit de la première VTR constituée pour un nanomatériau en France.

Outre l'exposition par voie respiratoire dite traditionnelle, la voie olfactive est également étudiée, car elle pourrait mener à un « rétro-transport le long du nerf olfactif »²⁷⁹. Si cette voie d'exposition semble *a priori* moins inquiétante dans le cadre spécifique de l'agroalimentaire, l'INRS précise que différents nanomatériaux sont susceptibles de se loger au niveau gastro-intestinal à la suite d'une ingestion, certes,

²⁷⁵ BINET, S., RICAUD, M., CHAZELET, S., et al., *Dioxyde de titane nanométrique : de la nécessité de proposer une valeur limite d'exposition professionnelle. [Rapport de recherche] Notes scientifiques et techniques NS 349*, Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). 2017, 17 p., p. 3-4.

²⁷⁶ ANSES. *Évaluation des risques liés aux nanomatériaux. Enjeux et mise à jour des connaissances*. Avis, Rapport d'expertise collective, avril 2014, Édition scientifique, p. 26-27. INRS. Nanomatériaux. Prévention des risques dans les laboratoires, ED 6115, janvier 2012, p. 12.

²⁷⁷ ANSES. *Avis relatif à « la proposition de VTR chronique par voie respiratoire pour le dioxyde de titane sous forme nanométrique*. 2019. Avis 2017-SA-0162.

²⁷⁸ Soit 0,12 µg.m⁻³.

²⁷⁹ HAUT CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE. *Bilan des connaissances relatives aux effets des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO₂) sur la santé humaine; caractérisation de l'exposition des populations et mesures de gestion*, Rapport, Avril 2018, 149 pages, p. 52.

mais également à la suite d'une inhalation, en raison de la déglutition.²⁸⁰ Nous abordons d'ailleurs cette dernière et, en ce qui nous concerne, principale voie d'exposition que constitue la voie digestive dans le cadre alimentaire.

2.2.4

Voie digestive

Jusqu'à récemment, l'exposition aux nanoparticules de dioxyde de titane par la voie digestive n'avait pas suscité énormément d'intérêt²⁸¹ en recherche, mais la présence de TiO₂ dans l'additif alimentaire E171, lequel, en sus d'être largement utilisé dans l'alimentation, retient, en France l'attention médiatique, a stimulé les recherches.²⁸²

Déjà, en amont du cycle de production alimentaire, des nanoparticules de dioxyde de titane sont susceptibles de se retrouver dans des aliments lors de la récolte, qu'il s'agisse de légumes ou de fruits en amont de tout processus de transformation agroalimentaire, et ce, en raison de la présence de nanoparticules de dioxyde de titane dans les sols cultivés.²⁸³

²⁸⁰ INRS. *Nanomatériaux, Prévention des risques dans les laboratoires*. Janvier 2012, p. 11.

²⁸¹ MANIET, F. *Nanotechnologies et produits de consommation, quels risques ? quels encadrements?* Montréal, Yvon Blais, 2012, p. 45; AITKEN, R.J., et al. *Emergnano : A Review of Completed and Near Completed Environment, Health and Safety Research on Nanomaterials and Nanotechnology (Concise Report)*, Defra Project CB0409, London, Safenano, mars 2009, en ligne : http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=CB0409_7910_FRP.pdf, p. 36.

²⁸² HAUT CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE. *Bilan des connaissances relatives aux effets des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO₂) sur la santé humaine; caractérisation de l'exposition des populations et mesures de gestion*, Rapport, Avril 2018, 149 pages, p. 53.

²⁸³ HAUT CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE. *Bilan des connaissances relatives aux effets des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO₂) sur la santé humaine; caractérisation de l'exposition des populations et mesures de gestion*, Rapport, Avril 2018, 149 pages, p. 53 : « La concentration en titane dans les sols naturels varie beaucoup et peut atteindre le gramme par kilogramme dans les cas extrêmes ».

Afin d'éviter les recoupements, nous nous attardons de façon plus exhaustive sur cette voie et sur les études liées à la toxicité du TiO₂ à la suite d'une ingestion dans une rubrique ultérieure.

Or, une fois établies l'existence des voies d'exposition il importe de s'attarder aux risques sanitaires liés à l'exposition au TiO₂ dans le cadre spécifique de l'agroalimentaire et, au préalable, à certaines importantes nuances entre différentes notions qui, quoiqu'elles puissent s'apparenter au risque, n'en sont pas. Il est essentiel de s'attarder à ces nuances en raison de l'utilisation à grande échelle des termes que nous évoquons et, surtout, en raison du fait qu'à travers le prisme de l'assurance, ce ne sont pas tous les événements qui peuvent faire l'objet d'une protection d'assurance. Techniquement, ce n'est pas une incertitude ou une nuisance qui est prise en charge par un assureur, mais plutôt un risque qui, certes, répond impérativement d'un caractère aléatoire et peut effectivement viser (par le biais de l'assurance responsabilité) une nuisance, mais le risque assurantiel, comme nous le verrons, doit répondre de plusieurs autres caractéristiques afin de permettre sa prise en charge, totale ou partielle, par un assureur.

2.3

Incertitude, nuisance et risque : vers une nécessaire délimitation de leurs contours

Même si certains des termes mentionnés en titre²⁸⁴ sont parfois employés – indistinctement – afin de désigner ce qui constitue en fait un risque, la nuance s'impose et le besoin de précisions est capital, et ce, pour plusieurs raisons, dont deux que nous évoquons ici.

²⁸⁴ Auxquels vocables, incidemment, d'autres peuvent s'ajouter : pensons notamment aux « périls », aux « aléas », aux « catastrophes », aux « accidents », aux « hasards », etc.

Dans un premier temps, d'un point de vue conceptuel, les notions ou évènements que ces termes évoquent réfèrent à des réalités parfois bien différentes qui commandent conséquemment des cadres d'analyse distincts. Dans un deuxième temps, ce qui s'inscrit naturellement dans la lignée de la raison première, les portées des notions que ces vocables impliquent sont, dans le cadre assurantiel qui nous intéresse, à ce point distinctes qu'elles peuvent entièrement esquiver la substance de l'institution de l'assurance, soit la prise en charge d'un *risque* dont la réalisation est redoutée. Car, en assurance, c'est bien du risque dont il s'agit, lequel est au cœur de l'institution et du contrat qui la sous-tend, et non la nuisance, le péril, voire pire, l'accident – dont les limites sont incidemment périodiquement redessinées par les tribunaux –, mais qui ne constitue en fait qu'une des modalités, qu'une des expressions²⁸⁵ de la réalisation du risque, dans la perspective assurancielle.

En 2016, dans un ouvrage intitulé *Des risques et des hommes*, Hervé Flanquart, maître de conférences à l'Université du Littoral Côte d'Opale, distingue l'accident du risque en précisant que « l'accident est ce qui est arrivé et qui a troublé le cours ordinaire de notre vie quotidienne à la maison, à notre travail, dans nos déplacements sur la route, etc. »²⁸⁶

Cette affirmation est selon nous périlleuse et inexacte, du moins, encore une fois, à travers le prisme d'une vision assurancielle. En assurance, la définition du risque implique nécessairement qu'on l'aborde en amont, *ex ante* sa réalisation, car, une fois le risque réalisé, on réfère plutôt au sinistre. Aussi, ne pouvons-nous pas souscrire une protection d'assurance afin de nous prémunir, d'un point de vue économique, de la réalisation d'un risque d'accident sans que, au final, le risque ne se réalise? Voilà

²⁸⁵ Pensons, en assurance vie en cas de décès, au décès de cause naturelle et au décès causé à l'occasion d'un accident (qui commandera, si tant est que les modalités contractuelles le prévoient, le versement d'un facteur multiplicatif); à l'importante nuance entre l'assurance maladie et l'assurance accident, etc.

²⁸⁶ FLANQUART, H. *Des risques et des hommes*, Paris, PUF, 2016, p. 31.

précisément l'objet central de plusieurs protections d'assurance, tant en assurance de personnes qu'en assurance de dommages. Aussi, cette composante du risque constitue le caractère aléatoire dont l'existence est *sine qua non* à la qualification d'un contrat d'assurance. Ainsi, la définition donnée par Flanquart de l'accident réfère selon nous plus justement, toujours dans le domaine des assurances, au concept de sinistre. Un contrat d'assurance habitation cuirassera l'assuré contre certaines des conséquences économiques de la réalisation d'un risque pris en charge par l'assureur, soit la potentialité de réalisation d'un événement aux conséquences néfastes, en l'occurrence, par exemple, le risque d'incendie causé par la foudre. Le risque couvert, l'accident (événement soudain, imprévu) ne causera des dommages qu'une fois la réalisation effective de l'événement. D'où la capitale distinction entre le risque et le sinistre, les assurances terrestres ne connaissant au demeurant pas, au niveau législatif, le concept de risque putatif, soit la prise en charge d'un événement déjà réalisé.²⁸⁷ Flanquart relevait par ailleurs dans son ouvrage la distinction en usant de l'expression, beaucoup plus juste, d'*accident avéré* qui, alors, au contraire du risque, « est certain, puisque déjà advenu dans un passé plus ou moins proche. Il est un événement qui a causé des dommages bien identifiables »²⁸⁸. Cette omission, sans doute bien involontaire²⁸⁹ de la part de Flanquart, quant à l'insertion de l'adjectif *avéré* à la suite du nom *accident* dans l'extrait précité, ne sera normalement pas nuisible, mais, dans le contexte de l'assurance, nous le précisons, l'accident (modalité du risque envisagé) et l'accident avéré (sinistre qui déclenche la mise en œuvre de la protection) constituent deux notions qu'il importe de ne pas confondre.

²⁸⁷ Voir notamment, en ce qui a trait à la notion d'accident en assurance, deux intéressantes décisions de la Cour suprême du Canada : *Faubert c. Industrielle (L')*, *Compagnie d'assurance sur la vie*, [1987] R.J.Q. 973 (C.A.); *Co-operators Compagnie d'assurance-vie c. Gibbens*, 2009 CSC 59.

²⁸⁸ FLANQUART, H. *Des risques et des hommes*, Paris, PUF, 2016, p. 31.

²⁸⁹ L'utilisation, à un autre endroit, de la bonne expression « risque d'accident », permet de penser qu'il s'agissait d'un oubli dans la cadre de l'extrait précité : « Le risque d'accident n'est que potentialité, la nuisance est certitude [...] », FLANQUART, H. *Des risques et des hommes*, Paris, PUF, 2016, p. 30.

La nuance et la précision sont capitales en assurance et les contrats doivent être rédigés sous la gouverne de la rigueur, ce qui est d'ailleurs au cœur de notre analyse dans la deuxième partie.

Évidemment, de nombreux traités, ouvrages et articles s'évertuent à dresser les contours des termes qui retiennent ici notre attention. Aussi, cette incursion sur le terrain de la nomenclature – qui doit précisément être envisagée comme telle – permettra d'user des justes sens²⁹⁰ qu'il convient d'attribuer aux vocables précités.

2.3.1

Incertitude

C'est en 1921 qu'est, pour la première fois et de façon explicite, établie la distinction entre l'incertitude et le risque. C'est à deux personnes que revient l'édification de cette nuance, soit Frank Knight et John Maynard Keynes. Les sens à donner à l'incertitude ont été étudiés par différents auteurs qui la distinguent notamment d'autres termes voisins tels que le risque et la nuisance.²⁹¹ Godard et al. rappellent que le concept d'incertitude réfère à des situations qui esquivent les probabilités objectives. Elles visent deux contextes, soit dans un premier temps celui dans lequel il n'est pas possible de cerner les probabilités d'un point de vue objectif en présence d'effets pourtant complètement identifiés (il s'agit des dangers potentiels) et, dans un deuxième temps,

²⁹⁰ En lien avec le sens à donner à différents vocables, des auteurs précisent pertinemment qu'il importe de « [n]e pas s'en tenir à l'évidence du sens commun » : GODARD, O., HENRY, C., LAGADEC, P. *et al. Traité des nouveaux risques*, Gallimard, 2002, 620 pages, p. 12.

²⁹¹ O'MALLEY, P. *Risk, Uncertainty and Government*. Londres, The Glass House Press, 2004; BORRAZ O., GILBERT, C., JOLY, P.-B., *Risques, crises et incertitudes : pour une analyse critique. Cahiers du GIS Risques Collectifs et Situations de Crise*. n°3. Grenoble (Collectif) (2005); ANSES, *Évaluation des risques liés aux nanomatériaux. Enjeux et mise à jour des connaissances*. Avis, Rapport d'expertise collective, avril 2014, Édition scientifique, p. 55-56. MWAANGA, P. *Risks, Uncertainties, and Ethics of Nanotechnology in Agriculture*, dans *New Visions in Plant Science*, <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.76590>; OUBENNACEUR, K. (2017). *Analyse de l'incertitude dans la modélisation du risque d'inondation : étude de cas rivière Richelieu*. Thèse. Québec, Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique, Doctorat en sciences de l'eau, 204 p.

l'impossibilité de fixer tous les résultats possibles d'une action.²⁹² Ces énoncés s'arriment en partie à l'incertitude que présentent certaines situations, avant la probabilisation de leur occurrence, dans le secteur des assurances. Mais, comme nous le verrons, en ce qui a trait aux risques émergents, les probabilités objectives de leur réalisation sont, avant la première matérialisation (le premier sinistre), inexistantes. Tout au plus les assureurs ont-ils accès à des données quant à des risques courants qu'ils assument depuis un certain temps afin de les guider, mais, l'évaluation des risques commande également un regard subjectif quant au risque spécifique et quant à l'assuré en question. Mais comment évaluer un risque nouveau? Est-ce que cela signifie que des situations nouvelles sans probabilités objectives ne peuvent faire l'objet d'une protection dans une perspective assurancière? Il s'agit d'une intéressante question qui reçoit une réponse négative, car voilà bien l'entreprise des assureurs : assurer des risques, anciens et nouveaux, sous réserve des précisions déjà soulevées quant à la portée effective des « nouveaux risques » en assurance. Nous examinons ces questions dans la deuxième partie.

Dans le cadre qui nous occupe, l'incertitude est liée aux risques sanitaires et environnementaux en lien avec l'utilisation des (ou l'exposition aux) nanoparticules de dioxyde de titane de qualité alimentaire ou à l'additif E 171. Une auteure souligne le fait que pour les personnes chargées de l'évaluation du risque « *both hazard and exposure should be considered (Berube et al., 2010; Mark R. Wiesner et al., 2006). Insufficient knowledge on exposure and hazards levels leads to uncertainty about environmental and health risks. Incomplete scientific understanding results in epistemic uncertainty (Köhler & Som, 2014)* ». Ainsi, on peut être en présence d'une situation éventuelle avec un fort niveau d'incertitude quant aux effets que la matérialisation de l'évènement peut avoir (risques de pertes économiques), mais on

²⁹² GODARD, O., HENRY, C., LAGADEC, P. *et al. Traité des nouveaux risques*, Gallimard, 2002, 620 pages, pp. 37-38.

peut également, dans une perspective différente, être en présence d'un risque déjà assumé par un assureur alors que les variables (probabilités) n'ont pas été évaluées correctement. Alors, c'est la facture générale du transfert du risque, en assurance, qui sera affectée, notamment quant au fait qu'une évaluation imparfaite (non pas quant à l'exactitude relative au moment anticipé du sinistre, par définition impossible) relative aux classes et aux facteurs de risques pourra entraîner l'imposition d'un prix du risque qui ne sera pas nécessairement actuariellement juste. Et le TiO2 comporte un autre niveau d'incertitude, soit celui relatif au risque. Ainsi, les risques eux-mêmes doivent impérativement être caractérisés par l'aléa, mais en amont de ce raisonnement, il y a une incertitude quant à l'existence de risques effectifs liés à la sécurité sanitaire du E 171.

Nous examinons maintenant la nuisance et la distinguons, elle également, du risque, même si cette nuance est susceptible de déclencher des protections d'assurance.

2.3.2

Nuisance

Afin de distinguer ces deux notions, nous référons à une description donnée Flanquart qui précise que, dans le cadre d'une personne qui est domiciliée à proximité de routes très passantes, « subir le bruit des camions est une nuisance, mais avoir la possibilité d'en accueillir un, qui a raté son virage, dans son séjour constitue un risque »²⁹³. Selon Flanquart, « [i]l manque l'aspect aléatoire à la nuisance pour être un risque »²⁹⁴ alors que cette affirmation appelle quelques remarques si on y réfère dans le domaine des assurances. Car si la nuisance est, dans le cadre de l'extrait précité, dépourvue de l'aspect aléatoire, le bruit pouvant constamment survenir, le cadre assurantiel perçoit dans cette situation, (la possibilité qu'un bruit suscite éventuellement une plainte de la

²⁹³ FLANQUART, H. *Des risques et des hommes*, Paris, PUF, 2016, p. 28.

²⁹⁴ FLANQUART, H. *Des risques et des hommes*, Paris, PUF, 2016, p. 28.

part des gens qui en sont victime et, ultimement, d'un recours visant à obtenir une compensation) un aléa, les poursuites n'étant qu'éventuelles et, conséquemment, le caractère incertain quant à la réalisation du risque (réclamation en vertu d'une assurance responsabilité) est rencontré. Les risques inhérents à l'utilisation du TiO₂ dans l'alimentation, quoique, réitérons-le, ceux-ci soient incertains, participent de cette même analyse. L'utilisation d'une nanoparticule – dans l'éventualité où sa toxicité serait démontrée – et sa présence dans une panoplie de produits commercialisés pouvant éventuellement, mais avec aucune certitude, entraîner des réclamations, des poursuites, ultimement, déclencher une protection d'assurance. L'aléa réside donc dans l'incertitude qu'une éventuelle victime s'adresse à son assureur (assureur de personnes) ou entreprenne des poursuites (contre l'assureur responsabilité du tiers).

Quant au « risque », considérant les développements consacrés à cette notion au sein de la partie introductive et, quant à l'étude de son expression assurancielle, dans la deuxième partie de la thèse, nous abordons ici certains aspects spécifiques aux nanoparticules.

2.3.3

Risque

Le concept de risque en est un aux multiples ramifications et répond de caractéristiques propres en fonction du domaine à partir duquel on l'étudie alors que plusieurs typologies du risque retiennent les faveurs de différentes personnes, dans différents milieux où, par surcroît, on classe ceux-ci de diverses façons et en fonction de différents critères. Nous nous attardons ici au risque, principalement dans le contexte des nanoparticules et des assurances (quoique les composantes du risque spécifiques à la sphère assurancielle sont principalement abordées dans la deuxième partie).

Comme le rappelle Pierandrei, il faut « attendre la fin du Moyen Âge et la découverte des probabilités pour que le risque se calcule et s'affranchisse de la notion de destin »²⁹⁵. Les probabilités de réalisation du risque sont aujourd'hui souvent (mais pas toujours) calculables, quantifiables à partir de l'empirisme (dans le secteur des assurances, à partir de données objectives, de statistiques), les assureurs étant alors en mesure de fixer (sur la base de ces probabilités relatives à l'occurrence, à l'ampleur et aux frais inhérents ainsi que sur leur propre sinistralité antérieure) le prix du risque : la prime ou la cotisation.

Dans le cadre de l'élaboration de ce qu'il désigne une « cartographie de la construction sociale des risques », Flanquart évoque quatre modes, soit (1) le danger inconnu qui émerge comme risque, (2) l'abaissement du seuil de tolérance qui peut également faire émerger de nouveaux risques, (3) le développement technique qui fabrique de nouveaux risques et (4) les risques fabriqués par notre imagination. Il précise « qu'il n'est pas toujours nécessaire qu'un danger soit scientifiquement établi pour qu'il y ait perception d'un risque ». Aussi, ces modes ne sont pas mutuellement exclusifs.

Dans le cadre qui nous occupe, les nanotechnologies s'inscrivent très bien dans le premier mode, soit celui du *danger inconnu qui émerge comme risque*, étant passées du « statut de fait inconnu – par les scientifiques et les profanes – à celui de fait connu. Le danger, jusqu'alors présent, mais invisible, est d'abord repéré, puis identifié, et enfin estimé (plus ou moins bien) dans ses deux dimensions de probabilités de survenue et de dommages possibles »²⁹⁶. La progression des connaissances scientifiques a en effet permis de mettre en lumière une situation qui a toujours (à son insu) pu placer l'être humain en situation dangereuse, comme le danger que posent les nanoparticules (limitons, en toute logique, notre propos aux nanoparticules naturellement produites,

²⁹⁵ PIERANDREI, L. *Risk management*. 2^e édition, Dunod, 2019, p. 3. BERSTEIN, P., *Against the Gods, the remarkable story of risks*, Wiley, 1996.

²⁹⁶ FLANQUART, H. *Des risques et des hommes*, Paris, PUF, 2016, p. 38.

comme les cendres volcaniques, poussière dans les mines, etc.). Ce danger, jadis inconnu malgré son existence, constitue aujourd'hui un risque appréhendé.

Les nanotechnologies s'inscrivent aussi très bien dans le cadre du deuxième mode, soit celui de *l'abaissement du seuil de tolérance qui peut également faire émerger de nouveaux risques*, car « [u]n risque peut aussi émerger socialement à partir d'événements qui existaient déjà, étaient connus, mais dont on jugeait les conséquences totalement négligeables. On ne cherchait donc pas à calculer la probabilité d'occurrence de l'événement, et le risque n'était ni assurable ni pris en compte par les politiques publiques »²⁹⁷. Les dommages causés à la santé ou à l'environnement par certaines nanoparticules n'ont que peu préoccupés et ce n'est que récemment, au cours des dernières décennies, que différents instruments normatifs ont inséré sous leur égide la préoccupation liée aux nanoparticules.

Que dire du troisième mode, soit le développement technique qui fabrique de nouveaux risques, qui ne saurait mieux s'accommoder des nanoparticules? En effet, les progrès techniques et scientifiques ont engendré d'inédits dangers.²⁹⁸ Sur le terrain du nano, pensons, par exemple, à la création de matériaux nanostructurés ou encore à l'insertion de nanoparticules dans différents produits. Ainsi, le risque s'est constitué, du moins, assurément chez l'animal et, en lien avec certaines nanoparticules, chez l'être humain.

Le dernier mode, soit le fait que *les risques sont fabriqués par notre imagination*, est également susceptible de s'appliquer aux nanotechnologies, la littérature et le secteur télévisuel de fiction ayant d'ailleurs vivement nourri pareilles fabulations (gardons-nous toutefois la réserve d'une qualification actuelle, les progrès risquant de matérialiser certains fruits de l'imagination dans un avenir rapproché). Aussi, la fiction

²⁹⁷ FLANQUART, H. *Des risques et des hommes*, Paris, PUF, 2016, p. 40-41.

²⁹⁸ FLANQUART, H. *Des risques et des hommes*, Paris, PUF, 2016, p. 38.

s'est chargée d'appuyer des récits sur le nano ou, à tout le moins, sur le micro, afin de dresser du monde tantôt une vision utopique²⁹⁹, tantôt une vision dystopique³⁰⁰.

S'appuyant sur l'exemple des éoliennes, Flanquart mentionne qu'« un certain nombre de riverains se plaignent de maux de tête, saignements, dépressions, conjonctivites et autres désagréments plus ou moins importants et les attribuent à l'effet stroboscopique des pales, aux sons basse fréquence qu'elles émettent, etc. Et il semble qu'on souffre d'autant plus de ces effets que l'on a lu, que l'on a reçu une communication sur ceux-ci. Certains parlent même à leur propos d'effets *nocebo*, de « maladie textuellement transmissible » »³⁰¹. Reprogrammés, les nanorobots pourraient ainsi prendre le contrôle du monde, donnant naissance à un scénario apocalyptique. Mais ne nous perdons pas en conjectures.

Selon Christian Lahnstein, qui adopte un modèle d'analyse multidimensionnel dans le contexte de l'assurance, il y a en fait quatre grandes catégories de risques³⁰² : risques naturels, risques technologiques, risques politiques et sociaux et risques purement financiers.³⁰³

Une distinction peut également être faite quant à l'aspect temporel de l'expression du risque et de ses conséquences. Même si ces expressions n'évoquent pas un indicateur temporel précis, on réfère normalement aux scénarios qui se réalisent sur une courte

²⁹⁹ Pensons à divers livres et films (*Le Voyage fantastique*, Richard Fleisher, Isaac Asimov, *Innerspace*), à *Engines of Creation* d'Eric Drexler, aux séries « Travelers » et « Star Trek » où les « nanites », nanorobots médicaux s'avèrent fort utiles.

³⁰⁰ Pensons principalement, en ce qui a trait aux risques, au roman de Michael Crichton intitulé « prey » dans lequel des nanorobots commettaient des ravages. Voir : Lafontaine C., avec la collaboration de Daphné Esquivel Sada, Mathieu Noury et Sébastien Richard. *Nanotechnologies et société. Enjeux et perspectives : entretiens avec des chercheurs*. Montréal, Boréal, 2010, 154 p.

³⁰¹ FLANQUART, H. *Des risques et des hommes*, Paris, PUF, 2016, p. 47-48.

³⁰² Comme plusieurs, il esquivé, lui aussi, certaines classifications comme celle relative aux risques publics et aux risques privés.

³⁰³ LAHNSTEIN, C. « Industrial, Technological and Other Catastrophes », dans *Catastrophic Risks and Insurance*, OECD, 2005, p. 32-33.

période et ceux qui se matérialisent plutôt sur une longue période: « [...] accidental pollution versus long-term soil and water pollution or climate change; technological short term risks (industrial accidents like Bhopal 20 years ago) versus long-term risks (toxic torts like asbestos); political short-term risks like terrorism versus a new type of long-term risk affecting corporations : the trend to rework historical injustice under the aspect of tort law »³⁰⁴. Également, il faut évidemment ne pas confondre la périodicité d'un évènement et l'expression temporelle du préjudice susceptible d'être causé qui est « almost unlimited in the case of nuclear accidents, for example »³⁰⁵.

Dans une perspective juridique (responsabilité et assurance), cette catégorisation soulève de nombreux débats et affecte évidemment la détermination du droit à une indemnisation (et, le cas échéant, de l'ampleur de celle-ci). Du point de vue de la responsabilité (et de l'assurance responsabilité), la détermination du moment où un évènement se produit est capitale. Si un tuyau situé au plafond d'une usine s'effrite et qu'un déversement du liquide qu'il contenait s'ensuit immédiatement, à la connaissance des employés qui en sont témoins, la détermination du moment *prime* de la réalisation de l'évènement sera relativement aisée et, ainsi l'éventuelle couverture d'assurance pourra être évaluée. Or, si une brèche se forme sur la paroi d'un tuyau situé quelques pieds sous terre et que, tout comme dans l'exemple précédent, le liquide qu'il contient se répand, cette fois dans le sol, la détermination du moment *prime* de la réalisation de l'évènement se posera avec tout autant d'acuité, mais avec un niveau de difficulté accru. Conséquemment, les questions liées à la prise en charge du préjudice causé par l'évènement seront tout aussi intéressantes. Qu'arrive-t-il si, par exemple, la compagnie propriétaire de l'usine et des tuyaux ne justifiait, jusqu'à la veille des deux évènements précédemment évoqués (bris de tuyau en surface et bris de tuyau sous-

³⁰⁴ LAHNSTEIN, C. « Industrial, Technological and Other Catastrophes », dans *Catastrophic Risks and Insurance*, OECD, 2005, p. 32-33.

³⁰⁵ LAHNSTEIN, C. « Industrial, Technological and Other Catastrophes », dans *Catastrophic Risks and Insurance*, OECD, 2005, p. 32-33.

terrain), d'aucune protection d'assurance? Le moment où la brèche est apparue – beaucoup plus facile à déterminer dans le cas du tuyau au plafond – permettra de valider la couverture assurancielle. Dans le cas du tuyau sous-terrain, la preuve du moment sera charnière.

Si nous transposons ces questions d'ordre temporel du risque de la formation d'une brèche sur un tuyau à la situation de l'exposition aux nanoparticules, nous faisons face à des écueils similaires. Une lente et constante exposition à certains types de particules pouvant causer un préjudice dont l'expression ne se fera connaître que beaucoup plus tard (long terme) n'est pas sans rappeler la désormais célèbre affaire de l'amiante.

Et le risque d'accident impliquant du nano est réel, même si une incertitude quant à la nocuité de certaines particules demeure. En effet, dans le cadre qui nous occupe, peu de personnes savent que certains accidents impliquant des nanoparticules de dioxyde de titane (susceptibles de les affecter) sont survenus au cours des dernières années.

En fait, selon les données fournies par la base ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents), au cours des 20 dernières années, si on se limite aux accidents ayant pu avoir un impact sur la santé, sur la sécurité publique ou sur l'environnement, on recense, depuis 1996, plus de dix accidents impliquant le TiO₂.³⁰⁶

En France, il y a notamment eu deux accidents lors de la manipulation du TiO₂, deux accidents lors du transport du TiO₂ et un accident en lien avec le stockage.³⁰⁷ Toutefois, il n'y a qu'un seul accident qui implique du dioxyde de titane sous sa forme nanoparticulaire, soit celui survenu à Vieux-Thann, en Alsace en 2011, accident à la

³⁰⁶ <https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/>.

³⁰⁷ HAUT CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE. *Bilan des connaissances relatives aux effets des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO₂) sur la santé humaine; caractérisation de l'exposition des populations et mesures de gestion*, Rapport, Avril 2018, 149 pages, p. 45.

suite duquel 13 000 livres de poudre blanche ont été déversées. Une fois de plus, cela soulève la question de l'instauration de procédures d'intervention en cas d'incidents liés aux nanoparticules.

Également, la contamination éventuelle, au niveau environnemental, causée par du TiO₂ ou l'additif alimentaire doit être évalué. En effet, limiter nos réflexions aux effets assuranciers à la suite de l'ingestion du TiO₂ qui se trouve dans les aliments ne permet pas un portrait complet de la situation. Ce sont les propriétés/caractéristiques du TiO₂ qui constituent (mais ne sont pas pour l'instant prouvées) un risque pour l'être humain, mais, comme l'accident survenu en Alsace permet de l'envisager, une contamination ou un préjudice matériel causé par le TiO₂, l'additif E 171 ou autres nanomatériaux est tout à fait susceptible de survenir à l'extérieur du cadre alimentaire, que nous envisageons souvent à travers le seul prisme de la phase finale du cycle de production, la consommation d'un produit.

Précisément, nous abordons dans la section suivante la question des risques (anticipés ou avérés) liés à l'exposition aux nanoparticules de dioxyde de titane.

2.4

Risques relatifs à l'additif E 171 et aux nanoparticules de TiO₂

Les débats entourant la toxicité des nanoparticules – notamment le dioxyde de titane nanoparticulaire – sont multiples et les sentiments sont polarisés. La controverse entourant le recours aux nanoparticules de dioxyde de titane, particulièrement l'additif E 171 dans le secteur agroalimentaire, fait l'objet de discours qui opposent, depuis

plusieurs années, différents acteurs dont les lobbies industriels et les actions citoyennes.³⁰⁸

Certains vantent depuis longtemps les vertus et clament la sûreté de cet additif. Au nombre des tenants de cette position, on retrouve l'Association des producteurs de dioxyde de titane (qui représente en fait des producteurs de TiO₂ et « porte leur message en Europe depuis 1974 »³⁰⁹) laquelle prétend, en s'appuyant sur le respect des remparts réglementaires, que le TiO₂ alimentaire permet de conférer aux aliments un aspect attrayant et ajoute que des fabricants d'aliments « l'utilisent en toute sécurité dans des utilisations approuvées par les réglementations en vigueur et ce depuis plus de 50 ans »³¹⁰. Quant à l'additif alimentaire E 171, cette association affirmait toujours, en date du 20 août 2019, qu'il peut être ingéré sans dangers, qu'« il ne pénètre pas dans le sang et traverse le système digestif sans subir de modification ou d'absorption. En effet, l'E171 a fait l'objet de rigoureux tests au niveau européen qui ont conclu que le dioxyde de titane ne subsiste ou ne s'accumule ni dans le corps humain ni dans l'environnement »³¹¹. Par ailleurs, conscient des préoccupations, l'association affirmait que « récemment des inquiétudes ont surgi concernant la présence de nanoparticules de E171 dans l'alimentation et de possibles dangers »³¹², alors que les informations transmises par la TDMA via son site ne faisaient pas état, en date du 20 août 2019, des plus récentes études, dont deux de 2019. Selon les résultats de l'étude de Pinget et al.,

³⁰⁸ BANCQUART, R. « Guerre de lobbies autour d'un additif au dioxyde de titane ». Disponible à l'adresse : https://www.allodocteurs.fr/emissions/le-magazine-de-la-sante/le-magazine-de-la-sante-du-25-03-2019_27190.html.

³⁰⁹ Association des producteurs de dioxyde de titane : <https://tdma.info/fr/a-propos-de-la-tdma/>

³¹⁰ Association des producteurs de dioxyde de titane : <https://tdma.info/fr/le-dioxyde-de-titane-dans-l'alimentation/>.

³¹¹ Association des producteurs de dioxyde de titane : <https://tdma.info/fr/le-dioxyde-de-titane-dans-l'alimentation/> (consulté le 18 février 2019).

³¹² Association des producteurs de dioxyde de titane : <https://tdma.info/fr/le-dioxyde-de-titane-dans-l'alimentation/>.

« TiO₂ is not inert, but rather impairs gut homeostasis which may in turn prime the host for disease development »³¹³.

Au cours de la dernière année, les données recueillies à la suite d'études scientifiques ont incité les autorités françaises à agir³¹⁴ et l'argumentaire basé sur une utilisation autorisée par le cadre normatif revient précipitamment alors que la TDMA réitère qu'« [i]l faut cependant savoir que l'utilisation comme colorant du TiO₂ est approuvée »³¹⁵. Fort de cette autorisation normative, l'association recourait aussi une fois de plus à l'expérience passée et mentionnait que « [r]este qu'en plus de 50 ans d'utilisation comme colorant alimentaire, aucune corrélation n'a été démontrée entre un problème de santé chez l'homme et la consommation de dioxyde de titane »³¹⁶. On peut certes clamer le fait que, effectivement, si les fabricants y ont recours dans le cadre d'utilisations approuvées par les réglementations en vigueur, et ce, depuis plus de 50 ans, voilà un signe de la sécurité de cette utilisation, les autorités ayant elles-mêmes prévu des remparts normatifs. Mais cette adhésion à l'adage *Neminem laedit qui suo jure utitur*³¹⁷ n'est par ailleurs pas universelle. En effet, on peut effectivement affirmer que l'existence d'un cadre normatif – tout comme une pratique, aussi ancienne soit-elle – peut avoir pour effet de légitimer une façon de faire, mais elle ne confère pas ou ne confirme pas une sécurité inhérente à telle activité ou à telle pratique.

³¹³ GABRIELA, P., JIAN, T., BARTOMIEJ, J., *et al.* Impact of the Food Additive Titanium Dioxide (E171) on Gut Microbiota-Host Interaction. *Frontiers in Nutrition*, vol. 6, 2019, pages 57. Disponible à l'adresse : URL=<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fnut.2019.00057>, DOI=10.3389/fnut.2019.00057. Voir également: DORIER, M., BÉAL, D., TISSEYRE, C. The food additive E 171 and titanium dioxide nanoparticles indirectly alter the homeostasis of human intestinal epithelial cells: in vitro. (2019) *Environmental Science: Nano*, Volume 6, issue 5, 2019, pages 1549-1561.

³¹⁴ Nous nous attardons sur ces importantes initiatives dans la deuxième partie de la thèse.

³¹⁵ Association des producteurs de dioxyde de titane : <https://tdma.info/fr/le-dioxyde-de-titane-dans-l'alimentation/>

³¹⁶ Association des producteurs de dioxyde de titane : <https://tdma.info/fr/le-dioxyde-de-titane-dans-l'alimentation/>. MACNICOLL, A., KELLY, M., AKSOY, H., *et al.* A study of the uptake and biodistribution of nano-titanium dioxide using in vitro and in vivo models of oral intake, *Journal of Nanoparticle Research*, feb. 2015.

³¹⁷ *Celui qui use de son droit ne lèse personne.*

Aussi, le recours aux résultats de différentes études afin de jeter un éclairage pouvant éventuellement confirmer ou dissiper les inquiétudes n'a pas, du moins jusqu'à tout récemment, réellement eu d'effets salvateurs ou d'effets stimulants l'intervention législative.

En 2006, le dioxyde de titane a été classifié par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) comme étant potentiellement cancérogène pour l'être humain (groupe 2B)³¹⁸. En 2017, l'ECHA mentionnait que le dioxyde de titane pouvait être classifié dans la catégorie des produits soupçonnés de causer le cancer (catégorie 2) à la suite de l'inhalation.³¹⁹

Depuis les deux dernières années, la Commission européenne a soumis diverses propositions au REACH comitology committee afin de trouver un terrain d'entente quant à la classification du TiO₂ alors que, parallèlement, certains états membres, dont l'Allemagne et la Grande-Bretagne, ont fait part de leur opposition à la position de l'ECHA.³²⁰ Aussi, au cours de la dernière décennie, plusieurs études³²¹ et rapports (examinés à la rubrique A de la présente section) se sont attardés aux effets toxicologiques et ont contribué à alimenter les débats. Outre le fait que certaines études sont parfois contradictoires, tel que précédemment examiné, des études ont été

³¹⁸ CIRC. World Cancer Report 2008. WHO Press. Edited by Peter Boyle and Bernard Levin. Lyons, France, Centre international de recherche sur le cancer, World Health Organisation, International Agency for Research on Cancer (WHO /IARC) En ligne. <http://www.iarc.fr/en/publications/pdfs-online/wcr/2008/>; BAAN R., STRAIF, K., GROSSE, Y, *et al.* Carcinogenicity of carbon black, titanium dioxide, and talc. *Lancet Oncol* (2006). 7: 295-296.

³¹⁹ <https://echa.europa.eu/fr/-/titanium-dioxide-proposed-to-be-classified-as-suspected-of-causing-cancer-when-inhaled>; HAUT CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE. *Bilan des connaissances relatives aux effets des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO₂) sur la santé humaine; caractérisation de l'exposition des populations et mesures de gestion*, Rapport, Avril 2018, 149 pages, p. 23.

³²⁰ <https://corporateeurope.org/en/2019/06/toxic-lobbying-titanium-dioxide-label-debate-continues>.

³²¹ TELEANU, D.M., *al.* Neurotoxicity of Nanomaterials: An Up-to-Date Overview. *Nanomaterials* 2019, 9(1), 96; <https://doi.org/10.3390/nano9010096>.

critiquées en raison de lacunes³²² méthodologiques, et d'autres jugées intéressantes, n'ont pas permis d'arriver à une réponse claire quant à la toxicité, entre autres en raison du fait que les « études toxicologiques ont été réalisées surtout chez l'animal (essentiellement le rongeur) ou sur des cultures cellulaires »³²³ et les résultats chez les animaux³²⁴ ne peuvent être extrapolés, *mutatis mutandis*, chez l'humain, et ce, pour diverses raisons liées entre autres aux différences sur le plan métabolique et physiologique.

Nous nous penchons d'ailleurs maintenant sur certaines de ces études et analysons les risques liés à l'exposition potentielle de l'être humain à l'additif E 171 par la voie digestive, gardant précisément en tête que « [d]u fait de la grande diversité des lots de E171 présents sur le marché, la caractérisation physicochimique de cet additif alimentaire est un prérequis indispensable à son évaluation du risque »³²⁵.

Traditionnellement, les paramètres les plus importants dans l'évaluation de la toxicité des particules sont la dimension, la dose et la durabilité, mais, à la lumière de récentes études relatives à la toxicité de certains nanomatériaux, une variété de paramètres supplémentaires (dont la masse, le nombre, la taille, la chimie, etc.) doit être considérée.³²⁶

³²² ANSES. *Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux risques liés à l'ingestion de l'additif alimentaire E171*, 12 avril 2019, Saisine n° 2019-SA-0036, Maisons-Alfort, p. 5-6.

³²³ HAUT CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE. *Bilan des connaissances relatives aux effets des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO₂) sur la santé humaine; caractérisation de l'exposition des populations et mesures de gestion*, Rapport, Avril 2018, 149 pages, p. 51.

³²⁴ Plusieurs études ont été réalisées in vivo sur des animaux ou in vitro quant à certaines cellules humaines (Voir notamment : SENZUI, M. *et al.* Study on penetration of titanium dioxide (TiO₂) nanoparticles into intact and damaged skin in vitro. *The Journal of Toxicological Sciences*. (2010). Disponible à l'adresse: <http://dx.doi.org/10.2131/jts.35.107>).

³²⁵ ANSES. *Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux risques liés à l'ingestion de l'additif alimentaire E171*, 12 avril 2019, Saisine n° 2019-SA-0036, Maisons-Alfort, p.14. Disponible à l'adresse : https://www.anses.fr/fr/system/files/ANSES-Ft-Nanogenotox_FinalReport.pdf; <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/5327>.

³²⁶ BUZEA, C., PACHECO, I.I., ROBBIE, K. Nanomaterials and nanoparticles: Sources and toxicity, *Biointerphases* (2007) 2: MR17. <https://doi.org/10.1116/1.2815690>; KAHRU, A.,

Il y a quelques années, le rapport du *Scientific Committee on Consumer Safety* (SCCS) de l'Union européenne soumettait que, malgré le manque de donnée permettant d'effectuer des analyses exhaustives, certaines formes de nanoparticules de dioxyde de titane sont susceptibles d'endommager l'ADN et peuvent ainsi être qualifiées de génotoxiques.³²⁷

La toxicité des différentes substances est susceptible de s'exprimer de plusieurs façons : « cytotoxicité, génotoxicité, inflammation, stress oxydatif, etc. »³²⁸. Aussi, certains « effets peuvent être contre-intuitifs; par exemple, une nanoparticule bio-persistante n'est pas forcément toxique (cas du nano-diamant) alors qu'une particule non bio-persistante peut exercer des effets néfastes, inflammatoires par exemple, dès

DUBOURGUIERD, H.C. From ecotoxicology to nanoecotoxicology. *Toxicology*. 2010 Mar 10;269(2-3):105-19. doi: 10.1016/j.tox.2009.08.016. Epub 2009 Sep 2; WARHEIT, D.B. How Meaningful are the Results of Nanotoxicity Studies in the Absence of Adequate Material Characterization?, *Toxicological Sciences*, Volume 101, Issue 2, February 2008, Pages 183–185, <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfm279>; BERGERON, A.G. *Nanotechnologies, alimentation et cosmétiques : le cas du dioxyde de titane et du dioxyde de titane nanométrique et la part du Québec dans cette industrie*. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal, 2014, p. 39 ; Évaluation des risques pour la santé humaine des particules grossières: sommaire, 2016, <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/evaluation-risques-pour-sante-humaine-particules-grossieres-sommaire.html?wbdisable=true>; MULLER, C. et al. (IRSST). *Évaluation de la toxicité du béryllium en fonction de la forme chimique et de la taille des particules*. 2010. Disponible à l'adresse : <https://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/R-637.pdf?v=2019-05-29>; CSST. Notions de toxicologie. 2004. Disponible à l'adresse : https://www.cnesst.gouv.qc.ca/Publications/200/Documents/dc_200_348.pdf.

³²⁷ SCIENTIFIC COMMITTEE ON CONSUMER SAFETY SCCS. *Opinion on Titanium Dioxide (nano form) COLIPA n° S75*, Revision of 22 April 2014. Disponible à l'adresse: https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/consumer_safety/docs/sccs_o_136.pdf. Voir aussi deux rapports publiés en 2010 par l'Environmental Protection Agency (EPA), soit le State of the Science Literature Review : Nano Titanium Dioxyde Environmental Matters. Disponible à l'adresse : <http://www.epa.gov/nanoscience/filesnanoPaper2.pdf> et le Nanomaterials case studies: Nanoscale Titanium Dioxyde in Water Treatment and Topical Sunscreen. Disponible à l'adresse : <http://cfpub.epa.gov/ncealcfm/recordisplay.cfm?deid=230972#Download>; BERGERON, A.G., *Nanotechnologies, alimentation et cosmétiques : le cas du dioxyde de titane et du dioxyde de titane nanométrique et la part du Québec dans cette industrie*. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal, 2014, p. 92.

³²⁸ BROWAEYS, D., PERRIER, J.-J. *Trois ans de dialogue des parties prenantes sur les nanotechnologies*, Des repères partagés sur les sujets complexes ou polémiques, Toxicité et écotoxicité, Forum Nanoresp, 2017, p. 30.

lors que l'exposition est fréquente ou chronique »³²⁹. Sans parler du fait qu'il importe de distinguer, lorsque nous procédons à l'analyse de la toxicité, le produit lui-même des nanomatériaux qu'il contient et des éventuels sous-produits de dégradation.³³⁰ Par ailleurs, tel que nous l'évoquions au début de la thèse, il n'y a pas de référentiel métrologique unique et, dans ce cadre, les efforts en vue de standardiser ces référentiels au niveau international pourront certainement contribuer à une étude plus rigoureuse relativement aux différents effets de l'utilisation des nanoparticules et nanomatériaux.³³¹

Une fois que l'être humain a été exposé aux nanoparticules de dioxyde de titane, les intrus ayant pénétré l'organisme sont susceptibles d'atteindre différents organes où ils peuvent être emmagasinés et entraîner éventuellement une toxicité des effets toxiques.³³²

Contrairement à l'exposition au TiO₂ nanoparticulaire à la suite de l'inhalation, l'exposition aux nanoparticules de dioxyde de titane à la suite d'une ingestion avait fait l'objet de peu d'études « jusqu'à la prise de conscience de la présence de nanoparticules de TiO₂ dans un additif alimentaire, le E 171, autorisé par l'UE comme colorant sans indiquer de valeur limite journalière en considérant que le passage de la barrière

³²⁹ BROWAEYS, D., PERRIER, J.-J. *Trois ans de dialogue des parties prenantes sur les nanotechnologies*, Des repères partagés sur les sujets complexes ou polémiques, Toxicité et écotoxicité, Forum Nanoresp, 2017, p. 30. Voir également, quant à certaines remarques relatives à la biopersistance : DEMOLLIENS, M., LÉONARD, M. « Les nanoparticules : une perte de repères pour l'ingénieur chimiste et le médecin du travail », dans Nathalie Dedessus-Le-Moustier, Florence Douguet (coordinatrices), *La santé au travail à l'épreuve des nouveaux risques*, Éditions Tec et Doc, Paris, 2010, p. 148.

³³⁰ BROWAEYS, D., PERRIER, J.-J. *Trois ans de dialogue des parties prenantes sur les nanotechnologies*, Des repères partagés sur les sujets complexes ou polémiques, Toxicité et écotoxicité, Forum Nanoresp, 2017, p. 30.

³³¹ BROWAEYS, D., PERRIER, J.-J. *Trois ans de dialogue des parties prenantes sur les nanotechnologies*, Des repères partagés sur les sujets complexes ou polémiques, Toxicité et écotoxicité, Forum Nanoresp, 2017, p. 30.

³³² LOMBARD, A., « Nanotechnologies » dans Catherine-Antoinette Raimbault et Anne Barr (dir.), *Risques émergents. Un pilotage stratégique*, Economica, 2010, p. 28.

intestinale est extrêmement faible (EU Directive 94/36/EC) »³³³. Mais depuis, les études se multiplient.

Une étude menée par l'équipe de Jiangxue Wang (sur des souris à qui a été administrée *per os* une dose unique de dioxyde de titane) a montré des effets au niveau du foie et du cerveau³³⁴.

³³³ HAUT CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE. *Bilan des connaissances relatives aux effets des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO₂) sur la santé humaine; caractérisation de l'exposition des populations et mesures de gestion*, Rapport, Avril 2018, 149 pages, p. 103.

³³⁴ WANG, J., ZHOU, G., CHEN, C., *et al.* Acute toxicity and biodistribution of different sized titanium dioxide particles in mice after oral administration. *Toxicology Letters*. 2007, vol. 168, n° 2, p. 176-185.

Maladies associées à l'exposition à des nanoparticules

C. Buzea, I. Pacheco, & K. Robbie, *Nanomaterials and nanoparticles: Sources and toxicity, Biointerphases 2 (2007) MR17-MR71*

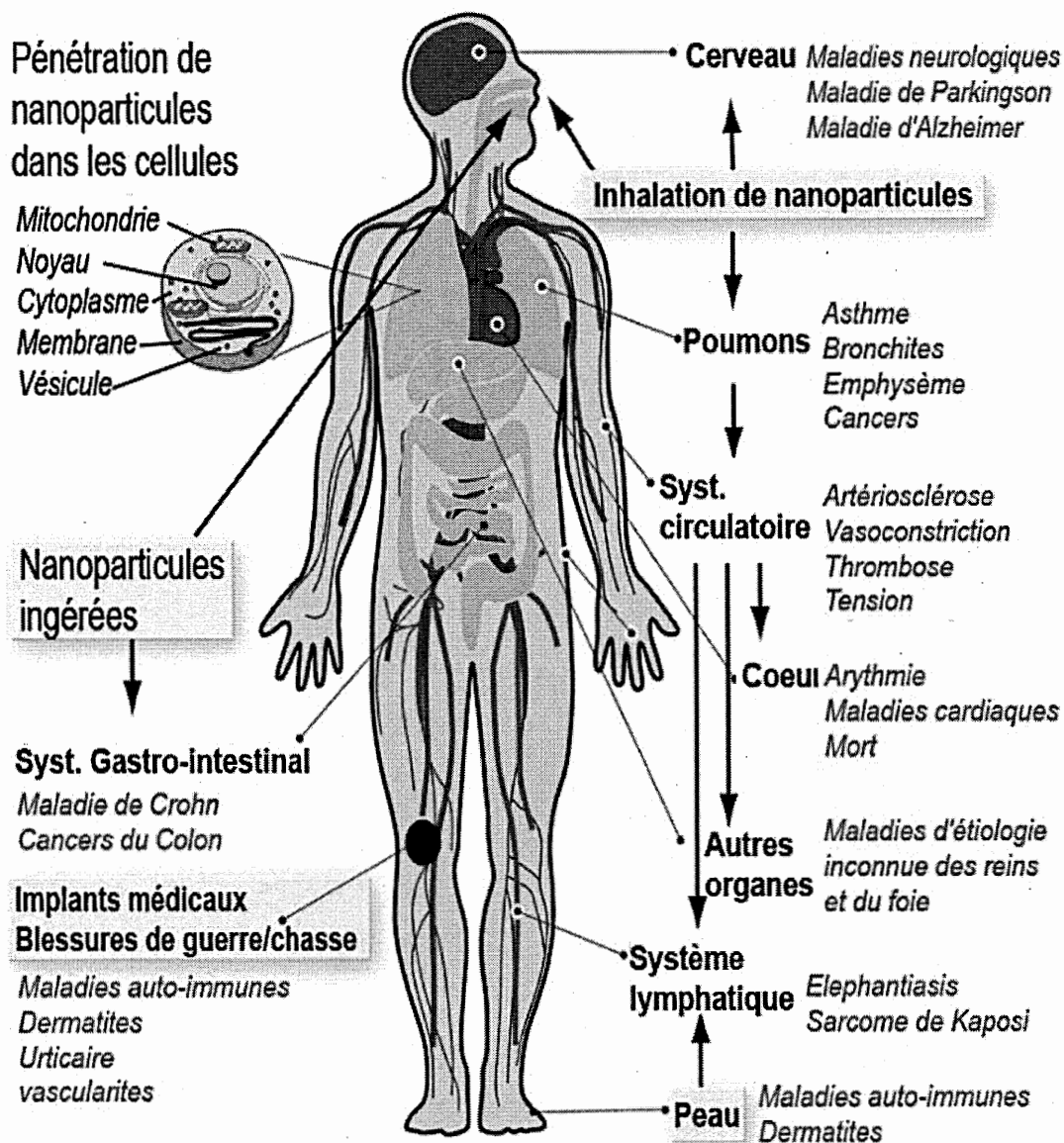


Schéma 2.2

Effets potentiels de l'exposition, via différentes voies, à des nanoparticules

Source: Schematics of human body with pathways of exposure to nanoparticles, affected organs, and associated diseases from epidemiological, in vivo and in vitro studies, figure tirée de Buzea, C., Pacheco, I.I. & Robbie, K., *Nanomaterials and nanoparticles: Sources and toxicity, Biointerphases (2007) 2: MR17. <https://doi.org/10.1116/1.2815690>, MR26*

Aussi, des études ont démontré que certaines nanoparticules pouvaient entrer dans des mitochondries et le noyau, ce qui pourrait affecter le bon fonctionnement cellulaire.³³⁵

En 2014, l'équipe menée par Alex Weir publiait un article dans *Environmental Science & Technology* dans lequel on mentionne la présence de nanodioxyde de titane dans la nourriture et dans certains produits de consommation, mettant de surcroît l'accent sur le fait que les enfants sont sujets à un taux d'exposition au TiO₂ plus élevé que les autres personnes en raison des crèmes solaires et de certains produits d'alimentation destinés aux enfants et la *National Nanotechnology Initiative* rappelait l'importance de poursuivre des recherches sur cette question³³⁶.

Il y a par ailleurs eu plusieurs études relatives à la toxicité et à la cytotoxicité publiées au cours des dernières années.³³⁷ La question de la toxicité est attachée à la notion de risque précédemment évoquée. Un produit aura par exemple un certain degré de toxicité. Or, qui décide du fait que ce degré est ou non acceptable dans le cadre de la commercialisation du produit? Quel est le risque de consommer le produit en question? Et à ces questions, il est parfois très difficile, voire impossible, de répondre avec précision.

³³⁵ CHEN, M., VON MIKECZ, A. Formation of nucleoplasmic protein aggregates impairs nuclear function in response to SiO₂ nanoparticles. *Exp Cell Res.* 2005 Apr 15;305(1):51-62. Epub 2005 Jan 24 ; LOMBARD, A. « Nanotechnologies » dans Catherine-Antoinette Rimbault et Anne Barr (dir.), *Risques émergents. Un pilotage stratégique*, Economica, 2010, p. 28-29.

³³⁶ NATIONAL NANOTECHNOLOGY INITIATIVE. National Science and Technology Council Committee on Technology. *Environmental Health and Safety Research Strategy*. Engineering and Technology (NSET). National Science and Technology Council Committee on Technology (CoT). Subcommittee on Nanoscale Science. Washington D.C., Executive Office of the President, National Science and Technology Council. Disponible à l'adresse: https://www.nano.gov/sites/default/files/pub_resource/nni_2011_ehs_research_strategy.pdf.

³³⁷ Comme la récente étude de JALILI, P., GUENICHE, N., LANCELEUR, R. *et al.* Investigation of the in vitro genotoxicity of two rutile TiO₂ nanomaterials in human intestinal and hepatic cells and evaluation of their interference with toxicity assays. *NanoImpact* 11 (2018) 69-81, pp. 78-79.

D'une part en raison du fait que les conséquences n'ont possiblement pas pu toutes être observées et aussi en raison de l'expression des risques qui répond parfois d'un facteur temporel variable, certains effets (qu'ils soient positifs ou négatifs d'ailleurs) se dévoilant très rapidement alors que d'autres nécessiteront une plus longue période (pour son entière expression). Des valeurs de référence (VTR) sont toutefois proposées. D'ailleurs, en 2019, l'Anses publiait son intéressant avis : Anses (2019) avis relatif à « la proposition de VTR chronique par voie respiratoire pour le dioxyde de titane sous forme nanométrique (avis 2017-SA-0162).

Par ailleurs, en ce qui a trait spécifiquement à l'additif alimentaire E 171, différents travaux de recherche se sont attardés, au cours des dernières années, à son éventuelle toxicité et plusieurs conclusions ressortent des nombreux articles, rapports et avis publiés au cours des dernières années. Considérant le fait que les problèmes d'ordre sanitaire peuvent potentiellement s'exprimer à différents niveaux, nous en abordons un certain nombre successivement.

Dans le cadre d'une étude dont les résultats ont été publiés en 2018, des chercheurs ont examiné les effets et mécanismes moléculaires à la suite de l'exposition (par gavage) de souris à 5 mg/kgbw/jour de E171 pour 2, 7, 14, et 21 jours. Selon les chercheurs, il s'agit de la première fois qu'une analyse génomique complète indiquant des effets biologiques à la suite de l'exposition à l'additif E 171 sur le colon de souris sont décrits au niveau mRNA³³⁸ et considérant les potentiels effets dangereux pour l'être humain à la suite d'une ingestion de l'additif, ils invitent à des recherches supplémentaires.³³⁹

³³⁸ PROQUIN, H. *et al.* Gene expression profiling in colon of mice exposed to food additive titanium dioxide (E171). *Food and Chemical Toxicology*. (2018) 111 (2018) 153–165, p. 153.

³³⁹ PROQUIN, H. *et al.* Gene expression profiling in colon of mice exposed to food additive titanium dioxide (E171). *Food and Chemical Toxicology*. (2018) 111 (2018) 153–165, p. 165.

En ce qui a trait à la toxicité du E171 sur le microbiote et la barrière intestinale, plusieurs études relèvent certains effets. Notamment, l'étude de Bettini³⁴⁰ révèle que l'absorption de faibles doses, par voie orale, du dioxyde de titane de qualité alimentaire (E 171) par le rat, affecte la fonction intestinale et favorise certaines lésions au niveau du colon.

Par ailleurs, en 2017, étude effectuée par Kreyling³⁴¹ faisait état du fait qu'une petite fraction du dioxyde de titane franchissait la barrière, au niveau de l'intestin et une bioaccumulation dans certains organes était constatée sept jours suivant l'administration, les organes principalement visés étant le foie et les reins, entre autres.³⁴²

Quant aux résultats de l'étude de Dufeu *et al.*, ils révèlent que les nanoparticules de dioxyde de titane de qualité alimentaire n'ont pas eu d'effets importants sur le microbiote à la suite de tests effectués à l'aide de faibles doses *in vitro* alors que les effets à la suite d'une ingestion importante de nanoparticules de dioxyde de titane doivent faire l'objet d'études supplémentaires.³⁴³ Selon les travaux de Talbot *et al.*, à la suite d'études *in vitro*, le dioxyde de titane de qualité alimentaire est emprisonné par le mucus de l'intestin sans toutefois affecter la santé de tubes digestifs sains.³⁴⁴ Quant

³⁴⁰ BETTINI, S. *et al.* Food-grade TiO₂ impairs intestinal and systemic immune homeostasis, initiates preneoplastic lesions and promotes aberrant crypt development in the rat colon. *Sci. Rep.* (2017) 7, 40373, doi: 10.1038/srep40373.

³⁴¹ KREYLING, W.G., HOLZWARTH, U., SCHLEH, C., *et al.* Quantitative biokinetics of titanium dioxide nanoparticles after oral application in rats (Part 2). *Nanotoxicology*. 2017. doi: 10.1080/17435390.2017.1306893.

³⁴² HAUT CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE. *Bilan des connaissances relatives aux effets des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO₂) sur la santé humaine; caractérisation de l'exposition des populations et mesures de gestion*, Rapport, Avril 2018, 149 pages, p. 53.

³⁴³ DUDEFOI, W., MONIZ, K., ALLEN-VERCOE, E., *et al.* Impact of food grade and nano-TiO₂ particles on a human intestinal. *Community. Food and Chemical Toxicology*. (2017). 106, (2017), 242-249.

³⁴⁴ TALBOT, P., RADZIWIŁ-BIENKOWSK, J.M., KAMPHUIS, J.B.J., *et al.* Food-grade TiO₂ is trapped by intestinal mucus *in vitro* but does not impair mucin O-glycosylation and short-chain fatty acid synthesis *in vivo*: implications for gut barrier protection. *J Nanobiotechnol.* (2018), 16:53.

à eux, les résultats de l'étude de Radziwill *et al.* démontrent que le dioxyde de titane peut être emprisonné par des bactéries, lesquelles peuvent par la suite entraîner une toxicité bactérienne. La démonstration la plus forte concernait le *E. coli*.³⁴⁵

Plusieurs revues de littérature ont par ailleurs examiné les différentes études liées à l'exposition au TiO₂, notamment en 2018³⁴⁶ et en 2019³⁴⁷, qui ont résumé les dangers inhérents aux nanoparticules de dioxyde de titane. Le Haut Conseil de la Santé publique mentionnait, en 2018, qu'à la lumière des différentes études, on ne pouvait en arriver à la conclusion que l'exposition, à la suite d'une ingestion, de l'additif E 171 affecte de façon importante le mucus ou le microbiote au niveau de l'intestin.³⁴⁸

En ce qui a trait à la génotoxicité des nanoparticules de dioxyde de titane, plusieurs études s'y sont attardées. Notamment, Charles *et al.*³⁴⁹ (2018) ont procédé à l'examen de 36 études dont les résultats furent publiés entre 2010 et 2016 et qui abordaient des données relatives à la génotoxicité (*in vitro*). Des effets génotoxiques ont été constatés dans 60% de l'ensemble de ces études, alors que seulement une d'entre elles impliquait l'additif alimentaire. En 2019, l'Anses précisait, à la lumière d'études examinées par

³⁴⁵ RADZIWILL-BIENKOWSK, J.M., TALBOT, P., KAMPHUIS, J.B.J., *et al.* Toxicity of Food-Grade TiO₂ to Commensal Intestinal and Transient Food-Borne Bacteria: New Insights Using Nano-SIMS and Synchrotron UV Fluorescence Imaging. *Frontiers in microbiology*. 2018. 9; 794.

³⁴⁶ WINKLER, H.C., NOTTER, T., MEYER, U., *et al.* Critical review of the safety assessment of titanium dioxide additives in food. *J. Nanobiotechnology*. 2018. 1;16(1):51; SOHAL, I.S., O'FALLON, K.S., GAINES, P., *et al.* Ingested engineered nanomaterials: state of science in nanotoxicity testing and future research needs. *Part Fibre Toxicol.* 2018. 3;15(1):29.

³⁴⁷ BARANOWSKA-WOJCIK, E., SZWAJGIER, D., OLESZCZUK, P. *et al.* Effects of Titanium Dioxide Nanoparticles Exposure on Human Health—a Review. *Biol Trace Elem Res* (2019). Disponible à l'adresse: <https://doi-org.proxy.bibliotheques.ugam.ca/10.1007/s12011-019-01706-6>.

³⁴⁸ ANSES. *Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux risques liés à l'ingestion de l'additif alimentaire E171*, 12 avril 2019, Saisine n° 2019-SA-0036, Maisons-Alfort, p. 19.

³⁴⁹ CHARLES, S., JOMINI, S., FESSARD, V. Assessment of the *in vitro* genotoxicity of TiO₂ nanoparticles in a regulatory context. *Nanotoxicology*, (2018) 12:4, 357-374, DOI: [10.1080/17435390.2018.1451567](https://doi.org/10.1080/17435390.2018.1451567).

le Groupe d'expertise collective en urgence (GECU), que les conclusions de Charles et al. (2018) n'étaient pas remises en question.³⁵⁰

En ce qui a trait aux anomalies du développement, plusieurs travaux « ne peuvent pas être considérés dans un contexte d'évaluation du risque pour l'Homme du fait des systèmes d'étude utilisés et de la difficulté de transposer les doses employées (études de Ma et al. (2019) et Savic et al. (2018)) à des niveaux d'exposition par ingestion chez l'Homme »³⁵¹.

Toutefois, certains travaux, comme ceux de Jovanovic et al. (2018) (sur des drosophiles) démontrent l'apparition de certaines anomalies à la suite de l'ingestion de l'additif E 171 et l'étude de Savic et al. (2018) (sur les stades larvaires) démontrent l'apparition de certaines anomalies relatives au développement à la suite d'une consommation du même additif alimentaire.³⁵² Par ailleurs, l'étude de Jensen *et al.*³⁵³ démontre que l'additif E171 a des effets sur le système cardiovasculaire.

Le fait d'être exposé à l'additif alimentaire E 171 peut avoir une incidence quant au tonus artériel en l'augmentant, tout comme la tension artérielle et pourrait constituer un facteur causant l'hypertension ainsi que l'insuffisance cardiaque. Selon le GECU, les résultats de cette étude viennent corroborer « l'altération de la microcirculation vasculaire et les effets cardiaques rapportés chez les rongeurs après inhalation de

³⁵⁰ ANSES. *Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux risques liés à l'ingestion de l'additif alimentaire E171*, 12 avril 2019, Saisine n° 2019-SA-0036, Maisons-Alfort, p. 24.

³⁵¹ ANSES. *Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux risques liés à l'ingestion de l'additif alimentaire E171*, 12 avril 2019, Saisine n° 2019-SA-0036, Maisons-Alfort, p. 27-28.

³⁵² ANSES. *Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux risques liés à l'ingestion de l'additif alimentaire E171*, 12 avril 2019, Saisine n° 2019-SA-0036, Maisons-Alfort, p. 27-28.

³⁵³ JENSEN, D.M., CHRISTOPHERSEN, D.V., SHEYKHZADE, M., *et al.* Vasomotor function in rat arteries after ex vivo and intragastric exposure to food-grade titanium dioxide and vegetable carbon particles. *Particle and Fibre Toxicology*. 2018.15:12.

nanoparticules de TiO₂ (Nurkiewicz et al. 2008; Kan et al. 2012 et 2014)³⁵⁴ ou après administration intratrachéale (Savi et al. 2014) »³⁵⁵.

Quoique les connaissances scientifiques se développent et que l'évaluation des risques soit amenée à se préciser au cours des prochaines années, les risques sanitaires – ou, pour l'instant, leurs spectres – pour l'être humain (en ce qui a trait à l'additif E 171) restent à définir.

Évidemment, les risques, ne serait-ce que potentiels, inhérents aux nanomatériaux soulèvent de nombreuses questions, dont plusieurs liées à la gouvernance.

Au sein de la section suivante, nous abordons la gouvernance et le principe de précaution dans le cadre de l'utilisation du célèbre additif alimentaire. Cet examen sera des plus pertinents dans le cadre de l'analyse du transfert du risque et de la prise en charge des risques par les assureurs et réassureurs.

³⁵⁴ NURKIEWICZ, T., PORTER, D.W., HUBBS, A.F., *et al.* Nanoparticle inhalation augments particle-dependent systemic microvascular dysfunction. *Part. Fibre Toxicol.* (2008). 5, 1; KAN, H., WU, Z., YOUNG, S.H., *et al.* Pulmonary exposure of rats to ultrafine titanium dioxide enhances cardiac protein phosphorylation and substance P synthesis in nodose ganglia. *Nanotoxicology*. 2012. 6 (7), 736-745; KAN, H., WU, Z., LIN, Y.C., *et al.* The role of nodose ganglia in the regulation of cardiovascular function following pulmonary exposure to ultrafine titanium dioxide. *Nanotoxicology*. 2014. 8 (4), 447-454.

³⁵⁵ ANSES. *Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux risques liés à l'ingestion de l'additif alimentaire E171*, 12 avril 2019, Saisine n° 2019-SA-0036, Maisons-Alfort, p. 29.

2.5

Gouvernance des risques et le principe de précaution revisités dans le cadre du recours aux nanoparticules

« Il ne faut pas oublier qu'il existe plusieurs controverses parmi les acteurs, même européens, sur la portée du principe de précaution au développement des nanotechnologies. Pour certains, les nanotechnologies, comme tout développement technologique, doivent être soumises au principe de précaution. D'autres vont soutenir qu'il ne s'agit pas de la même chose que les biotechnologies et que le principe de précaution devrait s'appliquer différemment. Dans tous ces débats, un constat s'impose : le principe de précaution est mobilisé pour l'évaluation des nanotechnologies »³⁵⁶.

Les nanotechnologies offrent des promesses de bénéfices, de prouesses, mais soulèvent également des questions relatives à la gouvernance globale des risques.³⁵⁷ Déjà, le cadrage des risques et des incertitudes est confronté à divers écueils et les modélisations sont tributaires d'une interconnectivité, d'un pluralisme disciplinaire. Pour certains « le recours au principe de précaution sonne le retour de l'incertitude et le réveil d'individus 'endormis par les promesses d'un monde plus sûr' »³⁵⁸. Or, le dossier des organismes

³⁵⁶ LEGAULT, G.-A. et al. *Nanotechnologies et principe de précaution. Forces et limites de l'appel au principe*. Presses de l'Université Laval, Québec, 2012, p. 9.

³⁵⁷ ROCO, M., RENN, O., JÄGER, A. Nanotechnology Risk Governance, dans O. Renn et Walker K. D., *Global Risk Governance, Concept and practice Using The IRGC Framework*, Springer, 2008. Voir également DALTON-BROWN, S. *Nanotechnology and Ethical Governance in the European Union and China: Towards a Global Approach for Science and Technology*. Springer, 2015.

³⁵⁸ DRAIS, É. INRS 2009. La prévention à l'épreuve de l'incertitude. L'exemple de la précaution à l'égard des nanoparticules. *Hygiène et sécurité du travail* – 3^e trimestre 2009 – 216, 53-58. Disponible à l'adresse : www.inrs.fr/media.html?refINRS=PR2040; EWALD F. *L'État providence*. Grasset, Paris

génétiqnement modifiés a donné naissance à une myriade de réflexions quant aux limites des modes de gouvernance applicables aux technologies et si certaines de ces réflexions trouvent échos dans le dossier des nanotechnologies, d'autres, que ne commandaient pas, directement du moins, le dossier des OGM – auquel l'utilisation des nanoparticules dans le secteur agroalimentaire est souvent comparée en ce qui a trait à leur *societal acceptance*³⁵⁹ – (qui s'inscrivait lui-même à la suite du dossier du sang contaminé et de la controverse de la vache folle³⁶⁰), ont vu et verrons le jour en ce qui a trait aux nanotechnologies, actuellement en pleine effervescence. Ainsi se pose la question bien formulée par le titre évocateur de l'ouvrage de Kenneth David et Paul B. Thompson, *What can Nanotechnology Learn from Biotechnology*³⁶¹ ?

Les débats entourant les nanotechnologies peuvent bénéficier des expériences passées, du moins dans une certaine mesure (les débats n'ayant pas retenu l'attention des mêmes acteurs et le débat citoyen n'ayant pas contribué dans la même mesure, étant notamment parfois initié ex post décisions de la puissance publique). Dans l'ensemble, le bénéfice de ces expériences passées (OGM, sang contaminé, etc.) pourra contribuer à mieux « comprendre et orienter le débat sur les nanotechnologies »³⁶².

Toutefois, si les questions qui ont pu être soulevées dans le contexte des OGM peuvent souvent se poser au regard des nanotechnologies, il faut éviter de simplement

1986 ; EWALD, F. Philosophie de la précaution, dans *Études sur le risque et la rationalité. L'Année Sociologique*. 1996, Vol.46, n°2, pp. 382-412.

³⁵⁹ OSTAPCHUK, M. *Determinants of market uptake of innovation in a situation of uncertainty about environmental and health risks: From BPA to nanotechnology*. Thèse. Business administration. PSL Research University, 2017; GUPTA, N., FISHER, A.R.H., VAN DER LANS, I.A., et al. Factors influencing societal response of nanotechnology: an expert stakeholder analysis. *Journal of Nanoparticle Research*. May 2012, 14:857. Disponible à l'adresse: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3397131/>.

³⁶⁰ LEGAULT, G.-A. et al. *Nanotechnologies et principe de précaution. Forces et limites de l'appel au principe*. Presses de l'Université Laval, Québec, 2012, p. 5.

³⁶¹ DAVID, K., THOMPSON, P.B. *What Can Nanotechnology Learn From Biotechnology?* American Press, 2008.

³⁶² LEGAULT, G.-A. et al. *Nanotechnologies et principe de précaution. Forces et limites de l'appel au principe*. Presses de l'Université Laval, Québec, 2012, p. 21.

transposer les réflexions, car les paramètres (propriétés, définitions) diffèrent et il n'y a pas énormément de « point de convergence »³⁶³, abstraction faite du point de ralliement commun des nanotechnologies que constitue la mesure.

Nous nous attardons maintenant au défi lié à la gouvernance des risques dans le contexte du nano, où les connaissances scientifiques ne sont pas des plus développées, particulièrement en ce qui a trait aux aspects sanitaires pour l'être humain.

2.5.1

Gouvernance des risques

Depuis les années 1990, les travaux relatifs à la gouvernance se sont multipliés alors que les travaux relatifs à la gouvernance des risques inhérents à l'innovation et particulièrement aux nanotechnologies se sont développés³⁶⁴.

Dans le cadre d'un projet débuté en 2005, l'IRGC (fondation à but non-lucratif qui vise l'amélioration et la gestion des risques) a mis au point un cadre générique pour la gouvernance des risques liés aux nanotechnologies³⁶⁵ et, au sein des recommandations publiées, on retrouve notamment la nécessité d'améliorer les connaissances, de standardiser la nomenclature et le mesurage et de mieux comprendre les risques.

³⁶³ LEGAULT, G.-A. et al. *Nanotechnologies et principe de précaution. Forces et limites de l'appel au principe*. Presses de l'Université Laval, Québec, 2012, p. 30.

³⁶⁴ Voir notamment: JOLYm P.B. Les OGM entre la science et le public ? Quatre modèles pour la gouvernance de l'innovation et des risques. *Economie Rurale* (2001) n°266, novembre-décembre 2001, pp. 11-29; OCDE. *Policy environments and governance for innovation and sustainable growth through nanotechnology*, 2015; OCDE, Les risques émergents au XXIe siècle : Vers un programme d'action, 2003. GAUDILLIÈRE, J.P., JOLY, P.B. (Appropriation et régulation des innovations biotechnologiques : pour une comparaison transatlantique. *Sociologie du Travail* 2006. 48(3) : 330-349; OSTAPCHUK, M. Determinants of market uptake of innovation in a situation of uncertainty about environmental and health risks: From BPA to nanotechnology. Thèse. Business administration. PSL Research University, 2017, P. 54-66.

³⁶⁵ <https://irgc.org/issues/nanotechnology/nanotechnology-risk-governance/>.

En 2007, le *International Risk Governance Council* mentionnait qu'en raison du fait que les nanotechnologies soulèvent des considérations qui sont davantage complexes que plusieurs autres innovations, « the current approach to managing the introduction of new technologies is not up to the challenge posed by nanotechnology. Decision makers worldwide need to work towards a system of risk governance for nanotechnology that is global, coordinated, and involves the participation of all stakeholders, including civil society » (IRGC 2007, 4)³⁶⁶.

Dans une étude visant à comparer les perceptions Américaines et Européennes au regard des nanotechnologies et aux risques, Gaskel *et al.*³⁶⁷ soulignent que les perceptions américaines sont plus “positives” (more supportive culture) que celles de l'Europe ce qui s'explique par l'enthousiasme des Américains qui contraste avec la « cautionary tendency » de l'Europe.³⁶⁸ Or, le risque (tout comme les risques émergents) – qu'il soit envisagé comme « une construction sociale »³⁶⁹, un principe charnière de l'institution d'assurance ou un événement à l'égard duquel l'aversion peut être plus ou moins aiguë – soulève des questions d'une dimension « éminemment politique »³⁷⁰.

³⁶⁶ INTERNATIONAL RISK GOVERNANCE COUNCIL. Policy brief. *Nanotechnology Risk Governance. Recommendations for a global coordinated approach to the governance of potential risks*. (IRGC 2007), p. 4. Voir PATENAUDE, J., LEGAULT, G.A., BEAUVAIS, J. *et al.* Framework for the Analysis of Nanotechnologies' Impacts and Ethical Acceptability: Basis of an Interdisciplinary Approach to Assessing Novel Technologies. *Sci Eng Ethics*. 2015 21: 293. Disponible à l'adresse: <https://doi.org/10.1007/s11948-014-9543-y>.

³⁶⁷ GASKELL, G., TEN, E.T, JACKSON, J., *et al.* Imagining nanotechnology: cultural support for technological innovation in Europe and the United States. *Public Understanding of Science, Sage publications*. 2005. 14(1), pp. 81-90.

³⁶⁸ CUTCLIFFE, S. H., PENSE, C. M., ZVALAREN, M. Framing the Discussion: Nanotechnology and the Social Construction of Technology - What STS Scholars Are Saying. *Nanoethics Dordrecht*. Vol. 6, No 2 (Sep 2012): 81-99. DOI:10.1007/s11569-012-0149-z, p. 87.

³⁶⁹ VEYRET, Y., MESCHINET DE RICHEMOND, N. Le risque, les risques, dans Yvette Veyret (Dir.), *Les risques*, Éditions Sedes, 2003, p. 15. Voir également : KERMISCH, C. *Le concept de risque, De l'épistémologie à l'éthique*. Éditions Lavoisier, Paris, 2011, p. 2.

³⁷⁰ KERMISCH, C. *Le concept de risque, De l'épistémologie à l'éthique*. Éditions Lavoisier, Paris, 2011, p. 27.

L'utilisation de l'additif E 171 dans le secteur agroalimentaire est d'ailleurs, depuis quelques années, au cœur du politique, particulièrement en France, alors que les risques - pour l'être humain - liés à son utilisation ont influé sur sa trajectoire dans les sphères politiques et juridiques. Les actions et prises de position ont effectivement été pour le moins diverses, certainement en raison de l'incertitude relative à ces risques, alors que l'élaboration du nouveau cadre normatif (pas encore en vigueur) aura été teintée pas une attitude finalement décisive (visant une interdiction d'utilisation), mais avec des visées d'application timides (l'interdiction n'étant valable que pour une période d'un an, quoique renouvelable). Aussi, le principe de précaution, qui a soulevé et continue d'animer de nombreuses passions, intervient précisément dans ce contexte de « redistribution des responsabilités politiques »³⁷¹ et la littérature qui lui est consacrée est dorénavant légion³⁷². L'étude de ce principe de précaution s'inscrit ainsi naturellement dans ce cadre, cette précaution constituant d'ailleurs un des piliers de la gouvernance des nouveaux risques, les deux autres piliers étant « la prévention et la gestion des crises [et] l'assurance des risques potentiels de grande taille »³⁷³. Il importe dans ce cadre de mentionner – nous reviendrons sur ce point dans la deuxième partie – que l'assurance pourrait être (re)modélisée par le principe de gouvernance, par les politiques internes, par l'autorégulation et, surtout, par le nouveau cadre normatif applicable en Europe.

³⁷¹ *Ibid.*

³⁷² Notamment : GOSSEMENT, A. *Le Principe de précaution. Essai sur l'incidence de l'incertitude scientifique sur la décision et la responsabilité publiques*. Éditions l'Harmattan, 2003; BOURG, D., SCHLEGEL, J.L. *Parer aux risques de demain*. Le Seuil, Paris, 2001; GODARD, O. (éd.). *Le principe de précaution dans la conduite des affaires humaines*, Éditions de la Maison des Sciences de l'Homme & Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, 1997; KOURILSKY, P., VINEY, G. *Le principe de précaution. Rapport au Premier ministre*. Odile Jacob, Paris, 2000; LARRÈRE, C. *Le principe de précaution et ses critiques*. *Innovations*. 2003. 18(2) : 9-26.

³⁷³ GODARD, O., HENRY, C., LAGADEC, P. *et al.* *Traité des nouveaux risques*, Gallimard, 2002, 620 pages, p. 21-22. MURPHY, F., MCLEA, E.M., MULLINS, M. *Managing Risk in Nanotechnology. Topics in Governance, Assurance and transfer*, Springer, 2016; SUBRAMANIAN, V., SEMENZIN, E., HRISTOZOV, D., *et al.* Sustainable nanotechnology decision support system: bridging risk management, sustainable innovation and risk governance. *J Nanopart Res.* 2016. 18:89 DOI 10.1007/s11051-016-3375-4.

Et, précisément, nous nous questionnons afin de déterminer s'il s'agit véritablement d'une nouvelle modélisation ou si, plutôt, les assureurs abordent la gestion du risque par le biais des processus usuels d'évaluation et de dispersion déjà applicables aux risques courants.

Aussi, l'exhortation à recourir au principe de précaution « tient pour une grande part au refus que survienne un nouveau drame de l'amiante, en particulier du fait d'un rapprochement, qu'il soit avéré ou non, des effets toxicologiques de l'amiante avec certains nanotubes de carbone »³⁷⁴.

Quant au TiO₂, l'accent est actuellement davantage mis sur les éventuels risques liés à son ingestion, mais, plus généralement, la bioaccumulation des nanoparticules, entre autres, soulève plusieurs questions.

2.5.2

Principe de précaution

La nature vaporeuse du principe de précaution, de même que son application modulée (en fonction, notamment, de l'instrument qui l'énonce, de l'entité qui l'invoque, de l'endroit et du domaine au sein duquel il est interpellé), – voire du scepticisme³⁷⁵ qu'il engendre – commandent la parcimonie.

S'il est vrai que l'expression *principe de précaution* est porteuse et que la « précaution » s'inscrit dans une séquence analytique ou, comme le souligne Ewald, dans une histoire des âges du risque³⁷⁶ (prévoyance, prévention, précaution), il importe de s'attarder à la notion de « principe », dont l'analyse est selon nous trop souvent

³⁷⁴ ANSES. *Évaluation des risques liés aux nanomatériaux. Enjeux et mise à jour des connaissances*. Avis, Rapport d'expertise collective, avril 2014, Édition scientifique, p. 26.

³⁷⁵ PICECCHI, D. Tiny Things with a Huge Impact: The International Regulation of Nanomaterials. 7 *Mich. J. Env'tl. & Admin. L.* 447 (2018), p. 468.

³⁷⁶ EWALD, F. *Histoire de l'État providence*. Paris, Librairie Générale Française, 1996

éludée. Quelle est la nature de ce principe qui est souvent redessiné et modulé en fonction d'inclinaisons variées et « qui adopte diverses formulations »³⁷⁷?

En fait, « les principes normatifs [...] visent à combler les lacunes de la loi dans un droit incomplet [...] ils renforcent, d'une part, la complétude, d'autre part, l'unité, la continuité, la cohérence et l'harmonie du système juridique [...] »³⁷⁸. On définit également le principe comme une « règle juridique à caractère général qui sert de fondement à des textes, le plus souvent de nature législative, auxquels les citoyens doivent se conformer »³⁷⁹. Quant à la précaution, il s'agit d'une « disposition prise pour éviter un mal ou en limiter les conséquences »³⁸⁰.

Or, ce principe, qu'on sollicite souvent et qui interpelle les décideurs³⁸¹, fait l'objet d'une littérature abondante³⁸², a influencé plusieurs cadres normatifs et a également purement intégré certains d'entre eux.

³⁷⁷ TOLLEFSON, C. Histoire de précaution : Les tribulation du principe de précaution, dans le cadre du *Symposium L'environnement au tribunal : les principaux concepts relatifs à l'environnement et la nature unique des dommages à l'environnement*, 23 et 24 mars 2012, Université de Calgary, pp.1-2.

³⁷⁸ ALLAND, D., RIALS, S. (dir.). *Dictionnaire de la Culture Juridique*. Quadrige, Lamy-PUF, Paris, 2003, p. 1203.

³⁷⁹ REID, H. *Dictionnaire de droit québécois et canadien*. 1994, Wilson Lafleur, p. 448.

³⁸⁰ Le Petit Robert.

³⁸¹ LEROUX, T. Le principe de précaution et le questionnement que suscite la nanomédecine, dans *La nanomédecine : Enjeux éthiques, juridiques et normatifs*, Dalloz, 2007, p. 36; INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC (INSPQ). Cadre de référence en gestion des risques pour la santé dans le réseau québécois de la santé publique, 2003, 85 p. ; GOUVERNEMENT DU CANADA. *Une perspective canadienne sur l'approche/principe de précaution : Principes directeurs proposés*. Septembre 2001. Disponible à l'adresse: http://www.ec.gc.ca/econom/booklet_f.htm; CANADA, BUREAU DU CONSEIL PRIVÉ. *Cadre d'application de la précaution dans un processus décisionnel scientifique en gestion du risque*. Ottawa, 2003, 14 p.; COMMISSION DE L'ÉTHIQUE DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE. *Éthique et nanotechnologies : se donner les moyens d'agir*. Avis, Gouvernement du Québec, 2006, 152 p.

³⁸² Notamment : EL GHEZAOUI, M. Analyse régulationniste des incertitudes : de l'assurance au principe de précaution. *Assurances et gestion des risques / Insurance and Risk Management*. 2019. 86 (1-2), 31-54. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.7202/1062463ar>; BOULLIER, H., LAURENT, B., La précaution réglementaire, Un mode européen de gouvernement des objets techniques, *Politique européenne*, n° 49, décembre 2015, p. 30-53.

Mais ce principe n'est pas monolithique. Plutôt, il s'agit d'une notion floue ou, pour reprendre le titre d'un colloque, d'un « principe à géométrie variable et à applications multiples »³⁸³. Tel que nous l'évoquions au début de la présente section, l'importance qui lui est accordée est notamment tributaire, certes, du domaine, mais, voire surtout, de l'endroit où il est invoqué. Effectivement, à titre d'exemple, le recours à ce principe, dans le contexte des développements au niveau technologique, varie dans le cadre canadien et européen. Ainsi, en Europe, un dynamisme particulier caractérise l'instauration de ce principe particulier alors que dans le contexte québécois, on l'interpelle avec ni la même ampleur ni la même force.³⁸⁴

L'expression *principe de précaution* serait née au cours des années 1960-1970 au sein de la République fédérale d'Allemagne³⁸⁵ (sous l'expression originale « vorsorgeprinzip ») et aurait été employée par le gouvernement afin de justifier des actions importantes, d'encadrer des actions en lien avec le développement durable³⁸⁶ et pour contrer le réchauffement climatique et les pluies acides, notamment en dépit du fait que les données scientifiques étaient, à l'époque, moins étayées qu'elles le sont aujourd'hui. C'est toujours dans le contexte du droit de l'environnement que le principe de précaution prend racine au début des années 1980 avec l'adoption de la *Charte*

³⁸³ LEROUX, T. (organisatrice). Principe à géométrie variable et à applications multiples, Université d'Ottawa; LEGAULT, G.-A., et al. *Nanotechnologies et principe de précaution. Forces et limites de l'appel au principe*. Presses de l'Université Laval, Québec, 2012, p. 9.

³⁸⁴ LEGAULT, G.-A., et al. *Nanotechnologies et principe de précaution. Forces et limites de l'appel au principe*. Presses de l'Université Laval, Québec, 2012, p. 15.

³⁸⁵ BOURG, D., WHITESIDE, K.H. *Précaution : un principe problématique mais nécessaire*. Le Débat, Gallimard, 2004/2 (n° 129), p. 153 à 174.

³⁸⁶ CHASKIEL, P. *La précaution « des » nanotechnologies, Communication et organisation*. Disponible à l'adresse : <http://journals.openedition.org/communicationorganisation/4459>, DOI : 10.4000/communicationorganisation, p. 27 ; D'ALMEIDA, N. Le développement durable entre temps court et temps long, entre principe de gestion et principe de discussion. *Communication et organisation*. 2006. Disponible à l'adresse : <http://www.communicationorganisation.3393>.

mondiale de la nature (1982). Par la suite, ce principe s'est grandement déployé au sein d'instruments multiples, particulièrement en lien avec l'environnement et la santé.³⁸⁷

Aussi, une des pièces normatives charnières qui allait consacrer l'importance de ce principe est la *Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement* (1992), « qui avait notamment pour visée d'établir les jalons d'un cadre mondial pour l'environnement »³⁸⁸. La version française du 15^e principe de cette Déclaration prévoit notamment qu'en « cas de risque de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement »³⁸⁹ alors que la version anglaise réfère à une *full scientific certainty*.

De nombreux traités (et déclarations) internationaux font allusion au principe de précaution (principe qui reçoit alors des définitions diverses³⁹⁰), dont le Protocole de Carthagène sur la prévention des risques biotechnologiques (Montréal, 29 janvier 2000).

La définition de la *Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement* trouve écho dans certaines lois adoptées par le Parlement du Canada ainsi que dans certains

³⁸⁷ TOLLEFSON, C. Histoire de précaution : Les tribulation du principe de précaution, dans le cadre du *Symposium L'environnement au tribunal : les principaux concepts relatifs à l'environnement et la nature unique des dommages à l'environnement*, 23 et 24 mars 2012, Université de Calgary, pp.1-2.

³⁸⁸ LEROUX, T. Le principe de précaution et le questionnement que suscite la nanomédecine, dans *La nanomédecine : Enjeux éthiques, juridiques et normatifs*, Dalloz, 2007, p. 37. NGUEFANG, G.-N., Le principe de précaution dans le contexte du Protocole international sur la prévention des risques biotechnologiques. *Les Cahiers de droit* 2002, 43 (1) 39-62.

³⁸⁹ DÉCLARATION DE RIO SUR L'ENVIRONNEMENT ET LE DÉVELOPPEMENT. Principes de gestion des forêts. Sommet Planète Terre. Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement. Rio de Janeiro, Brésil, 3-14 juin 1992, Principe 15.

³⁹⁰ FOSTER, K.-R., VECCHIA, P., REPACHOLLI, M.-H. Science and the precautionary principle, *Science* 2000, Vol. 288, no 5468, p. 979-981; TOLLEFSON, C. Histoire de précaution : Les tribulation du principe de précaution, dans le cadre du *Symposium L'environnement au tribunal : les principaux concepts relatifs à l'environnement et la nature unique des dommages à l'environnement*, 23 et 24 mars 2012, Université de Calgary, pp.1-2.

instruments provinciaux, dont au Québec. Nous abordons quelques-uns de ces textes, alternativement en ce qui a trait au Canada et au Québec, suivant une séquence chronologique et poursuivons par un examen de quelques textes français et européens.

*La Loi canadienne sur la protection de l'environnement*³⁹¹ de 1999 (ci-après « LCPE 1999 ») constitue une pièce phare, en ce qui a trait au principe de précaution au Canada et s'arrime au libellé de la déclaration de Rio en prévoyant qu'« en cas de risques de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement ». Cette définition, qui a incidemment été reprise dans différentes lois au Canada, dont la *Loi sur les produits antiparasitaires*³⁹², n'est toutefois pas utilisée uniformément par le Parlement du Canada qui recourt, dans d'autres lois (dont la *Loi sur les aires marines nationales de conservation du Canada*), à une définition légèrement différente.³⁹³

En 2003 est publié le *Cadre d'application de la précaution dans un processus décisionnel scientifique en gestion de risque*³⁹⁴ dans lequel on reconnaît que « la

³⁹¹ L.C. 1999, ch. 33.

³⁹² *Loi sur les produits antiparasitaires*, L.C. 2002, ch. 28, art. 20 al. 2 : « En cas de risques de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard la prise de mesures rentables visant à prévenir toute conséquence néfaste pour la santé ou la dégradation de l'environnement. »

³⁹³ LEROUX, T. Le principe de précaution et le questionnement que suscite la nanomédecine, dans *La nanomédecine : Enjeux éthiques, juridiques et normatifs*, Dalloz, 2007, p. 38. Canada, Bureau du Conseil privé, *Cadre d'application de la précaution dans un processus décisionnel scientifique en gestion du risque*, Ottawa, 2003, 14 p. DEBRAY, B., SALVI, O., DUVAL, C., et al. *Gestion intégrée des risques émergents: Défis et objectifs du projet européen INTEG-RISK*. Maîtrise des Risques et de Sécurité de Fonctionnement. Lambda-Mu 16, Oct 2008, Avignon, France.

³⁹⁴ BUREAU DU CONSEIL PRIVÉ. *Cadre d'application de la précaution dans un processus décisionnel scientifique en gestion de risque*, 2003. Disponible à l'adresse : <http://publications.gc.ca/collections/Collection/CP22-70-2003F.pdf>.

précaution est une démarche légitime et particulière de décision dans la gestion du risque »³⁹⁵.

- Principe de précaution dans le contexte des nanotechnologies

Au Québec, dans le contexte spécifique qui nous occupe, l'année 2006 constitue un moment marquant alors que la Commission de l'éthique de la science et de la technologie du Québec dépose un *Avis relatif aux nanotechnologies*³⁹⁶ dans lequel elle propose une distinction entre le principe de précaution et l'approche de précaution, nuance inspirée par l'UNESCO, selon laquelle « le principe se réfère à la base philosophique de la précaution et l'approche à son application pratique »³⁹⁷.

La même année, la Commission de l'Éthique de la science et de la technologie recommandait que le principe de précaution soit à la gouverne des préoccupations du gouvernement du Québec, et ce, en ce qui a trait aux différentes étapes du cycle de la vie d'un produit dans le contexte des nanotechnologies. Le but de la démarche étant précisément de prévenir les effets néfastes que pourraient avoir les innovations technologiques, que ce soit au niveau environnemental ou sanitaire.³⁹⁸

S'inspirant de différents textes, dont la *Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement*, la *Loi concernant la sécurité des produits de consommation*³⁹⁹ (2010)

³⁹⁵ BUREAU DU CONSEIL PRIVÉ. Cadre d'application de la précaution dans un processus décisionnel scientifique en gestion de risque, 2003, p. 8. Disponible à l'adresse : <http://publications.gc.ca/collections/Collection/CP22-70-2003F.pdf>.

³⁹⁶ COMMISSION DE L'ÉTHIQUE DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE. Avis sur l'Éthique et nanotechnologies : se donner les moyens d'agir, 2006.

³⁹⁷ LEGAULT, G.-A., et al. *Nanotechnologies et principe de précaution. Forces et limites de l'appel au principe*. Presses de l'Université Laval, Québec, 2012, p. 19. COMMISSION MONDIALE D'ÉTHIQUE DES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES ET DES TECHNOLOGIES – COMEST. *Le principe de précaution*, Paris, UNESCO, 2005, p. 23.

³⁹⁸ COMMISSION DE L'ÉTHIQUE DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE. Avis sur l'Éthique et nanotechnologies : se donner les moyens d'agir, 2006, p. xxi.

³⁹⁹ L.C. 2010, ch. 21.

fut adoptée par le Parlement du Canada. Le libellé de cette loi prévoit dans son préambule qu'« [a]ttendu qu'il reconnaît que l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard la prise de mesures visant à prévenir des effets négatifs sur la santé humaine qui pourraient être graves ou irréversibles »⁴⁰⁰. L'année suivante, la Commission de l'éthique en science et en technologie du Québec publiait un supplément à l'avis de 2006, *Enjeux éthiques des nanotechnologies dans le secteur agroalimentaire*⁴⁰¹ et réaffirmait qu'en raison du peu de connaissances scientifiques en ce qui a trait à la toxicité des *nano aliments*, il était primordial d'imprégner les étapes visant à homologuer ces nano aliments du principe de précaution.⁴⁰²

En ce qui a trait à la France, c'est en 1995 qu'est introduit en droit, par la Loi Barnier (2 février 1995) le principe de précaution, dans le cadre de la protection de l'environnement (Code de l'environnement).

Au mois de février 2000, la *Commission des Communautés européennes* publiait une Communication sur le recours au principe de précaution dont l'article 4 réitérait sa pertinence et son utilité, particulièrement en ce qui trait à la gestion des risques⁴⁰³ alors que la Charte de l'environnement de 2004⁴⁰⁴ a revisité le principe déjà évoqué dans le *Code de l'environnement*, en France. Cette Charte a été inscrite dans le « bloc de constitutionnalité » de la France.

⁴⁰⁰ L.C. 2010, ch. 21.

⁴⁰¹ COMMISSION DE L'ÉTHIQUE EN SCIENCE ET EN TECHNOLOGIE DU QUÉBEC. *Enjeux éthiques des nanotechnologies dans le secteur agroalimentaire*, Supplément 2011 à l'avis *Éthique et nanotechnologies : se donner les moyens d'agir*, 2006.

⁴⁰² COMMISSION DE L'ÉTHIQUE EN SCIENCE ET EN TECHNOLOGIE DU QUÉBEC. *Enjeux éthiques des nanotechnologies dans le secteur agroalimentaire*, Supplément 2011 à l'avis *Éthique et nanotechnologies : se donner les moyens d'agir*, 2006, p. 52.

⁴⁰³ COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES. Bruxelles, 2 février 2000. Disponible à l'adresse : https://europa.eu/rapid/press-release_IP-00-96_fr.htm.

⁴⁰⁴ Voir Loi constitutionnelle no 2005-205 du 1^{er} mars 2005 relative à la Charte de l'environnement (JORF no 0051 du 2 mars 2005 page 3697).

Le débat public sur le développement et la régulation des nanotechnologies, organisé dans 17 villes touchées, de près, par les nanotechnologies et tenu entre le mois d'octobre 2009 et le mois de février 2010, constitue certes un point important et a permis d'initier un dialogue relatif, notamment, aux incertitudes liées aux connaissances scientifiques.⁴⁰⁵ Le contexte de la recherche et du développement dans le domaine des nanotechnologies a été investi de débats publics alors que d'autres situations ou l'avènement d'autres technologies ne l'ont pas été. La « rhétorique des scientifiques »⁴⁰⁶ n'est-elle pas imprégnée de la volonté d'intéresser différents acteurs, dont les investisseurs, voire les contribuables et les gouvernements?⁴⁰⁷ Le débat public n'a-t-il pas été ouvert alors que, d'un point de vue processuel, les activités politiques, décisionnelles, étaient déjà bien amorcées? Mais pourquoi alors ce débat? Peut-être que cela participe d'une visée d'« acceptabilité sociale »⁴⁰⁸ permettant, par l'information, d'adoucir l'intégration des nanotechnologies, mais il y a par ailleurs le cadre normatif qui, en raison de son caractère à la fois évolutif et à lent déploiement⁴⁰⁹, peut certes bénéficier des revendications de la population afin d'influer les prises de position, et, à terme, d'entraîner des amendements à la législation existante, voire de nouvelles régulations. On dit souvent que la loi est à la remorque des réalités, étant adoptée à la suite – plutôt qu'en prévision – de l'avènement de nouvelles technologies, par exemple, alors que le législateur devrait s'appliquer, autant que faire se peut, à anticiper les situations éventuellement conflictuelles, notamment en ce qui a trait aux brevets ou,

⁴⁰⁵ COMMISSION NATIONALE DU DÉBAT PUBLIC. *Bilan du débat public sur le développement et la régulation des nanotechnologies*, 9 avril 2010 (site Web) et *Débat public nanotechnologies*, compte rendu, 9 avril 2010.

⁴⁰⁶ BENSAUDE-VINCENT, B. tiré de Bernadette Bensaude-Vincent et Louis Laurent. *Le débat et vice-versa*, « *Nanotechnologies : le grand fourre-tout* ». 2010.

⁴⁰⁷ BENSAUDE-VINCENT, B. tiré de Bernadette Bensaude-Vincent et Louis Laurent. *Le débat et vice-versa*, « *Nanotechnologies : le grand fourre-tout* ». 2010.

⁴⁰⁸ BENSAUDE-VINCENT, B. tiré de Bernadette Bensaude-Vincent et Louis Laurent. *Le débat et vice-versa*, « *Nanotechnologies : le grand fourre-tout* ». 2010.

⁴⁰⁹ SKIPPER, H.D., KWON, W.J. *Risk Management and Insurance. Perspectives in a Global Economy*. Blackwell Publishing, Oxford, 2007, p. 472.

plus généralement, aux questions liées à la propriété intellectuelle. Mais on peut également argumenter que, particulièrement dans le contexte du droit civil, le cadre normatif général, même s'il n'est pas parfaitement adapté, a vocation à tout régir, ce qui participe surtout du caractère général, abstrait, impersonnel et normatif de la règle de droit dans le cadre des pièces législatives. Car le style législatif, au niveau rédactionnel, a évidemment un impact quant à la portée des instruments normatifs. C'est d'ailleurs ce qui a été et qui est encore soutenu dans le contexte des nanomatériaux qui, en dépit du fait qu'ils ne bénéficient pas tous – pour l'instant du moins – de dispositifs réglementaires particuliers (leurs définitions, nous le disions, étant incidemment multiples), peuvent tomber sous l'égide de pièces législatives existantes, car générales, même si elles ne sont pas parfaitement adaptées.

En Europe, on a réitéré que la société civile exprime le désir de prudence, de la précaution dans le cadre des développements inhérents aux nanotechnologies, soulignant incidemment le contexte planétaire et la nécessité d'user de circonspection.⁴¹⁰ Dans le contexte particulier des nanoparticules, l'ANSES recommandait déjà il y a quelques années, s'appuyant sur le principe de précaution qu'il était nécessaire de restreindre le contact – notamment des consommateurs – avec les produits du nano et de favoriser des « *produits sûrs et équivalents, dépourvus de nanomatériaux, en termes de fonction, d'efficacité et de coût* »⁴¹¹.

L'expérience visant à susciter la démocratie participative dans le domaine du nano, en France, se distingue énormément de celle qui caractérise le Québec et le Canada (en fait, les citoyens n'ont pas, dans ce contexte, réellement été consultés), cette dernière étant davantage axée sur l'établissement de Commissions (au niveau politique) et

⁴¹⁰ ANSES. *Évaluation des risques liés aux nanomatériaux. Enjeux et mise à jour des connaissances*. Avis, Rapport d'expertise collective, avril 2014, Édition scientifique, p. 23.

⁴¹¹ <https://www.anses.fr/fr/content/dioxyde-de-titane>

favorisant moins le dialogue et l'érudition collective via la transmission d'informations par différents acteurs alors que l'expérience participative en France « est unique parce qu'elle vient demander, ouvertement sur la scène publique et politique, la mise en débat du développement des nanotechnologies »⁴¹², et ce, contrairement au développement d'autres technologies comme la téléphonie mobile ou les ordinateurs, pour ne nommer que deux exemples. Nous abordons, dans la deuxième partie, le cadre politique et juridique relatif aux remparts normatifs dans le contexte des nanotechnologies et évoquons le « upstream engagement » auquel réfèrent Joly et Kaufmann⁴¹³ qui soulignent que « [n]owadays, the criticism of the so-called 'public understanding of science' (PUS) model and the need for public engagement in science and technology are becoming part of the master narratives of public policies in many countries »⁴¹⁴ alors que, précisément, les politiques publiques relatives aux nanotechnologies répondent, au Canada et en France, d'un cadre qui s'articulent de façon bien différente et où le débat public ne prend ni la même forme ni la même ampleur.

Même si les interventions des associations citoyennes sont presque inexistantes, en ce qui a trait à l'utilisation des nanoparticules au Québec, le 31 mai 2012 marque la création du groupe de travail *Nanoparticules*, créé à l'initiative de la Commission Environnement de l'Académie des technologies qui recommandait d'user de circonspection dans l'application du principe de précaution, et ce, jusqu'à ce que les

⁴¹² LEGAULT, G.-A. et al. *Nanotechnologies et principe de précaution. Forces et limites de l'appel au principe*. Presses de l'Université Laval, Québec, 2012, p. 16.

⁴¹³ Des auteurs mentionnent que « 'upstream engagement' is now claimed to be a basic component of nano-technology policies in various countries ». Ils ajoutent que « 'Upstream engagement' means that two-way communication has to take place in the early stages of technological development and not only downstream, in the adoption phase »: JOLY, P.B., KAUFMANN, A. Lost in translation? The need for "upstream engagement" with nanotechnology on trial. *Science as Culture*. 2008. 17(3): 225-247, p. 225.

⁴¹⁴ JOLY, P.B., KAUFMANN, A. Lost in translation? The need for "upstream engagement" with nanotechnology on trial. *Science as Culture*. 2008. 17(3): 225-247, p. 225. Voir également: JOLY, P.B. et al. *Démocratie locale et maîtrise sociale des nanotechnologies. Les publics grenoblois peuvent-ils participer aux choix scientifiques et techniques? – Rapport de la mission pour La Métro. Ivry, INRA. (2005).*

connaissances scientifiques relatives aux risques sanitaires et environnementaux soient plus étoffées.⁴¹⁵

Les débats qui entourent le principe de précaution concernent des questions qui en sont à la base même, comme celle relative à la façon dont nous devons apprécier le déploiement des nanotechnologies et les moyens que fournit le principe de précaution afin d'apprécier leur déploiement.⁴¹⁶ Et, précisément, les nanoparticules de dioxyde de titane ne sont pas sans rappeler d'autres produits qui présentaient, initialement, des risques incertains, comme des pesticides qui sont d'ailleurs encore au cœur de débats quant à leur nocuité, sans parler du fait que l'ampleur de l'incertitude relative aux risques s'accompagne, dans le cas précis des nanoparticules, d'une crainte selon laquelle les risques pourraient être d'une mesure beaucoup plus considérable que les éventuels bénéfices liés à leur utilisation.⁴¹⁷

En 2018, le Haut Conseil de la Santé Publique, recommandait, considérant l'état des connaissances scientifiques relatives aux nano risques, d'appliquer le principe de précaution.⁴¹⁸

On retrouve, dans le cadre du *nano*, de multiples nuances en raison du fait que, par exemple, la nature des particules qui peuvent entrer dans la composition d'un produit peut varier. Aussi, plusieurs nanoparticules différentes peuvent être intégrées à un

⁴¹⁵ ACADÉMIE DES TECHNOLOGIES. *Risques des nanoparticules manufacturées. Dossier de presse*. 31 mai 2012. Sous la rubrique « recommandations générales ».

⁴¹⁶ LEGAULT, G.-A. et al. *Nanotechnologies et principe de précaution. Forces et limites de l'appel au principe*. Presses de l'Université Laval, Québec, 2012, p. 10.

⁴¹⁷ ANSES. *Évaluation des risques liés aux nanomatériaux. Enjeux et mise à jour des connaissances*. Avis, Rapport d'expertise collective, avril 2014, Édition scientifique, p. 23. DEBRAY, B., SALVI, O., DUVAL, C., et al. *Gestion intégrée des risques émergents: Défis et objectifs du projet européen INTEGRISK*. Maîtrise des Risques et de Sécurité de Fonctionnement, Lambda-Mu 16, Oct 2008, Avignon, France. pp. Com 1Z-2. ineris-00973322.

⁴¹⁸ HAUT CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE. *Bilan des connaissances relatives aux effets des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO₂) sur la santé humaine; caractérisation de l'exposition des populations et mesures de gestion*, Rapport, Avril 2018, 149 pages, p. 112.

même produit et, qui plus est, le procédé de fabrication joue également à deux niveaux : soit le procédé de fabrication de la nanoparticule *per se* et le procédé de fabrication du produit dans lequel elle sera intégrée.

Il y a plusieurs questions relatives à la confiance du public dans les organismes de surveillance et de contrôles et, surtout, à l'enjeu relatif à la toxicité pour les êtres humains de certains produits alimentaires qui contiennent, par exemple, du E171. Cet enjeu, on le constate, retient l'attention de différents gouvernements. Et une des intéressantes questions qui se posent est celle relative au degré d'implication (et au désir d'intervention) de l'état afin d'assurer la protection sanitaire ou environnementale.⁴¹⁹ Et pour déterminer les risques toxicologiques, les études sont à la fois complexes et chronophages, mais leurs résultats – parfois divergents – ne peuvent être directement utilisés et transposés à l'être humain, en raison du fait que les sujets varient (différents animaux, particulièrement les souris et les rats, étant utilisés).

Le rétablissement de la confiance et le développement d'un sentiment de sécurité liés aux innovations technologiques participent de l'élaboration de mesures crédibles et du déploiement d'un encadrement normatif. Or, la simple existence de normes – en particulier de lois et de règlements – n'est indubitablement pas garante d'un éventuel sentiment de sécurité et d'une protection véritable et tangible. Nous nous pencherons d'ailleurs sur deux effets des lois (qui ne se matérialisent pas toujours), leur efficacité et leur effectivité.

La prudence, la prévention et la précaution devraient sans cesse être à la gouverne du comportement des acteurs impliqués (allant du fournisseur de matière première au fabricant et au consommateur), mais qu'en est-il dans le contexte spécifique du TiO₂?

⁴¹⁹ LEGAULT, G.-A. *et al. Nanotechnologies et principe de précaution. Forces et limites de l'appel au principe*. Presses de l'Université Laval, Québec, 2012, p. 31.

- Principe de précaution et TiO₂ nanoparticulaire

Nous évoquions le cas de l'amiante alors qu'aujourd'hui, les risques inhérents à son exposition sont connus. Or, en ce qui a trait au TiO₂ – et nous avons déjà examiné cette question –, les connaissances liées aux risques pour l'être humain, dans le cadre d'une utilisation alimentaire, n'en sont qu'à un stade embryonnaire alors qu'une activité visant à prévenir la matérialisation des nanorisques est éminemment reliée à l'état des connaissances quant à ces mêmes risques.⁴²⁰

Et même si des valeurs de références, des seuils d'exposition ou de consommation relatifs au TiO₂ devaient être établis, le principe ALARA (aussi bas que raisonnablement possible) conserve pour plusieurs toute sa pertinence. On recommande d'ailleurs depuis 2006⁴²¹ d'appliquer ce principe dans le contexte des nanomatériaux.⁴²² Malgré l'incertitude quant aux risques effectifs pour les êtres humains, les résultats d'études permettent d'établir des motifs raisonnables de toxicité pour les animaux et, s'inscrivant dans le cadre de la précaution, ne vaudrait-il pas mieux limiter le plus possible (ALARA) la consommation⁴²³ (voire la consommation potentielle, car l'information quant à la présence de nanoparticules dans les aliments n'est pas toujours parfaite, loin en est) des nanoparticules?

Or, en France, très récemment, au mois de janvier 2019, Guillaume Balas (Député au Parlement européen, Groupe de l'Alliance Progressiste des Socialistes et Démocrates

⁴²⁰ LOMBARD, A. Nanotechnologies dans Catherine-Antoinette Raimbault et Anne Barr (dir.), *Risques émergents. Un pilotage stratégique*, Economica, 2010, p. 21-22.

⁴²¹ COMITÉ DE LA PRÉVENTION ET DE LA PRÉCAUTION. *Nanotechnologies, nanoparticules : quels dangers, quels risques ?*, rapport au Ministre chargé de l'Écologie et du Développement Durable, Paris, 2006.

⁴²² DRAIS, É., INRS. La prévention à l'épreuve de l'incertitude. L'exemple de la précaution à l'égard des nanoparticules. *Hygiène et sécurité du travail* – 3^e trimestre 2009 – 216, 53-58, p. 55. Disponible à l'adresse : www.inrs.fr/media.html?refINRS=PR2040.

⁴²³ PICECCHI, D. Tiny Things with a Huge Impact: The International Regulation of Nanomaterials, 7 *Mich. J. Envtl. & Admin. L.* 447 (2018), p. 466-467.

au Parlement européen) interpellait, via une question écrite, la Commission européenne en ces termes : « Pourquoi la Commission n'applique-t-elle pas immédiatement le principe de précaution en attendant les conclusions finales de l'EFSA? »⁴²⁴.

Le 27 mars 2019, M. Andriukaitis donnait au nom de la Commission européenne, une réponse selon laquelle « elle considère qu'il n'existe actuellement aucune raison d'appliquer des mesures de précaution en ce qui concerne l'autorisation du dioxyde de titane en tant qu'additif alimentaire (E 171) »⁴²⁵. Toutefois, quelques jours plus tard, le 12 avril 2019, l'Anses publiait son Avis sur l'E 171 et, trois jours plus tard, le 15 avril 2019, l'ANSES remettait son rapport au ministre de l'Économie et des Finances. C'est alors qu'une importante action gouvernementale fut initiée.

Si tant est qu'elle rencontre les visées annoncées, cette action politico-juridique s'arrimera précisément au principe de précaution, alors qu'il n'y a pas de preuves ou de connaissances scientifiques (lesquelles étaient au demeurant également absentes lors de l'adoption de la pièce législative, il y a plusieurs mois) selon lesquelles les nanomatériaux (nommément, le TiO₂ nanoparticulaire utilisé dans l'alimentation ou le E 171) peuvent compromettre de façon importante la santé des êtres humains.

En effet, dans le cadre de l'étude des politiques relatives au TiO₂ au Québec et en France et du cadre normatif actuellement en place dans ces deux juridictions, les visées d'interdiction de l'additif E 171 ne sont pas basées sur une preuve de sa toxicité pour l'être humain, mais, plutôt, sur l'absence d'éléments nouveaux qui permettraient d'écarter les incertitudes quant à l'innocuité de cet additif à composantes partielles de nanoparticules de dioxyde de titane.

⁴²⁴ <http://www.guillaumebalas.eu/2019/04/01/dioxyde-de-titane-e171-la-commission-doit-appliquer-le-principe-de-precaution/>.

⁴²⁵ www.europarl.europa.eu/doceo/document/E-8-2019-000755-ASW_FR.pdf.

Fort de cette analyse relative au TiO₂ nanoparticulaire et de l'additif alimentaire E 171, nous abordons, dans le prochain chapitre, le contexte général de la controverse, les politiques québécoises, canadiennes, françaises et européennes relatives à l'utilisation de ces particules dans l'alimentation et poursuivons par un examen du cadre normatif actuellement en vigueur en ce qui a trait au dioxyde de titane.

CHAPITRE III

POLITIQUES RELATIVES AUX NANOPARTICULES AU CANADA ET EN FRANCE

« Les nanotechnologies, qui se présentent comme la solution à tous les maux, nous confrontent en réalité à une foule de problèmes difficiles qui ne pourront être traités qu'au prix d'une démarche d'invention et d'expérimentation tâtonnante, modeste et vigilante d'un nouveau régime politique de choix scientifiques et technologiques »⁴²⁶

Certains s'insurgent du caractère insidieux de ces nanoparticules qui s'insinuent dans le système biologique – et, plus largement, dans l'écosystème –, très souvent à l'insu des êtres humains alors que les dispositifs de protection sanitaire sont rarement utilisés et, le cas échéant, souvent mal adaptés (dispositif respiratoire permettant de barrer la voie à d'éventuels micros intrus, par exemple) alors que d'autres ne se formalisent pas réellement de ces invisibles substances. Il est vrai que, en ce qui a trait au vecteur alimentaire, l'ingestion de nanoparticules ne participe pas toujours d'une action volontaire, ni même d'une négligence, mais, peut-être plutôt, d'une confiance peu souvent défiée. Car les consommateurs s'en remettent habituellement, au premier plan, aux producteurs/détaillants et, aussi, à certains organismes, ministères ou cadres

⁴²⁶ BENSAUDE-VINCENT, B. Préface de l'ouvrage de Brice Laurent, *Les politiques des nanotechnologies. Pour un traitement démocratique d'une science émergente*, Éditions Charles Léopold Mayer, 2010, p. 11.

législatifs et réglementaires, comme l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, l'European Food Safety Authority, Santé Canada⁴²⁷ ou différentes lois, afin de déterminer si les aliments sont propres à la consommation, s'ils constituent une menace d'ordre sanitaire. Jasanoff souligne d'ailleurs que « [o]f all the noteworthy features of modernity, one of the most remarkable, yet least remarked, is our reliance on policy makers to know what is good for us »⁴²⁸. Or, la sécurité des divers aliments commercialisés n'est pas acquise, loin en est. Des inconforts de tout genre, pouvant aller jusqu'au décès, découlent trop souvent de la consommation d'aliments impropres à la consommation (nous ne visons évidemment pas ici le cas de l'intolérance ou de l'allergie, liés au consommateur plutôt qu'au produit, quoique, dans ces cas, les impératifs d'étiquetage peuvent également être en cause).

La santé, individuelle et collective, est certainement en partie tributaire des choix particuliers que nous faisons quant à la consommation d'un produit plutôt qu'un autre, et en partie tributaire des remparts normatifs visant à protéger la santé publique. Mais, outre ces choix et l'existence de remparts, c'est la composition réelle et l'innocuité effective des produits qui répondent surtout de la sécurité sanitaire.

Mais comment les consommateurs peuvent-ils prendre une décision en connaissance de cause si l'utilisation par les producteurs alimentaires de certains produits potentiellement nocifs n'est même pas connue, parfois, au demeurant, des producteurs eux-mêmes ? Qu'en est-il si les mailles de l'arsenal réglementaire ne sont pas suffisamment serrées et que, conséquemment, l'utilisation de certains produits (nous pensons en particulier ici à certains additifs alimentaires dont le contrôle en est parfois

⁴²⁷ Il s'agit d'un « institution fédérale qui fait partie du portefeuille de la Santé » : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada.html>.

⁴²⁸ JASANOFF, S. The Practices of Objectivity in Regulatory Science, in C. Camic, N. Gross, and M. Lamont, eds., *Social Knowledge in the Making*. Chicago. University of Chicago Press, 2011, pp. 307-337, p. 307.

à sa plus simple expression) est autorisée alors que l'innocuité n'a pas – ou pas suffisamment – été validée ? Le retrait périodique, de la part des autorités, de certains produits – l'ampleur de ces retraits étant impressionnante – témoigne de la fragilité des bases de contrôle.⁴²⁹

Aussi, les questions relatives à l'obligation, et son étendue, de procéder à l'étiquetage des produits (en lien avec leur contenu détaillé) sont souvent évoquées par différentes personnes et certains groupes de consommateurs.⁴³⁰ Il est par ailleurs légitime de mentionner qu'une des notions charnières en droit est celle relative au fait qu'en matière contractuelle, les cocontractants doivent être en mesure de donner un consentement à la fois libre et éclairé. N'est-il pas étonnant que cette règle s'inscrive naturellement dans le contexte de la vente de divers produits de consommation alors qu'elle esquivait partiellement la vente des produits agroalimentaires ? Les ingrédients, les composantes d'un produit de consommation ne constituent-ils pas un des éléments essentiels du contrat de vente envisagé, car souvent intrinsèquement lié à la santé ? Dans le cadre d'un tel contrat de vente d'une denrée quelconque – si tant est que la totalité des ingrédients ne soit pas indiquée – est-il possible de fournir un tel consentement, parfaitement éclairé quant à la consommation de produits pouvant éventuellement affecter la santé ? C'est à travers le prisme réglementaire que nous abordons ces questions liées à l'aspect sanitaire des nanoparticules dans l'alimentation qui, on le sait, polarisent plusieurs acteurs, et ce, depuis de nombreuses années, dans

⁴²⁹ Voir notamment, pour une liste des avis de rappels de produits, en France : le site de la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes, à l'adresse <https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/Securite/Alertes/Avis-rappels-de-produits>. Voir, pour une liste des avis de rappels d'aliments, au Canada : le site de l'agence canadienne d'inspection des aliments à l'adresse : <https://www.inspection.gc.ca/au-sujet-de-l-acia/salle-de-nouvelles/avis-de-rappel-d-aliments/fra/1299076382077/1299076493846>

⁴³⁰ Voir notamment le document « Les attitudes des consommateurs à l'égard de l'étiquetage. Étude qualitative dans 28 pays européens. Note de Synthèse préliminaire », à l'adresse : http://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/quali/ql_etiquetage_summary_fr.pdf; CONWAY, E. Étiquetage obligatoire de l'origine des produits au bénéfice des consommateurs : portée et limites, 24.2 (2011) *Revue québécoise de droit international*; Groupe consultatif européen des consommateurs, etc.

un contexte où, au surplus, « les domaines d'application sont tellement nombreux que l'évaluation des risques a du mal à trouver ses marques, même si, conceptuellement, elle reste formulée selon le modèle bénéfices/risques »⁴³¹. Pour l'être humain, les voies d'exposition sont multiples et les sources des nanoparticules sont abondantes. Qu'on le veuille ou non, les nanoparticules font partie intégrante de notre quotidien, au travail, dans nos loisirs, à la maison et dans notre assiette. Depuis longtemps déjà, des remparts sont érigés afin de cuirasser l'être humain d'agents pathogènes miniatures, de virus, de bactéries et de contaminants divers. Or, certains types de particules, nanométriques ou micrométriques, ont longtemps échappé aux protections ainsi qu'aux cadres normatifs, et ce, disent certains, pour des raisons économiques⁴³².

L'histoire politique et juridique s'est incidemment récemment étoffée, les deux dernières années ayant été des plus fertiles en revendications et discours de différents acteurs et, plus récemment, en actions gouvernementales.

Nous examinons le contexte dans lequel s'inscrit la question de la sécurité sanitaire d'une utilisation alimentaire des nanoparticules au Canada et en France, les politiques gouvernementales dans ces deux États et, finalement, les cadres normatifs actuellement en vigueur, ou sur le point de l'être.

Contrairement à la France, où les nanoparticules retiennent l'attention de plusieurs acteurs et mobilisent vivement les médias, le Québec et le Canada constituent des terrains où l'univers du nano, suivant une acception large, n'est pas largement visité,

⁴³¹ CHATEAURAYNAUD, F., DEBAZ, J. *Aux bords de l'irréversible. Sociologie pragmatique des transformations*, Éditions PETRA, 2017, p. 278-279.

⁴³² Voir entre autres les propos d'un auteur qui souligne : « [...] Canada vetoed the listing of chrysotile asbestos despite clear scientific proof of its severe health and environmental risks » PICECCHI, D. *Tiny Things with a Huge Impact: The International Regulation of Nanomaterials*, 7 *Mich. J. Envtl. & Admin. L.* 447 (2018), p. 460, note 79; RUFF, K. *Quebec and Canadian governments end their historic support of the asbestos Industry. International Journal of Occupational and Environmental Health.* (2012) 18:14, 263-267, p. 266.

particulièrement en ce qui a trait au dioxyde de titane, et ce, même si l'utilisation du TiO_2 n'a pas uniquement droit de cité en territoire français. Plusieurs produits commercialisés au Québec et au Canada contiennent du dioxyde de titane, dont des dentifrices et différents desserts. Cette différence marquée de l'ampleur du traitement médiatique en France et au Québec, ainsi que la mesure de la connaissance qu'ont les consommateurs quant à l'utilisation du TiO_2 peut notamment s'expliquer en raison du fait que les différents dispositifs publics relatifs à l'évaluation du dioxyde de titane ne font pas l'objet d'une vaste littérature. Très peu de pays (outre la France et, plus largement l'Europe) ont développé des exigences quant à la déclaration obligatoire des divers nanomatériaux qui entrent dans la composition des produits. On retrouve donc un déséquilibre quant à l'importance qui est accordée au dioxyde de titane au Canada et en France où les cadres normatifs (applicables aux nanoparticules, particulièrement la législation relative à l'étiquetage) applicables diffèrent et contribuent notamment à ce déséquilibre.

Au Canada, le dioxyde de titane fait partie de la classe des additifs alimentaires mais comme nous le précisons, contrairement à la situation qui prévalait avant 2016, la simple mention, sur les étiquettes, de « colorant » ne suffit plus. Le nom usuel de l'additif doit être précisé au sein de la liste des ingrédients. En France, les listes de colorants utilisés doivent être détaillées et la désignation E 171 (additif alimentaire contenant du TiO_2) doit, en théorie du moins, être inscrite sur les étiquettes. Mais, ce constat relatif aux cadres normatifs ne permet pas d'expliquer cette différence de traitement (médiatique) au Canada et en France. En fait, la France se distingue non seulement du Canada mais, plus généralement, de plusieurs États en ce qui a trait à ce traitement. Les raisons sont peut-être liées à l'implication des actions citoyennes, beaucoup plus présentes en France, conjuguée à l'action politique, différemment façonnée.

Les consommateurs québécois obtiennent donc des informations sur le nom de l'additif alors que les consommateurs français sont informés de la présence de l'additif via la référence à la lettre E (Europe) et au code correspondant à l'additif en question – si tant est, bien entendu, que les prescriptions normatives soient respectées – quant à la nature des ingrédients, par la mention de la présence de l'additif E 171, témoignant ainsi de la présence de nanoparticules de TiO₂. Dans l'ensemble, les dispositions législatives et réglementaires⁴³³ encadrant l'utilisation des nanoparticules TiO₂/E171 sont, au Québec et au Canada, assez timides alors que celles applicables en France (à ce jour plus étayées que celles du Canada), demeurent vaporeuses, générales, et leurs portées restreintes. Mais le cadre normatif de la France sera vraisemblablement sous peu bonifié avec l'entrée en vigueur de dispositions qui interdiront temporairement l'utilisation du E 171 dans l'alimentation.

Au Canada, au cours des dernières années, au sein du secteur agroalimentaire, l'attention générée par les questions liées aux nanoparticules de dioxyde de titane a entre autres cédé le pas au dossier des particules de plastique qu'on retrouve dans divers produits, dont certaines bouteilles d'eau commerciales et à la question du recours à des produits de consommation (pourtant disponibles en grande quantité au Québec) importés de l'étranger⁴³⁴.

Si la controverse entourant le recours au TiO₂ nanométrique dans l'alimentation a connu son apogée en France au cours des dernières années, elle a presque totalement

⁴³³ Voir, quant à la domination des intérêts économiques en dépit de l'expertise scientifique et de son importance : BOUDIA, S., JAS, N. *Gouverner un monde toxique*, Éditions Quæ, 2019; GRANJOU, C. L'expertise scientifique à destination politique. *Cahiers internationaux de sociologie*. 2003, n° 114, p. 175-183.

⁴³⁴ Des allégations selon lesquelles des cubes de poulet venant de la Thaïlande étaient utilisés dans des pâtés au poulet par une chaîne de restauration du Québec (chaîne dont un des produits phares est, précisément, le poulet). Voir « Du poulet de Thaïlande dans votre assiette », disponible à l'adresse : www.plus.lapresse.ca; « Du poulet de Thaïlande dans les pâtés de St-Hubert », disponible à l'adresse : laterre.ca/actualités.

esquivé le Canada et les consommateurs québécois et canadiens continuent, dans une large mesure, à ignorer ce dossier, abstraction faite de certaines personnes et de quelques publications, dont le nombre est plutôt marginal.

3.1

Politiques canadiennes et québécoises relatives à l'utilisation du TiO₂ et de l'additif E 171 dans l'alimentation

Malgré la présence des nanoparticules dans les produits de consommation au Québec et au Canada, aucune action d'importance ni plan de développement d'envergure et pérenne n'a encore été élaboré afin de dresser les orientations ou d'assurer une coordination de l'ensemble des efforts déployés au niveau national par différents acteurs, qu'il s'agisse de la puissance publique, du législateur, des organismes de recherches et des universités, des entreprises privées, de différentes associations, entre autres.

3.1.1

Au Canada

Il est ardu d'évaluer globalement les actions, les initiatives, l'ampleur de la recherche et les positions des instances gouvernementales canadiennes et québécoises au regard du nano, et ce, en raison du fait que les données (lesquelles sont rarissimes) ne fournissent pas suffisamment d'informations quant aux montants alloués à la recherche dans le secteur nano et quant aux différents bénéficiaires⁴³⁵, même si certains organismes fournissent des renseignements (qui demeurent, à l'échelle nationale,

⁴³⁵ MANIET, F. *Nanotechnologies et produits de consommation, quels risques? quels encadrements?* Montréal, Yvon Blais, 2012, p. 59.

fragmentaires) à la suite de l'octroi d'enveloppes budgétaires obtenues par certains bénéficiaires à la suite de concours (comme le Conseil de recherches en sciences humaines, le Fonds de recherche du Québec – société et culture, etc.). Certaines orientations ont toutefois été diffusées au cours des dernières années.

L'année 2001 marque l'élaboration d'un plan de développement, appuyé par le gouvernement du Canada (Conseil national de recherches) et le gouvernement de l'Alberta (Université de l'Alberta), dans le contexte des nanotechnologies, soit celui du *National Institute for Nanotechnology* qui est devenu, en 2017, le Nanotechnology Research Centre (NRC), toujours sous l'égide du Conseil national de recherche du Canada.

S'est par la suite inscrit, six ans plus tard et à la suite de l'élaboration de ce plan de développement, une initiative du gouvernement du Canada quant à la mise sur pied d'une stratégie qu'il nomme *Réaliser le potentiel des sciences et de la technologie au profit du Canada*⁴³⁶, laquelle stratégie ne vise toutefois pas spécifiquement les technologies nanos.⁴³⁷ Au sein du premier chapitre intitulé « *Améliorer la vie des canadiens et les possibilités qui s'offrent à eux grâce aux sciences et à la technologie* », on souligne que les nanotechnologies bouleverseront le mode de travail et le mode de vie et, mettant l'accent sur les promesses qu'elles portent, on évoque la possibilité qu'elles constituent la solution à différents problèmes relatifs à l'environnement et à l'énergie.⁴³⁸ Ce chapitre s'appuyait sur les projections précédemment évoquées, marquées d'un optimisme et orientées vers des visées favorables alors que, nous le précisons, plusieurs sont plutôt imprégnés d'une vision dystopique.

⁴³⁶ https://www.ic.gc.ca/eic/site/113.nsf/fra/h_07651.html.

⁴³⁷ MANIET, F. *Nanotechnologies et produits de consommation, quels risques ? quels encadrements ?* Montréal, Yvon Blais, 2012, p. 57.

⁴³⁸ GOUVERNEMENT DU CANADA. *Réaliser le potentiel des sciences et de la technologie au profit du Canada, Résumé*, Ottawa, 2007, p. 22. Disponible à l'adresse : [https://www.ic.gc.ca/eic/site/113.nsf/vwapj/SetTstrategique.pdf/\\$file/SetTstrategique.pdf](https://www.ic.gc.ca/eic/site/113.nsf/vwapj/SetTstrategique.pdf/$file/SetTstrategique.pdf).

Au début des années 2000, les balises normatives applicables au Canada dans le domaine du nano sont presque totalement inexistantes, abstraction faite de certains cadres qui peuvent s'appliquer en raison de leur libellé très large. Nous reviendrons d'ailleurs sur le style législatif, rédactionnel des législateurs québécois et canadiens au sein de la prochaine rubrique car le nano, s'il ne fait pas toujours l'objet de dispositifs qui s'y attardent de façon particulière, est toutefois susceptible de tomber sous l'égide de lois ou règlements qui, précisément en raison de leur libellé évasé, s'y appliquent par ailleurs. C'est dans ce contexte de quasi vide législatif que Santé Canada et Environnement Canada effectuaient, au cours de l'année 2007, une annonce importante dans le domaine du nano en précisant l'établissement d'un cadre réglementaire régissant spécifiquement les nanomatériaux au Canada. Il s'agissait d'un encadrement offert par une loi déjà en vigueur, la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* et de différents instruments existants dont la portée allait être modifiée, particulièrement en ce qui a trait aux nouvelles substances.⁴³⁹

Mais il fallu attendre 2011 (le 6 octobre) afin qu'entre en vigueur l'*Énoncé de politique sur la définition ad hoc de Santé Canada sur les nanomatériaux*⁴⁴⁰, lequel « décrit la définition ad hoc de nanomatériaux de Santé Canada et élabore sur ses objectifs, sa portée et son application. Il est conçu pour servir d'outil afin d'aider le Ministère à recueillir des renseignements sur l'innocuité des nanomatériaux »⁴⁴¹. Cet énoncé avait

⁴³⁹ LORD F. *Réglementation des nanotechnologies dans le domaine agroalimentaire*. Rapport rédigé pour le supplément à l'avis Éthique et nanotechnologies : se donner les moyens d'agir. FÉVRIER 2011, p. 6. ENVIRONNEMENT CANADA et SANTÉ CANADA. *Proposition de cadre réglementaire pour les nanomatériaux en vertu de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (1999), Ottawa, Environnement Canada, 2007.

⁴⁴⁰ SANTÉ CANADA. *Énoncé de politique sur la définition ad hoc de Santé Canada s'appliquant aux nanomatériaux*, 2011. Disponible à l'adresse : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/science-recherche/rapports-publications/nanomateriaux/enonce-politique-definition-sante-canada-appliquant.html>.

⁴⁴¹ <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/science-recherche/rapports-publications/nanomateriaux/enonce-politique-definition-sante-canada-appliquant.html>.

pour objectifs de permettre la mise au point de dispositifs afin de pouvoir procéder à l'identification des nanomatériaux, de faciliter l'obtention et le recensement d'informations, de consolider le processus communicationnel avec différents acteurs et de stimuler plusieurs actions (politiques et législatives) entourant les nanomatériaux. Si d'un point de vue théorique, il s'agissait de louables visées, les effets pratiques ont été faibles, la communication et l'activité législative étant particulièrement peu affectées.

En 2014, était initiée la plateforme Nanoportail du gouvernement du Canada, laquelle visait, un peu à l'image de certaines plateformes européennes, la transmission d'informations relatives aux nanotechnologies. Mais cette initiative a été de courte durée car quelques années plus tard, en 2018, le portail virtuel a été désactivé.

Deux ans plus tard, en 2016, alors que l'encadrement des nanomatériaux était des plus restreints, le Plan de gestion des produits chimiques du Canada (PGPC) a vu le jour. Il s'agissait surtout d'une démarche orientée vers l'environnement et avait pour but d'évaluer et de mieux gérer diverses substances qui existaient déjà ainsi que des substances nouvelles, et ce, par le biais de cadres applicables aux produits chimiques.⁴⁴² La même année, une autre phase du PGPC a été initiée et visait les substances sur la liste intérieure des substances (environ 1550), et, en ce qui nous concerne, diverses formes à l'échelle nanométrique de substances qui existaient déjà.⁴⁴³ Le dioxyde de titane apparaît sur cette liste intérieure des substances. Mais les impacts de cette phase du Plan de gestion ne sont pas des plus prégnants en ce qui a trait à l'encadrement du TiO₂ dans l'alimentation, comme nous le verrons.

⁴⁴² <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-environnemental-loi-canadienne-protection/document-consultation-approche-nanometriques.html>.

⁴⁴³ <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-environnemental-loi-canadienne-protection/document-consultation-approche-nanometriques.html>.

On note également l'existence d'*Horizons de politiques Canada* (Horizons). Précisons qu'il ne faut pas confondre ces *Horizons* du Canada avec *Horizon 2020*, le *portail français du programme européen pour la recherche et l'innovation*, qui prévoit d'ailleurs le KET nanotechnologies, un programme structuré en trois volets.⁴⁴⁴ *Horizons* du Canada est une entité de la fonction publique au niveau fédéral qui a pour mission d'assister le gouvernement canadien dans le cadre de l'élaboration de programmes orientés vers le futur.⁴⁴⁵ Par ailleurs, au cours des années, divers programmes de subventions⁴⁴⁶ ont été mis sur pied et plusieurs déclarations ont été faites par différents ministres en lien avec l'importance des nanotechnologies comme celle du 3 septembre 2008 relative à l'annonce d'un appui du gouvernement du Canada pour un projet de R & D relatif à des nanorevêtements utilisés dans l'aviation, celle du 24 avril 2008 durant laquelle le gouvernement canadien a souligné son soutien pour la recherche dans le secteur des nanotechnologies ou encore celle du 28 avril 2010 par laquelle le gouvernement canadien a annoncé des investissements dans le secteur des nanotechnologies avec pour objectif la protection environnementale.⁴⁴⁷ Aucune de ces déclarations ou prises de position ne concernaient toutefois spécifiquement le TiO₂, mais en 2018, le dioxyde de titane a été classé sur la *Liste des produits de formulation de l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire* comme « contains formulants which may be toxic, but will not adversely affect public health and the environment based on use patterns »⁴⁴⁸.

⁴⁴⁴ www.horizon2020.gouv.fr.

⁴⁴⁵ <https://horizons.gc.ca/fr/a-propos-de-nous/>

⁴⁴⁶ Voir, à titre d'exemple, *Le programme de recherche en partenariat sur les nanotechnologies pour le secteur forestier pour la création de produits de haute technologie* (avec l'aide de ArboraNano et le Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies) : <http://www.fqrnt.gouv.qc.ca>. Plusieurs projets relatifs aux nanotechnologies ont été financés par différentes entités au cours des dernières années.

⁴⁴⁷ www.canada.ca/fr/nouvelles/archive/2008/09/gouvernement-canada-investit-nanorevetements-programme-avion-attaque-interarmes.html;
www.canada.ca/fr/nouvelles/archive/2008/04/gouvernement-canada-appuie-recherche-calibre-mondiale-domaine-nanotechnologie.html;
www.canada.ca/fr/nouvelles/archive/2010/04/gouvernement-canada-investit-nanotechnologie-vue-protéger-environnements.html.

⁴⁴⁸ https://www.carexcanada.ca/profile/titanium_dioxide/#sources.

En dépit du fait que le cadre normatif ne soit pas des plus étoffé, l'impulsion donnée au nano par le gouvernement du Canada s'est pourvue, très récemment, au mois de juillet 2019, alors que le ministre fédéral de l'Innovation, des Sciences et du Développement Économique, l'honorable Navdeep Bains, annonçait un investissement de 40 millions de dollars dans l'entreprise CBN Nano Technologies afin de compléter un projet de nanofabrication.⁴⁴⁹

En marge des politique canadiennes, les provinces (dont le Québec, sur lequel nous nous attardons maintenant) ont également le loisir de développer des plans d'action pouvant à terme mener à l'élaboration d'actions législatives, dans le respect de leurs champs de compétence. En ce qui a trait aux articles publiés⁴⁵⁰ dans les médias d'information sur le sujet du nano au Québec, la plupart relatent souvent des sources françaises mais, quoique le TiO₂ ne soit pas souvent abordé, des rapports et études ont toutefois été effectués au sein de la province⁴⁵¹.

3.1.2

Au Québec

Tel que nous l'évoquions à l'instant, la nanoparticule de TiO₂ n'attire pas l'attention d'une légion d'acteurs au Québec mais cette province constitue toutefois un joueur

⁴⁴⁹ www.canada.ca/fr/innovation-sciences-developpement-economique/nouvelles/2019/07/le-ministre-bains-annonce-un-investissement-qui-positionnera-le-Canada-en-tant-que-chef-de-file-mondial-en-matiere-de-nanofabrication.html

⁴⁵⁰ Voir notamment : <https://www.quebecscience.qc.ca/sante/des-nanoparticules-retrouvees-dans-les-aliments/>; <https://www.ledevoir.com/societe/science/517798/les-nanoparticules-ont-des-effets-pro-inflammatoires>; <https://www.lapresse.ca/sciences/medecine/201701/20/01-5061443-un-additif-frequent-le-dioxyde-de-titane-cree-des-lesions-precancereuses-chez-le-rat.php>; <https://www.lapresse.ca/gourmand/alimentation/201606/15/01-4992033-des-nanoparticules-dans-des-produits-alimentaires.php>; <https://lactualite.com/sante-et-science/faut-il-avoir-peur-des-bonbons/>, etc.

⁴⁵¹ <http://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/R-814.pdf>; <https://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/chimie/Pages/nanotechnologie.aspx>, etc.

important dans le contexte des nanotechnologies en général.⁴⁵² C'est au début de l'année 1999, en amont des démarches du gouvernement fédéral, que le plan d'action relatif à la recherche scientifique établi par le gouvernement du Québec était rendu public. L'entité *Valorisation Recherche Québec* est alors créée, et ce, afin, notamment, de favoriser la recherche au niveau universitaire et à augmenter les retombées pour le Québec.⁴⁵³ En 2001, le Conseil de la science et de la technologie du Québec publiait un rapport intitulé *Les nanotechnologies : la maîtrise de l'infiniment petit* et ce rapport a joué un rôle de premier plan dans le cadre des orientations de la recherche et du développement dans la province, notamment par la recommandation visant à créer NanoQuébec⁴⁵⁴, aujourd'hui devenu Prima Québec, agissant à titre de promoteur des nanotechnologies pour la province.

Et deux ans plus tard, au mois de février 2003, un rapport est présenté par NanoQuébec et le groupe Samson Bélair Deloitte et Touche afin de rendre compte des différentes activités nanotechnologiques dans la province de Québec. 25 entreprises oeuvrant dans le secteur des nanotechnologies sont alors identifiées ainsi que plusieurs chercheurs universitaires poursuivant leurs recherches dans ce secteur d'activités.⁴⁵⁵ En 2004, le rapport *Les nanotechnologies : leurs bénéfices et leurs risques potentiels* est publié par des chercheurs du CIRANO⁴⁵⁶ alors qu'il faut attendre 2006 pour que le gouvernement

⁴⁵² MANIET, F. *Nanotechnologies et produits de consommation, quels risques? quels encadrements?* Montréal, Yvon Blais, 2012, p. 62; PELLEY, J., SANER, M. *International Approaches to the Regulatory Governance of Nanotechnology*, Ottawa, Carleton University, avril 2009, p. 41.

⁴⁵³ FEIGENBAUM, D., NSAMIRIZ, A., SINCLAIR-DESGAGNÉ, B. *Les Nanotechnologies : leurs bénéfices et leurs risques potentiels*, Série Scientifique, Montréal, 2004, p. 31.

⁴⁵⁴ LAFONTAINE, C. *Le Québec Nanotech : les discours publics en matière de nanotechnologie entre promotion et fascination*. In : Quaderni, no 61, Automne 2006. La fabrique des nanotechnologies / The construction of nanotechnologies, pp. 39-53, p. 41. Avec la contribution du gouvernement du Québec, fut créé NanoQuébec, « le réseau universitaire québécois en nanosciences et nanotechnologies », FEIGENBAUM, D., NSAMIRIZ, A., SINCLAIR-DESGAGNÉ, B. *Les Nanotechnologies : leurs bénéfices et leurs risques potentiels*, Série Scientifique, Montréal, 2004, p. 30. Voir aujourd'hui le site de PRIMA. Pôle Recherche Innovation Matériaux Avancés www.prima.ca/fr.

⁴⁵⁵ SINCLAIR-DESGAGNÉ, B., FEIGENBAUM, D., NSAMIRIZ, A. *Les nanotechnologies : bénéfices et risques potentiels*, CIRANO, Série scientifique, Montréal, mai 2006.

⁴⁵⁶ FEIGENBAUM, D., NSAMIRIZ, A., SINCLAIR-DESGAGNÉ, B. *Les nanotechnologies : leurs bénéfices et leurs risques potentiels*, CIRANO, Série scientifique, Montréal, septembre, 2004.

provincial lance sa *Stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation* qui, incidemment, identifie les nanotechnologies comme une des technologies qui jouissent d'un grand potentiel. L'année suivante, au mois de novembre, le ministre du Développement Économique, de l'Innovation et de l'Exportation, Raymond Bachand, annonce une aide gouvernementale de onze millions de dollars à NanoQuébec.

Dans le sillon de sa Stratégie de la recherche et de l'innovation lancée en 2006, le gouvernement du Québec annonce, dans son plan stratégique 2007-2010 qu'il désire miser sur les nouvelles technologies convergentes, particulièrement dans le cadre de nanotechnologies qui peuvent être appliquées à la santé et on rappelle, dans le plan stratégique 2014-2017 (FRQNT) des programmes et des initiatives de recherche (intersectorielle) qui impliquent le FRQNT et qui visent notamment les nanotechnologies (Bourses NE³LS).⁴⁵⁷ Il y a à peine deux ans, était également souligné, dans une Stratégie québécoise quinquennale relative à la recherche et à l'innovation (2017-2022), le fait que les nanotechnologies constituent des technologies émergentes, tournées vers l'avenir. Sans doute conscient du fait que l'arbre serait jugé à ses fruits, au début de l'année 2019, le gouvernement du Québec annonçait le financement de chaires et disait vouloir « doter le Québec d'un service de conception et de fabrication de dispositifs en micro-nanotechnologies »⁴⁵⁸. Ainsi, comme c'est le cas dans le cadre des politiques canadiennes (entendons celles du gouvernement fédéral), le TiO₂, s'il est accessoirement abordé par quelques-unes des politiques et orientations précédemment évoquées dans le contexte québécois, ne retient pas particulièrement l'attention.

Toutefois, au fil des ans, certains groupes, comme le Groupe InternE3LS, ont notamment vu le jour avec pour objet d'étudier les nanotechnologies, tout comme

⁴⁵⁷ Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies, Plan Stratégique 2014-2017, p. 29.

⁴⁵⁸ <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1159785/budget-quebec-technologie-intelligence-artificielle>.

certaines instituts, dont l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, qui ont contribué de façon notoire à la recherche dans le secteur des nanotechnologies, notamment sur le dioxyde de titane.

À la lumière de ce qui précède, il ressort que si l'utilisation du TiO₂ ou de l'additif E 171 semble préoccuper certaines personnes au Canada et au Québec, elle ne mobilise pas une action citoyenne ou la puissance publique dans une mesure similaire à ce qu'il nous a été possible de constater en France. Aussi, sans tomber dans une revue des plus exhaustives des différents volets et rebondissements dans le cadre de la controverse, en France, liée à la toxicité du TiO₂, il importe, afin de bien intégrer le contexte, d'en examiner quelques-uns des principaux chapitres.

3.2

Politiques françaises et européennes relatives à l'utilisation du TiO₂ et de l'additif E 171 dans l'alimentation

Les nanomatériaux retiennent déjà l'attention à la fin des années 1990 mais l'utilisation alimentaire des nanoparticules commence surtout à soulever des questions durant les années 2000.⁴⁵⁹ Quoique le contexte particulier entourant l'utilisation du TiO₂ et de l'additif E 171 dans l'alimentation retienne ici notre attention, nous examinons d'abord, afin d'intégrer le contexte général des nanotechnologies, certaines dates charnières concernant les nanomatériaux.

⁴⁵⁹ CHATEAURAYNAUD, F., DEBAZ J. *Aux bords de l'irréversible. Sociologie pragmatique des transformations*, Éditions PETRA, 2017, p. 280.

3.2.1

Le contexte général relatif aux nanomatériaux

En 2003, l'association Vivagora est fondée. Quelques années plus tard, sa présidente mentionnera qu'il s'agit d'une « association française qui a beaucoup travaillé pour mettre en débat public les nanotechnologies et les mettre à la portée des citoyens »⁴⁶⁰. Cette association à but non lucratif réunit différentes personnes concernées « par les enjeux sociaux, sanitaires, environnementaux et éthiques des sciences et des technologies. [...] Elle propose des outils pour développer le volet social du développement durable, trop souvent oublié, et pourtant incontournable pour construire dans la négociation, les priorités communes »⁴⁶¹.

C'est l'année suivante que le *plan stratégique en faveur des nanotechnologies*⁴⁶² (Towards a European Strategy for Nanotechnology) est adopté, notamment afin d'éviter les erreurs commises antérieurement dans le contexte des biotechnologies et, à terme, d'éviter un éventuel rejet des nanotechnologies par les consommateurs en raison de l'absence de débat public ou de transparence des diverses autorités.⁴⁶³ Il s'agit du premier document officiel de la Commission européenne qui vise à faire de l'Europe une société orientée vers la connaissance. Plusieurs programmes-cadres de recherche et développement (PCRD) sont, par la suite, élaborés, lesquels visent le contenu des différentes études qui seront développées tout comme

⁴⁶⁰ BENSAUDE-VINCENT, B. tiré de Louis Laurent et Bernadette Bensaude-Vincent, Débat et vice-versa, « Nanotechnologies : le grand fourre-tout », 2010.

⁴⁶¹ <http://science-societe.fr/vivagora/>. Voir également http://cpdp.debatpublic.fr/cpdp-nano/script/ntsp-document-file_download7824.pdf?document_id=49&document_file_id=70.

⁴⁶² COMMISSION EUROPÉENNE. *Communication du 12 mai 2004 « Vers une stratégie européenne en faveur des nanotechnologies »*, doc. COM (2004) 338.

⁴⁶³ MANIET, F. *Nanotechnologies et produits de consommation, quels risques? quels encadrements?*, Montréal, Yvon Blais, 2012, p. 135; ARNALL, A.H. *Future Technologies, Today's Choices, A Report for the Greenpeace Environmental Trust*, London, University of London, juillet 2003, p. 39; LLOYD'S EMERGING RISKS TEAM REPORT. *Nanotechnology Recent Developments, Risks and Opportunities*, London, Lloyd, 2007, p. 31.

l'organisation de la recherche. *NanoImpactNet (2008-2012)* et *NanoSafety Cluster (toujours en fonction)*, notamment, sont initiés. La même année, le nanoforum constitue un des premiers « points de départ »⁴⁶⁴ de la controverse relative à la sécurité sanitaire de l'utilisation des nanomatériaux dans divers produits, dont les produits alimentaires. Différentes associations citoyennes s'opposent, particulièrement dans le secteur agroalimentaire, à l'utilisation de nanoparticules même si, concrètement, au moment des premières levées de boucliers, les connaissances scientifiques ne permettent pas de conclure aux effets nocifs sur la santé humaine (l'incertitude, à cet égard, demeure d'ailleurs aujourd'hui) et c'est précisément cette incertitude qui maintient divers acteurs, dont les assureurs et les réassureurs, dans une position ambiguë (tous les assureurs n'ayant d'ailleurs pas la même approche) au regard de l'utilisation des nanoproduits. On retrouve par ailleurs des associations (comme l'association des producteurs de dioxyde de titane) qui, s'appuyant sur l'incertitude (et, ainsi, l'absence de résultats confirmant la nocuité), clament la sécurité de certaines nanoparticules, notamment le Tio₂. C'est également entre 2004 (projet initié) et 2006 (lancement du pôle) qu'est créé MINATEC, à Grenoble, un campus d'innovation en micro et nanotechnologies.

La Communication de la Commission du 7 juin 2005 intitulée *Nanosciences et nanotechnologies – Un plan d'action pour l'Europe 2005-2009* est venu définir « une série d'actions articulées et interconnectées en vue de la mise en œuvre immédiate d'une stratégie des nanosciences et des nanotechnologies sûre, intégrée et responsable »⁴⁶⁵ le tout en lien avec l'élaboration de la *stratégie européenne en faveur des*

⁴⁶⁴ CHATEAURAYNAUD, F., DEBAZ, J. *Aux bords de l'irréversible. Sociologie pragmatique des transformations*, Éditions PETRA, 2017, p. 280.

⁴⁶⁵ Recommandation de la Commission du 18 octobre 2011 relative à la définition des nanomatériaux (2011/696/UE). Voir la Communication de la Commission du 7 juin 2005, *Nanosciences et nanotechnologies – Un plan d'action pour l'Europe 2005-2009*, Bruxelles, 07.06.2005, COM (2005) 243 final.

nanotechnologies mise de l'avant en 2004.⁴⁶⁶ Dans le cadre de cette stratégie, la Commission met l'accent sur la protection des travailleurs, de l'environnement et des consommateurs. La Commission précise que le « public n'acceptera ces produits que si ces réglementations répondent de façon satisfaisante aux nouveaux problèmes inhérents à ces technologies, si les fabricants peuvent prouver qu'ils sont sûrs et si le public lui-même les perçoit comme tels »⁴⁶⁷. Quinze ans plus tard, les propos de la Commission résonnent toujours alors que, clairement, les réglementations n'abordent pas, du moins de façon exhaustive et nette, les questions et problèmes inhérents aux nanotechnologies. De même, les fabricants ne peuvent, dans tous les cas (en raison notamment des carences liées à la traçabilité et des problèmes concernant la transmission de l'information au sein des acteurs de la chaîne de production), certifier que les produits sont sûrs (des analyses sont possibles mais les fournisseurs peuvent changer, ainsi que les ingrédients ou composantes utilisés, rendant ainsi nécessaire des analyses en continu). Quant au troisième point, assurément, le public ne perçoit pas les nanotechnologies comme étant sûrs. Mais voilà une bien grande classe que celle des nanotechnologies, laquelle peut certes bénéficier d'une division. Déjà, les nanoparticules n'ont pas toutes les mêmes propriétés et si une catégorie de nanoparticules peut éventuellement faire l'objet d'une perception positive et partagée, il est par ailleurs difficile d'entrevoir cette possibilité à court terme pour, globalement, la vaste gamme des nanotechnologies.

En 2005, l'agence nationale de la recherche (ANR) est créée et les nanotechnologies constituent un pôle prioritaire de recherche. L'année suivante constitue également un moment charnière, marquée par « la Conférence de citoyens de Paris et le premier

⁴⁶⁶ MANIET, F. *Nanotechnologies et produits de consommation, quels risques? quels encadrements?* Montréal, Yvon Blais, 2012, p. 133.

⁴⁶⁷ <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0607:FIN:FR:PDF>, rubrique 6.

rapport de l'AFSSET qui donnent une visibilité publique aux nanos »⁴⁶⁸ alors qu'au mois de juillet 2008, l'Afsset publiait un avis relatif aux nanomatériaux et à la sécurité au travail.

En octobre 2009, certaines organisations non gouvernementales soulignent ou demandent, dans le cadre du débat public national sur les nanotechnologies, certaines actions. À titre d'exemple, *Les Amis de la Terre* soutiennent qu'« [u]n moratoire sur les nanotechnologies est aujourd'hui la seule solution raisonnable »⁴⁶⁹ alors que *France Nature Environnement* souligne le fait qu'« [à] chaque étape du cycle de vie des nanoparticules et nanomatériaux, la responsabilité de la maîtrise des risques doit être assumée »⁴⁷⁰.

Depuis le début des années 2000, diverses applications du nano, et certaines nanoparticules spécifiques ont été l'objet de plusieurs débats publics⁴⁷¹ organisés par différentes institutions (dont le Nanoforum du Conservatoire national des arts et métiers⁴⁷², Commission nationale du débat public⁴⁷³ et Cité des sciences, au mois de janvier et février 2006 et en juin 2007) et la société civile a également organisé diverses

⁴⁶⁸ CHATEAURAYNAUD, F., DEBAZ, J. *Aux bords de l'irréversible. Sociologie pragmatique des transformations*, Éditions PETRA, 2017, p. 280; AFSSET. *Les Nanomatériaux. Effets sur la santé de l'homme et sur l'environnement*, juillet 2006. Références de l'auteur.

⁴⁶⁹ Voir le Cahier d'acteur sur le développement et la régulation des nanotechnologies. Disponible à l'adresse : http://cpdp.debatpublic.fr/cdpd-nano/script/ntsp-document-file_downloade097.pdf?document_id=55&document_file_id=82.

⁴⁷⁰ Voir le Cahier d'acteur sur le développement et la régulation des nanotechnologies. Disponible à l'adresse : http://cpdp.debatpublic.fr/cdpd-nano/documents/liste-cahier-acteursca5c.html?id_document=58. Un moratoire est également évoqué par France Nature « moratoire partiel sur tout ce qui est en contact avec le corps humain dans un usage Grand public ».

⁴⁷¹ BINET, S., DEDESSUS-LE MOUSTIER, N., DELEMARLE, A., et al. *Les nanomatériaux manufacturés à l'horizon 2030 en France. [Rapport Technique] INRS*. 2015. hal-01275791, p. 79. Disponible à l'adresse : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01275791/document>.

⁴⁷² Cnam. En ligne : <http://securite-sanitaire.cnam.fr/nanoforum/le-nanoforum-2007-2009--577215.kjsp>

⁴⁷³ COMMISSION PARTICULIÈRE DU DÉBAT PUBLIC. NANOTECHNOLOGIES. En ligne : <http://cpdp.debatpublic.fr/cdpd-nano/>

réunions⁴⁷⁴. À la fin des années 2000, plusieurs centres, plateformes relatives aux nanotechnologies sont édifiés tout comme différentes démarches visant l'arrimage de centres de recherche (régionaux) et de laboratoires. Ce vaste déploiement organisationnel permettra de s'appuyer sur différents programmes de recherche publique ainsi que sur un développement industriel.⁴⁷⁵

Le 1^{er} décembre 2008, sous l'égide du European Virtual Institute for Integrated Risk Management EEIG, le projet iNTeg-Risk était initié. Son objectif était de donner des réponses à plusieurs acteurs afin de favoriser un management (intégré) des différents risques, particulièrement les nouveaux risques.⁴⁷⁶ Dans le cadre de ce projet, plusieurs conférences furent organisées et de nombreux livres, rapports et articles furent publiés. iNTeg-Risk fut terminé le 31 mai 2013. La mise sur pied du *european emerging risk radar*⁴⁷⁷ allait s'inscrire dans ce cadre, mais c'est surtout le programme européen *Horizon 2020* qui retiendra l'attention lors de son lancement, quelques années plus tard (2013).

En 2010, Avicenn, une « association de veille et d'information civique sur les enjeux des nanosciences et des nanotechnologies »⁴⁷⁸, initiait la mise sur pied de la plateforme Veillenanos afin de promouvoir la transmission d'informations relatives aux nanos.⁴⁷⁹

⁴⁷⁴ Nonmonde (2006), Nanoviv (2006), etc.

⁴⁷⁵ BINET, S., DEDESSUS-LE MOUSTIER, N., DELEMARLE, A., *et al.* *Les nanomatériaux manufacturés à l'horizon 2030 en France. [Rapport Technique] INRS*. 2015. hal-01275791, p. 78. Disponible à l'adresse : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01275791/document>.

⁴⁷⁶ <http://www.integrisk.eu-vri.eu/home.aspx?lan=230&tab=2316&itm=2316&pag=196>; DEBRAY, B., SALVI, O., DUVAL, C., *et al.* Gestion intégrée des risques émergents: Défis et objectifs du projet européen INTEG-RISK. Maîtrise des Risques et de Sécurité de Fonctionnement, Lambda-Mu 16, Oct 2008, Avignon, France.

⁴⁷⁷ <https://www.scor.com/fr/medias/actualites-communiques-de-presse/2019-risk-radar-cro-forum-publication>. Voir le récent document intitulé CRO Forum, Emerging Risks Initiative. Major Trends and Emerging Risk Radar. May 2019. Update, en lien avec les nanotechnologies. Disponible à l'adresse : <https://www.thecroforum.org/2019/06/05/major-trends-and-emerging-risk-radar-may-2019-update/>.

⁴⁷⁸ <http://avicenn.fr/wakka.php?wiki=PagePrincipale>.

⁴⁷⁹ <http://veillenanos.fr/wakka.php?wiki=PagePrincipale>.

Cette plateforme est, depuis son lancement, continuellement alimentée, encore en 2019.

Entre 2010 et 2011, des avis et rapport sont publiés⁴⁸⁰ alors que l'année 2012 est notamment marquée par la constitution d'un groupe de travail chargé d'étudier les nanomatériaux.⁴⁸¹

Le 16 décembre 2013, le programme européen *Horizon 2020* est lancé à Paris. Il s'agit d'un programme de financement de la recherche et de l'innovation auquel 16 pays donnèrent initialement leur concours. En Europe, les recherches relatives aux nanotechnologies étaient notamment, au cours des années 2007 à 2013, financées par le Seventh Framework Programme et sont, depuis 2014, financées par le programme *Horizon 2020* (près de 80 milliards d'euros en financement pour les années 2014-2020, abstraction faite du financement privé).⁴⁸² Dans le cadre des programmes de travail 2018-2020, publié par la Commission européenne le 27 octobre 2017 (et mis à jour ultérieurement), on prévoit notamment quatre thématiques liées aux risques émergents et aux nanotechnologies.⁴⁸³

Au mois d'avril 2014, l'Anses publiait un Avis relatif à la modification des annexes de REACH en vue de la prise en compte des nanomatériaux, recommandant que les

⁴⁸⁰ AGENCE FRANÇAISE DE SÉCURITÉ SANITAIRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL (AFSSET). *L'Avis relatif à l'évaluation des risques liés aux nanomatériaux pour la population générale et dans l'environnement*, mars 2010. En janvier 2011, l'Anses publiait un rapport d'appui scientifique et technique relatif au développement d'un outil de gestion graduée des risques spécifiques au cas des nanomatériaux (saisine No 2008-SA-0407).

⁴⁸¹ <https://reach-info.ineris.fr/focus/reach-et-les-nanomatériaux>.

⁴⁸² <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/what-horizon-2020> (consulté le 12 mai 2019). Voir également ROCO, M. Broader Societal Issues of Nanotechnology, *Journal of Nanoparticle Research*. 2003 5: 181. <https://doi.org/10.1023/A:1025548512438>.

⁴⁸³ HORIZON 2020. Le portail français du programme européen pour la recherche et l'innovation. Disponible à l'adresse : <http://www.horizon2020.gouv.fr>

spécificités des nanomatériaux soient considérées lors de la révision des annexes du règlement REACH.⁴⁸⁴

Ce contexte général permet de constater que les questions relatives aux nanomatériaux sollicitent différents acteurs, depuis plusieurs années déjà, et s'inscrira dans ce cadre la controverse entourant l'utilisation du TiO₂ dans l'alimentation.

3.2.2

Le contexte spécifique au TiO₂ et à l'additif alimentaire E 171

Au mois de mars 2009, dans un document intitulé *Nanotechnologies et nanoparticules dans l'alimentation humaine et animale*, publié par l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA), devenue l'ANSES, on souligne que « le développement de travaux de recherche doit être soutenu⁴⁸⁵ et, dans l'attente de données pertinentes notamment sur l'absorption digestive, la prudence s'impose à l'égard de l'utilisation de nanotechnologies et/ou nanoparticules en alimentation humaine et animale »⁴⁸⁶. Cet appel à la prudence vise, globalement, les nanoparticules, incluant l'additif alimentaire E 171.

En 2012, L'ANSES « installe » un Comité de dialogue « Nanomatériaux et santé »⁴⁸⁷. Ce comité a notamment pour vocation « de discuter de l'état des connaissances, des méthodologies d'évaluation des risques sanitaires et des débats scientifiques actuels

⁴⁸⁴

https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Conférence_environmentale_FRTE_2016.pdf.

⁴⁸⁵ Exemples de projets collaboratifs de recherche financés par la Commission européenne dans le cadre du 7^e PCRD : *NMP-2008-1.3-2 Impact of engineered nanoparticles on health and the environment* KBBE-2009-2-4-01 Analytical tools for the characterisation of nano-particles in the food matrix

⁴⁸⁶ AGENCE FRANÇAISE DE SÉCURITÉ SANITAIRE DES ALIMENTS (AFSSA). *Nanotechnologies et nanoparticules dans l'alimentation humaine et animale*. 2009, p. 26.

⁴⁸⁷ <https://www.anses.fr/fr/content/installation-du-comité-de-dialogue-nanomatériaux-et-santé-de-lanses>.

sur les dangers et les grands enjeux sanitaires liés à l'exposition aux nanomatériaux, en lien avec les activités de l'Agence »⁴⁸⁸.

Au mois de mai 2013, Avicenne met en ligne un dossier relatif aux nanotechnologies et à l'alimentation⁴⁸⁹ et au mois de décembre 2015, une liste de onze recommandations de la société civile sur les nanos est compilée par Avicenne. Certaines de ces recommandations concernent l'additif E 171.⁴⁹⁰

C'est dans ce contexte en pleine effervescence que les nanoparticules utilisées dans l'alimentation arrivent aux premières loges médiatiques (même si des publications avaient retenu l'attention auparavant) alors qu'au mois de juin 2016, l'Association de mobilisation citoyenne nationale en faveur de l'environnement *Agir pour l'environnement* initiait la campagne *Stop aux nanos*. Les résultats d'une analyse démontraient que quatre échantillons alimentaires testés (guacamole, gomme à mâcher, biscuits et blanquette de veau) contenaient des nanoparticules.⁴⁹¹

C'est six mois plus tard que la trajectoire politique de l'additif E 171 est altérée alors que des résultats d'études effectuées sur l'additif E 171 étaient publiés. Il s'agissait ici d'un point charnière de la controverse relative à la toxicité de l'additif alimentaire E 171 qui contient du TiO₂. En effet, le 20 janvier 2017, à Paris, des chercheurs de l'INRA et ses partenaires démontraient pour la première fois que l'additif alimentaire E171 (nanodioxyde de titane) pénètre, chez l'animal (rat), la paroi de

⁴⁸⁸ <https://www.anses.fr/fr/system/files/Anses-CD-NANOS.pdf>, p. 2.

⁴⁸⁹ <http://veillenanos.fr/wakka.php?wiki=EnjeuxAlimentation>.

⁴⁹⁰ Étiquetage et restrictions des produits contenant des nanomatériaux. 201706-Avicenn-Propositions-Etiq-Restric-Nano.pdf, disponible à l'adresse : <http://veillenanos.fr/wakka.php?wiki=SuspensionE171>. La neuvième mesure visait à « [i]nterdire temporairement en France, dans l'alimentation, les médicaments et les dentifrices les nanomatériaux dont l'innocuité est sujette à caution ».

⁴⁹¹ <https://www.agirpourenvironnement.org/communiqués-presse/enquete-exclusive-des-analyses-revelent-la-presence-de-nanoparticules-dans-3980>. Voir : Laboratoire National de Métrologie et d'Essais (LNE) (2016). Rapport d'essai sur l'Extraction de nanoparticules de produits alimentaires et mesures de leurs propriétés dimensionnelles. 26 pages.

l'intestin et révélaient des problèmes du système immunitaire.⁴⁹² Quelques mois plus tard, en France, l'Arrêté du 5 mai 2017 venait fixer les conditions d'étiquetage des nanomatériaux manufacturés dans les denrées alimentaires.⁴⁹³

Le 12 juillet 2017, huit Organisations non gouvernementales faisaient part, dans une lettre ouverte au gouvernement⁴⁹⁴, de différentes mesures, dont l'instauration est urgente, dont des démarches de traçabilité et d'interdiction d'utilisation du TiO₂.⁴⁹⁵ Le 31 août 2017, le ministère de la Transition Écologique et Solidaire français ainsi que d'autres politiciens demandaient à l'Anses de compléter rapidement des travaux relatifs au TiO₂.⁴⁹⁶

Le 23 janvier 2018, l'UFC-Que Choisir déposait neuf plaintes⁴⁹⁷ contre des fabricants de produits alimentaires et de cosmétiques relativement au non-respect de l'obligation légale de signaler la présence de nano sur l'emballage.

Durant les mois de mars, d'avril et mai 2018, les tensions entre députés, quant à la suspension de l'additif alimentaire E 171 se font sentir. Le 15 mai, l'amendement proposé par certains députés⁴⁹⁸ est rejeté. Et, le 17 mai, est adopté l'amendement N°2257 présenté par le gouvernement en lien avec la *Loi sur l'Équilibre dans le Secteur*

⁴⁹² BETTINI, S., *et al.* Food-grade TiO₂ impairs intestinal and systemic immune homeostasis, initiates preneoplastic lesions and promotes aberrant crypt development in the rat colon. *Scientific Reports*, 20 janvier 2017, DOI :10.1038/srep40373).

⁴⁹³ Arrêté du 5 mai 2017 fixant les conditions d'étiquetage des nanomatériaux manufacturés dans les denrées alimentaires, NOR : ECFC1713814A, JORF no 0109 du 10 mai 2017, texte no 72.

⁴⁹⁴ Lettre ouverte à l'attention du premier ministre Édouard Philippe, et des ministres Agnès Buzyn, Nocilas Hulot, Bruno Lemaire, Muriel Pénicaud, Stéphane Travert et Frédérique Vidal.

⁴⁹⁵ <http://veillenanos.fr/wakka.php?wiki=LettreOuverteNanoAction201705>.

⁴⁹⁶ <https://www.ecologie-solidaire.gouv.fr/presence-dioxyde-titane-tio2-sous-forme-nanoparticules-dans-des-produits-alimentaires-gouvernement>.

⁴⁹⁷ <https://www.quechoisir.org/action-ufc-que-choisir-nanoparticules-dissimulees-9-plaintes-de-l-ufc-que-choisir-contre-des-fabricants-de-produits-alimentaires-et-de-cosmetiques-n50840/>.

⁴⁹⁸ Il s'agit de l'AMENDEMENT N°742 présenté par M. Hetzel, Mme Louwagie, Mme Genevard, M. Menuel, M. Cinieri, M. Bony, M. Bazin, M. Taugourdeau, M. Pierre-Henri Dumont, M. Vialay, M. Schellenberger et M. Reda.

Agricole et Alimentaire - (N° 902). Cet amendement prévoit que le gouvernement déploie les mesures réglementaires nécessaires afin d'en arriver à la suspension de la commercialisation de l'additif E 1717/TiO₂, de même que les aliments qui en contiennent.

Le 21 avril 2018, dans le cadre du Rapport fait au nom de la Commission des affaires économiques sur le projet de loi pour l'équilibre des relations commerciales dans le secteur agricole et alimentaire et une alimentation saine et durable (n° 627), par M. Jean-Baptiste Moreau Député, on mentionne, quant à une interdiction immédiate du E 171 :

« Interdiction du dioxyde de titane à compter du 1^{er} juin 2020

Cet article résulte d'un amendement proposé par la rapporteuse pour avis de la commission du développement durable et par M. Matthieu Orphelin. Malgré son caractère peu législatif, il a pour objet d'envoyer un signal fort au Gouvernement et à la Commission européenne, en interdisant toute importation et toute vente de denrées alimentaires contenant un certain additif alimentaire, le dioxyde de titane, dont les effets sur la santé humaine sont estimés trop risqués pour ne pas justifier le recours au principe de précaution.

Votre rapporteur, tout en jugeant pertinent l'effet signal qu'un tel article porte, a souhaité différer l'entrée en vigueur de l'interdiction de cet additif alimentaire en France, de 2018 à 2020.

Votre commission a adopté cet amendement ainsi modifié »⁴⁹⁹.

Le 16 mai 2018, huit organisations non gouvernementales transmettent un communiqué aux députés afin de leur demander la suspension, le plus rapidement

⁴⁹⁹ http://www.assemblee-nationale.fr/15/rapports/r0902.asp#P4847_1414839.

possible, de l'additif E 171.⁵⁰⁰ Deux jours plus tard, le 18 mai 2018, la secrétaire d'État au développement durable annonce l'intention du gouvernement français de suspendre l'additif E 171 avant la fin de l'année.⁵⁰¹

Au mois de juin 2018, le Sénat confirme le vote de l'Assemblée nationale, lequel visait à suspendre la mise sur le marché de l'additif E 171 et des aliments en contenant.⁵⁰² Le 18 juillet 2018, dans le cadre de la Loi Alimentation, l'article 11 sexdecies est rédigé de la façon suivante (il fera l'objet d'un vote par l'Assemblée nationale quelques mois plus tard et sera transmis au Sénat) : « **La mise sur le marché de l'additif E 171 (dioxyde de titane Ti O₂) ainsi que des denrées alimentaires en contenant est suspendue**, dans les conditions prévues à l'article L. 521-17 du code de la consommation et à l'article 54 du règlement (CE) n° 178/2002 du Parlement européen et du Conseil du 28 janvier 2002 [...] »⁵⁰³.

Au mois de novembre 2018, l'article 53 de la LOI n° 2018-938 du 30 octobre 2018 pour l'équilibre des relations commerciales dans le secteur agricole et alimentaire et une alimentation saine, durable et accessible à tous (JORF n°0253 du 1 novembre 2018) prévoit précisément la suspension de la commercialisation de l'additif E 171.⁵⁰⁴

Preuve des prises de position variées, voire contradictoires de certaines autorités et de certains membres des mêmes autorités françaises, le 26 novembre 2018, à l'occasion

⁵⁰⁰ <http://veillenanos.fr/wakka.php?wiki=20180516ComSuspensionTemporaireE171>

⁵⁰¹ <http://www.lefigaro.fr/conjoncture/2018/05/18/20002-20180518ARTFIG00141-les-nanoparticules-de-dioxyde-de-titane-bientot-bannies-de-l-alimentation.php>.

⁵⁰² http://www.senat.fr/enseance/2017-2018/571/Amdt_734.html.

⁵⁰³ <http://www.assemblee-nationale.fr/15/ta-commission/r1175-a0.asp>. Les gras sont nôtres. La suite de l'article se lit ainsi : « [...] établissant les principes généraux et les prescriptions générales de la législation alimentaire, instituant l'Autorité européenne de sécurité des aliments et fixant des procédures relatives à la sécurité des denrées alimentaires Le Gouvernement adresse, au plus tard le 1^{er} janvier 2019, un rapport au Parlement sur toutes les mesures prises concernant l'importation et la mise sur le marché à titre gratuit ou onéreux de toute denrée alimentaire contenant du dioxyde de titane en tant qu'additif alimentaire (E 171) et les usages grand public ».

⁵⁰⁴ https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?sessionId=29FEE54CEC141B343F8B5A406C8398AF.tplgfr31s_2?cidTexte=JORFTEXT000037547946&dateTexte=29990101.

d'un évènement relatif au nano, la DGCCRF (Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes) qui relève du ministère de l'Économie, a fait part du fait qu'elle n'avait pas l'intention d'aller de l'avant afin d'interdire l'utilisation de l'additif alimentaire E171, invoquant l'absence de preuves relatives à l'existence d'un danger qui soit immédiat ou grave.⁵⁰⁵

Mardi le 8 janvier 2019, le ministre de l'Économie, Bruno Le Maire, réitère qu'à court terme, il n'y aurait pas d'interdiction relative à la commercialisation de l'additif E 171 France.⁵⁰⁶

Mais, au lendemain de l'affirmation par le ministre de l'Économie, les réactions sont légion et, autre volte-face dans le cadre de la controverse en lien avec les actions de la puissance publique, le 11 janvier 2019, le ministre Bruno Le Maire revient sur ses pas, dans un communiqué de presse (No 956) dans lequel il réaffirme l'intention de procéder à l'interdiction du E 171.⁵⁰⁷

La suite fait état de tensions entre certains acteurs au sein de la France et au sein de l'Europe dans le cadre de problèmes d'arrimage des politiques, des actions gouvernementales et, à terme, des initiatives sur le plan législatif en ce qui a trait à l'utilisation du TiO2 et de l'additif E 171 dans l'alimentation.

En effet, le 18 janvier 2019, considérant le fait que la suspension du E171 n'aura lieu qu'en France, le député européen Guillaume Balas demande à la Commission européenne d'appliquer le principe de précaution.

⁵⁰⁵ <https://www.bastamag.net/Additif-E171-la-mobilisation-citoyenne-fait-plier-le-ministere-de-l-Economie>.

⁵⁰⁶ FOUCAULT S. *E171 : l'additif alimentaire controversé ne sera pas suspendu*. Le monde. 10 janvier 2019. Disponible à l'adresse : https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/01/10/e-171-l-additif-alimentaire-controverse-ne-sera-pas-suspendu_5407086_3244.html.

⁵⁰⁷ https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/dgccrf/presse/communiqu%C3%A9/2019/cp-956.pdf.

Le 21 janvier, l'Association Nationale des Industries Alimentaires (ANIA) mentionne que « [l]a suspension unilatérale envisagée par le gouvernement français, sans attendre l'évaluation de l'ANSES, sonne comme un « Frexit » réglementaire et décrédibilise les autorités européennes laissant entendre que l'Europe est laxiste et inefficace sur les questions sanitaires »⁵⁰⁸. L'ANIA ajoute toutefois que « [e]nfin, cet additif alimentaire est au cœur d'un véritable débat citoyen. [...] L'ANIA s'est engagée depuis plusieurs années pour soutenir ses adhérents dans les démarches de simplification de leurs recettes, avec des listes d'ingrédients plus courtes, et la suppression d'additifs alimentaires non indispensables, quand cela est possible »⁵⁰⁹.

Le 27 mars 2019, M. Andriukaitis donnait au nom de la Commission européenne, la réponse selon laquelle la Commission « considère qu'il n'existe actuellement aucune raison d'appliquer des mesures de précaution en ce qui concerne l'autorisation du dioxyde de titane en tant qu'additif alimentaire (E 171) »⁵¹⁰.

Le 12 avril 2019, l'*Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux risques liés à l'ingestion de l'additif alimentaire E171*⁵¹¹, est publié. Deux semaines plus tard, le 15 avril, l'ANSES remet son rapport au ministre et dans un communiqué de presse du Ministère de la Transition Écologique, en date du 17 avril 2019, on annonce que, après avoir pris note de l'avis de l'Anses, le ministre d'État, ministre de la Transition écologique et solidaire, Bruno Le Maire, ainsi que le ministre de l'Économie et des Finances, et Brune Poirson,

⁵⁰⁸ <https://alimentation-info-intox.fr/e171-comprendre-les-trois-debats/>.

⁵⁰⁹ <https://alimentation-info-intox.fr/e171-comprendre-les-trois-debats/>. Voir également : <http://veillenanos.fr/wakka.php?wiki=SuspensionE171>.

⁵¹⁰ www.europarl.europa.eu/doceo/document/E-8-2019-000755-ASW_FR.pdf.

⁵¹¹ ANSES. *Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux risques liés à l'ingestion de l'additif alimentaire E171*, 12 avril 2019, Saisine n° 2019-SA-0036, Maisons-Alfort

secrétaire d'État auprès du ministre d'État, ministre de la Transition écologique et solidaire, ont par mesure de précaution, pris la décision d'interdire la commercialisation de produits alimentaires qui contiennent l'additif E 171, et ce, dès le 1^{er} janvier 2020.⁵¹²

Quelques jours plus tard, le 25 avril 2019, l'Arrêté du 17 avril 2019 portant suspension de la mise sur le marché des denrées contenant l'additif E 171 (dioxyde de titane - TiO₂) est publié au journal officiel.⁵¹³

Réagissant à cette activité, l'association des manufacturiers de dioxyde de titane, alléguant l'absence de connaissance scientifique quant à une corrélation entre la substance et des problèmes de santé chez l'être humain, mentionne qu'elle regrette la décision de précaution prise par le gouvernement français visant la suspension de l'additif.⁵¹⁴

Au début du mois de mai 2019, plusieurs associations font part à la Commission européenne que, considérant que tous les Européens méritent le même niveau de protection, la Commission européenne devrait initier des démarches législatives afin de retrancher l'additif alimentaire E 171 de la liste des additifs alimentaires permis. Qui plus est, ces associations imploreraient la Commission européenne de ne pas interférer avec les démarches françaises⁵¹⁵.

⁵¹² https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/dgccrf/presse/communiqu%C3%A9/2019/CP-Dioxyde-titane-E171.pdf.

⁵¹³ <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000038410047&dateTexte=&categorieLien=id>.

⁵¹⁴ <https://tdma.info/press-release/french-decision-on-e171-does-not-account-for-the-current-weight-of-scientific-evidence/>.

⁵¹⁵ https://www.beuc.eu/publications/beuc-x-2019-031_removal_of_e171_from_the_eu_list_of_permitted_food_additives.pdf.

Au mois de juillet 2019, l'EFSA a publié son avis, confirmant les données relatives à la génotoxicité du dioxyde de titane (E 171) et réitérant la nécessité de poursuivre les recherches afin de diminuer le niveau d'incertitudes quant à la nocuité pour l'être humain.⁵¹⁶

Au fil des ans, plusieurs autres⁵¹⁷ comités que ceux mentionnés ont été créés et différentes dispositions – dont celles relatives « aux biocides⁵¹⁸ et à l'alimentation (INCO⁵¹⁹ et novel food⁵²⁰) » – ont été adoptées et sont entrées en vigueur.

Ce contexte colore évidemment les actions normatives et nous nous attardons maintenant sur les cadres législatifs et réglementaires – actuellement en place ou sur le point de l'être – régissant l'utilisation du TiO₂ dans le secteur agroalimentaire.

*

⁵¹⁶ EFSA. Scientific opinion on the proposed amendment of the EU specifications for titanium dioxide (E 171) with respect to the inclusion of additional parameters related to its particle size distribution, doi: 10.2903/j.efsa.2019.5760.

⁵¹⁷ Notamment le *Comité scientifique des risques sanitaires émergents et nouveaux* (CSRSEN). Voir la Décision n° 2008/721/CE du 05/09/08 établissant une structure consultative de comités scientifiques et d'experts dans le domaine de la sécurité des consommateurs, de la santé publique et de l'environnement et abrogeant la décision 2004/210/CE.

⁵¹⁸ Règlement (UE) n°528/2012 du Parlement européen et du Conseil du 22 mai 2012 concernant la mise à disposition sur le marché et l'utilisation des produits biocides.

⁵¹⁹ Règlement (UE) n°1169/2011 du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2011 concernant l'information des consommateurs sur les denrées alimentaires, modifiant les règlements (CE) n°1924/2006 et (CE) n°1925/2006 du Parlement européen et du Conseil et abrogeant la directive 87/250/CEE de la Commission, la directive 90/496/CEE du Conseil, la directive 1999/10/CE de la Commission, la directive 2000/13/CE du Parlement européen et du Conseil, les directives 2002/67/CE et 2008/5/CE de la Commission et le règlement (CE) n°608/2004 de la Commission.

⁵²⁰ Règlement (UE) n°2015/2283 du Parlement européen et du Conseil du 25 novembre 2015 relatif aux nouveaux aliments, modifiant le règlement (UE) n°1169/2011 du Parlement européen et du Conseil et abrogeant le règlement (CE) n°258/97 du Parlement européen et du Conseil et le règlement (CE) n°1852/2001 de la Commission.

CHAPITRE IV

RÉGLEMENTATION DU TIO2 AU CANADA ET EN FRANCE

L'étude du cadre normatif applicable au sein d'un secteur donné, au Canada, commande, en amont, certaines précisions quant à l'arrangement constitutionnel et au partage des compétences en matière législative. En effet, au sein de la fédération canadienne, la souveraineté législative interne s'exprime à deux niveaux : le fédéral et le provincial. Le Parlement du Canada a une compétence exclusive à l'égard de certains domaines⁵²¹ et bénéficie accessoirement d'un pouvoir résiduel alors que les assemblées législatives provinciales possèdent également des compétences exclusives⁵²².

Or, s'il peut *a priori* sembler aisé d'identifier le législateur compétent en ce qui a trait aux nanoparticules, entendu globalement, il n'en est rien. En effet, la question relative à l'encadrement de l'utilisation des nanoparticules dans le secteur agroalimentaire relève de différents champs connexes, dont la culture, la production, le transport, la transformation, la vente, la santé, etc. et, ainsi, de champs de compétences législatives diverses.

Par ailleurs, cet examen du cadre normatif est essentiel dans le cadre qui nous occupe, car la prise en charge des risques par les assureurs est évidemment balisée, entre autres, par le contexte législatif et réglementaire. Notre étude relative à la possibilité d'assumer divers risques ainsi que l'analyse des modalités contractuelles relatives à la prise en charge effective des risques participe de l'état du droit, ici dans le secteur des nanoparticules (sans oublier, bien entendu, le secteur des assurances).

⁵²¹ Article 91 L.C. 1867.

⁵²² Article 92 L.C. 1867.

Nous abordons ainsi les principales pièces législatives susceptibles de trouver application⁵²³ dans ce domaine.

Il y a quelques années, les cadres normatifs relatifs aux nanoparticules comportaient plusieurs lacunes et en étaient à leurs balbutiements⁵²⁴. Si cette affirmation est, aujourd'hui, possiblement atténuée en ce qui concerne la France, elle conserve encore son acuité en ce qui a trait au Canada et au Québec. Par ailleurs, un consensus semble régner, au Canada et au niveau international, quant à la possibilité, selon les cas, d'appliquer les cadres normatifs visant les produits chimiques aux nanomatériaux⁵²⁵. D'ailleurs, il y a quelques années, la Commission de l'éthique en science et en technologie du Québec, publiait le document précédemment évoqué, intitulé *Enjeux éthiques des nanotechnologies dans le secteur agroalimentaire*⁵²⁶ dans lequel elle précisait que « le cadre réglementaire fédéral applicable aux aliments nouveaux est le mieux adapté à l'évaluation des aliments issus des nanotechnologies puisqu'il requiert une évaluation systémique de leur innocuité »⁵²⁷.

⁵²³ LORD, F. *Réglementation des nanotechnologies dans le domaine agroalimentaire*. Rapport rédigé pour le supplément à l'avis Éthique et nanotechnologies : se donner les moyens d'agir. FÉVRIER 2011. Voir également : FEIGENBAUM, D., NSAMIRIZI, A., SINCLAIR-DESGAGNÉ, B. *Les Nanotechnologies : leurs bénéfices et leurs risques potentiels*, Série Scientifique, Montréal, 2004, p. 30.

⁵²⁴ BEAUDOIN, S., VANDELAC, L., PAPILLOU, C. « Nanofoods: Environmental, Health, and Socioeconomic Risks or the Achilles' Heel of Nanotechnologies? ». *Nanotechnology and human health*, 2013.; MANIET, F. *Nanotechnologies et produits de consommation, quels risques? quels encadrements?* Montréal, Yvon Blais, 2012.

⁵²⁵ <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/gestion-pollution/evaluation-substances-nouvelles/nanomateriaux.html>.

⁵²⁶ COMMISSION DE L'ÉTHIQUE EN SCIENCE ET EN TECHNOLOGIE DU QUÉBEC. *Enjeux éthiques des nanotechnologies dans le secteur agroalimentaire*, Supplément 2011 à l'avis *Éthique et nanotechnologies : se donner les moyens d'agir*.

⁵²⁷ COMMISSION DE L'ÉTHIQUE EN SCIENCE ET EN TECHNOLOGIE DU QUÉBEC. *Enjeux éthiques des nanotechnologies dans le secteur agroalimentaire*, Supplément 2011 à l'avis *Éthique et nanotechnologies : se donner les moyens d'agir*, p. 52. Voir MANIET, F. *Nanotechnologies et produits de consommation, quels risques? quels encadrements?* Montréal, Yvon Blais, 2012, p. 143.

Or, plusieurs questionnent l'effectivité et l'efficacité des instruments actuellement en place à l'égard de certaines nanoparticules, nommément le TiO₂ et l'additif (connu en Europe sous le code E 171) dans le secteur agroalimentaire. Nous examinons ici la portée du cadre normatif.

4.1

Cadre normatif canadien

Tout comme les États-Unis, le Canada semble avoir une approche axée sur le marché en ce qui a trait à la régulation des nanomatériaux⁵²⁸, alors que l'Union européenne, davantage imprégnée du principe de précaution semble plus enclin à encadrer certaines substances⁵²⁹ même si, comme le souligne Piccchi, elle n'a pas de « comprehensive and conclusive scientific data concerning their potential risks »⁵³⁰. Il est aisé de constater – à la suite d'un recensement des lois et règlements relatifs au TiO₂ et même, plus largement, relatifs aux nanotechnologies en vigueur au Québec et au Canada – que le cadre normatif est très peu étoffé⁵³¹ et, dans la perspective de gestion spécifique des nanoparticules de TiO₂ dans le secteur agroalimentaire, il est presque totalement absent, si on exclut quelques mentions spécifiques. Ce quasi vide législatif permet ainsi au TiO₂ nanoparticulaire d'être intégré à différents produits et d'être commercialisé

⁵²⁸ PICECCHI, D. Tiny Things with a Huge Impact: The International Regulation of Nanomaterials, 7 *Mich. J. Envtl. & Admin. L.* 447 (2018), p. 457.

⁵²⁹ RODINE-HARDY, K. Nanotechnology and Global Environmental Politics: Transatlantic Divergence, 16 *Global Envtl. Pol.* (2016) 89, 89.

⁵³⁰ PICECCHI, D. Tiny Things with a Huge Impact: The International Regulation of Nanomaterials, 7 *Mich. J. Envtl. & Admin. L.* 447 (2018), p. 457. FALKNER, R., JASPERS, N. Regulating Nanotechnologies, Risk, Uncertainty and the Global Governance Gap, 12 *Global Envtl. Pol.* (2012) 30, 31 p. 7.

⁵³¹ On consultera notamment SANER, M., HEAFEY, E. A Primer on Nanomaterials Regulation, *Institute for Science, Society and Policy (Ottawa)*, 2012. Disponible à l'adresse: <http://www.issp.uottawa.ca>.

sans contrôle direct, tout comme d'ailleurs une panoplie de produits qui intègrent des nanomatériaux.⁵³²

Attardons-nous donc aux lois et règlements, au Québec et au Canada, qui peuvent s'appliquer aux nanomatériaux en général. Précisons que nous abordons les lois adoptées par le Parlement du Canada et par l'Assemblée législative du Québec et n'étudions pas les lois des autres provinces canadiennes, sauf quelques cas spécifiques.

Au sens large, le secteur de l'agroalimentaire est notamment régi par la *Loi sur les engrais*⁵³³ ainsi que par le *Règlement sur les engrais*⁵³⁴. En ce qui a trait aux produits biologiques vétérinaires, c'est à la *Loi sur la santé des animaux*⁵³⁵ et au *Règlement sur la santé des animaux*⁵³⁶ qu'il importe de se référer.

Le cadre général est aussi constitué de la *Loi relative aux aliments du bétail*⁵³⁷ et du *Règlement de 1983 sur les aliments du bétail*⁵³⁸ adopté sous son égide. De plus, la *Loi sur les produits parasitaires*⁵³⁹ et le *Règlement sur les produits antiparasitaires*⁵⁴⁰ peuvent, en lien avec les nanotechnologies, trouver application.

Or, dans le cadre qui nous occupe, certains instruments visent de façon plus spécifique la mise en marché et le contrôle des aliments.

⁵³² NIELSEN E. *Nanotechnology and its Impact on Consumers*. Report to the Consumer Council of Canada, 2008 p. 56. Disponible à l'adresse : https://www.consumerscouncil.com/site/consumers_council_of_canada/assets/pdf/Nanotech_report.pdf; MANIET, F. *Nanotechnologies et produits de consommation, quels risques? quels encadrements?* Montréal, Yvon Blais, 2012, p. 75.

⁵³³ *Loi sur les engrais*, L.R.C., 1985, chapitre F-10.

⁵³⁴ *Règlement sur les engrais*, C.R.C., chapitre 66.

⁵³⁵ *Loi sur la santé des animaux*, L.c., 1990, chapitre 21.

⁵³⁶ *Règlement sur la santé des animaux*, C.R.C., chapitre 296.

⁵³⁷ *Loi relative aux aliments du bétail*, L.R.C. (1985), chapitre F-9.

⁵³⁸ DORS/83-593.

⁵³⁹ *Loi sur les produits parasitaires*, L.c., 2002, chapitre 28.

⁵⁴⁰ *Règlement sur les produits antiparasitaires*, 2006, 140 Gaz. Can. II, 646.

On retrouve la *Loi sur l'emballage et l'étiquetage des produits de consommation*⁵⁴¹, la *Loi sur la salubrité des aliments au Canada*⁵⁴², la *Loi sur l'inspection des viandes*⁵⁴³ et la *Loi sur l'inspection du poisson*⁵⁴⁴. Par ailleurs, l'article 10 du *Règlement sur la salubrité des aliments au Canada* (DORS/2018-108) prévoit la possibilité d'utiliser les additifs alimentaires.

Le dioxyde de titane fait partie de la vaste classe des colorants/additifs alimentaires et les additifs alimentaires sont régis par le *Règlement sur les aliments et drogues*. Plus précisément, une liste des différents colorants (additifs alimentaires) qui sont autorisés a été incorporée dans le *Règlement de mise en marché d'additifs alimentaires comme colorants* (DORS/2010-204), alors que l'article 1 (1) de ce règlement définit précisément un colorant comme étant un « [a]dditif alimentaire qui ajoute de la couleur aux aliments ou restitue leurs couleurs ».

Aussi, l'importante *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (1999) (L.c., 1999, chapitre 33), ainsi que le *Règlement sur les renseignements concernant les substances nouvelles* (substances chimiques et polymères), (2005, 139 Gaz. Can. II, 1864) et le *Règlement sur les renseignements concernant les substances nouvelles* (organismes), (2005, 139 Gaz. Can. II, 1929) fixent le cadre normatif relatif aux nouvelles substances.⁵⁴⁵

Actuellement, les différents nanomatériaux qui ne se retrouvent pas parmi les substances identifiées au sein de la *Liste intérieure des substances* (LIS) tombent sous

⁵⁴¹ *Loi sur l'emballage et l'étiquetage des produits de consommation*, L.R.C. (1985), chapitre C-38.

⁵⁴² *Loi sur la salubrité des aliments au Canada*, L.C. 2012, ch. 24.

⁵⁴³ *Loi sur l'inspection des viandes*, S.c., 1985, chapitre 25.

⁵⁴⁴ *Loi sur l'inspection du poisson*, L.R.C. (1985), chapitre F-12.

⁵⁴⁵ COMMISSION DE L'ÉTHIQUE EN SCIENCE ET EN TECHNOLOGIE. Enjeux éthiques des nanotechnologies dans le secteur agroalimentaire, Supplément 2011 à l'Avis Nanotechnologies, se donner les moyens d'agir, p. 38.

l'égide du *Règlement sur les renseignements concernant les substances nouvelles*.⁵⁴⁶

Or, le dioxyde de titane est inscrit sur la *Liste intérieure des substances* (numéro d'identification 13463-67-7), et n'est donc pas assujéti au Règlement précité relatif aux substances nouvelles.⁵⁴⁷

Santé Canada souligne que la forme nanoparticulaire des différentes substances qui sont inscrites sur la liste intérieure des substances est considérée à titre de nanomatériaux qui existent et, ainsi (suivant en ce sens le libellé du cadre normatif), n'a pas été considérée dans le cadre de l'évaluation des risques effectuée sous l'égide de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* de 1999.⁵⁴⁸ Cette *considération* a donc des répercussions dans le cadre de la gestion des risques et d'un éventuel contrôle de la toxicité. Mais, dans ce cadre, Santé Canada affirme que les différents scientifiques qui oeuvrent auprès de la Direction des aliments au sein de la Direction générale des produits de santé et des aliments, évaluent de façon détaillée et rigoureuse l'innocuité des additifs qui sont soumis pour autorisation, notamment en ce qui a trait à la toxicologie⁵⁴⁹.

⁵⁴⁶ <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/substances-chimiques/plan-gestion-produits-chimiques/initiatives/nanomateriaux.html>.

⁵⁴⁷ <https://pollution-waste.canada.ca/substances-search/Substance/DisplaySubstanceDetails?Name=Dioxyde%20de%20titane&SearchLang=fr>.

⁵⁴⁸ <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/substances-chimiques/plan-gestion-produits-chimiques/initiatives/nanomateriaux.html>

⁵⁴⁹ <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/aliments-nutrition/salubrite-aliments/additifs-alimentaires.html>

On peut également évoquer la *Loi sur les produits dangereux*, L.R.C (1985), c. H-3. Par ailleurs, quelques décrets et règlements⁵⁵⁰, dont le très récent *Règlement sur les urgences environnementales* (2019)⁵⁵¹ mentionnent le Titane.

Dans la province de l'Ontario, en 2016, une valeur a été fixée pour le dioxyde de titane dans le cadre des Critères de qualité de l'air ambiant – classé selon le nom du contaminant.⁵⁵²

Mais, dans le cadre qui nous occupe, il est particulièrement pertinent de souligner que le *Règlement sur les aliments et drogues* (C.R.C., ch. 870), précise que le dioxyde de titane fait partie des colorants qui sont autorisés dans le cadre de la fabrication des drogues (certaines précisions sont prévues quant à l'addition de substrat de mica), alors que, dans le contexte agroalimentaire, le bioxyde de titane est autorisé à titre de colorant (additif alimentaire)⁵⁵³.

Au sein de la fédération canadienne, cet encadrement normatif est complété par celui adopté par les provinces, dans leurs champs de compétences. Nous nous penchons maintenant sur le cadre normatif québécois, susceptible de régir les nanoparticules, particulièrement le TiO₂ et l'additif E 171.

⁵⁵⁰ Règlement sur le contrôle de l'importation et de l'exportation aux fins de la non-prolifération nucléaire (DORS/2000-210); Règlement multisectoriel sur les polluants atmosphériques, DORS/2016-151 (article 2); Règlement sur les aliments et drogues (C.R.C., ch. 870) (article 4.1) Malgré le paragraphe (1), aucun fabricant ne peut employer dans une drogue une préparation effectuée par l'addition d'une des substances suivantes à un substrat de mica, sauf si les conditions prévues au paragraphe (4.3) sont réunies :a) dioxyde de titane (C.I. no 77891); Règlement sur les renseignements concernant les substances nouvelles (substances chimiques et polymères) (DORS/2005-247); Décrets no 5 de réduction accélérée des droits de douane – DORS/91-548 (Annexe); Règlement sur l'exportation et l'importation de déchets dangereux et de matières recyclables dangereuses – DORS/2005-149 (Annexe 5); Règlement sur les urgences environnementales – DORS/2003-307 (Annexe 1 : Liste des substances).

⁵⁵¹ DORS/2019-51 (Annexe 1 : Liste des substances).

⁵⁵² <https://www.ontario.ca/page/ontarios-ambiant-air-quality-criteria-sorted-contaminant-name>. La limite a été fixée à 24 hour: 34 µg/m³.

⁵⁵³ Voir le Tableau III du titre 16 du Règlement.

4.2

Cadre normatif québécois

Les champs de compétence ont un impact sur les modalités de prises en charge par les différentes pièces législatives. Généralement, différentes pièces législatives et réglementaires adoptées par le fédéral visent la sécurité des produits alors que les cadres adoptés au niveau provincial s'attardent surtout sur la fabrication/distribution des produits alimentaires.⁵⁵⁴ Par exemple, au Québec, ce sont les acteurs (fournisseurs, producteurs, distributeurs) qui sont surtout visés quant aux modalités relatives à l'obtention de permis, aux inspections et aux standards des équipements et de la chaîne de production.⁵⁵⁵

Au sein de l'arsenal législatif provincial, on retrouve la *Loi sur les produits alimentaires*⁵⁵⁶ dont l'article 3 prévoit que les produits alimentaires ne doivent pas être impropres à la consommation, altérés de manière à les rendre impropres à la consommation. L'innocuité doit également être assurée tout comme le respect de toutes les prescriptions de la loi.

L'article 3.1 de cette même loi prévoit par ailleurs que rien ne doit, dans le cadre des installations, de l'exécution des différentes opérations visant la préparation, le conditionnement ou la transformation des produits, leur entreposage ou encore l'exécution de toute autre opération être « susceptible d'affecter la salubrité des

⁵⁵⁴ COMMISSION DE L'ÉTHIQUE EN SCIENCE ET EN TECHNOLOGIE. Enjeux éthiques des nanotechnologies dans le secteur agroalimentaire, Supplément 2011 à l'Avis Nanotechnologies, se donner les moyens d'agir, p. 38; LORD F. *Réglementation des nanotechnologies dans le domaine agroalimentaire*. Rapport rédigé pour le supplément à l'avis Éthique et nanotechnologies : se donner les moyens d'agir. FÉVRIER 2011.

⁵⁵⁵ COMMISSION DE L'ÉTHIQUE EN SCIENCE ET EN TECHNOLOGIE. Enjeux éthiques des nanotechnologies dans le secteur agroalimentaire, Supplément 2011 à l'Avis Nanotechnologies, se donner les moyens d'agir, p. 38; LORD, F. *Réglementation des nanotechnologies dans le domaine agroalimentaire*. Rapport rédigé pour le supplément à l'avis Éthique et nanotechnologies : se donner les moyens d'agir. FÉVRIER 2011.

⁵⁵⁶ *Loi sur les produits alimentaires*, c. P-29, 1981, c. 29, a. 1; 2000, c. 26, a. 1.

produits ou les conditions sanitaires de l'exploitation ». Ces prescriptions visent tous les exploitants, qu'il s'agisse d'exploitants qui on recourt ou non aux nanomatériaux.⁵⁵⁷ Quoique différents autres articles prévoient des obligations éventuellement applicables aux nanos, l'article 3.4. revêt une importance particulière en ce qu'il prévoit que les exploitants évoqués à l'article 3.1 doivent « retirer ou rappeler tout produit destiné à la consommation humaine qui est impropre à la consommation humaine, qui est altéré de manière à le rendre impropre à cette consommation, dont l'innocuité n'est pas assurée ou dont l'absence d'information ou l'information apparaissant sur le produit ou son emballage n'en permet pas la consommation sécuritaire. À cette fin, ces exploitants doivent se munir d'un système de traçabilité conforme aux exigences prescrites par règlement ». Ce rappel de produit est particulièrement susceptible d'affecter les assureurs et réassureurs, s'agissant d'un risque qui peut faire l'objet d'une protection d'assurance et dont les implications peuvent être à la fois majeures et multiples.

Nous abordons d'ailleurs, dans le dernier chapitre, plusieurs incidences assurancielles liées au rappel de produits susceptibles de contenir du TiO₂, dont la responsabilité des fabricants/distributeurs.

Par ailleurs, soulignons qu'en vertu de l'article 15 de la *Loi sur les pesticides*⁵⁵⁸, susceptibles de s'appliquer aux nanomatériaux, le ministre peut, dans le cas où une activité visée constitue un risque déraisonnable d'atteinte à la santé de l'être humain rendre une ordonnance afin de forcer une personne à ne pas effectuer ou à cesser d'effectuer, de façon temporaire ou définitive, une partie ou l'ensemble de l'activité en cause.

⁵⁵⁷ LORD, F. *Réglementation des nanotechnologies dans le domaine agroalimentaire*. Rapport rédigé pour le supplément à l'avis Éthique et nanotechnologies : se donner les moyens d'agir. FÉVRIER 2011.

⁵⁵⁸ *Loi sur les pesticides*, c. P-9.3. Voir également le *Code de gestion des pesticides*, c. P-9.3, r. 1 adopté en vertu de la *Loi sur les pesticides* (chapitre P-9.3, a. 101, 104, 105, 105.1, 106, 107 et 109).

D'autres dispositifs ont également été adoptés. Pensons aux lois et règlements suivants :

- *Loi sur la pharmacie*, L.R.Q., c. P-10
- *Loi sur les médecins vétérinaires*, L.R.Q., c. M-8
- *Règlement sur les conditions et modalités de vente des médicaments*, R.R.Q., c. P-10, r. 12
- *Loi sur la qualité de l'environnement*, L.R.Q. c. Q-2
- *Règlement sur la qualité de l'atmosphère*, R.R.Q., c. Q-2, r. 38
- *Règlement sur la qualité de l'eau potable*, R.R.Q., c. Q-2, r. 40.

Au mois de juillet 2019, nos recherches nous ont permis d'identifier différents règlements en vigueur au Québec⁵⁵⁹ qui mentionnaient le titane.

Or, une des seules prescriptions spécifiquement relatives à l'utilisation du TiO₂ dans l'alimentation est prévu à l'article 11.8.6 du *Règlement sur les aliments*, c. P-29 r.1, adopté en vertu de la *Loi sur les produits alimentaires*, lequel prévoit que l'ajout de bioxyde de titane dans les produits laitiers est interdit.

À ce jour, l'encadrement de l'utilisation du TiO₂ nanoparticulaire ou de différents additifs alimentaires pouvant contenir du TiO₂ est, au Québec et au Canada, peu étoffé, si ce n'est, comme nous l'avons vu, de balises accessoires prévues notamment, au fédéral, par le *Règlement sur les aliments et drogues* (C.R.C., ch. 870) qui autorise le bioxyde de titane à titre d'additif alimentaire comme colorants pour aliments ou, dans

⁵⁵⁹ *Règlement sur les normes minimales de premiers secours et de premiers soins*, c. A-3.001, r. 10; *Règlement sur les attestations d'assainissement en milieu industriel*, c. Q-2, r. 5; *Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère*, c. Q-2, r. 15; *Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection*, c. Q-2, r. 35.2; *Règlement sur la qualité de l'atmosphère*, c. Q-2, r. 38; *Règlement concernant le système de plafonnement et d'échange de droits d'émission de gaz à effet de serre*, c. Q-2, r. 46.1; *Règlement sur les comités de santé et de sécurité du travail*, c. S-2.1, r. 5; *Règlement sur la qualité du milieu de travail*, c. S-2.1, r. 11; *Règlement sur le représentant à la prévention dans un établissement*, c. S-2.1, r. 12; *Règlement sur la santé et la sécurité du travail*, c. S-2.1, r. 13; *Règlement sur la santé et la sécurité du travail dans les mines*, c. S-2.1, r. 14.

la province de Québec, par l'article 11.8.6 du *Règlement sur les aliments* qui prévoit que l'ajout de bioxyde de titane dans les produits laitiers est interdit.

Les initiatives normatives des législateurs québécois et canadiens sont donc peu nombreuses et laissent place à une utilisation des nanoparticules dans l'alimentation dont le contrôle est presque inexistant.

Nous nous penchons dans la prochaine section sur les prescriptions normatives de la France et de l'Europe.

4.3

Cadres normatifs européen et français

Un examen de l'état du droit des dernières années permet de constater que le cadre normatif relatif à l'alimentation n'est, en Europe et en France, pas statique et évolue constamment même si ce cadre demeure parfois inefficace, notamment en raison d'une application fragmentaire.

En 2008, la Commission européenne mentionnait que « la législation actuelle couvre dans une large mesure les risques relatifs aux nanomatériaux et ces risques peuvent être gérés à l'aide du cadre législatif existant »⁵⁶⁰. Mais depuis quelques années, au niveau de l'Union européenne, le cadre relatif à la sécurité alimentaire comporte certains instruments régissant la production, l'étiquetage et le suivi, et ce, durant toute la chaîne de production/approvisionnement.

⁵⁶⁰ Communication de la Commission du 17 juin 2008, *Aspects réglementaires des nanomatériaux*, doc. COM (2008) 366 final, p. 4. Voir également: WIDLER, T., MEILI, C., WIECZOREK, R. Cologne, Risk Monitoring for Nanomaterials Helps Insurers Conduct Risk Analyses, September, *Insurance Issues*, 2015, p. 2; JOHNSON, V.R. Nanotechnology, Environmental Risks, and Regulatory Options. *Penn. State law Rev.*, 2017, Vol. 121:2, p. 494.

On retrouve notamment le *Règlement relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage*⁵⁶¹, communément désigné *CLP*; le *Règlement relatif aux produits biocides*⁵⁶², le Règlement (CE) no 178/2002 du Parlement européen et du Conseil du 28 janvier 2002 établissant les principes généraux et les prescriptions générales de la législation alimentaire, instituant l'Autorité européenne de sécurité des aliments et fixant des procédures relatives à la sécurité des denrées alimentaires, le Règlement (CE) N° 852/2004 du Parlement Européen et du Conseil du 29 avril 2004 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires (qui établit certaines règles d'hygiène), le Règlement (CE) NO 853/2004 du Parlement Européen et du Conseil du 29 avril 2004 fixant des règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale, le Rectificatif au règlement (CE) n° 853/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 fixant des règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale. Au niveau de l'environnement, les nanoparticules sont notamment abordées à l'article L. 523 du *Code de l'environnement*.

Dans le cadre de l'utilisation de nanoparticules, notamment le TiO₂ et l'additif alimentaire E171, le contexte entourant leur utilisation dans l'alimentation est des plus houleux et les prises de position, dans l'arène politique, ont témoigné de la polarisation des idées entre les parties politiques, mais, aussi, au sein du gouvernement, où on n'a pu prétendre à une ligne de pensée unique, à telle enseigne que les prises de positions publiques ont parfois été diamétralement opposées, et ce, à l'intérieur de très petites fenêtres temporelles.

⁵⁶¹ Règlement (CE) no 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.

⁵⁶² Règlement (UE) n° 528/2012 du Parlement européen et du Conseil du 22 mai 2012 concernant la mise à disposition sur le marché et l'utilisation des produits biocides.

Or, la trajectoire réglementaire de l'additif alimentaire E 171 n'a, elle non plus, certes pas été des plus linéaires. Dans la présente section, nous abordons le cadre normatif relatif aux nanoparticules de TiO₂, plus particulièrement l'additif alimentaire E 171.

Le règlement REACH du 18 décembre 2006 (acronyme de Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals, en français Enregistrement, évaluation, autorisation et restriction des produits chimiques) est entré en vigueur le 1^{er} juin 2007 et constitue une pièce normative importante en Europe. En vertu de ce cadre, les industriels doivent transmettre différentes informations (substances produites ou exploitées) à l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA). Quoique les nanomatériaux ne soient pas visés de façon spécifique par ce règlement, ils constituent par ailleurs des substances qui tombent sous sa gouverne. Or, une des difficultés quant à la procédure d'enregistrement est celle relative à la quantité de production, car la procédure ne vise que les productions (annuelles et par fabricant) qui sont supérieures à une tonne.⁵⁶³ Plusieurs nanomatériaux échappent, en fonction de cette mesure de protection, à la procédure. En ce qui a trait à la procédure d'autorisation relative aux substances « extrêmement préoccupantes », là aussi, des écueils liés à la définition et à la qualification surgissent.

Or, le nouveau Règlement (UE) 2018/1881 de la Commission du 3 décembre 2018, depuis longtemps réclamé⁵⁶⁴, vient mettre à jour quelques annexes (I, II, VI, VIII, IX, X, XI et XII) du règlement REACH et clarifier les exigences quant à l'information qui doit être fournie dans les dossiers d'enregistrement de forme nanoparticulaire des substances. Les nouvelles règles qui y sont prévues doivent entrer en vigueur le 1^{er} janvier 2020.

⁵⁶³ BINET, S., DEDESSUS-LE MOUSTIER, N., DELEMARLE, A., *et al.* *Les nanomatériaux manufacturés à l'horizon 2030 en France. [Rapport Technique] INRS.* 2015. hal-01275791, p. 92. Disponible à l'adresse : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01275791/document>.

⁵⁶⁴ CHASKIEL, P. La précaution « des » nanotechnologies. *Communication et organisation.* 2014 p. 28-29. Disponible à l'adresse : <https://journals.openedition.org/communicationorganisation/4459>.

Mais ces nouvelles règles ne font pas l'unanimité. Aussi, les interprétations pouvant être données aux nouveaux textes par la fédération européenne des industriels chimiques (CEFIC) « pourrait remettre en cause la qualité des données enregistrées »⁵⁶⁵.

La Commission européenne a initié des travaux afin de procéder à une nouvelle classification du TiO₂ et il semble que la classification proposée contienne une importante faille juridique. Le dioxyde de titane sous forme de poudre nécessiterait un étiquetage pouvant indiquer que des soupçons existent quant à la possibilité qu'une inhalation puisse causer le cancer. Mais lorsque le TiO₂ est utilisé dans un liquide ou d'autres mélanges (peinture, crème solaire, etc.), un étiquetage moins important serait requis ce qui est, selon certains, des plus inquiétants considérant le fait que, précisément, le TiO₂ est presque toujours utilisé dans des mélanges. Ainsi, dans l'éventualité où cette proposition est adoptée, la grande majorité des produits utilisés par les consommateurs ne serait assujetti qu'aux règles d'étiquetage moins contraignantes.⁵⁶⁶

En ce qui a trait à l'étiquetage des produits nanos dans l'alimentation, il est obligatoire (en théorie du moins) depuis le mois de décembre 2014. C'est l'article 18 al. 3 du Règlement européen concernant l'information des consommateurs sur les denrées alimentaires (INCO)⁵⁶⁷, auquel nous référiions précédemment, qui prévoyait initialement l'obligation d'inscrire la mention « nano » avant le nom de l'ingrédient

⁵⁶⁵ <http://veillenanos.fr/wakka.php?wiki=ActualiteS>.

⁵⁶⁶ <https://corporateeurope.org/en/2019/06/toxic-lobbying-titanium-dioxide-label-debate-continues>.

⁵⁶⁷ Règlement (UE) n° 1169/2011 du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2011 concernant l'information des consommateurs sur les denrées alimentaires, modifiant les règlements (CE) n° 1924/2006 et (CE) n° 1925/2006 du Parlement européen et du Conseil et abrogeant la directive 87/250/CEE de la Commission, la directive 90/496/CEE du Conseil, la directive 1999/10/CE de la Commission, la directive 2000/13/CE du Parlement européen et du Conseil, les directives 2002/67/CE et 2008/5/CE de la Commission et le règlement (CE) n° 608/2004 de la Commission.

visé : « Tous les ingrédients qui se présentent sous forme de nanomatériaux manufacturés sont indiqués clairement dans la liste des ingrédients. Le nom des ingrédients est suivi du mot « nano » entre crochets ». En 2015, le Règlement « Nouveaux aliments » est adopté par le Parlement européen⁵⁶⁸. Il vise les denrées alimentaires composées de nanomatériaux manufacturés (anthropiques), mais on y précise que les additifs alimentaires ne sont pas visés, puisqu'ils tombent sous l'égide du Règlement sur les additifs alimentaires du 16 décembre 2008.⁵⁶⁹ En dépit de l'existence de ce cadre, les prescriptions ne sont pas respectées, plusieurs études ayant démontré la présence de différents nanomatériaux dans des produits alimentaires alors qu'aucune mention « nano » n'apparaissait.⁵⁷⁰

Pourquoi les compagnies ont-elles souvent omis ou refusé d'inscrire cette mention, pourtant obligatoire, sur leur produit? Plusieurs raisons –dont un oubli de leur part – permettent d'expliquer ce comportement, mais deux retiennent notre attention. Dans un premier temps, des considérations marketing conduisent probablement des compagnies à pratiquer cette rétention d'information afin d'éviter une perte de clientèle (en raison de l'ignorance et de la crainte à l'égard des effets sanitaires de certaines nanoparticules). Dans un deuxième temps – et ceci participe une fois de plus de la traçabilité défailante des produits du nano –, il peut être ardu pour un commerçant de connaître la composition exacte du produit, en raison notamment du fait que des fournisseurs d'éléments, de composantes, d'ingrédients peuvent eux-mêmes ignorer la

⁵⁶⁸ RÈGLEMENT (UE) 2015/2283 du Parlement européen et du Conseil du 25 novembre 2015 relatif aux nouveaux aliments, modifiant le règlement (UE) n° 1169/2011 du Parlement européen et du Conseil et abrogeant le règlement (CE) n° 258/97 du Parlement européen et du Conseil et le règlement (CE) n° 1852/2001 de la Commission.

⁵⁶⁹ RÈGLEMENT (CE) n° 1333/2008 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 16 décembre 2008

sur les additifs alimentaires.

⁵⁷⁰ Notamment : Campagne « Stop aux nanos », <https://www.agirpourenvironnement.org/communiqués-presse/enquete-exclusive-des-analyses-revelent-la-presence-de-nanoparticules-dans-3980> ainsi que les recensements effectués par open food facts : <https://fr.openfoodfacts.org/additif/e171-oxyde-de-titane/2>.

présence de nano produits ou peuvent avoir décider de ne pas le mentionner aux autres acteurs de la chaîne d'approvisionnement (traçabilité B2B). Mais, cette ignorance ne doit pas permettre de cuirasser les producteurs qui demeurent imputables de la qualité et de la composition du produit, autres considérations importantes dans le contexte de la responsabilité et des assurances, dont nous reparlons dans la deuxième partie.

Outre le cadre relatif aux aliments eux-mêmes, des instruments ont été élaborés afin de régir certains matériaux susceptibles d'entrer en contact avec les aliments. Le Règlement (CE) n° 1935/2004 du Parlement européen et du Conseil du 27 octobre 2004 concernant les matériaux et objets destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires fait partie de ces instruments. Le Règlement (UE) n° 10/2011 de la Commission du 14 janvier 2011 concernant les matériaux et objets en matière plastique destinés à entrer en contact avec des denrées alimentaires énonce que l'utilisation de substances nanoparticulaires doit, dans ce contexte, avoir été autorisée.⁵⁷¹

En ce qui concerne la France, elle prévoit plusieurs dispositifs relatifs aux nanomatériaux, dont le *Code de la santé publique*, la législation relative à la sécurité des produits et le *Code de l'environnement* (article L. 523). La France devenait, en 2013, le premier pays à instaurer l'obligation de déclarer annuellement les substances à l'état nanoparticulaire, (permettant d'alimenter le registre R-Nano). Le but du dispositif est de permettre de connaître davantage l'état de l'utilisation et, en amont, de la production des substances nanoparticulaires. Suivant le libellé même du décret, « le dispositif relatif à la déclaration annuelle des substances à l'état nanoparticulaire pris en application de l'article L. 523-4 du code de l'environnement a pour objet de mieux connaître ces substances et leurs usages, de disposer d'une traçabilité des filières d'utilisation, d'une meilleure connaissance du marché et des volumes commercialisés

571

https://www.deleguescommerciaux.gc.ca/trade_commissioners-delegues_commerciaux/guides/eu_export-guide_ue.aspx?lang=fra#4.

et enfin de collecter les informations disponibles sur leurs propriétés toxicologiques et écotoxicologiques »⁵⁷². Ce dispositif est issu de l'engagement n° 159 du Grenelle de l'environnement⁵⁷³. C'est la disposition 185 de la Loi Grenelle II qui vient préciser la nature des informations à transmettre. À la lumière de ce cadre, « les entreprises produisant, distribuant et important des substances à l'état nanoparticulaire, laboratoires publics et privés de recherche »⁵⁷⁴ sont tenus de déclarer leur identité, les usages et propriétés des substances, leur quantité de même que les utilisateurs professionnels à qui les substances ont été cédées, et ce, afin d'établir une traçabilité. Cette déclaration est obligatoire si tant est qu'il s'agisse d'une quantité minimale de 100 grammes d'une même substance (produite, importée ou distribuée), durant l'année. Les diverses modalités d'application ont été établies par le décret n° 2012-232 du 17 février 2012 alors que la nature des informations qui doivent être déclarées a été précisée dans l'arrêté⁵⁷⁵ du 6 août 2012.⁵⁷⁶ Or, comme on fixe la proportion minimum des différentes particules présentant soit une ou plusieurs dimensions externes entre 1nm et 100 nm à 50% de l'éventuelle distribution des tailles (en nombre), la base R-nano ne prend pas en considération les nanoparticules qui peuvent être contenues dans un produit constitué d'un mélange lorsqu'elles sont inférieures à 50%. Ainsi, quoique la proportion de l'additif E 171 soit importante, pouvant être de 39%, elle ne tombe pas

⁵⁷² Décret n° 2012-232 du 17 février 2012 relatif à la déclaration annuelle des substances à l'état nanoparticulaire pris en application de l'article L. 523-4 du code de l'environnement, JORF n°0043 du 19 février 2012 page 2863
 texte n° 4, NOR: DEVP1123456D, ELI:
<https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2012/2/17/DEV1123456D/jo/texte>

⁵⁷³ Qui est « traduit à l'article 42 de la Loi Grenelle I du 3 août 2009, puis à l'article 185 de la Loi Grenelle II du 12 juillet 2010 (créant notamment les articles L. 523-1 à 5 dans le code de l'environnement) » : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/nanomateriaux#e0>.

⁵⁷⁴ Décret n° 2012-232 du 17 février 2012 relatif à la déclaration annuelle des substances à l'état nanoparticulaire pris en application de l'article L. 523-4 du code de l'environnement.

⁵⁷⁵ Arrêté du 6 août 2012 relatif au contenu et aux conditions de présentation de la déclaration annuelle des substances à l'état nanoparticulaire, pris en application des articles R. 523-12 et R. 523-13 du code de l'environnement, JORF n°0185 du 10 août 2012.

⁵⁷⁶ <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/nanomateriaux#e0>; BINET, S., DEDESSUS-LE MOUSTIER, N., DELEMARLE, A., et al. *Les nanomatériaux manufacturés à l'horizon 2030 en France. [Rapport Technique] INRS*. 2015. hal-01275791, p. 92. Disponible à l'adresse : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01275791/document>.

sous le coup de cette prescription.⁵⁷⁷ En vertu de la définition du 18 octobre 2011 de la Commission européenne, l'additif E 171 n'est pas un nanomatériau alors qu'en vertu de définitions des règlements INCO⁵⁷⁸ et Novel Food⁵⁷⁹, l'additif E171 tombe sous l'égide de la catégorie des nanomatériaux.⁵⁸⁰ La variabilité des définitions suscite des qualifications diverses, ce que nous précisons ici, car cela peut avoir des implications assurancielles.

Un tempérament à cette obligation est toutefois prévu. En effet, le décret prévoit la possibilité de demander à ce que les informations déclarées restent confidentielles lorsque leur diffusion pourrait porter atteinte au secret industriel et commercial⁵⁸¹, ouvrant la porte à un registre incomplet.

Notons que cette mesure n'a rencontré ni l'efficacité ni l'effectivité initialement souhaitée par la Grenelle de l'environnement de 2007.⁵⁸² Grenelle a toutefois eu, au niveau législatif et réglementaire, un impact considérable, un programme

⁵⁷⁷ HAUT CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE. *Bilan des connaissances relatives aux effets des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO₂) sur la santé humaine; caractérisation de l'exposition des populations et mesures de gestion*, Rapport, Avril 2018, 149 pages, p. 38-39. ANSES 2017 : AVIS de l'ANSES du 4 avril 2017, relatif à une demande d'avis relatif à l'exposition alimentaire aux nanoparticules de dioxyde de titane, Saisine n° 2017 -SA-0020, 2017. Disponible à l'adresse : <https://www.anses.fr/fr/system/files/ERCA2017SA0020.pdf>, p. 3.

⁵⁷⁸ Règlement (UE) n° 1169/2011 du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2011.

⁵⁷⁹ Règlement (UE) n°2015/2283 du Parlement européen et du Conseil du 25 novembre 2015 relatif aux nouveaux aliments, modifiant le règlement (UE) n°1169/2011 du Parlement européen et du Conseil et abrogeant le règlement (CE) n°258/97 du Parlement européen et du Conseil et le règlement (CE) n°1852/2001 de la Commission.

⁵⁸⁰ AGENCE NATIONALE DE SÉCURITÉ SANITAIRE DE L'ALIMENTATION, DE L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL. *Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux risques liés à l'ingestion de l'additif alimentaire E171*, 12 avril 2019, Saisine n° 2019-SA-0036, Maisons-Alfort, p. 1-2.

⁵⁸¹ CHATEAURAYNAUD, F., DEBAZ, J. *Aux bords de l'irréversible. Sociologie pragmatique des transformations*, Éditions PETRA, 2017, p. 279-280.

⁵⁸² Décret n° 2012-232 du 17 février 2012 relatif à la déclaration annuelle des substances à l'état nanoparticulaire pris en application de l'article L. 523-4 du code de l'environnement, JORF n°0043 du 19 février 2012 page 2863
 texte n° 4, NOR: DEVP1123456D, ELI:
<https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2012/2/17/DEVP1123456D/jo/texte>; GRIMFELD, A., et al. Rapport d'évaluation du Grenelle de l'environnement, octobre 2010.

gargantuesque s'étant étalé au cours des années suivant son adoption. À la fin de l'année 2017, au cours de laquelle 9700 déclarations ont été enregistrées, il y avait 1391 déclarants ayant près de 425 000 tonnes qui ont été produites ou importées en France. Dans le rapport d'étude 2017 du Ministère de la Transition écologique et solidaire, moins de 10 000 t ont été déclarées, mais le rapport précise qu'« un ou plusieurs usages confidentiels ont été déclarés pour cette substance »⁵⁸³.

Or, depuis son adoption, plusieurs critiques ont été formulées par des déclarants et aussi par des organismes publics de recherche. En ce qui a trait aux déclarants, la charge de travail qu'impliquait l'instauration de ce dispositif a été, durant les premiers mois, importante, mais la procédure d'enregistrement s'est par la suite allégée en raison du fait qu'il s'agissait alors (du moins pour ceux qui n'en n'étaient pas à un premier enregistrement) d'une mise à jour. Toutefois, ce sont encore des écueils liés aux définitions et à la caractérisation des différents nanomatériaux qui ont été décriés par certains déclarants qui se trouvaient parfois dans une situation où ils ne savaient pas s'ils devaient ou non procéder à une déclaration. Aussi, des réserves ont été formulées quant à la difficulté de transmettre certaines informations, particulièrement celles en lien avec les propriétés physico-chimiques. Précisons que le 12 juillet 2019, un avis scientifique sur les caractéristiques physico-chimiques de l'additif E171 a été publié par l'autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA)⁵⁸⁴.

Par ailleurs, des déclarants déplorent le fait que le dispositif n'est pas adapté au contexte réel des différentes chaînes de production/approvisionnement (confusion en ce qui a trait aux sous-traitants, problèmes liés aux manques de connaissances des

⁵⁸³ MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE. Direction générale de la prévention des risques. *Éléments issus des déclarations des substances à l'état nanoparticulaire*. Rapport d'étude 2017, p. 97.

⁵⁸⁴ EFSA. *Scientific opinion on the proposed amendment of the EU specifications for titanium dioxide (E 171) with respect to the inclusion of additional parameters related to its particle size distribution*. EFSA Journal 2019;17(7):5760, 23 p. 15. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5760>.

différents fournisseurs, etc.).⁵⁸⁵ C'est l'Arrêté du 5 mai 2017 qui a fixé les conditions d'étiquetage des nanomatériaux manufacturés dans les denrées alimentaires.⁵⁸⁶

C'est le 25 avril 2019 que l'Arrêté du 17 avril 2019 portant suspension de la mise sur le marché des denrées contenant l'additif E 171 (dioxyde de titane - TiO₂) est publié au journal officiel.⁵⁸⁷ Cet Arrêté, qui prévoit l'interdiction de l'additif E 171 en France à partir du 1^{er} janvier 2020, fut adopté dans un contexte en pleine effervescence et ponctué de rebondissements politiques et législatifs. Son adoption s'appuie sur deux principaux textes. Il se fonde d'abord sur l'Avis de l'Anses du 12 avril 2019.

Par ailleurs, il s'appuie sur l'article L. 521-17 du *Code de la consommation*, lequel article prévoit en fait que le ministre de la Consommation (ainsi qu'un ou des ministres intéressés, le cas échéant) peut notamment suspendre, par Arrêté, la fabrication, l'importation, l'exportation ou la mise en marché d'un *produit* en cas de danger grave ou immédiat.

Quelques remarques et questions s'imposent toutefois ici. Dans un premier temps, il semble que le gouvernement considère l'additif E 171 comme présentant un danger grave ou immédiat, s'appuyant sur l'avis de l'Anses. Or, le libellé de cette pièce normative est particulier en ce qu'il ne prévoit pas l'interdiction en cas de crainte de danger ou de suspicions quant à la toxicité alors que, pourtant, les connaissances peuvent ne pas être avancées. Plutôt, le libellé est de facture claire, soit « en cas de danger grave ou immédiat ». Cela s'arrime toutefois au principe de précaution, nous y revenons.

⁵⁸⁵ <http://veillenanos.fr/wakka.php?wiki=DeclarationObligatoireNanoFrance#Grenelle>.

⁵⁸⁶ Arrêté du 5 mai 2017 fixant les conditions d'étiquetage des nanomatériaux manufacturés dans les denrées alimentaires, NOR : ECFC1713814A, JORF no 0109 du 10 mai 2017, texte no 72.

⁵⁸⁷ <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000038410047&dateTexte=&categorieLien=i>.

Également, les prescriptions de cet article L 521-17 ne prévoient pas qu'il doit s'agir de danger grave ou immédiat *pour la santé de l'être humain*. C'est peut-être notamment fort de cette imprécision que l'Arrêté a pu être adopté (la plupart des études ayant été réalisées sur des animaux), quoique, pourrions-nous argumenter, le cadre dans lequel on retrouve l'article L521-17 (Code de la consommation) invite un regard dirigé sur la santé humaine. Notons par ailleurs que certaines dispositions réfèrent précisément à des « produits destinés à l'alimentation humaine ou animale », comme c'est le cas à l'article L 412-1 de ce même Code de la consommation.

De plus, l'article L521-17 permet un Arrêté relatif à un *produit* alors que l'Arrêté en question vise *l'additif alimentaire E 171*. Un additif peut-il être considéré comme un produit? Il est à ce titre intéressant de noter que l'article D122-1 (certes applicable, il est vrai à un autre contexte) prévoit qu'« [u]n produit brut, au sens de l'article L. 122-20, est un produit alimentaire cru ne contenant, notamment à l'occasion de son conditionnement ou du procédé utilisé pour sa conservation, aucun assemblage avec d'autres produits alimentaires excepté le sel ». Les nuances entre produits, ingrédients et additifs n'ont dans ce cadre, semble-t-il, pas suscité de questionnements particuliers.

Finalement, l'interdiction prévue par l'article L521-17 et, conséquemment, par l'Arrêté, ne peut être que pour une durée maximale d'un an. Considérant au demeurant que cet Arrêté réfère, selon le libellé même de cet instrument, « aux mesures de précaution qui s'imposent en matière de santé publique », il s'agit d'une alternative certaine à un moratoire. Il ne s'agit que d'une interdiction, au surplus fragilisée par sa portée temporaire, mais il s'agit tout de même d'une interdiction qui pourra être renouvelée.

Aussi, autre critique pouvant découler d'une lecture stricte du texte qui porte cette interdiction, la mesure aura pour effet d'interdire la « nouvelle » commercialisation (on réfère à la « mise sur le marché »), mais est donc susceptible, en principe, de ne pas

affecter les produits déjà disposés sur les étagères. Cette mesure, temporaire, est également ponctuée de brèches qui répondent sans doute au désir de l'industrie de pouvoir écouler les stocks déjà produits et ne constitue donc pas un interdit absolu et franc de la commercialisation des produits contenant du E 171.⁵⁸⁸

Par ailleurs, cette mesure provisoire et non définitive s'arrime au principe de précaution⁵⁸⁹ et l'évolution des connaissances scientifiques permettra, possiblement à court terme, une nouvelle évaluation et établira de nouvelles bases pour le processus décisionnel devant éventuellement mener à une reconduction, également d'une durée d'un an, de cette mesure ou à un cadre normatif différent, cela dépendra entre autres des connaissances et des visées de la puissance publique.

Il sera intéressant de poursuivre, au cours des prochains mois et des prochaines années, l'évaluation du cadre actuellement en place et des pièces normatives qui doivent entrer en vigueur sous peu, et ce, notamment afin d'évaluer leur effectivité et leur efficacité. Car le but recherché par l'adoption d'une règle peut au final ne pas s'arrimer avec les effets réels de son application, le problème en pareilles circonstances pouvant alors résider dans son libellé ou dans son application, entre autres liée à sa réception par les justiciables.

Par ailleurs, l'efficacité d'une règle dépend de son application et, comme nous l'avons vu, cette application est parfois inégale dans le temps et fragmentaire quant à sa portée. Le cadre relatif à l'étiquetage des produits nano en est un excellent exemple. Une des raisons permettant d'esquiver l'application de cette prescription d'étiquetage est relative au seuil de 100 nm, standard retenu de façon discrétionnaire, sinon arbitraire,

⁵⁸⁸ <http://www.clcv.org/communiqués-de-presse/suspension-du-dioxyde-de-titane-en-alimentation-un-arrete-a-minima.html>.

⁵⁸⁹ DEBRAY, B., SALVI, O., DUVAL, C., *et al.* *Gestion intégrée des risques émergents: Défis et objectifs du projet européen INTEG-RISK*. Maîtrise des Risques et de Sécurité de Fonctionnement, Lambda-Mu 16, Oct 2008, Avignon, France.

la Commission scientifique des risques sanitaires émergents et nouveaux ayant d'ailleurs signalé le fait que ce seuil n'était pas fondé scientifiquement⁵⁹⁰, tel que nous le soulignons dans le premier chapitre. Un système universel de description des nanomatériaux à l'échelle nanométrique, dont l'initiative⁵⁹¹ – une fois complétée – permettrait d'éviter plusieurs écueils liés à l'interprétation, retient depuis quelques années déjà l'attention de plusieurs scientifiques sans qu'un consensus ait à ce jour été obtenu.

Dans le cadre des précédents chapitres, nous avons eu l'occasion d'examiner les nanoparticules, spécialement les nanoparticules de dioxyde de titane de qualité alimentaire et l'additif E 171, le cadre normatif régissant l'utilisation de ces particules ainsi que certaines considérations relatives aux protections d'assurance. Dans la deuxième partie, nous abordons spécifiquement les impacts assuranciers que ces particules peuvent ou pourront avoir sur l'institution d'assurance.

⁵⁹⁰ https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenihr_o_032.pdf

⁵⁹¹ Voir l'initiative de 2014 établissant les orientations d'un tel projet international : <http://www.codata.org/uploads/Draft%20UDS%209%20Sept%20final.pdf>. Voir également <http://veillenanos.fr/wakka.php?wiki=SystemeUniverselDescriptionMateriauxEchLNano>

PARTIE II

LES IMPACTS ASSURANCIELS DES NANOPARTICULES DE TiO₂

« The expanding use of nanotechnology may be one of the most important, and possibly the most ignored, emerging issues facing the property/casualty insurance industry »⁵⁹².

La pérennité et la présence systémique du risque, concept aux multiples ramifications, constituent indéniablement des facteurs qui – pour les plus riscophobes – favorisent un désir de protection accrue menant souvent à des démarches visant le transfert de certains risques (entendons ici le transfert de certaines des conséquences économiques liées à la matérialisation de divers risques) sur les épaules de tiers. Si différentes institutions participent de cette idée de protection (comme la garantie et le cautionnement), l'assurance, quant à elle, s'en nourrit principalement et se distingue précisément par la notion de risque, son épicerie. La protection assurancielles et le contrat qui la sous-tend occupent une place de premier plan au XXI^e siècle, et ce, tant sur le plan humain, économique que social. Considérée à travers le seul prisme économique, l'importance de l'assurance est indéniable⁵⁹³. Et l'arène assurancielles a

⁵⁹² KINGDOLLAR, C. GenRe. *Nanotechnology - The Smallest and Biggest Emerging Issue Facing Casualty Insurers?* November, insurance issues, 2011, p. 1.

⁵⁹³<https://www.ffa-assurance.fr/etudes-et-chiffres-cles;>
https://lautorite.qc.ca/fileadmin/lautorite/grand_public/publications/organisation/rapports-annuels/autorite/amf-rapport-annuel-institutions-financieres-2018.pdf.

vu les acteurs qui y œuvrent et les produits qui s'y développent et s'y affinent subir de profondes transformations au fil du temps. En 2018, l'opération envisagée et la mécanique contractuelle sont essentiellement les mêmes que celles prévalant depuis quelques siècles, mais les produits et les modalités relatives au transfert du risque ont quant à eux subi des mutations importantes, lesquelles sont tributaires de multiples facteurs dont, au premier chef, des « innovations techniques ou des changements sociaux ou organisationnels »⁵⁹⁴ et le bouleversement des vicissitudes quotidiennes. En effet, plusieurs exemples témoignent de ces bouleversements, tels que l'assurance invalidité et les prestations en cas d'accidents du travail qui n'étaient pas d'usage au 17^e siècle alors que l'industrialisation – révolutionnaire à ses balbutiements – a opéré un vif changement à cet égard. Il en va de même de l'assurance incendie⁵⁹⁵, de l'assurance de biens et de l'assurance responsabilité qui ont évolué, en fonction des cadres normatifs en place et afin de répondre aux demandes et besoins des clients.

Au cours des dernières décennies, les progrès scientifiques ont par ailleurs permis la création de nouvelles *fenêtres d'évaluation du risque* assurantiel, jusque-là indisponibles, mais ces fenêtres ont suscité plusieurs réactions. Il en a notamment été ainsi de l'information génétique, dorénavant disponible dans une certaine mesure, laquelle permet aux assureurs qui peuvent y avoir accès, de dresser un portrait du risque avec un degré de précision important. Évidemment, la pertinence de ces informations varie en fonction, notamment, du risque évalué. À titre d'exemple, l'étude de l'information génétique ne permet pas d'évaluer le niveau de probabilité quant à l'occurrence d'un accident. Et même en ce qui a trait aux maladies, l'analyse de l'information génétique a, pour l'instant, ses limites. La susceptibilité ou la prédisposition de développer certaines maladies peuvent effectivement être mieux

⁵⁹⁴ Risques émergents et nouvelles formes de prévention dans un monde du travail en mutation, Organisation internationale du Travail, Suisse, 28 avril 2010, p. 2.

⁵⁹⁵ LANCTÔT, S., GILLES, D. *Fire is a good servant but a bad master: Risk in Fire Insurance Law as a Legal Tool for the State during the Construction of Colonial Canada*. Conférence donnée en 2019 à Séville (dans un ouvrage à paraître en 2020).

évaluées, particulièrement en ce qui a trait aux maladies monogéniques (comme la chorée De Huntington) alors que l'analyse de l'information génétique ne permet pour l'instant pas, du moins dans la même mesure, d'évaluer le risque de développer certaines maladies complexes, dont le développement et l'apparition sont multifactoriels (génétique, environnement, alimentation, etc.). À tout événement, l'utilisation éventuelle de cette information a provoqué une véritable onde de choc dans le domaine de l'assurance et deux courants, fort polarisés, ont, il y a déjà longtemps, vu le jour.

On retrouvait, d'un côté, des acteurs qui craignaient que l'utilisation de cette information entraîne une sélection adverse, faisant en sorte que les personnes qui possèdent un profil génétique révélant par exemple une grande prédisposition à développer une pathologie donnée désirent précisément s'assurer contre ce risque alors que les personnes présentant un excellent profil génétique décideraient éventuellement d'assumer le risque d'accident (dont l'occurrence ne peut bénéficier d'une évaluation génétique). Ces dernières décideraient possiblement de ne pas s'assurer et, ainsi, plutôt que de procéder au paiement de primes, disposeraient de leur argent d'une autre façon. Ce mouvement aurait finalement pour effet que les « moins bons risques » décideraient de s'assurer alors que les meilleurs risques délaisseraient l'institution d'assurance. Cette sélection adverse entraînerait une augmentation des primes, faisant en sorte que les meilleurs des « moins bons risques » délaisseraient à leur tour l'assurance, provoquant une fois de plus une augmentation des primes pour les pires des « moins bons risques », et ainsi de suite.

On retrouvait d'un autre côté des acteurs qui prévoyaient simplement que le marché de l'assurance s'ajusterait sans que cette alléguée sélection adverse ne survienne concrètement.

La réalité ne permit pas, au Canada et en France, la concrétisation de l'un ou l'autre de ces scénarios.

Au Canada, alors que régnait un vide juridique (un moratoire avait été recommandé), le Parlement du Canada (législature fédérale) décida de légiférer en 2017 afin d'interdire la discrimination génétique. Quoique l'assurance ne fut pas spécifiquement visée par la nouvelle loi, elle tombait sous son égide, comme tous les domaines contractuels. Or, quelques mois après son entrée en vigueur, la validité constitutionnelle de cette loi fut contestée et la Cour d'appel du Québec, à l'occasion du *Renvoi relatif à la Loi sur la non-discrimination génétique édictée par les articles 1 à 7 de la Loi visant à interdire et à prévenir la discrimination génétique*, déclara, le 21 décembre 2018, cette loi *ultra vires* (soit que son adoption ne relevait pas de la compétence inhérente au Parlement du Canada). Cette saga judiciaire culminera sous peu par un examen de la question par la Cour suprême du Canada.

En France, l'article L1141-1 du Code de la santé publique prévoit que « Les entreprises et organismes qui proposent une garantie des risques d'invalidité ou de décès ne doivent pas tenir compte des résultats de l'examen des caractéristiques génétiques d'une personne demandant à bénéficier de cette garantie [...] ».

Élément intéressant, l'industrie de l'assurance, particulièrement l'Association canadienne des compagnies d'assurance de personnes (ACCAP), avait, il y a déjà plusieurs années, fait part de sa position en ce qui a trait à l'éventuel accès des assureurs à l'information génétique. Il est intéressant de noter que les assureurs n'étaient pas nécessairement aussi intéressés par cette information qu'on aurait pu le penser. Cela s'explique possiblement par le *coût marketing* lié à la publicité entourant le fait qu'un assureur donné aurait recours à l'information génétique, la donnée génétique étant particulièrement personnelle. Par ailleurs, les outils traditionnels permettant l'évaluation du risque sont déjà très développés et même si l'information génétique à

proprement parler n'est pas disponible, les assureurs ont accès à de l'information à *caractère génétique*, notamment par le biais du dossier médical et par l'historique familial.

L'institution de l'assurance est évidemment affectée par les progrès technologiques, et ce, de différentes façons. Notamment, le développement de dispositifs permettant la collecte, la transmission et le stockage de données numériques, les *Big data*, affecte et continuera d'affecter, sans doute de façon croissante, l'industrie de l'assurance. Les dispositifs de collectes de données peuvent avoir une incidence dans le secteur des assurances de dommages (systèmes de géolocalisation en assurance automobile par exemple) ainsi que dans le secteur des assurances de personnes. Dans ce dernier secteur, les montres intelligentes et autres technologies portatives présentent un immense intérêt. La collecte et l'utilisation potentielle en temps réel des informations recueillies peuvent en fait avoir des impacts considérables quant à l'évaluation initiale du risque et quant à son suivi *ex post* formation et prise d'effet du contrat d'assurance. La nature des informations pouvant être emmagasinée à l'aide de ces dispositifs est également surprenante. À titre d'exemple, le tout nouveau dispositif d'appel, l'« app Cycle Tracking, permet aux femmes d'enregistrer des informations importantes concernant leurs cycles menstruels et d'anticiper leurs prochaines règles ou périodes d'ovulation sur un appareil »⁵⁹⁶, celui-ci pouvant par la suite fournir des prévisions quant au début des règles ou de la période de fertilité.⁵⁹⁷

D'ailleurs, les nanotechnologies participent déjà aux développements de ces dispositifs de collecte de données, des nano-revêtements de céramique étant notamment utilisés

⁵⁹⁶ www.apple.com/ca/fr/newsroom/2019/06/watchos-6-advances-health-and-fitness-capabilities-for-apple-watch/ (consulté le 14 août 2019).

⁵⁹⁷ GUERRA, J. Garmin launched a period-tracking feature you can download to your smartwatch. Disponible à l'adresse: www.shape.com/fitness/gear/garmin-menstrual-cycle-tracking-feature (consulté le 14 août 2019).

afin de protéger des montres intelligentes contre la corrosion, les rayures et les bactéries.⁵⁹⁸

Mais si ces nouveaux dispositifs de collecte d'information, de même que la disponibilité de l'information génétique peuvent effectivement permettre de mieux cibler certains risques, en amont de leur prise en charge, les nanotechnologies permettent quant à elles d'envisager des effets importants (abstraction faite de l'utilisation des nanotechnologies dans ces mêmes dispositifs de collecte d'information) et offrent à l'industrie de l'assurance des opportunités intéressantes.⁵⁹⁹ On peut par exemple penser, dans le cadre de l'assurance de dommages, à la réduction de certains risques dans plusieurs domaines comme celui de la construction où des « nanotech sensor » pourraient être utilisés afin d'effectuer un suivi quant à la résistance des matériaux permettant éventuellement de détecter plus précisément les risques d'effondrement des structures, réduisant ainsi potentiellement les réclamations liées aux dommages causés à ces structures⁶⁰⁰, voire même des indemnités en responsabilité civile en raison, par exemple, d'un préjudice structurel subi par un voisin ou en raison d'un préjudice corporel subi par un passant heurté par un matériau détaché de l'immeuble en raison de sa ruine.

Dans le domaine médical⁶⁰¹, on voit les promesses salutaires des nanotechnologies avec, notamment, les nano robots et les *drug delivery nanobots*⁶⁰². Dans ce cadre, les

⁵⁹⁸ Voir notamment Nanoprotect™ : www.nanoprotect.com/fr/ (consulté le 13 août 2019).

⁵⁹⁹ WIDLER, T., MEILI, C. WIECZOREK, R. Gen Re. *Risk Monitoring for Nanomaterials Helps Insurers Conduct Risk Analyses*. September, insurance issues, 2015.

⁶⁰⁰ <https://riskheads.org/nanotechnology-insurance/>

⁶⁰¹ LINTZ, P. *Analyse et enjeux éthiques des nanotechnologies en médecine: temps et discours, approche éthique systémique : double discours, approche psychanalytique : complémentarité des discours entre science et théologie*. Thèse. Psychologie. Université Paul Valéry - Montpellier III, 2014.

⁶⁰² MCALEA, E.M., MULLINS, M., MURPHY, F., *et al.* Engineered nanomaterials: risk perception, regulation and insurance. *Journal of Risk Research*. (2016) 19:4, 444-460, DOI: 10.1080/13669877.2014.988168; p. 447; KOO, O. M., RUBINSTEIN, I., ONYUKSEL, H. Role of Nanotechnology in Targeted Drug Delivery and Imaging: A Concise Review. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*. 2005. 1 (3): 193–212.

assureurs de personnes pourraient être ravis par l'impact que ces technologies pourraient avoir sur d'éventuelles réclamations⁶⁰³ et cela pourrait également se traduire par des incidences au niveau des assurances responsabilité professionnelles du personnel dans le domaine de la santé. Aussi, dans l'industrie du textile, les nanotechnologies peuvent être utilisées, notamment afin d'agir à titre de retardateur de flammes dans le but de diminuer les risques d'incendie, ce qui pourrait se traduire par des pratiques plus sécuritaires dans plusieurs industries⁶⁰⁴ et ainsi réduire les indemnités payables par les assureurs et les réassureurs.

Mais ce ne sont pas tant les opportunités que présentent globalement les nanotechnologies pour l'industrie de l'assurance qui retiennent notre attention que les impacts liés au dioxyde de titane sur l'évaluation du risque assurantiel et à l'adaptabilité des assureurs à ce risque « incertain » émergent. Car, s'il est un truisme en assurance, c'est bien celui selon lequel les risques sont légion et les contrats visant leur prise en charge se multiplient et se peaufinent constamment. Pour les personnes les plus riscophobes⁶⁰⁵, le désir de se cuirasser contre les conséquences pécuniaires liées à la réalisation de certains aléas peut les inciter à procéder à un transfert, total ou partiel, du risque sur les épaules d'un tiers qui, moyennant une contribution actuariellement juste – qualifiée de prix du risque, soit la prime ou la cotisation – s'engage à verser à qui de droit une prestation ou une indemnité, c'est selon, en cas de réalisation d'un risque visé par le contrat que l'opération d'assurance ici envisagée sous-tend. En fait, l'appréhension ne joue pas toujours avec la même mesure. La souscription de certaines assurances étant par exemple obligatoire, les craintes éprouvées par les preneurs/assurés ne participent alors normalement pas, ou moins, à la souscription elle-même, mais peuvent par ailleurs jouer au niveau des modalités de

⁶⁰³ <https://riskheads.org/nanotechnology-insurance/>.

⁶⁰⁴ <https://riskheads.org/nanotechnology-insurance/>.

⁶⁰⁵ Certains évoquent plutôt l'aversion au risque ou encore, comme Godard, l'aversion à l'ambiguïté : GODARD, O., HENRY, C., LAGADEC, P. *et al. Traité des nouveaux risques*, Gallimard, 2002, 620 pages, p. 45.

prise en charge (le montant de la franchise applicable étant un excellent exemple). Au Québec, l'article 84 de la *Loi sur l'assurance automobile* prévoit que le propriétaire d'une automobile doit impérativement détenir une assurance de responsabilité afin de couvrir le risque de préjudice matériel pouvant être causé à des tiers par cette automobile. Des mesures similaires sont prévues en France, par exemple en ce qui a trait à l'assurance obligatoire « garantie au tiers », en vertu de l'article L211-1 du *Code des assurances* ou la garantie « risques locatifs » en vertu de l'article 7 de la loi no 89-462 du 6 juillet 1989 pour le locataire. Outre ces exemples, il en est un autre particulièrement pertinent, en ce qui a trait au nano, soit celui de l'assurance responsabilité obligatoire pour les professionnels, laquelle assurance risque d'être affectée au cours des années à venir, notamment dans le domaine de la médecine (utilisation de divers dispositifs utilisés dans le cadre de soins prodigués) et du génie (fabrication de machinerie ou de mécanismes intégrant des produits du nano). Et il ne s'agit ici que de quelques exemples liés à des assurances obligatoires, plusieurs autres protections d'assurance étant susceptibles d'être affectées par les nanotechnologies, si tant est que les protections pertinentes aient été souscrites. Mais en amont de toute activité visant à étudier l'opportunité de recourir à l'assurance et les modalités contractuelles relatives à la prise en charge d'un risque par un assureur, et à la lumière des réflexions contenues dans la partie précédente, d'importantes précisions s'imposent. En effet, avant même d'aborder l'à-propos d'une telle souscription (qui peut s'ancrer, se justifier dans une perspective morale, économique, sociale, juridique) ou les modalités contractuelles qui viendront baliser cette prise en charge du risque, il importe précisément de s'attarder à ce qui *peut* être assumé par un assureur. Car si l'entreprise d'assurance s'applique à prendre en charge plusieurs risques, un essentiel rappel s'impose, soit celui relatif au fait que tous les risques ne sont pas assurables. Aussi, quoiqu'un risque puisse théoriquement être assumé, ce ne sont pas tous les assureurs qui souhaiteront le prendre en charge, et ceux qui le voudront bien le feront éventuellement à des conditions parfois bien différentes. Abstraction faite de certaines données ou certains calculs « objectifs » (liés par exemple à l'espérance de vie et aux

tables de mortalité, pour ce qui est des assurances vie), qui permettent d'initier les calculs probabilistes, la modélisation et l'évaluation de chaque risque le sont en fonction de l'assureur qui l'étudie et les modalités de couvertures dépendront d'une myriade de facteurs que les assureurs étudient en amont du processus décisionnel. Par exemple, dans le contexte d'un contrat d'assurance individuel, toutes les personnes âgées de 45 ans qui désirent s'assurer en cas de décès ne jouiront pas d'une prime identique, d'autres facteurs que l'espérance de vie (en fonction des tables de mortalité que nous évoquions) entrant évidemment en compte (fumeur ou non, antécédents médicaux, etc.).

À travers les divers domaines d'assurances existants, nous examinons principalement deux volets. Nous examinons d'une part les protections *d'assurance de personnes* (vie et maladie-accident) et les éventuelles réclamations qui pourraient être soumises à la suite de la réalisation d'un risque à laquelle auraient participé des nanoparticules de dioxyde de titane.

Nous examinons d'autre part *les protections d'assurance de responsabilité* en lien avec d'éventuelles réclamations qui pourraient être soumises quant à la réalisation d'un risque à laquelle, une fois de plus, le dioxyde de titane nanoparticulaire aurait participé. En assurance de responsabilité, les poursuites judiciaires (les frais liés à la défense et, aussi, à d'éventuelles déclarations de responsabilité) auxquelles celles-ci pourront donner naissance préoccupent au plus haut point certaines entreprises – qui négocient, matériellement, avec les produits du nano – et, ultimement, les assureurs de celles-ci. Depuis quelques années, on fait d'ailleurs référence à la nanophobie alors que Joly et Kaufmann, s'arrimant aux propos de Arie Rip, soulignent que le cas des organismes génétiquement modifiés a participé à l'émergence d'une phobie de la nanophobie.⁶⁰⁶

⁶⁰⁶ JOLY, P. B., KAUFMANN, A. Lost in translation? The need for "upstream engagement" with nanotechnology on trial", *Science as Culture*, (2008). 17(3): 225-247, p. 226-227. RIP, A. Folk theories of nanotechnologists. *Science as Culture*. Vol. 15, Issue 4, 2006, pages 349-365, p. 358.

Cette appréhension, qui semble déjà s'être emparée de certaines personnes, à l'endroit du nano, conjuguée à certains préjudices (causés ou non par le nano) contribueront probablement à alimenter les litiges.⁶⁰⁷ Force est de constater qu'on recourra de plus en plus aux expressions *nanoréclamations* ou *nanoclaims* alors que des conflits migreront vers la voie litigieuse au cours des prochains mois, des prochaines années. Car le fait qu'un nombre grandissant d'employés et de consommateurs puissent entrer en contact, direct ou incident, avec des nanomatériaux pourra se traduire par un plus grand nombre de personnes qui désireront potentiellement obtenir réparation à la suite d'un préjudice allégué.⁶⁰⁸ Aussi, le secteur des assurances de personnes risque d'être affecté en raison des incidences, le cas échéant, des nanoparticules sur la santé des êtres humains (prestations à la suite d'un décès, d'un accident, d'une maladie grave ou d'une invalidité). Et ce, sans parler des recours liés aux brevets et à la propriété intellectuelle (qui peuvent déborder le secteur assurantiel) dans le contexte des nanotechnologies.

Dans la présente partie, nous examinons le concept de risque assurantiel, ses caractéristiques essentielles et la prise en charge des risques par les principaux acteurs économiques visés que sont les assureurs et les réassureurs (**chapitre V**).

Nous poursuivons par une analyse des stratégies de gestion des risques émergents et de gestion des risques que présentent les nanotechnologies/nanoparticules dans le contexte des assurances et par l'analyse des impacts anticipés et avérés des nanoparticules de dioxyde de titane sur la prise en charge des risques par les assureurs. Nous étudions les nanomatériaux et le concept de classes de risques dans le but d'établir si, précisément, les nanoparticules ont commandé ou commandent de nouvelles classes de risques.

⁶⁰⁷ MARCHANT, G.E. 'Soft Law' mechanisms for nanotechnology: liability and insurance drivers. *Journal of Risk Research*. (2014) 17:6, 709-719, DOI: 10.1080/13669877.2014.889200, p. 713.

⁶⁰⁸ WIDLER, T., MEILI, C. WIECZOREK, R. Gen Re. *Risk Monitoring for Nanomaterials Helps Insurers Conduct Risk Analyses*. September, insurance issues, 2015, p. 4.

Nous abordons le dispositif Solvabilité II afin de cerner sa portée et son impact dans le cadre des risques émergents (**chapitre VI**).

Nous étudions finalement les effets concrets des nanoparticules et des risques émergents sur la tarification en assurance. Nous nous attardons aux assurances de personnes, à certaines notions charnières en responsabilité et en assurance, permettant de mieux intégrer les enjeux liés aux assurances de responsabilité et terminons par une analyse de certaines considérations dans le secteur des assurances, particulièrement l'étape charnière de la déclaration initiale de risque et, en assurances de dommages, l'aggravation du risque (**chapitre VII**).

Aussi, nous tenons à préciser qu'en raison des disparités d'ordre logistiques et institutionnelles des entreprises d'assurance œuvrant au Québec et en France (compagnie vs mutuelles), en raison des différentes pratiques (notamment quant à certaines protections d'assurance obligatoires ou quant à l'existence de certains régimes d'indemnisation étatique) et en raison des cadres normatifs distincts, nous étudions la plupart des éléments propres à la mécanique contractuelle à travers le prisme québécois, en précisant toutefois la portée de nos propos dans le contexte français, particulièrement quant à certains aspects relatifs à la sélection et à la segmentation des risques.

CHAPITRE V

LE RISQUE ASSURANCIEL

« Les risques exceptionnels changeront les termes et les frontières de l'Assurance. Nul doute qu'elle ne s'y adapte : l'Assurance est une longue histoire d'innovations dont les hommes et les femmes se sont emparés pour sécuriser leur condition »⁶⁰⁹.

Que nous songions, à titre d'exemple, aux cyber risques, aux changements climatiques, aux éventuels effondrements financiers, à l'utilisation d'éoliennes, aux inondations, aux incendies causés par la foudre, aux organismes génétiquement modifiés, aux tornades, aux tsunamis, aux tempêtes de tout genre, à la contamination de produits, au rappel de produits ou aux nanoparticules, ces thèmes, qui regroupent objets et évènements, ne sont pas – ou, devrait-on écrire, ne sont plus – véritablement étudiés uniquement à la suite de l'avènement d'un préjudice⁶¹⁰ conséquent à leur utilisation (pour ce qui est des objets) ou à leur réalisation (pour ce qui est des évènements). Plutôt, ces thèmes sont dorénavant abordés en amont de toute concrétisation ou matérialisation, à travers le prisme de l'aléa, des périls et, ensuite, des conséquences

⁶⁰⁹ OPPENCHAIM, S. Des assureurs résilient, dans Horizons Bancaires. *Faces aux risques extrêmes : banques et assurances*, Numéro 328, mars 2006, p. 33, à la p. 40.

⁶¹⁰ KERMISH, C. *Le concept de risque, De l'épistémologie à l'éthique*. Éditions Lavoisier, Paris, 2011, p. 1.

anticipées que leur réalisation effective peut représenter. Les risques – contre certains desquels plusieurs tentent inlassablement, avec plus ou moins de succès, de se cuirasser – occupent une place de premier plan et préoccupent constamment les justiciables et les gouvernants. Or, cette notion de risque en est une des plus complexes et le secteur, tout comme le terrain à partir duquel on l'étudie participent vivement à l'élaboration de ses contours. En est d'ailleurs témoin la luxuriante littérature qui lui est consacrée. Le vocable risque en est un aux multiples ramifications et, ne serait-ce que dans la seule sphère assurancielle, il répond d'un caractère polysémique. Il peut en effet désigner *l'évènement redouté* (une personne s'assure contre le risque d'incendie, de maladie, etc.), *les probabilités de réalisation d'un évènement* (il y a peu de risque que la maison soit la proie des flammes ou que l'assuré soit impliqué dans un accident d'avion), voire *les qualités propres à l'objet ou à la personne visé par la protection* (une personne ou une maison présente un bon ou un mauvais risque pour l'assureur). Dans le contexte qui nous occupe, nous examinons ce terme principalement à travers le prisme le plus *classique*, celui de l'évènement redouté (risque de réclamation à la suite d'un sinistre impliquant les produits nanos) qui fera l'objet de la protection, quoique nous abordons, lorsque les circonstances le commandent, d'autres perspectives.

Aussi, le risque assurantiel doit être envisagé en fonction du risque assurable et du risque assuré. Le premier vise ce qui peut faire l'objet du contrat d'assurance et le deuxième vise les modalités effectives de la prise en charge du risque. Si les caractéristiques du risque assuré sont dynamiques et peuvent être multiples, le tout étant fonction de la délimitation légale et contractuelle du risque couvert au moyen de la portée de la couverture et des clauses d'exclusion, les caractéristiques du risque assurable sont quant à elles statiques et constantes.

Dans la section suivante, nous analysons les caractéristiques essentielles du risque assurable. Ces précisions constituent la toile de fond de notre étude relative à l'assurance et sont à la gouverne de nos réflexions quant aux impacts des

nanotechnologies – et, plus précisément, des nanoparticules de TiO₂ de qualité alimentaire – sur le domaine de l'assurance.

5.1

Caractéristiques essentielles

Un risque, aussi important soit-il, peut très bien menacer un individu sans que celui-ci soit en mesure, valablement du moins, de conclure un contrat d'assurance en vue de se prémunir des conséquences économiques liées à sa réalisation. En effet, en dépit de la latitude conférée par le consensualisme et par le principe de la liberté contractuelle – principe qui n'est toutefois pas absolu et demeure assujéti au respect du cadre normatif, particulièrement en ce qui a trait aux droits fondamentaux⁶¹¹ et à la prohibition d'utiliser certains motifs de distinction, d'exclusion ou de préférence dans le domaine contractuel –, pour qu'un risque puisse valablement faire l'objet d'une prise en charge à travers l'institution d'assurance, il doit viser un événement qui répond à certaines caractéristiques⁶¹². En fait, l'incertitude est la caractéristique centrale du contrat d'assurance qui constitue d'ailleurs l'exemple type du contrat aléatoire.

⁶¹¹ LLUELLES, D., LANCTÔT, S. *Droit des assurances : Décisions commentées et textes normatifs*. 6^e édition. Ed. Thémis, 2014, p. 245 et suiv.

⁶¹² HADDAD, E. *Les notions de contrat d'assurance*. Thèse. Droit. Université Panthéon-sorbonne. Paris I. 2017; EWALD, F. *L'État providence*. Grasset. 1986. LANCTÔT, S. (dir.), MELANÇON, P.A. (dir.). *Commentaires sur le droit des assurances et textes normatifs*. 3^e édition, LexisNexis, 2017, p. 9; LLUELLES, D. *Droit des assurances terrestres*. 6^e édition, Éditions Thémis, 2017, p. 187.

5.1.1

Évènement futur et incertain

En assurances terrestres, la réalisation de l'évènement doit être future, c'est-à-dire que l'évènement ne doit pas, au moment de la formation du contrat et de sa prise d'effet, être déjà réalisé.⁶¹³

Aussi, élément très important, même en ce qui a trait à un évènement futur, il doit s'agir d'un évènement dont la *réalisation est incertaine* (ou, dans le cas de l'assurance vie en cas de décès, dont le moment du décès n'est pas connu à l'avance). Le caractère aléatoire du contrat d'assurance est une condition *sine qua non* à sa qualification et si on prive le contrat de l'aléa dont il dépend, on ne pourra dès lors plus le qualifier de contrat d'assurance, le risque étant l'épicentre de la protection assurancière.

Cette caractéristique retient ici particulièrement notre attention dans le contexte des nanoparticules et de la prise en charge liée à d'éventuels risques. En effet, le risque doit viser un évènement futur. Or, dans le cadre de la matérialisation des risques éventuels liés à l'exposition aux nanoparticules, nous l'évoquions, le lent déploiement de la matérialisation de ces risques aura pour effet, nous abordons cette question dans une rubrique ultérieure, que l'assureur devra possiblement honorer un contrat conclu plusieurs mois, voire plusieurs années auparavant, alors que les risques mêmes n'étaient pas connus.

Dans ce contexte, il est difficile d'envisager des exclusions de couverture quant à des éléments, à ce moment, inconnus. Cette précision est capitale, non seulement en ce qui

⁶¹³ Voir, en France, l'article L 121-15 du *Code des assurances*; BOUT, R. *Le contrat d'assurance en droit comparé français et québécois*. Éditions Yvon Blais, 1988, p. 41.

a trait aux assurances de dommages, mais également en ce qui a trait aux assurances de personnes.

Dans l'un et l'autre de ces domaines, la portée de la couverture est habituellement établie en amont du processus, lors de la formation et de la prise d'effet du contrat. Normalement, car si le contrat constitue la « loi » des parties, la portée des clauses qu'il contient fait périodiquement l'objet d'interprétations jurisprudentielles, lesquelles définissent finalement la portée effective des protections.

Ainsi, le contrat d'assurance vie en cas de décès permettra le versement d'une prestation, à qui de droit (au bénéficiaire, à la succession ou au preneur, c'est selon), lors du décès de l'assuré. Or, c'est bien le décès qui constitue le risque et si le contrat ne contenait initialement aucune clause d'exclusion quant à certains événements précis, le risque sera couvert.

Il est évidemment possible d'envisager des modifications au contrat une fois que celui-ci a été formé, mais il convient de mentionner que normalement, les contrats d'assurance sur la vie sont cristallisés lors de la prise d'effet, ce qui implique que les modalités contractuelles ne peuvent assurément pas être modifiées de façon unilatérale par l'assureur.

Quant à une éventuelle modification qui procéderait d'un accord entre l'assureur et le titulaire du contrat, elle est possible et, le cas échéant, le titulaire ayant consenti à l'ajout d'une clause d'exclusion devrait alors malheureusement assumer son choix. Par ailleurs, sous réserve de la nuance applicable en assurance sur la vie, l'évènement ne doit pas être certain de réalisation et cette caractéristique commande des précisions. Sont ici visées la possibilité, la probabilité et la certitude. Alors que les deux premières – qu'il s'agisse d'une mince possibilité ou d'une forte probabilité de réalisation – peuvent parfaitement faire l'objet d'une protection d'assurance, l'évènement dont la

réalisation est certaine ne peut habituellement faire l'objet d'une protection d'assurance.

5.1.2

Évènement possible

Également, l'évènement en question doit être *possible de réalisation en vertu des « lois naturelles »*⁶¹⁴. Ce critère n'est habituellement pas problématique, mais son respect est primordial en raison, une fois de plus, du fait que l'institution et le contrat d'assurance se fondent sur le risque dont la probabilité de réalisation variera, mais dont la possibilité de réalisation s'impose. À défaut d'objet, le contrat sera nul. Par exemple, une table ne peut être assurée contre le risque que celle-ci se transforme spontanément en lapin.

5.1.3

Évènement dont la réalisation est indépendante de la volonté du preneur/assuré

La nuance est ici de mise, car la portée de cette règle est fonction du domaine d'assurance dans lequel on l'examine. En assurance sur la vie, l'identité de la personne impliquée (l'auteur) dans le cadre de la réalisation intentionnelle aura un impact et les sanctions varieront. Par exemple, dans l'éventualité où le titulaire du contrat attende à la vie de l'assuré (dans le cas, bien entendu, où le preneur et l'assuré sont distincts), le contrat sera de plein droit résilié alors que si une autre personne que le titulaire attende à la vie de l'assuré, la sanction sera plutôt la déchéance du droit à la prestation, déchéance applicable à cette personne uniquement (au Québec, art. 2443 C.c.Q.).

⁶¹⁴ LLUELLES, D. *Droit des assurances terrestres*. 6e édition, Éditions Thémis, 2017, p. 189. BOUT, R. *Le contrat d'assurance en droit comparé français et québécois*. Éditions Yvon Blais, 1988, p. 41; PICARD, M, BESSON, A. *Les assurances terrestres*. T. 1, « Le contrat d'assurance », 5^e éd., par A. Besson, Paris, L.G.D.J. 1982, no 23, p. 35-36.

Par ailleurs, cette caractéristique relative au fait que la réalisation de *l'évènement doit être indépendante de la volonté* souffre toutefois de tempéraments en assurance sur la vie. Car, en effet, si la faute intentionnelle est légalement exclue en assurance de dommages⁶¹⁵, la réalisation intentionnelle du risque sera parfois couverte en assurance sur la vie. Il en ira par exemple ainsi dans le cas où le suicide de l'assuré survient alors que le contrat d'assurance vie est en vigueur et alors que le suicide n'est pas exclu. Toutefois, si le contrat contient une clause d'exclusion en cas de suicide, il convient d'examiner la portée de la clause qui ne peut à tout évènement, au Québec, prévoir une période d'exclusion supérieure à deux ans (au Québec, art. 2441 al. 1 C.c.Q.). Ainsi, si le contrat contient une clause d'exclusion en cas de suicide, mais que celui-ci survient plus de deux ans après la prise d'effet du contrat, malgré le fait qu'il s'agisse d'une réalisation intentionnelle du risque, l'assureur devra verser la prestation à qui de droit.

Dans le domaine de l'assurance de dommages, la faute intentionnelle s'apprécie différemment et, considérant le fait qu'elle est susceptible d'affecter l'ensemble de la mutualité, le législateur a prévu une exclusion légale.

En effet, la faute intentionnelle, en assurance de dommages, est toujours exclue alors que les autres degrés de fautes sont habituellement – sauf exclusions conventionnelles spécifiquement et limitativement prévues au contrat – couverts. Il s'agit d'une précision importante dans le cadre de l'assurance responsabilité quant à la portée des protections s'inscrivant dans l'univers du nano, car cela implique que, normalement, si tant est que leur responsabilité soit assurée, les acteurs du cycle de production/distribution pourront être couverts pour une faute, même lourde ou grave, mais non pour une faute intentionnelle. Or, la portée de cette notion est constamment revisitée par les tribunaux qui tentent inlassablement de la définir. Car si l'énoncé selon

⁶¹⁵ Au Québec, voir l'article 2464 du *Code civil du Québec* et, en France, l'article L 113-1 du *Code des assurances*.

lequel « l'assureur n'est jamais tenu d'indemniser pour la faute intentionnelle de son assuré » semble clair, ce libellé commande des interprétations en fonction des cas d'espèce.

Qu'advient-il si une personne se trouve dans un état altéré à la suite, par exemple, de la consommation ou d'une exposition à certaine substance, comme de l'alcool ou des drogues et que, dans cet état, elle provoque « volontairement » la réalisation du risque? Dans ce contexte, si tant est que cet état altéré n'ait pas été induit volontairement (fautivement), et considérant que l'assuré n'a pas la capacité de former l'intention nécessaire en vue de commettre la faute intentionnelle visée, l'assureur devra normalement assumer son obligation (voir *Guilbault c. Groupe Commerce (Le), Compagnie d'assurance*, [1996] R.R.A. 1021). Cette question liée à l'intoxication n'est peut-être pas actuelle et susceptible de survenir à la suite de l'exposition aux nanoparticules de TiO₂, mais l'avenir et surtout les propriétés d'éventuelles nouvelles particules anthropiques, donnera peut-être naissance à de nouvelles applications/interprétations de ces règles.

Notons également le fait que c'est l'expression *faute intentionnelle* qui est légalement utilisée par le législateur québécois, et non, comme le précisent d'autres instruments normatifs (comme la Charte québécoise des droits et libertés), *l'atteinte intentionnelle*. Le comportement d'une partie, un acteur qui n'agit pas de façon prudente et diligente, et ce, intentionnellement, dans le cadre de la fabrication de produits contenant du nano par exemple, pourra éventuellement se répercuter sur les protections d'assurance.

5.1.4

Évènement qui n'est pas contraire à l'ordre public

Finalement, dernière condition, on ne peut assurer un risque qui soit contraire à l'ordre public. Une personne ne peut, par exemple, assurer une entreprise visant la commission

d'un acte criminel afin d'obtenir une quelconque indemnité dans l'éventualité où l'acte en question échouerait ou ne pourrait être commis.

Si l'évaluation des risques traditionnels, dans la perspective de l'assurance, s'inscrit dans un cadre d'ores et déjà bien défini et rodé, il en va différemment des risques émergents qui, précisément, en raison de leur nouveauté, commandent une appréhension différente. Les assureurs ainsi que les réassureurs, sont interpellés par les risques émergents. Mais, avant de nous attarder aux stratégies de gestion des risques émergents déployées par ces acteurs économiques, nous examinons la nature de ces entités et les liens, de fait et de droit, qui les unissent aux acteurs de la chaîne d'approvisionnement du nano, potentiels assurés au *premier plan*, expression ici employée en raison du fait que d'autres personnes (physiques ou morales), abstraction faite du client/producteur, peuvent être assurés.

5.2

Régulation et contrat d'assurance : principaux caractères

Afin d'investir le domaine de l'assurance et du droit des assurances et de bien mesurer la portée des clauses des polices et les comportements que les parties peuvent ou doivent adopter, deux capitaux concepts nécessitent impérativement d'importantes considérations. Le premier, l'ordre public, est relatif à la nature des prescriptions législatives applicables aux contrats d'assurance qui agissent à titre de guides servant à valider les différentes clauses des polices d'assurance et le deuxième concerne la norme comportementale qui doit être à la gouverne des parties, preneur et assureurs dans le cadre de leur relation contractuelle.

Considérant l'ensemble et l'ampleur des ramifications assurancielles, à la lumière de la prise en charge des nano risques, l'analyse de ces deux caractères est incontournable.

5.2.1

L'ordre public relatif et l'ordre public absolu

En vertu des prescriptions de l'article 2414 C.c.Q., le concept d'ordre public constitue l'étalon de mesure quant à la validité des clauses contractuelles. Et cet ordre public connaît deux degrés distincts. Dans un premier temps, la plupart des prescriptions législatives applicables au contrat d'assurance sont d'ordre public relatif. Cela signifie que les règles établies constituent un seuil minimal dans une perspective consumériste et protectionniste (considéré à travers le prisme du client d'assurance au sens large, ce qui inclut le preneur, l'assuré, le bénéficiaire, etc.) Ainsi, il ne sera possible de déroger, conventionnellement, aux prescriptions que si la dérogation est à la faveur du client d'assurance. Si le législateur prévoit que l'assureur qui désire résilier le contrat d'assurance de responsabilité doit transmettre un préavis de résiliation au client d'assurance et que la résiliation s'opérera 15 jours suivant la réception de ce préavis, l'assureur peut certes prévoir un délai plus long, mais ne peut sous aucune considération le réduire dans la police en prévoyant par exemple un délai de 10 jours. Les différentes clauses d'exclusion insérées dans la police par l'assureur devront résister à cet impérieux test.

Qui plus est, deux notions sont quant à elles d'ordre public absolu, ce qui signifie qu'on ne peut sous aucune considération déroger aux prescriptions législatives qui les concernent, et ce, même dans l'éventualité où la dérogation pourrait sembler jouer à la faveur du client d'assurance au sens large. Ainsi, la présence d'un intérêt d'assurance, qui constitue une condition dont le respect est nécessaire afin de pouvoir souscrire une protection d'assurance, ne peut être écartée (en cas d'absence de cet intérêt, sera par ailleurs valable le consentement écrit de la personne assurée en assurance de personnes). Dans l'éventualité où un contrat d'assurance de biens serait conclu alors que le preneur ne détient pas cet intérêt, n'étant nullement susceptible de subir un

préjudice direct et immédiat en raison de la perte, totale ou partielle du bien, ce contrat serait nul.

5.2.2

L'uberrimae fidei

Si, généralement, le comportement des parties contractantes doit habituellement être imprégné de la bonne foi, le domaine de l'assurance est un des seuls domaines qui impliquent un degré de comportement renforcé. En effet, la plus haute bonne foi, également appelée plus grande bonne foi, « utmost goodfaith » ou *uberrimae fidei*, commande dans une certaine mesure, de la part du preneur, l'honnêteté, mais également une certaine efficacité⁶¹⁶ et « la plus grande transparence »⁶¹⁷.

Cette notion d'*uberrimae fidei* s'applique avec acuité dans le contexte qui nous occupe et le comportement du preneur (producteur de produits qui intègrent des nanoparticules) à l'étape de la déclaration initiale de risque devra répondre de cette transparence.

Les questions liées à la traçabilité des nanoparticules de TiO₂, à la transmission des informations de la part des acteurs de la chaîne de production, quant à la présence de TiO₂ dans des ingrédients et, surtout, au final, la connaissance qu'aura le producteur quant à la présence, dans le produit final, de TiO₂ nanoparticulaire seront des plus pertinentes.

⁶¹⁶ Poisson c. Assurance-vie Banque Nationale, 2015 QCCQ 8845, par. 16; LLUELLES, D. *Droit des assurances terrestres*. 6e édition, Éditions Thémis, 2017, p. 189. BOUT, R. *Le contrat d'assurance en droit comparé français et québécois*. Éditions Yvon Blais, 1988, p. 32.

⁶¹⁷ Briand c. Industrielle Alliance, assurances auto et habitation Inc., 2013 QCCQ 5172, par. 380; LLUELLES, D. *Droit des assurances terrestres*. 6e édition, Éditions Thémis, 2017, p. 189. BOUT, R. *Le contrat d'assurance en droit comparé français et québécois*. Éditions Yvon Blais, 1988, p. 32.

Car, nous le verrons, si cette plus haute bonne foi doit être à la gouverne du comportement des parties, elle ne peut toutefois viser que les circonstances connues du preneur. Autrement dit, annonçant la limite de l'obligation de déclaration initiale de risque, on ne pourra reprocher au preneur de ne pas avoir déclaré une circonstance qu'il ignorait par ailleurs.

5.3

Prise en charge du risque par trois acteurs économiques: Assureurs, réassureurs et rétrocessionnaires

Un des principes juridiques à la gouverne du cercle contractuel est celui de l'effet relatif du contrat. Le contrat ne lie normalement que les parties contractantes. Mais quelles sont les parties impliquées en assurances? Dans le domaine de l'assurance, on retrouve, à la base de la démarche de souscription, l'éventuel preneur (client) qui désire conclure un contrat afin de se délester de la plupart des conséquences économiques liées à la réalisation d'un risque, et l'assureur, éventuellement disposé à prendre ce risque en charge. L'assureur peut aussi désirer, pour différentes raisons, répartir le risque qui lui est soumis. Il peut par exemple recourir à la coassurance de quotité ou à la réassurance.

Dans le cadre de la *coassurance de quotité*, des assureurs se divisent un même risque en fonction d'un pourcentage prédéterminé, à l'intérieur d'un même contrat. Advenant un sinistre, les assureurs ne seront tenus qu'à concurrence du pourcentage assumé en lien avec le montant d'assurance. Dans ce cas, l'assuré est informé du fait que plusieurs assureurs se divisent le risque au sein d'un même contrat. C'est ce qui se produit dans le cadre de certains risques importants.

Un autre moyen disponible à l'assureur est la *réassurance*, opération qui a pour objet d'assurer un assureur. Dans ce cas, l'assureur conclut un contrat d'assurance avec son client et se tourne ensuite vers un réassureur afin de conclure un contrat de réassurance (on réfère en pratique à l'expression *traité de réassurance* et cet instrument conventionnel constitue concrètement, dans ce cas, la *loi* des parties). L'assureur s'assure ainsi à son tour. En Europe, la Directive 2005/68/CE a modifié les règles applicables aux réassureurs. Cette Directive a été transposée en droit interne et les réassureurs qui ont leur siège en France sont assujettis pratiquement aux mêmes règles que celles applicables aux assureurs quant aux modalités relatives à la solvabilité. Par ailleurs, le réassureur peut lui-même se tourner vers un autre (re)assureur afin de conclure ce qu'on appelle un contrat de rétrocession. La même opération peut s'effectuer de nouveau, mais elle ne changera plus de nom, il s'agira toujours de rétrocession. Il importe dans ce cadre de rappeler qu'il y a certes un lien de droit entre le client et l'assureur, de même qu'il y en a un entre l'assureur et le réassureur, mais il n'y a aucun lien de droit entre le réassureur et le client (assuré par l'assureur initial). Aussi, le client ignore normalement l'existence du contrat de réassurance et l'identité du réassureur, mais l'institution de réassurance joue un rôle de premier plan et les réassureurs constituent des acteurs économiques importants qui s'intéressent d'ailleurs beaucoup au nano risque. Qu'il s'agisse d'un assureur unique, des assureurs qui se divisent le risque dans le cadre d'une coassurance de quotité ou encore d'un réassureur, tous ces acteurs économiques ont en commun la prise en charge de risques qui pesait auparavant sur les épaules d'un tiers.

Dans le cas des risques émergents, dont les nanotechnologies au sens large font partie, les incertitudes liées entre autres à la sécurité relative à leur utilisation dans différents produits contribuent à l'approche circonspecte des assureurs/réassureurs qui investissent le domaine du nano, pratiquement dépourvu d'empirisme et de données relatives à la sinistralité antérieure, qui constituent pourtant habituellement la toile de fond des analyses d'évaluation des risques par les assureurs.

Les réassureurs sont très interpellés par ces questions. Une des principales raisons réside dans le fait que les réassureurs sont souvent sollicités dans le cadre de nouveaux risques, où la fréquence et l'ampleur des éventuels sinistres sont, initialement, inconnues. Ils participent à l'élaboration de baromètres et étudient ces nouvelles avenues afin de jauger le plus possible, de tenter de calculer l'incalculable avec un degré de précision le plus élevé possible.

Car les nouveaux risques s'inscrivent dans un contexte qui est en pleine évolution et, ce qui les distingue particulièrement est le fait que ces risques ne se matérialisent pas à une fréquence qui soit suffisante afin d'établir un retour d'expérience⁶¹⁸, la sinistralité antérieure ne pouvant être, à ce moment, c'est-à-dire lorsqu'il s'agit de la première prise en charge, établie.

Aussi, dans le cadre des changements ou innovations technologiques, au début du moins, les connaissances inhérentes à ces technologies ou aux conséquences de leur utilisation demeurent souvent incomplètes. Précisément, c'est actuellement le cas des nanomatériaux et des nanoparticules de dioxyde de titane. Les questions, hypothèses et rumeurs quant à la sécurité sanitaire, à leur toxicité en sont de bons exemples.⁶¹⁹

Ce sont ces risques émergents, et les stratégies de gestion des risques qui retiennent notre attention.

*

⁶¹⁸ DEBRAY, B., SALVI, O., DUVAL, C. *et al.* *Gestion intégrée des risques émergents: Défis et objectifs du projet européen INTEG-RISK*. Maîtrise des Risques et de Sécurité de Fonctionnement, Lambda-Mu 16, Oct 2008, Avignon, France.

⁶¹⁹ DEBRAY, B., SALVI, O., DUVAL, C. *et al.* *Gestion intégrée des risques émergents: Défis et objectifs du projet européen INTEG-RISK*. Maîtrise des Risques et de Sécurité de Fonctionnement, Lambda-Mu 16, Oct 2008, Avignon, France.

CHAPITRE VI

STRATÉGIES DE GESTION DES RISQUES ÉMERGENTS ET DE GESTION
DES RISQUES QUE PRÉSENTENT LES
NANOTECHNOLOGIES/NANOPARTICULES DANS LE CONTEXTE
ASSURANCIEL

En 2007, les nanotechnologies et les nanoparticules étaient considérées par quelques grandes compagnies d'assurances comme représentant un des risques les plus importants et les plus graves des risques émergents.⁶²⁰ La même année, le président des opérations canadiennes de la compagnie Zurich mentionnait que les quatre risques émergents auxquels feront face les assureurs sont les nanotechnologies, les changements climatiques, le vieillissement des infrastructures et, en dernier lieu, tout ce qui est inconnu.⁶²¹ En 2014, un sondage révélait que plus de 64% des assureurs interrogés étaient vaguement familiers avec les nanotechnologies alors que 25% des assureurs interrogés précisaient avoir une connaissance modérée des nanomatériaux.⁶²²

⁶²⁰ LLOYD'S EMERGING RISKS TEAM REPORT. 2007. *Nanotechnology Recent Developments, Risks and Opportunities*. London, Lloyd, 36 p., p. 6. Disponible à l'adresse: http://www.nanet.nu/upload/centre/nanet/nyheder/lloydsemergingrisksteamreport_nanotechnology_report.pdf. Site consulté le 8 février 2018. BAUBLYTE, L., MULLINS, M., MURPHY, F. *et al.* *Insurance Market Perception of Nanotechnology and Nanomaterials Risks*, The Geneva Association, The Risk Management newsletter, 2014, p. 2.

⁶²¹ Extrait d'un discours prononcé par Robert Landry, président et CEO des opérations canadiennes de la compagnie Zurich lors dîner conférence au Property Casualty Underwriters Club, <https://www.canadianunderwriter.ca/insurance/nanotechnology-climate-change-infrastructure-among-top-risks-1000072059/>; MANIET, F. *Nanotechnologies et produits de consommation, quels risques? quels encadrements?* Montréal, Yvon Blais, 2012, p. 12.

⁶²² BAUBLYTE, L., MULLINS, M., MURPHY, F. *et al.* *Insurance Market Perception of Nanotechnology and Nanomaterials Risks*. The Geneva Association, The Risk Management newsletter, 2014, p. 2.

Depuis, tel qu'en témoigne la littérature examinée dans la première section, l'examen des nanomatériaux et des risques qui leur sont associés constitue une préoccupation importante pour l'industrie de l'assurance.⁶²³

6.1

L'institution de l'assurance et la gestion des risques liés au nano

Comme l'évoquait en 2007 le *Lloyd's emerging risks team report*, en sus de procurer un nouveau marché, une nouvelle industrie à assurer, les effets des nanotechnologies se répercuteront au niveau de la mitigation des risques en raison de la création de nouveaux matériaux plus résistants ou plus performants. Les automobiles, par exemple, pourront être conçues afin d'absorber une plus grande force en cas d'accident alors que les matériaux utilisés dans la construction pourront être plus solides, plus flexibles et ainsi mieux résister aux tremblements de terres et autres cataclysmes.⁶²⁴

Le comportement de la plupart des assureurs témoigne aujourd'hui d'une grande ouverture et si certains affirmaient il y a peine dix ans que, dans le contexte du nano, le transfert du risque était « questionnable »⁶²⁵, la prise en charge des risques est aujourd'hui non seulement possible, mais, aussi, bien réelle.

⁶²³ WIDLER, T., MEILI, C., WIECZOREK, R. Gen Re. *Risk Monitoring for Nanomaterials Helps Insurers Conduct Risk Analyses*. September, insurance issues, 2015, p. 1; ROBICHAUD, C.O., TANZIL, D., WEILENMANN, U. *et al.* Relative Risk Analysis of Several Manufactured nanomaterials: An Insurance Industry Context, *Environ. Sci. Technol.* 2005, 39, 8985-8994.

⁶²⁴ LLOYD'S EMERGING RISKS TEAM REPORT. *Nanotechnology Recent Developments, Risks and Opportunities*, London, Lloyd, 2007. 36 p., p. 23. Disponible à l'adresse : http://www.nanet.nu/upload/centre/nanet/nyheder/lloydsemergingrisksteamreport_nanotechnology_report.pdf. Site consulté le 8 février 2018.

⁶²⁵ DEBRAY, B., SALVI, O., DUVAL, C. *et al.* *Gestion intégrée des risques émergents: Défis et objectifs du projet européen INTEG-RISK*. Maîtrise des Risques et de Sécurité de Fonctionnement, Lambda-Mu 16, Oct 2008, Avignon, France, p.3. Com IZ-2. ineris-00973322.

Par ailleurs, la perception du public participe au statut du risque, notamment en ce qui a trait au déploiement des nanotechnologies.⁶²⁶ Mais le prisme à travers lequel on examine la situation est ici fort important. Il est vrai que le public construit le risque, l'appréhende et s'en prémunit (en fait, se cuirasse, partiellement, des conséquences économiques que sa réalisation peut entraîner), surtout sur la base des perceptions qu'il en a. D'ailleurs, tout dépendant du secteur investit, la perception que la population peut avoir d'une situation peut se traduire par l'expression de risque fantôme, soit un phénomène ou une situation qui peut être perçue comme présentant un danger alors qu'aucune causalité n'a été scientifiquement établie.⁶²⁷

Les assureurs, de leur côté, l'appréhendent de façon pragmatique et objective. Car certes, l'offre d'assurance est liée à la perception qu'a le public des risques et de la demande d'assurance que cette perception suscite, mais les produits se développent avec pour visée de générer une activité lucrative qui doit ainsi se baser sur une évaluation (*ex ante* de la prise en charge) la plus juste possible, laquelle évaluation permettra de fixer un prix du risque actuariellement juste.

Mais avec les risques émergents naissent inévitablement des incertitudes. Dans le secteur agroalimentaire, les incertitudes scientifiques quant aux risques sanitaires ont des incidences sur le public, sur les autorités réglementaires et, au final, sur les activités législatives. Plusieurs prises de position se sont par exemple succédé, au sein des mêmes partis politiques, en ce qui a trait à l'opportunité d'interdire l'additif alimentaire E 171 dont aucun effet nocif n'a, à ce jour, été prouvé en ce qui a trait à l'être humain. Cet additif n'a pas été qualifié de contaminant alimentaire alors que les contaminants

⁶²⁶ DEBRAY, B., SALVI, O., DUVAL, C. *et al. Gestion intégrée des risques émergents: Défis et objectifs du projet européen INTEG-RISK*. Maîtrise des Risques et de Sécurité de Fonctionnement, Lambda-Mu 16, Oct 2008, Avignon, France, p. 3. Com 1Z-2. ineris-00973322.

⁶²⁷ SKIPPER, H.D., KWON, W.J. *Risk Management and Insurance. Perspectives in a Global Economy*, Blackwell Publishing, Oxford, 2007, p. 472.

alimentaires se trouvent à titre de risques émergents dans une liste dressée par la société de réassurance Swiss Re.

En raison du vaste déploiement des nouvelles technologies, les risques sont éventuellement susceptibles de pointer vers différentes cibles (consommateur, environnement, etc.). La variabilité des actions, dispositifs, réflexions, voire des cadres normatifs intra-Union européenne, comme les actions examinées au sein de la première partie, et sur le plan international, tranche avec une action intégrée dans un contexte qui aurait pourtant vivement à gagner d'une concertation, ce qui a d'ailleurs retenu l'attention de plusieurs experts au mois de septembre 2019.

Par ailleurs, si la logistique institutionnelle de chaque assureur peut sembler similaire, la procédure d'évaluation du risque, celle liée à la tarification et au traitement des dossiers peut varier, et ce, pour différentes raisons (sinistralité antérieure de chaque assureur, cadre normatif applicable au sein des différents États, etc.). Mais malgré ces logistiques et approches différentes, les visées des différents assureurs convergent vers un désir d'évaluation du risque qui soit précise et juste, dans un contexte où les protections d'assurance sont non seulement souhaitées par les clients, mais sont également fort utiles à l'essor économique et au développement des technologies. Ainsi, on soutient même que l'absence de polices d'assurance spécifiques visant les nanotechnologies pourrait nuire au développement de l'industrie des nanotechnologies⁶²⁸. Dans ce contexte, une meilleure communication entre les scientifiques et les assureurs est essentielle afin de pouvoir établir ou de peaufiner un cadre normatif (à l'heure actuelle fort perfectible), dans le but d'assurer la protection des producteurs et des consommateurs.⁶²⁹ Usant même du vocable

⁶²⁸ MURPHY, F., MULLINS, M., HESTER, K., *et al.* Insuring nanotech requires effective risk communication. *Nature Nanotechnology*. 2017, volume 12, pages 717–719, p. 717.

⁶²⁹ MURPHY, F., MULLINS, M., HESTER, K., *et al.* Insuring nanotech requires effective risk communication. *Nature Nanotechnology*. 2017, volume 12, pages 717–719, p. 717.

symbiotique, des auteurs mentionnent que «[i]n the context of cultural backgrounds and related risk perceptions, we identify symbiotic relationships between the concerns of public interest groups, effective regulation for nanomaterials and well-tailored insurance coverage for nanomaterial exposure risks»⁶³⁰.

Un cadrage s'impose par ailleurs en ce qui a trait aux impacts que la simple détention d'une protection d'assurance peut avoir sur le comportement des assurés. S'il est vrai que le fait de détenir une assurance peut affecter les comportements des parties, les assurances peuvent effectivement, dans une autre mesure, contribuer à la sécurité économique des producteurs et des consommateurs, l'assurance responsabilité permettant en effet de protéger le patrimoine de l'assuré, tout comme celui du tiers éventuellement victime d'un préjudice causé en raison de la responsabilité de l'assuré. Un de ces effets est de fournir à la victime un tiers payeur assurément solvable, lui permettant, le cas échéant, si tant est que la responsabilité soit reconnue, d'exécuter la décision judiciaire. À tout événement, d'un point de vue d'échange d'information, les vases communicationnels sont à privilégier, dans la mesure où le secret professionnel et commercial ne s'y oppose pas, sans parler des impératifs liés à la concurrence, les assureurs oeuvrant dans un marché hautement compétitif.

Et les considérations assurancielles inhérentes aux risques éventuels ou avérés des nanotechnologies au sens large mobilisent depuis plusieurs années l'industrie et quelques assureurs ont déjà commencé à négocier avec la nouvelle réalité des nanoparticules. Depuis quelques années déjà, les entreprises de nanotechnologies présentent des risques uniques et retiennent l'attention de l'industrie.⁶³¹ Évidemment, la gestion des risques est, en soi, un vaste sujet. Dans la cadre de l'émergence des

⁶³⁰ MCALEA, E.M., MULLINS, M., MURPHY, F., *et al.* Engineered nanomaterials: risk perception, regulation and insurance. *Journal of Risk Research*. (2016) 19:4, 444-460, DOI: 10.1080/13669877.2014.988168; p. 447.

⁶³¹ MEDER, R.C., Risk Management and Nanotechnology: Insurance Concerns about Small Particles, 7 *Nanotech. L. & Bus.* 44 (2010), p. 44.

risques que présentent les nanotechnologies⁶³², nous évaluons cette gestion principalement à travers le prisme de la responsabilité des entreprises et celui des protections d'assurances, deux éléments distincts, mais, dans une large mesure, inters reliés, la responsabilité représentant un facteur significatif dans le développement futur des nanotechnologies.⁶³³ Et, prêtant le flanc à la critique et s'exposant à la matérialisation de risques éventuellement importants, le domaine des nanotechnologies, ses orientations et son développement seront façonnés par la reconnaissance – ou l'absence – de responsabilité, et par l'imputabilité – ou non – de diverses entreprises.

Comme nous l'avons examiné dans la première partie, les autorités règlementaires, les consommateurs et certains groupes d'intérêt sont préoccupés par la toxicologie et l'exposition à certains risques liés aux nanomatériaux⁶³⁴ et, en ce qui a trait aux assureurs, ils désirent en première ligne – il s'agit d'ailleurs de leur mission phare – procéder à l'évaluation des risques que ces technologies comportent. Un des dispositifs qui visent cet objectif est le nouveau système d'évaluation du risque des nanomatériaux synthétiques (nanomatériaux anthropiques) dont le développement a été annoncé par

⁶³² VAN WEZEL, A.P., VAN LENTE, H., VAN DE SANDT, J.J.M. Risk Analysis and Technology Assessment in Support of Technology Development: Putting Responsible Innovation in Practice in a Case Study for Nanotechnology. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 2017, Volume 14, Number 1, DOI: 10.1002, pp. 9–16, p. 10.

⁶³³ MARCAHANT, G.E. 'Soft Law' mechanisms for nanotechnology: liability and insurance drivers. *Journal of Risk Research*. (2014) 17:6, 709-719, DOI: 10.1080/13669877.2014.889200, p. 713.

⁶³⁴ MCALEA, E.M., MULLINS, M., MURPHY, F., *et al.* Engineered nanomaterials: risk perception, regulation and insurance. *Journal of Risk Research*. (2016) 19:4, 444-460, DOI: 10.1080/13669877.2014.988168; p. 447; MARCHANT, G. E., SYLVESTER, D.J., ABBOTT, K.W. Risk Management Principles for Nanotechnology. *NanoEthics* 2008.2 (1): 43–60; ALLAN, S., ANDERSEN, A., PETERSEN, A. 2010. Framing Risk: Nanotechnologies in the News. *Journal of Risk Research* 2010, 13 (1): 29–44; ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. Environment directorate joint meeting of the chemicals committee and the working party on chemicals, pesticides and biotechnology, Series on the Safety of Manufactured Nanomaterials No. 88, investigating the different types of risk assessments of manufactured nanomaterials, identifying tools available for risk management measures and uncertainties driving nano-specific data needs, ENV/JM/MONO(2018)24, 4 July 2018. Disponible à l'adresse: [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono\(2018\)6&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2018)6&doclanguage=en).

le groupe Gen Re et Innovation Society, St. Gallen, en 2015. Ce système, qui vise à colliger des données et à supporter les assureurs dans l'évaluation des nanorisques, vise, à terme, à permettre l'assurabilité soutenue des nanotechnologies.⁶³⁵ Les profils de risques des nanomatériaux les plus importants sont analysés et évalués en fonction de neuf critères, dont la toxicité et la régulation. On classe ensuite les nanomatériaux dans des classes de risques.⁶³⁶ Par ailleurs, une initiative allemande annonçait récemment (2019) un projet de recherche quant à l'élaboration de critères relatifs à l'évaluation des risques sanitaires liés aux nanomatériaux.⁶³⁷

Le développement et l'expansion des nouvelles technologies peut certes bénéficier de l'assurance,⁶³⁸ mais ce secteur d'activités et les profils de risques que présentent les nanomatériaux sont complexes et aux multiples ramifications⁶³⁹, à telle enseigne qu'il est actuellement impossible de prédire ni la fréquence, ni l'ampleur des éventuelles réclamations avec un niveau de précision, ni approximativement juste, encore moins absolu, la mesure de l'absolu étant, on doit toutefois l'admettre, pratiquement absente du secteur de l'assurance.

Sur le plan de l'évaluation du risque et du calcul des primes ou cotisations, l'approche prédominante, également la plus simple pour les assureurs, est celle de la méthode

⁶³⁵ <http://innovationsgesellschaft.ch/en/startschuss-fuer-monitoringsystem-fuer-nano-risiken/>.

⁶³⁶ WIDLER, T., MEILI, C., WIECZOREK, R. Gen Re. *Risk Monitoring for Nanomaterials Helps Insurers Conduct Risk Analyses*. September, insurance issues, 2015, p. 2-3.

⁶³⁷ « The German Federal Institute for Risk Assessment (BfR) announced InnoMat.Life, a joint research project to establish criteria for an efficient assessment of the human health and environmental risks of novel (nano) materials ». Disponible à l'adresse : [https://www.safenano.org/news/news-articles/germany-announces-research-project-to-establish-criteria-for-assessment-of-the-human-health-and-environmental-risks-of-novel-\(nano\)-materials/](https://www.safenano.org/news/news-articles/germany-announces-research-project-to-establish-criteria-for-assessment-of-the-human-health-and-environmental-risks-of-novel-(nano)-materials/).

⁶³⁸ <https://www.safenano.org/news/intheknow/in-the-know-on-the-insurability-of-nanomaterials/>. Voir également MULLINS, M., MURPHY, F., BAUBLYTE, L., et al. The insurability of nanomaterial production risk, *Nat. Nanotechnol.* 2013, 8(4), pp. 222-4.

⁶³⁹ WIDLER, T., MEILI, C., WIECZOREK, R. Gen Re. *Risk Monitoring for Nanomaterials Helps Insurers Conduct Risk Analyses*. September, insurance issues, 2015, p. 2.

actuarielle.⁶⁴⁰ Et la première difficulté commune à l'ensemble des risques émergents est celle relative à l'impossibilité de baser l'évaluation des risques qui leur sont relatifs sur un quelconque *direct* empirisme. Le référentiel des réclamations liées aux risques matérialisés quant à l'utilisation des nanotechnologies n'est en effet, à ce jour, pas très riche, voire presque totalement inexistant. En date de rédaction de la présente, il n'y a que très peu de données relatives à des incidents déjà survenus et susceptibles d'affecter (ou ayant affecté) l'industrie de l'assurance.⁶⁴¹ L'idiosyncrasie des nanoparticules participe évidemment à l'hésitation des assureurs à entrer sur le terrain du nano.⁶⁴² Mais cet écueil lié à l'absence de sinistralité antérieure n'est évidemment pas fatal. Tous les risques assuranciers ont eu, à un moment ou un autre, une première occurrence et, à sa suite, la tarification s'est raffinée. L'inférence à partir d'expériences passées n'est pas le seul outil utilisé par les assureurs afin d'évaluer et de disperser le risque, car, si tel était le cas, aucune première souscription à l'égard de risque qui, jusque-là, n'était pas pris en charge, n'aurait pu être envisagée.

Nous mettons l'accent, dans la première partie de la thèse, sur les écueils liés à l'établissement d'une nomenclature et à une métrologie universellement acceptées dans le domaine du nanomonde. Dans la sphère assurancière, le support contractuel doit être imprégné d'une terminologie précise et sans équivoque, l'emploi des justes mots, tout comme celui d'une ponctuation judicieuse étant primordiaux afin de permettre aux

⁶⁴⁰ REJDA, G. E., MCNAMARA, M. Principles of Risk Management and Insurance. Pearson Series in Finance. New York: Prentice Hall, 12th ed. 2013.; MCALEA, E.M., MULLINS, M., MURPHY, F., *et al.* Engineered nanomaterials: risk perception, regulation and insurance. *Journal of Risk Research*. (2016) 19:4, 444-460, DOI: 10.1080/13669877.2014.988168; p. 445.

⁶⁴¹ Voir toutefois MUNICH RE. Nanotechnology, 2016, p. 6. Disponible à l'adresse: https://www.munichre.com/site/mram-mobile/get/documents_E-1220058942/mram/assetpool.mr_america/PDFs/3_Publications/Nanotechnology_2016.pdf; JOURNEYAY, W.S., GOLDMAN, R.H. Occupational Handling of Nickel Nanoparticles: A Case Report, 57 *Am. J. Indus. Med.* 1073 (2014). Disponible à l'adresse: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ajim.22344>.

⁶⁴² MCALEA, E.M., MULLINS, M., MURPHY, F., *et al.* Engineered nanomaterials: risk perception, regulation and insurance. *Journal of Risk Research*. (2016) 19:4, 444-460, DOI: 10.1080/13669877.2014.988168; p. 445.

assureurs de bien baliser la prise en charge du risque et ses contours à la lumière, dans ce cas, des nanomatériaux⁶⁴³ et d'éviter, autant que faire se peut, les litiges liés à une facture contractuelle floue ou trop imprécise.

Les assureurs disposent toutefois de nombreuses données quant à des sinistres antérieurs⁶⁴⁴, par ailleurs nullement liés au nano, mais parfois relatifs à des risques similaires qui, jadis, étaient émergents. L'amiante constitue évidemment un cas voisin. On ne peut toutefois appliquer *mutatis mutandis* les modèles liés à l'amiante au contexte des nanoparticules, les contextes d'exposition et les voies d'exposition n'étant pas les mêmes (l'amiante concernant presque exclusivement la voie respiratoire et l'exposition étant habituellement limitée au contexte minier et à celui de la construction). La transposition des calculs actuariels ne peut en effet se faire parfaitement, mais un certain arrimage est possible, permettant aux assureurs de ne pas nager en eau totalement trouble. Les cas voisins peuvent ainsi constituer des guides d'évaluation.

En 2015, dans un article intitulé *Les bases d'une gestion efficace des nanorisques*, Richard Wieczorek (Gen Re) mentionnait que :

« [d]u fait de l'hétérogénéité et de l'étendue des applications des nanotechnologies, ainsi que de la controverse persistante sur leur innocuité, les portefeuilles des différentes sociétés d'assurance manquent aujourd'hui de transparence en ce qui concerne les nanorisques potentiels. L'absence

⁶⁴³ KLAESSIG, F., MARRAPESE, M., ABE, S. Current Perspectives in Nanotechnology Terminology and Nomenclature. Nanotechnology Standards, 2011, edited by V. Murashov and J. Howard, 21–52. New York: Springer. MCALEA, E.M., MULLINS, M., MURPHY, F., *et al.* Engineered nanomaterials: risk perception, regulation and insurance. *Journal of Risk Research*. (2016) 19:4, 444-460, DOI: 10.1080/13669877.2014.988168; p. 445.

⁶⁴⁴ DRAIS, É. INRS 2009. La prévention à l'épreuve de l'incertitude. L'exemple de la précaution à l'égard des nanoparticules. *Hygiène et sécurité du travail* – 3^e trimestre 2009 – 216, 53-58, www.inrs.fr/media.html?refINRS=PR2040.

de réglementation encadrant les nanomatériaux ne fait qu'ajouter à l'incertitude qui pèse sur les sociétés d'assurance »⁶⁴⁵.

En ce qui a trait au cadre normatif, il ne s'est pas resserré de façon significative depuis 2015, abstraction faite de certains cadres relatifs à l'étiquetage en France et de l'interdiction imminente de l'utilisation de l'additif E 171 dans l'alimentation. Par ailleurs, en ce qui a trait aux nanorisques potentiels, la question du traitement des classes de risques se pose avec pertinence et nous nous y attardons maintenant.

6.2

Les nanomatériaux et les classes de risques en assurance

La question visant à déterminer si les nanomatériaux s'inscrivent dans une classe existante de risques ou s'ils constituent plutôt une nouvelle catégorie dans la perspective assurancière se pose avec acuité. La segmentation des risques participe de cette qualification. Les assureurs sont certes impliqués dans la prise en charge du risque, mais sont également impliqués dans la gestion de la perception du risque, perception qui mérite d'ailleurs à l'occasion autant d'attention que les niveaux effectifs de risques.⁶⁴⁶ Mais il faut ici se garder de confondre le fait que les assureurs sont impliqués dans la gestion de la perception du risque, d'une part, et le fait qu'ils dépendent de cette perception.

En effet, la perception du risque par le public – surtout dans un contexte d'incertitude – aura un impact sur l'attitude des clients. Cette perception, conjuguée à la personnalité

⁶⁴⁵ WIECZOREK, R. (Gen Re), Les bases d'une gestion efficace des nanorisques, 27 mars 2015. Disponible à l'adresse : www.genre.com/knowledge/blog/laying-the-foundations-for-effective-nano-risk-management-fr.html (consulté le 20 juin 2019).

⁶⁴⁶ MCALEA, E.M., MULLINS, M., MURPHY, F., *et al.* Engineered nanomaterials: risk perception, regulation and insurance. *Journal of Risk Research*. (2016) 19:4, 444-460, DOI: 10.1080/13669877.2014.988168; p. 448.

(pour les personnes physiques) ou (pour les personnes morales), à la culture/approche corporative, elle-même liée à la personnalité de certains dirigeants configurera en partie la demande d'assurance et, conséquemment, l'offre d'assurances doit se développer selon des critères à la fois objectifs (liés aux probabilités d'occurrence d'un événement) et subjectifs (liés la pondération qu'accorde chaque assureur aux différents motifs de distinction, d'exclusion et de préférence).

Mais, l'iniquité informationnelle qui caractérise habituellement la relation assureur-client n'est pas présente de la même façon dans le contexte émergent des nanotechnologies. Dans un premier temps, les clients eux-mêmes ignorent presque tout des risques effectifs et les assureurs ne possèdent que très peu de données. Dans l'ensemble, l'industrie de l'assurance ne peut effectivement, pour l'instant du moins, prétendre au statut d'érudit afin de bien négocier dans les arcanes du nanomonde.

Les connaissances *in house* des assureurs sont actuellement, à ce stade et pour la plupart des assureurs, rudimentaires. Mais les réseaux d'informations se constituent et les veilles de *risk assessment* voient le jour, ce qui permettra peut-être à terme aux assureurs de puiser dans une base commune de données (même si, traditionnellement, compétition oblige, les assureurs travaillent plutôt en vase clos, le partage d'information entre assureurs est dans certains cas et à certaines occasions, favorisé. Voir par exemple le fichier central des sinistres en assurance automobile au Québec).

Or, les assureurs doivent également se tourner vers les autorités réglementaires (entendu ici au sens large) afin de constituer un pôle d'information de première ligne, car il y a une « intimate relationship between regulation and insurance; each can inform the other »⁶⁴⁷. (Voir Figure 6.1)

⁶⁴⁷ MCALEA, E.M., MULLINS, M., MURPHY, F., *et al.* Engineered nanomaterials: risk perception, regulation and insurance. *Journal of Risk Research*. (2016) 19:4, 444-460, DOI: 10.1080/13669877.2014.988168; p. 450.

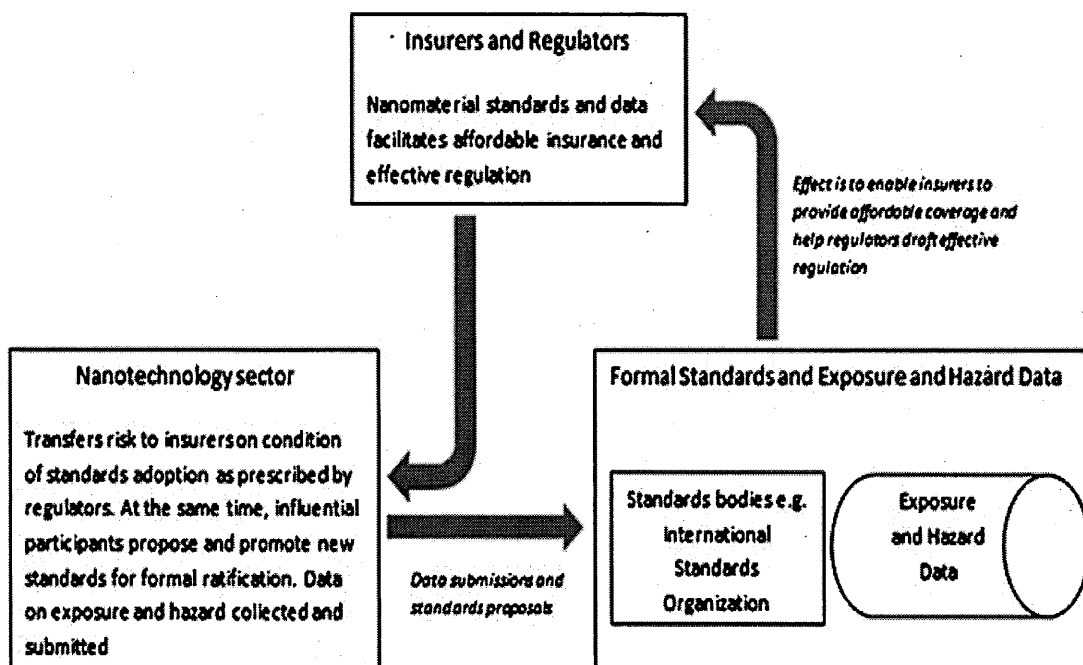


Figure 6.1

Transmission d'informations relatives aux nanotechnologies et implication des assureurs

Cette figure « [d]epicted is a hypothetical scenario in which exposure and hazard data along with proposals for industry practice – e.g. SOPs and product standards – are provided by the nanotechnology sector to be considered for formal ratification by standards bodies ». Source : MCALEA, E.M., MULLINS, M., MURPHY, F., *et al.* Engineered nanomaterials: risk perception, regulation and insurance. *Journal of Risk Research*. (2016) 19 :4, 444-460, DOI : 10.1080/13669877.2014.988168; p. 453.

Mais la régulation du nano n'en est qu'à ses balbutiements alors que les données provenant de l'industrie sont pour le moins fragmentaires, ceci étant notamment tributaire du fait que plusieurs producteurs ne désirent sans doute pas transmettre des informations relatives aux nanomatériaux utilisés, participants d'une crainte liée au risque de réputation, ce qui s'inscrit par surcroît dans un environnement juridique qui

n'impose pas toujours une déclaration obligatoire de la présence de nanoproduits⁶⁴⁸ (ou, le cas échéant, dont l'application n'est pas effective).

Les assureurs et les réassureurs sont depuis quelques années confrontés à une situation particulière dans le contexte du nano. Dans un premier temps, en raison du fait qu'ils n'assument pas la phase initiale impliquant la fabrication même des nanomatériaux (on réfère particulièrement ici aux nanoparticules anthropiques), mais, plutôt, qu'ils sont éventuellement appelés à assurer le producteur du produit final, les assureurs (et réassureurs) se trouvent dans une position où la carence d'information peut affecter la juste évaluation du risque.⁶⁴⁹ Par ailleurs, le Réassureur Munich Re soulignait récemment que l'expression des risques à lent déploiement⁶⁵⁰ en ce qui concerne le nano (les effets éventuels pouvant s'exprimer physiquement que dans plusieurs années) constitue possiblement le plus grand risque relié aux nanotechnologies, particulièrement en ce qui a trait au préjudice corporel éventuel.⁶⁵¹

En ce qui a trait au TiO₂, Widler et Meili (réassureur Gen Re) soulignent qu'il fait partie du groupe de risques importants.⁶⁵²

Les assureurs qui, afin de dresser les modalités de prise en charge des risques, doivent évaluer les risques particuliers qui leur sont soumis sont par ailleurs assujettis à un cadre normatif qui a, quant à lui, récemment été revisité par les autorités européennes.

⁶⁴⁸ WIDLER, T., MEILI, C., WIECZOREK, R. Gen Re. *Risk Monitoring for Nanomaterials Helps Insurers Conduct Risk Analyses*. September, insurance issues, 2015, p. 2.

⁶⁴⁹ MUNICH RE. Nanotechnology, 2016, p. 9. Disponible à l'adresse: https://www.munichre.com/site/mram-mobile/get/documents_E-1220058942/mram/assetpool.mr_america/PDFs/3_Publications/Nanotechnology_2016.pdf.

⁶⁵⁰ SKIPPER, H.D., KWON, W.J. *Risk Management and Insurance. Perspectives in a Global Economy*. Blackwell Publishing, Oxford, 2007, p. 472.

⁶⁵¹ MUNICH RE. Nanotechnology, 2016, p. 9. Disponible à l'adresse: https://www.munichre.com/site/mram-mobile/get/documents_E-1220058942/mram/assetpool.mr_america/PDFs/3_Publications/Nanotechnology_2016.pdf.

⁶⁵² WIDLER, T., MEILI, C., WIECZOREK, R. Gen Re. *Risk Monitoring for Nanomaterials Helps Insurers Conduct Risk Analyses*. September, insurance issues, 2015, p. 3.

Aussi, considérant son importance, il est ici des plus pertinents d'examiner le document charnière dans le secteur de l'assurance, la Directive *Solvabilité II* (ci-après « *Solvabilité II* » ou « *Solvency II* »).

6.3

Solvabilité II : Point d'ancrage des activités des assureurs en Europe

Nos travaux s'inscrivent dans un contexte particulier où le cadre normatif français relatif à l'additif alimentaire E 171 est sur le point d'être modifié. Or, le secteur de l'assurance a lui aussi fait l'objet de nouvelles et très importantes balises en ce qu'il doit maintenant agir sous la gouverne du nouvel instrument d'envergure, *Solvabilité II*⁶⁵³, régime prudentiel⁶⁵⁴ applicable aux assureurs situés en France. *Solvabilité II* est une pièce législative européenne⁶⁵⁵ (visant tous les États membres) ayant pour but, depuis le 1^{er} janvier 2016, d'harmoniser les cadres normatifs relatifs aux assurances (elle a ainsi remplacé 14 Directives européennes qui s'appliquaient depuis les années 1970 et plusieurs ayant été adoptées depuis).⁶⁵⁶

En fait, bien que le régime antérieur, *Solvabilité I*, ait été révisé en 2002, il n'était plus adéquat dans un contexte économique en pleine transformation (globalisation, risques émergents, nouvelles modalités applicables à la distribution des produits financiers, etc.).⁶⁵⁷

⁶⁵³ Depuis l'ordonnance du 2 avril 2015 et le décret du 7 mai 2015.

⁶⁵⁴ www.argusdelassurance.com/solvabilite-2.

⁶⁵⁵ Directive 2009/138/CE du Parlement Européen et du Conseil du 25 novembre 2009 sur l'accès aux activités de l'assurance et de la réassurance et leur exercice (*solvabilité II*).

⁶⁵⁶ Voir notamment les commentaires de Lloyd's www.lloyds.com/market-ressources/regulatory/solvency-ii/about/what-is-solvency-ii

⁶⁵⁷ CAPALLETTI, L., DUFOURG, N. *Solvabilité II, quels apports pour la gouvernance des risques? Résultats d'une recherche-intervention au sein d'une mutuelle française. Comptabilité et gouvernance*. May 2016, Clermont-Ferrand, France. Pp.cd.rom. Hal-01901188, p. 2.

Solvabilité II prévoit l'établissement d'un cadre relatif à la gestion du risque matériel, incluant les nouveaux risques, par le biais d'un dispositif ORSA, Own Risk and Solvency Assessment.⁶⁵⁸ Parmi les exigences énoncées dans Solvency II, on retrouve l'instauration d'une entité administrative relative à la gestion sur la base du *principe des quatre yeux* et l'instauration, au sein des entreprises d'assurances, de nouvelles fonctions dont celles relatives à la gestion des risques⁶⁵⁹ alors qu'à travers les nouvelles fonctions clés, on vise l'identification et l'évaluation des nouveaux risques.⁶⁶⁰

Ce *principe des quatre yeux* s'applique concrètement dans le domaine des assurances alors que l'article L 322-3-2 du *Code des assurances* français prévoit que la direction des entreprises est assurée par au moins deux personnes qui doivent par ailleurs satisfaire à certaines conditions prévues par ce même article.

Solvabilité II constitue en fait un nouvel instrument normatif ayant pour but d'assurer un meilleur ajustement et des fonds propres qui sont exigés des assureurs et des réassureurs à la lumière des différents risques (anciens et nouveaux) pris en charge par ces acteurs économiques. Une révision de ce dispositif réglementaire a eu lieu en 2018 alors qu'une nouvelle révision est prévue en 2021. La prochaine révision s'inscrira dans le cadre du projet IAIS Global Insurance Capital Standards visant à déterminer les ressources financières essentielles afin de couvrir les débours (à la suite de sinistre) de ces mêmes acteurs.⁶⁶¹

⁶⁵⁸ WIECZOREK, R. (Gen Re). Les bases d'une gestion efficace des nanorisques. 27 mars 2015. Disponible à l'adresse: www.genre.com/knowledge/blog/laying-the-foundations-for-effective-nano-risk-management-fr.html (consulté le 20 juin 2019).

⁶⁵⁹ CAPALLETTI, L., DUFOURG, N. *Solvabilité II, quels apports pour la gouvernance des risques? Résultats d'une recherche-intervention au sein d'une mutuelle française. Comptabilité et gouvernance*. May 2016, Clermont-Ferrand, France. Pp.cd.rom. Hal-01901188, p. 4.

⁶⁶⁰ CAPALLETTI, L., DUFOURG, N. *Solvabilité II, quels apports pour la gouvernance des risques? Résultats d'une recherche-intervention au sein d'une mutuelle française. Comptabilité et gouvernance*. May 2016, Clermont-Ferrand, France. Pp.cd.rom. Hal-01901188, p. 5.

⁶⁶¹ PIERANDREI, L. *Risk management*. 2^e édition, Dunod, 2019, p. 41-42.

Si les effets concrets de l'implantation de ce nouveau dispositif viseront surtout un encadrement opérationnel, particulièrement axé sur la solvabilité et les impacts financiers de l'opération d'assurance, il sera intéressant de suivre, au cours des prochaines années, les effets que ce cadre pourra avoir sur le déploiement des nano protection, considérant précisément l'ampleur des éventuels sinistres pouvant affecter le marché à très grande échelle, en fonction, tel que nous l'évoquions, de l'omniprésence de certaines nanoparticules.

C'est dans ce contexte que certains assureurs et réassureurs affirment aborder par des mesures concrètes le cadre de gestion des nanorisques⁶⁶², comme le ciblage des nanomatériaux de trois principaux secteurs industriels en évaluant la toxicité, le cadre normatif et les risques potentiels.⁶⁶³

Certains assureurs ont ainsi développé leur propre système de classification pour les produits nano. Par exemple, « afin de mieux analyser les risques associés à divers matériaux, un système de classification détaillé a été créé par les experts de Munich Re »⁶⁶⁴ (Figure 6.2) alors que Munich Re place les produits nano alimentaires dans une classe distincte.

⁶⁶² WIECZOREK, R. (Gen Re). Les bases d'une gestion efficace des nanorisques. 27 mars 2015. Disponible à l'adresse: www.genre.com/knowledge/blog/laying-the-foundations-for-effective-nano-risk-management-fr.html (consulté le 20 juin 2019).

⁶⁶³ WIECZOREK, R. (Gen Re). Les bases d'une gestion efficace des nanorisques. 27 mars 2015. Disponible à l'adresse: www.genre.com/knowledge/blog/laying-the-foundations-for-effective-nano-risk-management-fr.html (consulté le 20 juin 2019). WIDLER, T., MEILI, C., WIECZOREK, R. Gen Re. *Risk Monitoring for Nanomaterials Helps Insurers Conduct Risk Analyses*. September, insurance issues, 2015, p. 3; KINGDOLLAR, C., Nanotechnology - The Smallest and Biggest Emerging Issue Facing Casualty Insurers? *Insurance issues*. November, 2011, p. 3.

⁶⁶⁴ SCHMID, G. *Emerging Risk Nanotechnology, Emerging Risk Discussion Paper*. Munich Re. Février 2017, p. 4. (Traduction libre).

<i>Group</i>	<i>Product</i>	<i>Lines of Business Affected</i>	<i>Type of Loss</i>
I Free nanoparticles or nanotubes and nanomachines	Nano powder and active nano products	WC, product liability, product recall, ELD, EIL, public liability	Bodily injury, property damage, pure financial loss
II Nano products in food, drugs and cosmetics	Nano ingredients in drugs, cosmetics, dental fillings and food additives	Product liability, product recall, EIL, public liability, pharma, medical malpractice	Bodily injury, property damage, pure financial loss
III Nano products that can be freed when used, applied or disposed of	Nano spray, paints (nanoparticles on and in solid objects, when freed)	Product liability, EIL, product recall, ELD, public liability	Bodily injury, property damage, pure financial loss
IV In nano products fixed and embedded nanoparticles	Nano sealing, coating on solid objects	Product liability, EIL, product recall, ELD, public liability	Bodily injury, property damage, pure financial loss
V Conventional nano products	Electrical and household	Product liability, product recall	Bodily injury, property damage, pure financial loss

Figure 6.2

Système de classification du réassureur Munich Re en ce qui a trait aux produits nanos⁶⁶⁵

Source : SCHMID G. Munich Re, *Emerging Risk Nanotechnology, Emerging Risk Discussion Paper*, février 2017, p. 4. Les gras sont nôtres.

⁶⁶⁵ SCHMID, G. *Emerging Risk Nanotechnology, Emerging Risk Discussion Paper*. Munich Re. Février 2017, p. 4 (« Munich Re's classification system for nano products »).

Or, même en l'absence de données probantes quant aux risques exacts susceptibles de se matérialiser, les assureurs appréhendent provisoirement (toutefois sans un très grand degré de précision), à partir d'expériences passées, différents scénarios de tarification et de projections de sinistres.

C'est dans ce cadre que s'inscrit, dans le chapitre suivant, notre étude des impacts du déploiement des nanoparticules – particulièrement le TiO_2 – sur le domaine de l'assurance, en considérant, de façon successive, les assurances de personnes et les assurances de dommages.

*

CHAPITRE VII

IMPACTS DES NANOPARTICULES DE DIOXYDE DE TITANE SUR L'ASSURANCE

Les risques émergents que constituent les nanoparticules et les nanotechnologies ne peuvent, ne serait-ce que d'un point de vue statistique, être appréhendés de façon similaire aux risques traditionnels qui bénéficient de l'information fournie par la sinistralité antérieure. Mais quels sont les impacts qu'ont ou qu'auront les nanoparticules, notamment le TiO_2 , sur les assurances de personnes (assurance sur la vie et assurance maladie-accident) et sur les assurances de dommages (particulièrement en ce qui a trait à l'assurance responsabilité, même si, en théorie, l'assurance de biens pourra également être affectée)? Nous abordons, dans un premier temps, les effets concrets qu'ont actuellement les nanoparticules sur le processus de prise en charge des risques par les assureurs (section 1), poursuivons par une étude spécifique des impacts en assurance de personnes (section 2). Par la suite, nous effectuons une analyse de la responsabilité et des assurances (section 3) et poursuivons par un examen des impacts des nanoparticules sur l'assurance responsabilité (section 4).

7.1

Effets concrets des risques émergents sur le processus de tarification

L'analyse de la littérature nous a permis au cours des dernières années de colliger une très grande quantité d'information. La littérature relative aux risques émergents et aux impacts assuranciers, peu étoffée il y a à peine quinze ans, est de plus en plus

importante. Différentes discussions, au cours des dernières années, avec des personnes œuvrant dans le secteur de l'assurance et de la réassurance (gestionnaires de risques, représentants, avocats) nous ont également été utiles afin de connaître les pratiques effectives des assureurs et leur logistique institutionnelle en ce qui a trait aux risques émergents.

En premier lieu, il est incontestable que la pièce législative Solvabilité II a, en Europe, opéré d'importants changements quant à l'environnement normatif dans lequel les sociétés d'assurance évoluent. En vertu de Solvabilité II, le triptyque Identification/suivi/monitorage des nouveaux risques est à la gouverne du comportement des assureurs. Une fois qu'un risque émergent est identifié et qu'il fait l'objet d'un suivi/monitorage, l'approche d'innovation est privilégiée, c'est-à-dire que les assureurs vont aborder les questions en fonction de chaque cas d'espèce, de chaque risque émergent. Il ressort que les assureurs n'ont pour l'instant pas remanié les modèles d'analyse. Plutôt, une fois une situation identifiée, le dossier « scénario extrême » peut être créé et transféré aux actuaires pour évaluation et tarification. Les nanomatériaux peuvent être classés dans la catégorie « stealth technology ». L'assureur, en amont du processus, procède à un *scénario planning* et, dans ce cadre, aborde les nanorisques comme étant des « typical risks », rejoignant ainsi le modèle d'évaluation traditionnel, mais prenant soin de bien baliser le risque spécifique. Dans un premier temps, le risque émergent commandera, pour les assureurs, un examen des propriétés (physiques, mécaniques, etc.) de l'objet visé (pensons aux propriétés physico-chimiques du TiO₂, par exemple), en vue de colliger la plus grande quantité d'informations. Par la suite, un examen des risques connus ou anticipés sera effectué et sera abordé le cadre normatif applicable au domaine en question.

En ce qui a trait aux assurances privées, l'offre d'assurance est liée à une approche marketing et les produits se développent en fonction de la demande dont peut faire part la clientèle. Nous abordons ici deux exemples en lien avec les risques émergents. Il

s'agit dans un premier temps de l'assurance cyber-risque⁶⁶⁶ qui s'est développé avec l'innovation informatique et l'avènement d'Internet, ouvrant la voie aux attaques informatiques. Ces risques, considérés émergents, ne s'arriment pas tout à fait avec les produits disponibles. Dans un premier temps, l'assurance de biens peut *a priori* ne pas sembler appropriée en raison du fait que, précisément, le cyber risque n'est pas en soi « matériel », même si, quant à elles, les conséquences d'une cyber attaque le sont souvent (une analyse détaillée des aspects matériels, tangibles, etc. serait ici intéressante). Mais au final, des biens sont ou peuvent être affectés. Ainsi, en amont, des expertises sont effectuées afin d'étudier les risques, de calculer l'« exposition » potentiel (qui peut en fait être gargantuesque en ce qui a trait au préjudice pouvant être causé à la suite d'un *business interruption* de quelques heures, voire de quelques jours). Et l'interruption des affaires n'est pas la seule conséquence appréhendée. Le vol de données préoccupe de plus en plus. Aux États-Unis, en 2014, un logiciel malveillant a été installé sur les systèmes de caisses de la Chaine Home Depot et la protection des données personnelles a été grandement compromise. Des actions collectives ont d'ailleurs été entamées et réglées.⁶⁶⁷ En 2018, en France et ailleurs, l'atteinte à la protection des données était très importante (atteinte à la protection des données de 500 millions de clients de Marriott et, plus largement, la CNIL a annoncé que les données de près de 34 millions de personnes avaient été compromises depuis l'entrée en vigueur du *Règlement général sur la protection des données*⁶⁶⁸ « RGPD »). Plus récemment, au Québec, en 2019, les fuites de données chez le groupe Desjardins (près de 3 millions de clients-particuliers et près de 200 000 entreprises membres sont touchés) et chez Capital One (près de 106 millions de clients au Canada) ont alimenté les conversations quant aux nouveaux systèmes informatiques, aux nouvelles bases de données, aux

⁶⁶⁶ LEGRAND, D., LE MOINE, F., THOUROT, P. *Risques techniques, audit et assurances*. L'Argus de l'assurance, 2019.

⁶⁶⁷ *Lozanski c. The Home Depot Inc.*, 2016 ONSC 5447 (CanLII); STEMPEL, J., Home depot settles data breach lawsuit for \$19.5M., *Insurance journal*. 2016. Disponible à l'adresse: <https://www.insurancejournal.com/news/national/2016/03/09/401325.htm>.

⁶⁶⁸ Disponible à l'adresse : https://ec.europa.eu/info/law/law-topic/data-protection/reform/rules-business-and-organisations/principles-gdpr_fr.

risques liés et à la protection contre les conséquences financières inhérentes à leur réalisation et aux cyber assurances. Si la protection des données préoccupait les consommateurs il y a trente ans, l'avènement des nouvelles technologies commande une réévaluation des risques. Plusieurs assureurs offrent aujourd'hui la cyber protection, cuirassant, du moins partiellement, les victimes contre une partie des pertes financières associées à ces nouveaux risques.

Par ailleurs, afin de bien intégrer l'approche à l'égard des risques émergents et, particulièrement, des nanotechnologies, il est intéressant d'examiner la prise en charge des risques liés aux éoliennes. Lorsque les propriétaires/opérateurs d'éoliennes font, pour la première fois, part de leur désir d'obtenir une protection d'assurance, les assureurs, qui ignorent à peu près tout de ces dispositifs, initient une procédure d'évaluation de risque spécifique. Des ingénieurs peuvent alors être dépêchés afin d'évaluer la nature, la grandeur, le positionnement, etc. du dispositif. Par la suite, quoiqu'imparfaite et nullement basée sur une évaluation empirique (aucune statistique n'étant alors disponible en lien avec les dommages causés à ou par des éoliennes), un prix du risque peut être fixé. L'expérience ultérieure permettra de peaufiner la tarification et ce qui était inédit donne ultimement naissance à un produit en constant développement.

Évidemment, les nanorisques sont bien différents des risques liés aux éoliennes et au cyber risque. Tout comme ils sont bien différents des risques liés à l'amiante.

Ce qu'il est convenu d'appeler la *pénétrance* de ce risque est des plus fortes. Un produit contenant un type de nanoparticules peut potentiellement (dans l'éventualité, bien entendu, où les particules sont effectivement toxiques) causer des dommages catastrophiques et à l'échelle planétaire, d'aucune commune mesure avec le cas des éoliennes.

En raison de l'omniprésence des aliments et de leur consommation mondiale, les risques, pour l'instant peu connus, liés à l'utilisation des nanoparticules dans le secteur agroalimentaire sont craints en raison de leurs potentiels effets catastrophiques, car le déploiement est susceptible de se faire à très grande échelle.

Fort de ces remarques, nous abordons la matérialisation des principaux impacts qu'ont ou que pourront avoir les nanoparticules, et ce, respectivement en assurance de personnes et en assurance de dommages.

7.2

Assurances de personnes

Les assurances de personnes se divisent en assurance sur la vie et en assurance maladie-accident, deux sous-domaines aux ramifications multiples. Il faut également distinguer deux branches en assurance de personnes : les assurances individuelles et les assurances collectives. (Figure 7.1).

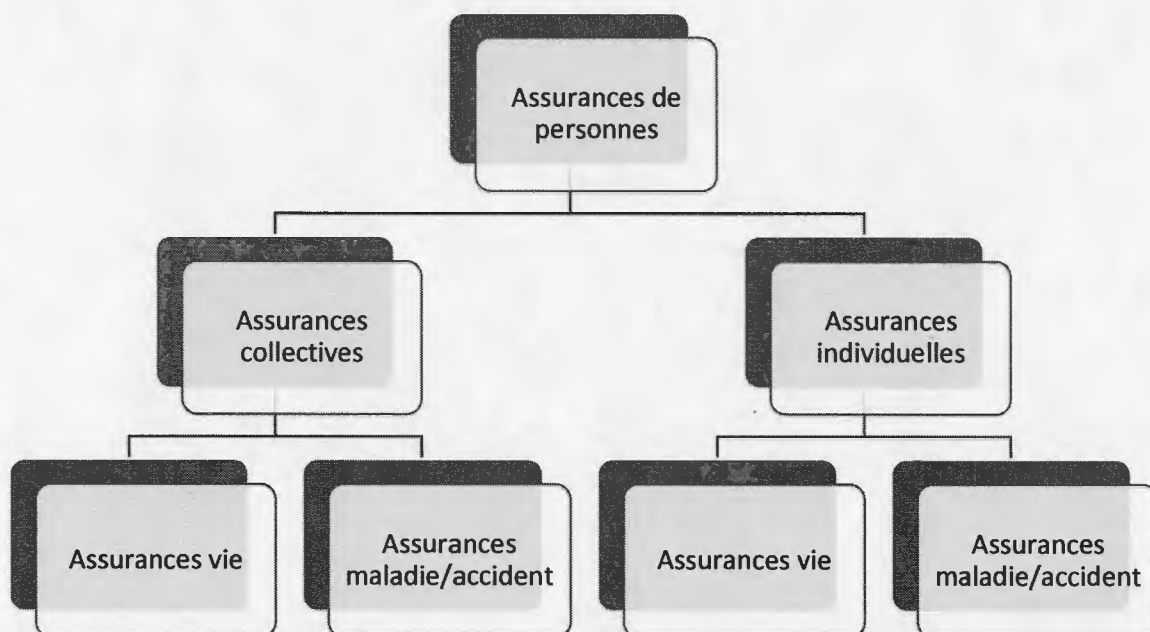


Figure 7.1

Branches en assurances de personnes

La nuance trouve toute son acuité dans le cadre de l'étude de la déclaration initiale de risque sur laquelle nous nous attardons dans une rubrique ultérieure. En ce qui a trait à l'assurance sur la vie, voilà déjà longtemps qu'elle est acceptée et fait partie du paysage financier des entreprises d'assurances (et des banques), au Canada et en France. Aussi, si cette protection est aujourd'hui commune, les règles relatives à l'utilisation de certains critères (motifs) d'évaluation du risque sont à l'occasion revisités (comme en Europe quant à l'impossibilité d'utiliser directement le « sexe » d'une personne afin de procéder à la tarification).

En effet, traditionnellement, en assurance sur la vie, certains motifs de distinction, d'exclusion ou de préférence sont utilisés par les assureurs : l'âge de l'assuré, le fait que l'assuré soit considéré fumeur, les antécédents médicaux, l'historique familial, etc.

Or, tous les éléments ne sont pas scrutés de la même façon en assurance individuelle et en assurance collective que nous abordons ici successivement.

7.2.1

Assurance vie (contrat individuel permanent)

Pour l'instant, soulignons le fait que l'assurance vie en cas de décès (car l'assurance vie en cas de « survie » existe également) implique une évaluation du risque, habituellement uniquement en amont du processus de souscription. En ce qui a trait aux contrats d'assurance vie *permanents* (en vigueur jusqu'à ce que le risque se réalise), une fois que la proposition d'assurance est acceptée et que les conditions relatives à la prise d'effet du contrat d'assurance sont remplies, les droits de l'assuré sont, sauf circonstances particulières comme le non-paiement de la prime, cristallisés. L'assureur ne peut donc normalement modifier unilatéralement le contrat. Cette considération est importante, notamment à la lumière du nano, car un assureur ne pourrait normalement pas, unilatéralement, modifier un contrat d'assurance vie déjà en vigueur, que ce soit dans le but de limiter la protection en excluant par exemple le risque de décès pouvant survenir en raison de la toxicité des nanoparticules de TiO_2 , si tant est que cette toxicité soit évidemment effective. En effet, à partir du moment où le contrat a valablement pris effet, le risque de décès étant couvert, l'assureur devra assumer son obligation et verser la prestation en cas de décès lorsque celui-ci surviendra. Ainsi, les clients (dans le cadre des contrats d'assurance vie individuels permanents actuellement en vigueur) seraient normalement protégés dans le cadre de la matérialisation des risques liés aux nanoparticules de TiO_2 , à condition que les modalités contractuelles ne soient pas modifiées (entendons que le client n'accepte pas de les modifier et qu'il s'assure que le contrat reste en vigueur jusqu'à ce que le risque, le décès, survienne).

7.2.2

Assurance vie (contrat individuel temporaire)

Par contre, les contrats d'assurance vie individuels *temporaires* (contrairement aux contrats permanents) ne bénéficieront pas nécessairement de la même protection. Ce type de contrat, comme son nom l'indique, est pour une durée déterminée, mais le contrat est habituellement renouvelable. Il peut par exemple s'agir d'un contrat temporaire 10 ans. Dans ce cas, il y a une évaluation du risque initialement. Si l'assureur accepte la proposition, le contrat pourra prendre effet (sous réserve du respect des conditions de prise d'effet). Il sera alors en vigueur jusqu'au décès de l'assuré, mais pour une période maximale de 10 ans. À cette échéance, si tant est que cela ait été prévu dans le contrat, celui-ci pourra (c'est habituellement le cas en pratique) être renouvelé pour une période identique de 10 ans. Quant à la prime exigée à l'égard du contrat renouvelé, elle sera habituellement substantiellement supérieure à celle qui s'appliquait pour la première période de 10 ans. La raison en est bien simple. L'assuré est plus âgé et, conséquemment, le risque de décès est plus grand. Mais il y a une raison supplémentaire. Il est fréquent que le contrat initial prévoie qu'à l'occasion du renouvellement, le cas échéant, l'assureur renonce à la possibilité de procéder à un nouvel examen du risque. Si tant est que cela soit le cas, le contrat pourra donc être renouvelé « automatiquement » par le client, en contrepartie, bien entendu, du paiement de primes (plus élevées). Dans le cas où des risques importants liés aux nanoparticules seraient avérés pour l'être humain, les assureurs pourraient, dans le contrat initial, se réserver la possibilité de procéder à un nouvel examen du risque, voire même de baliser, lors du renouvellement, la prise en charge du risque de décès en excluant certaines causes liées aux nanoparticules.

7.2.3

Assurance vie (protection collective)

Considérons le contexte de l'assurance collective à laquelle peuvent adhérer des employés. À partir du moment où un employé se qualifie, il peut adhérer au régime et sera alors protégé (ainsi, possiblement, que les membres de sa famille) contre différents risques. L'assureur bénéficie alors d'une grande mutualité, soit tous les employés qui adhèrent. Mais le type d'entreprise visée constitue une donnée importante. Le travail effectué dans certains domaines est plus risqué que celui effectué dans certains autres. En ce qui a trait aux nanoparticules, la question se pose avec acuité. Un domaine qui ne négocie nullement avec le nano présentera normalement (ou pourra présenter), dans le cadre qui nous intéresse, un risque moindre alors qu'une société qui utilise des nanoparticules verra son risque plus élevé (tout étant évidemment fonction du développement des connaissances scientifiques quant à la nocuité de ce type de particules). Dans le cadre des assurances collectives, l'évaluation du risque par les assureurs est, en amont du processus, très faible, voire, dans certains cas, quasi inexistante. Évidemment, nos remarques relatives aux assurances individuelles sont également ici pertinentes, tout comme les démarches évoquées précédemment par les universités ou des entreprises privées afin de déployer des registres, permettant de répertorier la manipulation et l'exposition de nanoparticules pouvant, à terme, entraîner le décès, sous réserve, dans la perspective assurancielle, tout comme dans le contexte litigieux, de la nécessité d'établir (la toxicité et) la causalité.

7.2.4

Assurance maladie-accident (protection collective)

Les contrats d'assurance maladie-accident visent un large spectre de protections (maladies graves, accident du travail, invalidité courte ou longue durée, etc.). Examinons le cas d'un régime collectif souscrit par une université, lequel régime

protège les employés/adhérents alors que certains d'entre eux sont exposés à des nanomatériaux. La compagnie Gen Re a récemment fait allusion à ce cas en mentionnant que de plus en plus d'universités établissent des laboratoires de recherche sur les nanomatériaux et donnent des cours relatifs aux nanotechnologies. Plusieurs étudiants travaillent souvent au sein des laboratoires et les connaissances que peuvent avoir ces étudiants des nanotechnologies, de la toxicité de certains matériaux et des mesures de sécurité peuvent varier et il n'est pas rare que les risques que présentent les nanomatériaux soient sous-estimés, par les étudiants comme par le personnel. Aussi, pour plusieurs raisons, les mesures de sécurité ne sont pas toujours suivies (port de masques et de gants, etc.).⁶⁶⁹

Or, le roulement des employés et le fait que les étudiants qui travaillent en laboratoire quittent à la fin de leurs études (ou avant), jumelé au fait qu'il n'y a actuellement aucun mécanisme permettant aisément de retrouver les personnes qui ont travaillé avec des nanomatériaux au sein de laboratoires universitaires afin de vérifier s'ils développent « any latent health effects in the future »⁶⁷⁰ peut affecter, à retardement, la santé et entraîner des réclamations qui seront transmises ultérieurement à des assureurs. GenRe fait allusion à l'éventuelle création d'un registre national qui aurait pour but de recenser les étudiants et employés des laboratoires universitaires qui auraient été exposés aux nanomatériaux.⁶⁷¹

Certaines universités ont récemment initié des démarches visant à répertorier les personnes qui travaillent avec des nanomatériaux et les types de nanomatériaux utilisés. C'est notamment le cas de l'Université Western, au Canada qui, depuis le mois de mai 2019, prévoit l'obligation de compléter un *Nanotechnology Registry Form*

⁶⁶⁹ KINGDOLLAR, C., Nanotechnology - The Smallest and Biggest Emerging Issue Facing Casualty Insurers? *Insurance issues*. November, 2011, p. 3.

⁶⁷⁰ KINGDOLLAR, C., Nanotechnology - The Smallest and Biggest Emerging Issue Facing Casualty Insurers? *Insurance issues*. November, 2011, p. 3.

⁶⁷¹ KINGDOLLAR, C., Nanotechnology - The Smallest and Biggest Emerging Issue Facing Casualty Insurers? *Insurance issues*. November, 2011, p. 3.

lorsque les projets de recherche impliquent des nanomatériaux, et ce, précisément en raison du fait que les risques sont pour l'instant inconnus.⁶⁷² Cette démarche participe de la traçabilité souhaitée, permettant notamment, dans le domaine des assurances, de retracer le début de l'exposition aux nanomatériaux, la durée d'exposition, la nature des particules, etc. Le fait de colliger ces données contribuera, dans le cadre du déploiement de ce registre, non seulement à un meilleur suivi dans le cadre d'éventuels accidents du travail (application de règles liées à des régimes d'indemnisation étatique, santé et sécurité au travail), mais aussi dans le contexte assurantiel dans le cadre de l'application des modalités contractuelles liées aux accidents ou aux maladies.

Or, le cadre contractuel, la portée des protections, le libellé des clauses et l'interprétation qu'en feront les tribunaux auront un impact majeur sur l'*exposition* éventuel des assureurs. L'interprétation donnée au terme « accident » par les tribunaux est susceptible d'avoir des impacts majeurs.⁶⁷³ Qu'est-ce qu'un accident? Comment, dans le cadre spécifique des nanotechnologies, définir ce qui constitue un accident? Les tribunaux s'échinent depuis plusieurs années à cerner les contours de ce terme en apparence simple. Au Canada, par exemple, la Cour suprême a eu, déjà à quelques reprises dans le contexte du droit des assurances, à interpréter le vocable *accident* et à qualifier des situations d'accidentelles ou non, qualifications qui avaient, dans différents cas, des conséquences énormes.⁶⁷⁴ Dans l'éventualité où un employé du laboratoire qui travaille avec les nanos subit un préjudice en raison de son exposition aux particules (inhalation de TiO₂ par exemple), pourra-t-il prétendre à un accident s'il avait décidé de ne pas porter de dispositifs de protection (masques ou gants) ? Par ailleurs, est-il possible de reprocher à quelqu'un de ne pas s'être protégé de particules dont la toxicité, au moment de l'exposition, n'était pas prouvée? Mieux vaut prévenir,

⁶⁷² <https://www.uwo.ca/hr/safety/topics/nanotechnology.html>.

⁶⁷³ KINGDOLLAR, C., Nanotechnology - The Smallest and Biggest Emerging Issue Facing Casualty Insurers? *Insurance issues*. November, 2011, p. 6.

⁶⁷⁴ Voir LLUELLES, D., LANCTÔT, S. *Droit des assurances : Décisions commentées et textes normatifs*. 6^e édition. Éd. Thémis. 2014, particulièrement les propos à la suite de la décision Gibbens.

dit l'adage. Mais la mesure de la prévention au niveau du comportement (port de dispositif de protection) ou de la précaution dans le cadre de l'établissement d'un cadre normatif ne s'inscrit pas nécessairement dans le contexte assurantiel. Si l'employé connaissait la toxicité, mais ne s'est pas muni du bon dispositif (un masque qui ne bloque pas les nanoparticules par exemple), cette erreur permet-elle de qualifier la contamination d'accidentelle? Le contrat contient-il des modalités particulières (oubli, erreur, voir négligence) ? Voilà quelques-unes des nombreuses questions qui seront sans doute éventuellement soulevées.

Au nombre des questions qui se posent, on retrouve celles visant à déterminer la portée des protections d'assurance et certaines visant à interpréter les situations factuelles. Dans le contexte qui nous occupe, les impacts de l'utilisation de l'additif alimentaire E 171 ou des nanoparticules de TiO₂ de qualité alimentaire peuvent être examinés suivant différents angles.

Dans le cadre des assurances de personnes, nous pouvons envisager les impacts que l'exposition aux nanoparticules de TiO₂ pourrait avoir sur la santé des travailleurs, mais, aussi, des consommateurs en générale, et ce, de différentes façons.

Dans un premier temps, cette exposition (ingestion/inhalation à la suite d'une exposition accidentelle, par exemple) pourra notamment s'exprimer par des *réclamations liées à des maladies* (maladies professionnelles, développées dans le cadre de l'emploi), sous réserve, bien entendu, de pouvoir démontrer la causalité et le fait que la pathologie s'est développée à l'intérieur d'une fenêtre temporelle bien définie, au travail. La causalité pourrait éventuellement s'établir plus facilement dans le cadre d'exposition dans le contexte professionnel,⁶⁷⁵ car, dans ce contexte, on connaît précisément le travail effectué par l'employé/adhérent.

⁶⁷⁵ WIDLER, T., MEILI, C., WIECZOREK, R. Gen Re. *Risk Monitoring for Nanomaterials Helps Insurers Conduct Risk Analyses*. September, insurance issues, 2015, p. 2.

Autre écueil en vue, la manifestation des effets (négatifs, aux fins de nos réflexions) à l'exposition aux nanoparticules peut se faire graduellement, possiblement des mois, voire des années après l'exposition. Or, comme nous l'avons examiné dans le cadre des chapitres précédents, les données actuelles ne permettent pas de définir de façon exacte, pour tous les scénarios, l'ampleur de la bioaccumulation et la toxicité ou génotoxicité, le cas échéant, du E 171, sans parler de l'ensemble des effets liés à la possibilité pour ces infimes particules de franchir certaines barrières anatomiques.

Tel que nous le précisons, les assureurs qui offrent des produits d'assurance collectifs ne procèdent habituellement pas à un examen du risque très détaillé. En amont du processus de souscription, l'étape de déclaration initiale de risque – moment permettant à l'assureur de colliger des éléments d'informations pertinentes quant au risque qu'il décidera peut-être éventuellement d'assurer – est à toutes fins pratiques inexistante dans le domaine collectif, sauf dans l'éventualité, par exemple, où l'adhérent désire obtenir un montant d'assurance vie supérieur à deux ou trois fois son salaire, par exemple. Évidemment, la répartition des risques, pour l'assureur, est déjà dans une certaine mesure assurée en raison de la mutualité à laquelle il accède par la conclusion du contrat avec l'employeur (c'est l'employeur qui est effectivement le preneur, le cocontractant de l'assureur, les employés étant des adhérents).

Il y a par ailleurs une autre composante des plus pertinentes, au demeurant souvent peu abordée dans la littérature, mais qui emporte pourtant des conséquences économiques importantes. Il s'agit du fait que, dans ce domaine (assurance de personnes collective), non seulement les adhérents ont accès à une assurance vie de façon quasi automatique, mais, qui plus est, les membres de la famille immédiate peuvent bénéficier d'une protection, également de façon quasi automatique, du moins en ce qui a trait à l'assurance santé (médicaments, hospitalisation, location d'équipements, etc.). Il s'agit d'un « court-circuit » au processus usuel. Ainsi, les enfants à charge, la conjointe ou le

conjoint de l'adhérent pourront éventuellement être protégés (sous réserve du respect de certaines règles) en vertu de ce régime, sans que l'assureur n'ait véritablement pu valider les informations liées aux risques que présentent ces personnes. Si une d'entre elles développe une pathologie importante, laquelle commande la prise régulière de plusieurs médicaments, les coûts pour l'assureur augmenteront. Avec une mutualité importante, de plusieurs centaines ou milliers d'employés/adhérents qui jouissent d'un « entourage » d'une ou de plusieurs personnes (enfants et conjoint), il est aisé d'imaginer l'ampleur que ces hausses de réclamations peuvent éventuellement avoir.

Ajoutons que l'assurance collective, au Québec, présente une « voie de contournement » intéressante pour certaines personnes qui – quoique cela ne soit pas fait de façon volontaire et mal intentionnée, car certes, la bonne foi se présume – peuvent, lorsqu'elles débutent un nouvel emploi, adhérer à la protection dont nous discutons actuellement, indépendamment de leur état de santé et bénéficier, par la suite, d'une continuité d'assurance. En effet, il y a un autre élément très peu connu des justiciables en général et des employés adhérents à une protection collective au Québec. Lorsqu'une personne bénéficie d'un contrat collectif offert par l'entremise de l'employeur (qui est en fait l'administrateur du régime), cette personne peut, advenant une cessation de son lien d'emploi par exemple, transformer le volet d'assurance vie collectif en assurance vie individuelle, esquivant naturellement la déclaration initiale de risque (puisque'il ne s'agit pas d'une nouvelle souscription, mais de l'exercice d'un droit de transformation qui doit être utilisé avant le 31^e jour à la suite du départ du groupe). La disposition pertinente prévoit en effet qu'une personne de moins de 65 ans qui cesse de faire partie du groupe d'assurance collective peut transformer son régime d'assurance vie collectif en protection d'assurance vie individuelle.⁶⁷⁶ Ainsi, un employé/adhérent qui travaille depuis plusieurs années pour le même employeur peut avoir subi, au cours des derniers mois, une dégradation de son état de santé faisant en

⁶⁷⁶ Article 62 du *Règlement d'application de la Loi sur les assureurs*, c. A-32.1, r. 1.

sorte qu'il n'est peut-être plus, aujourd'hui, assurable ou qu'il l'est, mais à des conditions bien plus onéreuses. Ce droit de transformation lui permettra de conserver une protection d'assurance vie, à la différence que celle-ci sera dorénavant individuelle (et sujette à certaines modalités particulières). Dans le cadre d'une exposition au nano qui causerait un préjudice, cette continuité d'assurance protégera l'assuré, l'assureur ne pouvant altérer unilatéralement les modalités de couverture.

Dans le cas du développement des connaissances scientifiques quant à la toxicité du TiO₂ et de l'additif E 171, et à la lumière des précisions relatives à l'évaluation du risque assurantiel, ces précisions s'avèrent particulièrement intéressantes. Les assureurs de personnes qui offrent des protections collectives pourront (dans l'éventualité où il y a effectivement des effets toxiques associés à la consommation du TiO₂) être affectés dans le cadre de réclamations liées à des accidents ou maladies professionnels, et l'ampleur des effets accessoires de ces risques émergents, dans la mesure précédemment évoquée (risques liés aux proches de l'adhérent d'une assurance collective) est actuellement inconnue.

Globalement, qu'il s'agisse d'assurances collectives ou individuelles dans le domaine des assurances de personnes, on constate que les impacts pour les assureurs pourraient, à long terme, être énormes. Car, il n'est alors plus possible de délimiter le risque en fonction du domaine dans lequel l'assuré évolue, dans lequel il travaille. Une personne bénéficiant d'une protection d'assurance vie ou maladie/accident pourra subir des effets à la suite de la consommation de l'additif alimentaire E 171 ou de TiO₂ de qualité alimentaire à l'occasion des collations et repas pris durant plusieurs années, sans que l'assureur ne puisse, en toute vraisemblance, déterminer la provenance des maux.

Aussi, pensons au fait que même dans l'éventualité où un assureur décidait, à partir d'aujourd'hui, de ne pas assumer les risques de problèmes de santé liés au nano (encore ici, il faut considérer des écueils liés à la preuve, à la causalité et à la portée de pareilles

clauses d'exclusion), il n'en serait pas pour autant libéré, et ce, simplement en raison du fait qu'il devrait honorer les contrats à ce jour conclus et en vigueur. Ainsi, une personne ayant, quinze ans auparavant, souscrit un contrat d'assurance sur la vie bénéficierait de la protection advenant son décès dans dix ans, même si celui-ci résulte d'une exposition à des nanoparticules, l'assureur n'ayant normalement pas, en assurance sur la vie, la possibilité de modifier unilatéralement les modalités contractuelles, une exclusion n'aurait ainsi pas pu être ajoutée. La tentative de modification unilatérale de l'assureur visant la modification du contrat d'assurance ne peut être fructueuse, une fois le contrat formé et en vigueur, que si le titulaire consent, par écrit, à la modification⁶⁷⁷. Ce rempart pour le client d'assurance n'est toutefois pas aussi efficace à l'occasion du renouvellement du contrat, l'assureur pouvant alors procéder à des modifications. Ce sera, dans ce dernier cas, au client à réagir en tentant de négocier afin d'éviter les modifications en question⁶⁷⁸. Dans le cadre qui nous occupe, considérant d'une part l'évolution des connaissances scientifiques et, d'autre part, le fait que plusieurs contrats qui seront visés sont, précisément, des contrats susceptibles d'être renouvelés, il est permis d'envisager avec un haut niveau de conviction que les assureurs désireront, le cas échéant, se prévaloir de cette prérogative afin d'ajuster le contrat et de baliser la prise en charge des nanorisques et, surtout, de leurs conséquences.

Afin d'éviter ou de limiter le plus possible d'éventuels conflits et litiges, il importe de bien baliser, en amont du processus de souscription, la prise en charge des risques. Mais cela n'est pas toujours aisé. Comment, précisément, bien contrôler le risque pris en charge?

⁶⁷⁷ Article 2405 al. 2 C.c.Q.

⁶⁷⁸ Article 2405 al. 3 C.c.Q.

Quant aux méthodes permettant de mesurer et d'assurer les risques liés aux nanomatériaux manufacturés, suivant une perspective à « long terme », un programme de monitoring pourrait être instauré.⁶⁷⁹

Dans l'éventualité où les assureurs ne possèdent pas, à court terme, les moyens nécessaires afin d'évaluer les risques à long terme, d'autres mécanismes, prônant une évaluation au cas par cas, pourraient être employés (comme la titrisation ou la réassurance).

Or, le secteur des assurances de personnes n'est pas le seul concerné par les nanorisques. Le secteur des assurances de dommages, particulièrement l'assurance responsabilité, amorce son incursion dans le domaine des nanotechnologies et les écueils et défis qui attendent les cocontractants seront sans nul doute légion, particulièrement dans le contexte du rappel de produits.

Mais avant d'aborder la matérialisation des principaux impacts qu'ont ou que pourront avoir les nanoparticules en assurance de dommages, il est opportun d'étudier des notions importantes dans le domaine de la responsabilité et des assurances.

7.3

Responsabilité et assurances

Considérant le fait que l'assurance responsabilité s'inscrit dans un contexte qui interpelle à la fois le droit des assurances et la responsabilité civile, il importe d'en aborder les arcanes. L'assurance responsabilité a pour but la prise en charge de risques

⁶⁷⁹ MCALEA, E.M., MULLINS, M., MURPHY, F., *et al.* Engineered nanomaterials: risk perception, regulation and insurance. *Journal of Risk Research*. (2016) 19:4, 444-460, DOI: 10.1080/13669877.2014.988168, p. 452-453.

liés à la responsabilité de l'assuré, en raison de la faute commise par ce dernier, par d'autres personnes, voire – et cela nous concerne particulièrement – en raison du préjudice causé par certains biens. Or, le concept d'assurance responsabilité en est un aux multiples ramifications et son étude détaillée fait l'objet d'ouvrages propres au droit des assurances⁶⁸⁰ et aux assurances de dommages⁶⁸¹, incluant l'assurance responsabilité. Nous nous appliquons ici à étudier des concepts applicables au premier plan dans le contexte des nanoparticules intégrées dans différents produits. Également, nous soulignons des points qui permettent de mieux envisager le rôle de l'institution d'assurance dans le contexte qui nous occupe, à la lumière des nanoparticules de TiO₂.

7.3.1

Régimes de responsabilité civile pertinents dans le cadre du TiO₂

D'abord, la question phare qui en commande d'autres, secondaires, est celle visant à déterminer de quelle façon le droit définit et appréhende la responsabilité qui ne s'appuie pas toujours sur la faute de l'éventuel défendeur, entendu ici dans un contexte litigieux qui interpellera possiblement, lorsqu'en présence d'une protection applicable, l'assureur de responsabilité.

Essentiellement, deux grands régimes de responsabilité s'appliquent en fonction des circonstances. Il s'agit des régimes de responsabilité contractuelle⁶⁸² et

⁶⁸⁰ Voir notamment : LANCTÔT, S. (dir.), MELANÇON, P.A. (dir.). *Commentaires sur le droit des assurances et textes normatifs*. 3^e édition, LexisNexis, 2017; LLUELLES, D., LANCTÔT, S. *Droit des assurances: décisions commentées et textes normatifs*. 6^e éd., Montréal, Thémis, 2014; LLUELLES, D. *Contrats d'assurance terrestres*. 5^e édition, Éditions Thémis, 2015; BIGOT, J. avec la collaboration de Jean-Louis Bellando, *Traité de droit des assurances*, t.1, *Entreprises et organismes d'assurance*, 2^e éd., Paris, L.G.D.J., 1996; NICOLAS, V., *Essai d'une nouvelle analyse du contrat d'assurance*, Paris, L.G.D.J., 1996; LAMBERT-FAIVRE, Y., LEVENEUR, L. *Droit des assurances*, 14^e éd., Paris, Dalloz, 2017.

⁶⁸¹ Voir notamment : LANCTÔT, S. (dir.). *Le contrat d'assurance de dommages et le contrat de réassurance : sujets choisis*. LexisNexis, 2015.

⁶⁸² Voir, au Québec, l'article 1458 C.c.Q.

extracontractuelle⁶⁸³. La responsabilité contractuelle s'applique en cas d'inexécution, de la part du débiteur, de son obligation et peut intervenir dans le cadre du cycle de production, celui-ci impliquant plusieurs acteurs liés contractuellement. Le cycle est évidemment pertinent dans le cadre qui nous occupe en raison du lien de droit qui peut unir différents acteurs impliqués dans la commercialisation de produits intégrant des nanoparticules et nous abordons d'ailleurs plusieurs de ces aspects dans les rubriques suivantes. Aussi, la responsabilité extracontractuelle peut quant à elle être engagée en raison de la faute commise par l'assuré lui-même (régime de responsabilité civile extracontractuelle du fait personnel⁶⁸⁴), en raison de la faute ou du fait d'une autre personne ou en raison du préjudice causé par certains bien, sans parler de quelques régimes spécifiques⁶⁸⁵.

Une personne peut tout d'abord engager sa propre responsabilité si le triptyque *Faute-Préjudice-Lien de causalité* est présent. La faute se décline en 2 sous éléments, soit (1) le fait d'être doué de raison (avoir la capacité de discernement, comprendre la portée de ses gestes) et (2) le fait de ne pas avoir agi de façon prudente et diligente. Le préjudice subi par une ou plusieurs personnes répond de nombreuses caractéristiques (caractère direct, certain, légitime et cessible). Finalement, un lien de causalité entre la faute et le préjudice doit exister. Une personne peut par ailleurs engager sa responsabilité en raison de la faute ou du fait d'une autre personne, comme les titulaires de l'autorité parentale⁶⁸⁶ (pour le fait ou la faute du mineur) ou le commettant (pour la faute commise par son préposé dans l'exécution de ses fonctions)⁶⁸⁷. Aussi, et il s'agit d'un point pertinent dans le cadre de nos propos, une personne peut engager sa responsabilité en raison du préjudice causé à une autre personne par un bien, sous

⁶⁸³ Voir notamment, au Québec, l'article 1457 C.c.Q. et les articles 1459 C.c.Q. et suivants.

⁶⁸⁴ Voir, au Québec, l'article 1457 C.c.Q.

⁶⁸⁵ Voir notamment l'article 976 C.c.Q. qui prévoit que « [l]es voisins doivent accepter les inconvénients normaux du voisinage qui n'excèdent pas les limites de la tolérance qu'ils se doivent, suivant la nature ou la situation de leurs fonds, ou suivant les usages locaux ».

⁶⁸⁶ Au Québec, art. 1459 C.c.Q. et l'art. 1242 du Code civil français.

⁶⁸⁷ Au Québec, art. 1463 C.c.Q. et l'art. 1242 Code civil français.

réserve de la possibilité pour le gardien de s'exonérer (art. 1465 C.c.Q.). Toutefois, considérant la nature de la présente analyse (ancrée sur l'assurance plutôt que sur les régimes de responsabilité civile), nous n'abordons pas ici les détails et nuances de ces différentes notions (qui font incidemment l'objet d'analyses particulières de la part de plusieurs auteurs), aux ramifications multiples et dont les contours sont périodiquement revisités par les tribunaux.

Le concept d'imputabilité sous-tend certains régimes, comme, notamment, ceux qui interpellent le défaut des produits, dont les conditions d'application sont ici très sommairement examinées en raison de leur pertinence dans le cadre des produits pouvant intégrer des nanoparticules.

7.3.2

Responsabilité du fait des produits

En France, c'est l'article 1245 du Code civil qui prévoit les prescriptions applicables dans le cadre de la responsabilité du fait des produits. Mais comment se traduit concrètement l'application de ces règles et qui est le producteur visé par celles-ci ? Dans un premier temps, afin que ces règles puissent trouver application, il doit y avoir un défaut du produit et, dans un deuxième temps, le législateur français a prévu qu'est producteur (dans le cas où il agira à titre de professionnel), le fabricant d'un produit fini et le producteur d'une matière première et le fabricant d'une partie composante.

En vertu de ces délimitations précises, plusieurs acteurs pourraient éventuellement être visés par un recours, dont le producteur de nanoparticules anthropiques. De plus, le fournisseur (qui n'est pas visé) pourrait, à l'occasion, être tenu responsable, notamment dans des cas où la victime n'aurait pas été en mesure d'identifier le fabricant que le fournisseur n'aurait pas dénoncé. C'est du moins ce qui ressort d'une décision de la Cour de justice (CJCE, 2 déc. 2009, Aventis Pasteur C/O.B., aff. C-358/09).

Au Québec, dans le contexte qui nous occupe, le fabricant d'un bien meuble (tout comme la personne qui fait la distribution du bien sous son nom ou comme étant son bien et pour tout fournisseur du bien, qu'il soit grossiste ou détaillant, ou qu'il soit ou non l'importateur du bien) est tenu de réparer le préjudice causé à un tiers par le défaut de sécurité du bien (article 1468 C.c.Q.). Le législateur québécois a précisé qu'

« il y a défaut de sécurité du bien lorsque, compte tenu de toutes les circonstances, le bien n'offre pas la sécurité à laquelle on est normalement en droit de s'attendre, notamment en raison d'un vice de conception ou de fabrication du bien, d'une mauvaise conservation ou présentation du bien ou, encore, de l'absence d'indications suffisantes quant aux risques et dangers qu'il comporte ou quant aux moyens de s'en prémunir » (article 1469 C.c.Q.).

Par ailleurs, une exonération est prévue pour le fournisseur, le distributeur ou le fabricant d'un bien (meuble) en présence d'une preuve selon laquelle la victime avait connaissance ou « était en mesure de connaître le défaut du bien, ou qu'elle pouvait prévoir le préjudice » ou encore lorsque « le défaut ne pouvait être connu, compte tenu de l'état des connaissances, au moment où il a fabriqué, distribué ou fourni le bien et qu'il n'a pas été négligent dans son devoir d'information lorsqu'il a eu connaissance de l'existence de ce défaut » (article 1473 C.c.Q.). Le cadre est donc similaire à celui de la France et est d'ailleurs inspiré de la Directive européenne⁶⁸⁸.

Dans les cas où le consommateur a contracté avec un commerçant, le législateur québécois a prévu des règles spécifiques, plus protectionnistes. Dans ce cas, le consommateur peut diriger directement son recours basé sur un vice caché du produit à l'endroit du fabricant ou du commerçant sauf dans les cas où le consommateur aurait

⁶⁸⁸ Directive du Conseil des Communautés européennes du 25 juillet 1985 relative au rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des États membres en matière de responsabilité du fait des produits défectueux, (85/374/CEE). Voir particulièrement l'article 7.

pu déceler le vice à la suite d'un examen ordinaire. Ce sera le cas lors du défaut d'indications qui sont nécessaires afin d'assurer la protection de la personne qui utilise le produit contre un risque qu'il ne pouvait lui-même connaître. Dans ce contexte, le fabricant, tout comme le commerçant, ne pourra prétendre qu'il ne connaissait pas le défaut ou le vice. En ce qui a trait au recours à l'encontre du fabricant, celui-ci peut être entrepris par un « consommateur acquéreur subséquent du bien », en vertu de l'article 53 de la *Loi sur la protection du consommateur*.

Évidemment, dans le cas où la responsabilité est engagée, la présence d'un assureur peut être salvatrice pour le défendeur responsable. Or, l'environnement juridique relatif aux assurances commande des précisions. D'entrée de jeu, normalement, tous les degrés de faute peuvent être pris en charge par l'assureur (faute, négligence, etc.). Toutefois – et à travers le prisme du droit des assurances, cette précision est capitale –, si l'assuré commet une faute intentionnelle, l'assureur est libéré de son obligation de verser l'indemnité au tiers, et il s'agit d'une « libération légale », dont l'application ne dépend nullement de la présence ou non, au sein de la police d'assurance, d'une clause d'exclusion en ce sens. L'article 2464 C.c.Q. prescrit en effet que l'assureur n'est jamais tenu de réparer le préjudice qui résulte de la faute intentionnelle de l'assuré et il convient d'interpréter l'expression « jamais tenu » dans le sens où il n'est pas possible pour l'assureur de réparer un tel préjudice, car cela affecterait l'ensemble de la mutualité et, aussi, le caractère intentionnel vient priver le contrat de l'aléa dont, pourtant, comme nous l'avons vu, il dépend.

À la lumière de ces précisions, nous abordons la matérialisation des impacts des nanoparticules de TiO₂ en assurance de dommages, particulièrement en assurance de responsabilité.

7.3.3 Causes d'exonération

En France, il y a en fait cinq causes d'exonération qui sont propres au régime de responsabilité du fait des produits défectueux, mais trois d'entre elles visent des situations où ce sont les conditions d'existence du régime de la responsabilité. Ainsi, il y a deux véritables causes d'exonération, dont une que nous abordons ici en raison de sa pertinence eu égard à notre sujet : le risque de développement.

En vertu des prescriptions de l'article 1245-10 du Code civil (anciennement l'alinéa 4 de l'article 1386-11 du Code civil français), « [l]e producteur est responsable de plein droit à moins qu'il ne prouve [...] 4° que l'état des connaissances scientifiques et techniques, au moment où il a mis le produit en circulation, n'a pas permis de déceler l'existence du défaut ».

Si cette mesure a initialement soulevé des inquiétudes chez les consommateurs – ceux-ci alléguant une protection amoindrie des victimes qui bénéficiaient, jusque-là d'un régime plus favorable, basé sur la jurisprudence qui avait antérieurement été élaborée en s'appuyant sur l'obligation de sécurité⁶⁸⁹ – elle constituait en contrepartie une mesure qui visait à ne pas punir les divers producteurs en France au regard des autres producteurs européens (cette mesure a initialement été prévue par la *directive européenne du 25 juillet 1985 sur la responsabilité du fait des produits défectueux* alors que la France a adopté la loi du 19 mai 1998, à la suite d'une condamnation de la France en raison d'un manquement)⁶⁹⁰.

⁶⁸⁹ GRYMBAUM, L. (dir.). *Assurances, Droit & Pratique*. L'Argus de l'assurance, 2017-2018, p. 314; JOURDAIN, P. *Commentaire de la loi no 98-389 du 19 mai 1998 sur la responsabilité du fait des produits défectueux*. JCP E 1998, p. 1204, spéc. No 37.

⁶⁹⁰ GRYMBAUM, L. (dir.). *Assurances, Droit & Pratique*. L'Argus de l'assurance, 2017-2018, p. 302; (CJCE, no C-293/91, Arrêt de la Cour, Commission des Communautés européennes contre République française, 13 janvier 1993. D. 1993, p. 566, note J.-L. Clergerie).

Mais que signifie, à la lumière du libellé de l'article 1245-10, l'état des connaissances scientifiques et techniques? S'agit-il d'une règle *in concreto* (soit une évaluation subjective, en fonction des connaissances du producteur visé)? S'agit-il plutôt d'une règle *in abstracto* (soit une évaluation objective, en fonction des connaissances d'un producteur raisonnable)? La CJCE Cour de Justice de la Communauté européenne a tranché, dans l'affaire Commission des Communautés européennes contre Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord (affaire C-300/95) en mentionnant, au paragraphe 26, qu'il s'agit des connaissances scientifiques et techniques « en ce compris son niveau le plus avancé, tel qu'il existait au moment de la mise en circulation du produit en cause ». Il s'agit des connaissances scientifiques et techniques au niveau mondial et « le producteur est présumé informé »⁶⁹¹.

Cette règle a l'avantage d'être basée, au final, sur des données disponibles, au moment de la mise en circulation du produit, et non sur les prétentions d'un producteur, ce qui aurait ouvert la voie à des oppositions systématiques basées sur l'ignorance du producteur en cause. Précisons finalement que l'article 1245-11 prévoit que « le producteur ne peut invoquer la clause d'exonération prévue au 4° de l'article 1245-10 lorsque le dommage a été causé par un élément du corps humain ou par les produits issus de celui-ci ».

Au Québec, les règles sont similaires. Essentiellement, en ce qui a trait à la connaissance que peut avoir la victime du défaut (ce qui constitue un moyen d'exonération pour le distributeur, fabricant ou distributeur), il semble que cette connaissance pourrait entraîner l'entière exonération des trois acteurs, mais pourrait également avoir pour effet d'entraîner un partage de la responsabilité avec celui qui

⁶⁹¹ Commission des Communautés européennes contre Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord (affaire C-300/95), par. 27; GRZYBAUM, L. (dir.). *Assurances, Droit & Pratique*. L'Argus de l'assurance, 2017-2018, p. 314.

utilisait le bien. Mais cette interprétation doctrinale, quoique majoritaire, n'est pas unanime.

En ce qui a trait à l'état des connaissances dans le cadre du risque de développement, la règle québécoise s'arrime à celle de la Cour de Justice de la Communauté européenne précédemment évoquée et vise une ignorance objective (et non celle, subjective, du fabricant).

7.4

Assurance responsabilité

L'assurance de dommages, domaine auquel appartient l'assurance responsabilité⁶⁹², a subi de nombreuses transformations au cours des dernières décennies, transformations notamment tributaires du changement du cadre normatif⁶⁹³, des besoins des clients, des interprétations jurisprudentielles et des évolutions technologiques.

7.4.1

Principe de la compensation

L'assurance responsabilité, tout comme l'assurance de biens d'ailleurs, a pour principale visée la protection du patrimoine de l'assuré. Dans les deux cas, à la suite d'un sinistre (réalisation d'un risque couvert par le contrat), la protection assurancielles vient protéger l'assuré en ce qu'elle évite que la perte vienne directement ponctuer son patrimoine. Plutôt, en raison de sa prévoyance volontaire (ou, dans certains cas, en raison du fait que l'assurance est obligatoire), l'assuré a accepté de se départir d'une

⁶⁹² LANCTÔT, S. (dir.). *Le contrat d'assurance de dommages et le contrat de réassurance: sujets choisis*. LexisNexis Canada, 2015.

⁶⁹³ LANCTÔT, S., GILLES, D. *Fire is a good servant but a bad master: Risk in Fire Insurance Law as a Legal Tool for the State during the Construction of Colonial Canada*. Conférence donnée en 2019 à Séville (ouvrage à paraître en 2019).

somme relativement faible, le prix du risque, la prime (dont la perte est toutefois certaine) en vue de bénéficier du versement éventuel (et incertain) d'une indemnité. Évidemment, le destinataire du paiement pourra varier, mais, essentiellement, pour ce qui est de l'assurance de biens, c'est habituellement l'assuré lui-même ou un créancier hypothécaire qui recevra le montant alors que dans le cas de l'assurance responsabilité, ce montant sera en principe versé à la victime (un tiers).

Or, dans tous les cas, en assurance de dommages, c'est le caractère indemnitaire qui doit être à la gouverne de ces protections et du comportement des parties, car un des principes de ce secteur d'assurances est celui à l'effet que la protection vise une compensation qui ne sera toutefois pas toujours, voire rarement, intégrale (en assurance vie, on réfère plutôt à la nature ou au caractère forfaitaire de la garantie, à une prestation). Mais ce tempérament à la règle de la responsabilité civile (qui elle, vise une compensation intégrale, mais qui souffre aussi d'exceptions) se justifie en fonction des modalités contractuelles inhérentes à l'assurance. On pense en tout premier lieu à la franchise (le terme anglais *deductible* est également souvent utilisé) ou à la limite de garantie (il s'agit du montant d'assurance, soit le montant maximum que l'assureur pourra éventuellement être tenu de payer au titre de l'indemnité) qui affectent évidemment le montant versé et qui privent l'assuré de l'intégralité du montant, le cas échéant, bien entendu. Dans plusieurs autres cas, aussi, les modalités légales ou conventionnelles constitueront un frein à cette pleine compensation alors même qu'une police d'assurance aura été préalablement souscrite (faute intentionnelle, clause d'exclusion, etc.).

Abstraction faite des quelques nuances que nous venons d'évoquer, la compensation intégrale agit à titre de phare dans le processus d'indemnisation, mais, souvent, l'indemnisation, telle une asymptote, n'atteindra jamais le dessein visé, mais tentera de se rapprocher le plus possible de la compensation intégrale, la franchise, en assurance de dommages, de même que la limite de garantie constituant des écueils, sans parler du

fait que le preneur se sera départi d'une portion de son patrimoine, au fil du temps, en payant, suivant une exécution successive et périodique, sa prime.

7.4.2

Impacts potentiels au niveau des éventuelles indemnités à verser

Évidemment, pèsent sur les épaules des manufacturiers de différents produits le poids de potentielles expositions à des risques divers, et ce, à différentes étapes du cycle de vie d'un produit donné. Il s'agit notamment des risques liés à des problèmes de santé causés aux tiers, au rappel de produits, aux conséquences environnementales et aux problèmes liés à la propriété intellectuelle.⁶⁹⁴ Dans le cadre de l'expression de ces risques liés aux nanomatériaux, les assureurs peuvent utiliser différentes méthodes afin de négocier avec chaque catégorie de risques⁶⁹⁵.

7.4.3

Rappel de produit

Le rappel de produit constitue un des risques les plus importants et un des types de réclamations éventuellement les plus conséquents pour les assureurs. La preuve en est des quelques exemples suivants, tirés de l'actualité des dernières années.

⁶⁹⁴ MCALEA, E.M., MULLINS, M., MURPHY, F., *et al.* Engineered nanomaterials: risk perception, regulation and insurance. *Journal of Risk Research*. (2016) 19:4, 444-460, DOI: 10.1080/13669877.2014.988168; p. 445.

⁶⁹⁵ ROBICHAUD, C.O., TANZIL, D., WEILENMANN, U. *et al.* Relative Risk Analysis of Several Manufactured nanomaterials: An Insurance Industry Context, *Environ. Sci. Technol.* 2005, 39, 8985-8994; MCALEA, E.M., MULLINS, M., MURPHY, F., *et al.* Engineered nanomaterials: risk perception, regulation and insurance. *Journal of Risk Research*. (2016) 19:4, 444-460, DOI: 10.1080/13669877.2014.988168; p. 445.

Différents secteurs d'activités ont en effet récemment été touchés par le rappel de produits. Le domaine de l'électronique qui constituait, lors de ses balbutiements (apparition des ordinateurs, établissement de réseaux, emmagasinage de données), un nouveau risque (et encore aujourd'hui, alors que le cyber risque constitue un des principaux risques émergents) a connu son lot d'écueils, comme ce fut le cas avec le rappel d'envergure de téléphones portables, par la compagnie Samsung, en 2016, alors que 2.5 millions d'unités (modèle Galaxy, Note 7) ont été rappelées à la suite d'allégations, par certains usagers, de flammes et d'explosions générées par l'utilisation de l'appareil en raison d'une surchauffe de la batterie. Les coûts dudit rappel de produit (incluant le retrait du marché de l'appareil) sont énormes et, au total, il en aura coûté près de 10 milliards de dollars à Samsung.⁶⁹⁶ Les dernières années ont suscité de nombreuses questions, liées à la responsabilité et aux assurances, dans le domaine de l'automobile. L'avènement des automobiles autonomes/intelligentes, certes révolutionnaire, implique par ailleurs, dans la perspective assurancière, de nombreuses conséquences. Si ces nouvelles voitures préoccupent, ce sont toutefois des dispositifs élémentaires et plus anciens qui ont récemment connu des difficultés, des erreurs liées aux coussins gonflables ayant provoqué un des plus importants rappels de produits dans l'industrie automobile (entre 60 et 70 millions d'unités à travers le monde). Les coûts liés à ce rappel sont estimés à plus de 20 milliards de dollars.⁶⁹⁷

Nous évoquons, plus tôt, l'utilisation dans le domaine médical/pharmaceutique, du dioxyde de titane à titre de « colorant (CI 77891⁶⁹⁸) dans les médicaments, comme

⁶⁹⁶ ALLIANZ. *Product Recall. Managing the impact of the new Risk Landscape*. Décembre 2017, p. 4. Voir « Samsung takes \$10 billion hit to end Galaxy Note 7 fiasco », Diapositive à l'adresse: <https://money.cnn.com/2016/10/11/technology/samsung-galaxy-note-7-what-next/>.

⁶⁹⁷ ALLIANZ. *Product Recall. Managing the impact of the new Risk Landscape*. Décembre 2017, p. 4; Bloomberg.com. Voir également, en 2014, le rappel pour différents problèmes, d'interrupteurs de démarreurs d'automobiles (30 millions de véhicules ont alors fait l'objet d'un rappel et les coûts liés à cette opération sont estimés à 4 milliards de dollars : ALLIANZ. *Product Recall. Managing the impact of the new Risk Landscape*. Décembre 2017, p. 4.

⁶⁹⁸ DORIER, M. *Impact du colorant alimentaire E171 et de nanoparticules de dioxyde de titane sur des modèles cellulaires, in vitro, d'épithélium intestinal*, Thèse, Grenoble Alpes, 2016, p. 21-25.

excipient dans les vaccins, etc. »⁶⁹⁹. Les nanoparticules n'ont pas encore mobilisé de façon importante l'industrie pharmaceutique qui, déjà, a été confrontée à des épisodes de rappels de produits importants, comme celui, en 2010, par la compagnie DePuy Orthopaedics (Johnson & Johnson), de dispositifs de remplacement pour hanches à la suite de plusieurs chirurgies. Plus de 90 000 unités ont été implantées à travers le monde. Les coûts estimés liés à ce rappel sont de 3 milliards de dollars.⁷⁰⁰ De même, en 2005, le médicament Bextra relatif à l'arthrite et commercialisé par Pfizer faisait l'objet d'un retrait par la FDA en raison d'effets secondaires. Les coûts sont estimés à 3 milliards de dollars⁷⁰¹. En 2004, un autre médicament relatif à l'Arthrite, le Vioxx, était rappelé par la compagnie Merck. Le coût relatif à ce rappel est estimé à près de 5 milliards de dollars.⁷⁰²

Évidemment, il ne s'agit que de quelques exemples, toutefois très onéreux pour les fabricants et, ultimement, pour les assureurs, lorsqu'une protection applicable a été souscrite.

Le secteur agroalimentaire a lui aussi déjà essuyé des pertes considérables en raison du rappel de produits. Tel fut le cas lors du rappel de peanuts contaminées, en 2008 (crainte de la salmonellose) qui a touché plus de 4 000 produits, lesquels étaient générés par 200 différentes compagnies. La compagnie responsable, Peanut Corporation of America a souffert au plus haut point « filed for bankruptcy » et les coûts liés au rappel sont estimés à 1 milliard de dollars.⁷⁰³ Le recours aux nanoparticules dans de nombreux produits pourrait commander – dans l'éventualité, bien entendu, où un risque était avéré

⁶⁹⁹ BINET, S., RICAUD, M., CHAZELET, S., et al., *Dioxyde de titane nanométrique : de la nécessité de proposer une valeur limite d'exposition professionnelle. [Rapport de recherche] Notes scientifiques et techniques NS 349*, Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). 2017, 17 p., p. 4.

⁷⁰⁰ ALLIANZ. *Product Recall. Managing the impact of the new Risk Landscape*. Décembre 2017, p. 4.

⁷⁰¹ ALLIANZ. *Product Recall. Managing the impact of the new Risk Landscape*. Décembre 2017, p. 5.

⁷⁰² ALLIANZ. *Product Recall. Managing the impact of the new Risk Landscape*. Décembre 2017, p. 5.

⁷⁰³ http://www.nbcnews.com/id/29634279/ns/business-going_green/t/peanut-industry-recall-price-tag-billion/#.XYkcEy8ZMUE

– un rappel de produit d’une ampleur colossale en raison du fait que le recours à ce type de particules est croissant, tel que nous l’avons précédemment examiné. Cette information sera par ailleurs toutefois légèrement affectée par l’interdiction d’utiliser le E 171 dans les aliments en France à partir de 2020, mais, considérant le nombre de nanoparticules qui sont utilisées dans différentes industries, cette interdiction n’aura peut-être pas un effet si marqué.

Tous les secteurs précédemment évoqués (agroalimentaire, automobiles et pharmaceutique) sont actuellement touchés, imprégnés par les nanotechnologies et peuvent être affectés par d’éventuels rappels de produits, comme l’évoquait récemment l’assureur Allianz.⁷⁰⁴ L’émergence de nouvelles causes de rappel de produits, comme les allergènes non déclarés, sollicite également l’attention des assureurs et la même compagnie, Allianz, soulignait en 2017 que les toxines contenues dans des produits de consommation, dans plusieurs cas importés d’Asie, constituent une préoccupation croissante alors que de récents cas ont pour source des micros et nanos plastiques ou encore la découverte d’insecticide dans des œufs, lesquels ont fait l’objet d’un rappel dans 16 pays d’Europe et de Chine.⁷⁰⁵

Or, le rappel de produits, quoiqu’il puisse avoir, dans une perspective économique, d’importantes conséquences, n’est pas la seule cause de préoccupations pour les compagnies productrices et pour leurs assureurs. Le risque d’engager la responsabilité quant à un éventuel préjudice causé à des tiers en raison de l’utilisation du produit est tout aussi préoccupant.

⁷⁰⁴ ALLIANZ. *Product Recall. Managing the impact of the new Risk Landscape*. Décembre 2017, p. 7.

⁷⁰⁵ ALLIANZ. *Product Recall. Managing the impact of the new Risk Landscape*. Décembre 2017, p. 7.

7.4.4

Recours en responsabilité pour le préjudice (product liability)

Évidemment, il s'agit ici d'un risque majeur que les assureurs appréhendent vivement. Entrent ici en jeu plusieurs nuances. Dans l'éventualité où un assureur prend en charge le risque de responsabilité d'une compagnie qui commercialise des produits qui contiennent l'additif E 171 ou des nanoparticules de TiO₂ de qualité alimentaire, il pourrait s'exposer à des recours en cas de préjudice causé en raison de la consommation des produits. Évidemment, les impératifs liés au fardeau de preuve, à la toxicité et au lien de causalité précédemment évoqués joueront, le cas échéant.

Aussi, le cadre normatif québécois, en ce qui a trait au consommateur, est particulièrement protectionniste. Par exemple, la *Loi sur la protection du consommateur* (c. P-40.1) prévoit de nombreux mécanismes permettant de protéger les consommateurs en cas de problèmes liés à l'achat d'un bien, dont ceux prévus à l'article 53 L.p.c., précédemment évoqué. Et la question des préjudices pouvant être causés à des consommateurs par des produits contenant des nanoparticules se pose assurément. D'ailleurs, au cours des dernières années, différents assureurs ont initié une offre de « nano protections », dont Lexington Insurance qui, en 2010, a commencé à offrir un produit d'assurance relatif aux nanotechnologies à des compagnies opérant aux États-Unis.⁷⁰⁶

On retrouve notamment, en lien avec des risques particuliers, des protections qui visent les nanotechnologies. La compagnie Aligned Insurance qui vend de telles protections au Canada précise d'ailleurs que celles-ci sont recommandées pour les compagnies qui

⁷⁰⁶ Lexington Insurance Company Introduces LexNanoShield. Nanotechnology Law Report. Disponible à l'adresse : <https://www.businesswire.com/news/home/20100330006071/en/Lexington-Insurance-Company-Introduces-LexNanoShieldSM>; MCALEA, E.M., MULLINS, M., MURPHY, F., *et al.* Engineered nanomaterials: risk perception, regulation and insurance. *Journal of Risk Research*. (2016) 19:4, 444-460, DOI: 10.1080/13669877.2014.988168; p. 446.

sont impliquées dans la manufacture au niveau atomique ou moléculaire. Les types d'assurances liées aux nanotechnologies incluent d'abord les risques liés aux biens et à la responsabilité. Ce type de protection peut couvrir les entreprises qui négocient avec les nanotechnologies contre le préjudice lié aux biens, à l'interruption des affaires et aux pertes de revenus (CGL⁷⁰⁷). On retrouve également la protection contre d'éventuelles réclamations liées aux risques environnementaux (environnement liability) qui pourraient se réaliser à la suite du déversement/épandage de nanoparticules dans l'environnement lors de la production, de l'entreposage, transport, utilisation ou lorsqu'on veut en disposer. On retrouve par ailleurs la protection relative à la responsabilité pour les produits (Products Liability) qui peut notamment viser le rappel de produit précédemment évoqué.⁷⁰⁸

La compagnie d'assurance Zurich a quant à elle développé, en collaboration avec Intertox un outil afin d'évaluer « the hazard potential of nanomaterials »⁷⁰⁹. On réfère à cet outil comme étant le « Zurich Nanotechnology Exposure Protocol »⁷¹⁰ (ZNEP) lequel visait à évaluer les coûts liés à la couverture de certains risques, à procéder à une collecte de données, auprès de l'industrie, relatives à certaines nanoparticules, à leurs caractéristiques, aux voies d'exposition, le tout permettant au final une évaluation individuelle des risques.⁷¹¹

⁷⁰⁷ Une police CGL est « A standard insurance policy issued to businesses & organizations to protect them against liability claims for bodily injury (BI) and property damage (PD) arising out of premises, operations, products, and completed operations; and advertising and personal injury (PI) liability. The Commercial General Liability Insurance policy was introduced in 1986 and is often also referred to as a "comprehensive" general liability policy », disponible à l'adresse : <https://www.alignedinsuranceinc.com/commercial-general-liability-insurance/>

⁷⁰⁸ <https://www.alignedinsuranceinc.com/commercial-general-liability-insurance/>

⁷⁰⁹ MCALEA, E.M., MULLINS, M., MURPHY, F., *et al.* Engineered nanomaterials: risk perception, regulation and insurance. *Journal of Risk Research*. (2016) 19:4, 444-460, DOI: 10.1080/13669877.2014.988168; p. 446.

⁷¹⁰ MCALEA, E.M., MULLINS, M., MURPHY, F., *et al.* Engineered nanomaterials: risk perception, regulation and insurance. *Journal of Risk Research*. (2016) 19:4, 444-460, DOI: 10.1080/13669877.2014.988168; p. 446.

⁷¹¹ NATIONAL NANOTECHNOLOGY INITIATIVE WORKSHOP. *Report of the National Nanotechnology Initiative Workshop. Stakeholder perspectives on perception, assessment, and management of the potential risks of nanotechnology*. Septembre 10-11, 2013, p. 40.

La compagnie Laplaya offre quant à elle un produit spécifique aux compagnies de nanotechnologies.⁷¹² La compagnie a créé ce qu'elle appelle des « successful insurance programmes for nanotechnologists », lesquels prévoient notamment des protections contre l'interruption des affaires, la responsabilité liée aux produits, des questions liées à la propriété intellectuelle, préjudice causé à l'environnement, etc.⁷¹³

Les préoccupations relatives à la responsabilité des producteurs sont partagées par plusieurs autres assureurs et réassureurs, particulièrement en lien avec le fait que les produits susceptibles de contenir des nanoparticules sont déployés à l'échelle internationale⁷¹⁴ et du fait qu'il ne s'agit pas de problèmes locaux ou géographiquement limités comme les risques liés aux éoliennes ou aux barrages. Alors même qu'un assureur peut décider de ne pas assumer directement des compagnies qui produisent des nanos, il pourrait tout de même être affecté dans l'éventualité où la responsabilité d'une compagnie qui vend des produits peut être engagée en raison de vices liés aux produits fabriqués, par exemple, dans un autre pays.⁷¹⁵ D'où l'importance du libellé des polices d'assurance et de la précision des clauses d'exclusion, le cas échéant.

Par ailleurs, les recours en responsabilité commandent, avant que ceux-ci ne soient initiés, l'identification des défendeurs potentiels et, précisément, dans le cadre du nano,

⁷¹² MCALEA, E.M., MULLINS, M., MURPHY, F., *et al.* Engineered nanomaterials: risk perception, regulation and insurance. *Journal of Risk Research*. (2016) 19:4, 444-460, DOI: 10.1080/13669877.2014.988168; p. 446.

⁷¹³ <http://www.laplaya.co.uk/who-we-help/science-technology/micro-nanotechnology-insurance.htm>.

⁷¹⁴ WIDLER, T., MEILI, C., WIECZOREK, R. Gen Re. *Risk Monitoring for Nanomaterials Helps Insurers Conduct Risk Analyses*. September, insurance issues, 2015, p. 2.

⁷¹⁵ KINGDOLLAR, C., Nanotechnology - The Smallest and Biggest Emerging Issue Facing Casualty Insurers? *Insurance issues*. November, 2011, p. 2.

ces derniers risques d'être nombreux en raison des différents acteurs de la chaîne de fabrication/approvisionnement/distribution.⁷¹⁶

Par ailleurs, considérant la profonde empreinte laissée par les débours inhérents à l'amiantose en raison du fait que l'exposition à certains nanomatériaux « has already been shown to cause asbestosis-like symptoms and/ or mesothelioma, two illnesses that have already cost the property/casualty insurance industry tens of billions of dollars »⁷¹⁷ l'industrie de l'assurance et de la réassurance appréhende ces matériaux avec circonspection. Cet écho de l'amiante résonne encore, et ce, fortement dans les oreilles et dans les rapports financiers des assureurs, notamment aux États-Unis.

En 2016, on rapportait que les pertes de l'industrie liées à l'amiantose aux États-Unis atteignaient cent milliards de dollars⁷¹⁸ alors que le 28 novembre 2018, le site de *Business Insurance* référait à un rapport qui fait état de pertes de 146 milliards de dollars.⁷¹⁹

Dans le cadre des nanotechnologies, l'expression du préjudice pourrait être lente et pourraient s'ensuivre des réclamations à retardement, difficile à évaluer et à anticiper au moment de la souscription.

Or, outre ces impacts liés aux éventuelles indemnités que les assureurs pourraient être appelés à verser à la suite de la réalisation de certains risques pris en charge, il en est d'autres, insoupçonnés ou, à tout le moins, grandement sous-estimés.

⁷¹⁶ KINGDOLLAR, C., Nanotechnology - The Smallest and Biggest Emerging Issue Facing Casualty Insurers? *Insurance issues*. November, 2011, p. 6.

⁷¹⁷ KINGDOLLAR, C., Nanotechnology - The Smallest and Biggest Emerging Issue Facing Casualty Insurers? *Insurance issues*. November, 2011, p. 6.

⁷¹⁸ <https://www.insurancejournal.com/news/national/2016/11/29/433383.htm> (consulté le 13 mai 2019). Voir aussi: BUHA, J. (Zurich). *Is Nanotechnology a threat to Insurance Industry?* 2017 Global Risk Engineering Conference, may 18, 2017, p. 6.

⁷¹⁹ <https://businessinsurance.com/article/00010101/news06/912325340/Asbestos,-environmental-losses-continue-to-grow-AM-Best>. (Consulté le 13 mai 2019).

Et ces impacts ne résultent pas directement des modalités contractuelles de prise en charge du risque, ni du succès du recours entrepris, mais, plutôt, du simple fait que des recours soient entrepris.

7.4.5

Obligation de défendre et les impacts financiers potentiels

Trop souvent, lorsqu'est abordée l'assurance responsabilité, l'accent est naturellement mis sur les modalités contractuelles, le risque et le domaine visé. Mais l'obligation de défendre imposée aux assureurs en est une lourde de conséquences. Cette obligation implique que dans le cadre d'un recours en responsabilité entrepris contre un assuré, tous les frais liés à la défense sont à la charge de l'assureur. Et cela est vrai qu'il s'agisse de l'assurance responsabilité civile ou professionnelle. Au Québec, dans le cadre du déploiement de cette obligation, l'assureur devra assumer tous les frais liés à la défense (honoraires extrajudiciaires, frais d'experts, etc.), et ce, en sus du montant qu'il pourrait être appelé à verser au titre de l'indemnité dans l'éventualité où le demandeur aurait gain de cause. Cette obligation, légale et non conventionnelle (au demeurant d'ordre public, c'est-à-dire qui ne peut être exclue conventionnellement dans le contrat d'assurance) s'ajoute à l'éventuelle obligation de l'assureur de verser une indemnité au tiers demandeur dans le cas où ce dernier aurait gain de cause. De plus, cette obligation de défendre liée à l'obligation d'indemniser (dans le contexte que nous évoquons) est plus large que celle-ci, car elle s'applique même dans l'éventualité où le recours en responsabilité ne serait, au final, pas fructueux. Et, en raison de la complexité des

nanotechnologies et des expertises que celles-ci risquent d'impliquer dans le cadre de procès, les frais inhérents à la défense de l'assuré seront possiblement énormes.⁷²⁰

7.4.6

Équilibre de la mutualité et outils à la disposition des assureurs

L'assurance repose évidemment sur un équilibre, vers lequel tendent les assureurs par le biais de l'information colligée, de l'évaluation de cette dernière et par différents calculs liés à la prise en charge des risques et à leur tarification. Dans le but d'atteindre l'équilibre au sein de la mutualité (cette composante est affectée en Europe, par l'entrée en vigueur du dispositif Solvabilité II, précédemment analysé), l'assureur dispose de plusieurs outils, dont la sélection des risques (à la suite de l'évaluation de ceux-ci), la coassurance de quotité et la réassurance dont le fonctionnement et l'importance ont été expliqués au début du chapitre.

Évidemment, la dispersion des risques, qui a pour but de ne pas concentrer la prise en charge de risques sur un référentiel fermé⁷²¹ en favorisant par exemple une répartition des risques au niveau géographique afin d'éviter de trop lourdes pertes en cas de réalisation localisée d'un risque (pensons à la Floride souvent touchée par des catastrophes naturelles), est au coeur des notions clés, tout comme deux autres notions, également très importantes dans le contexte des nanoparticules de TiO₂. Il s'agit dans un premier temps de la nécessité de production, qui consiste pour l'assureur

« à réunir un maximum d'assurés par une production constante d'affaires nouvelles afin de réaliser une meilleure compensation (conformément à la

⁷²⁰ WIDLER, T., MEILI, C., WIECZOREK, R., Cologne, Risk Monitoring for Nanomaterials Helps Insurers Conduct Risk Analyses, September, *Insurance Issues*, 2015, p.2.

⁷²¹ PIERANDREI, L. *Risk management*. 2^e édition, Dunod, 2019, p. 258.

loi des grands nombres) et de remplacer les sorties naturelles de contrats (disparition des risques ou placements auprès de concurrents) »⁷²².

Cette notion est d'une grande pertinence quant au développement de nouvelles nanoprotections visant à répondre aux nouveaux besoins de la clientèle. Ainsi, un assureur peut certes être récalcitrant quant à l'idée d'assumer des risques liés au nano. Mais si l'entreprise visant la prise en charge de ces risques est débutée, la construction d'un large bassin de clients, donc d'une grande mutualité pourra avoir ses avantages, même si chaque risque fera l'objet d'une évaluation particulière. Il en va de même de la notion d'homogénéisation des risques qui « consiste à réunir des risques semblables [...] afin de faciliter leur compensation »⁷²³. Là aussi, même au sein des différentes nanotechnologies ou de certains risques dits extrêmes, les produits peuvent être différents en fonction des propriétés et des effets avérés ou potentiels de chacun.

Les assureurs sont imprégnés de l'empirisme, la prise en charge d'un risque étant évaluée sur la base du réparable⁷²⁴ et l'évaluation de ce risque étant basée sur ce qui a au préalable été effectivement réparé. Les mutualités, en constants changements, seront ainsi possiblement redéfinies par les nanos mais l'ampleur de cette redéfinition est pour l'instant impossible à évaluer avec précision.

L'approche pratique des assureurs, dans le cadre des risques émergents et particulièrement en ce qui a trait à l'additif E 171 en est une axée sur une répartition différente du poids accordé à chacun des mécanismes de distribution du risque plutôt qu'au développement d'un véritable nouveau modèle d'analyse. Et ceci participe

⁷²² PIERANDREI, L. *Risk management*. 2^e édition, Dunod, 2019, p. 258.

⁷²³ PIERANDREI, L. *Risk management*. 2^e édition, Dunod, 2019, p. 258.

⁷²⁴ GOULLETQUER, H., PENNEQUIN, M., TRANCART, G., Gestion des risques extrêmes à Caylon, penser et agir, dans Horizons Bancaires. *Faces aux risques extrêmes : banques et assurances*, Numéro 328, mars 2006, p. 89. BETBÈZE J.-P. Vivre et gagner avec le risque extrême dans Horizons Bancaires. *Faces aux risques extrêmes : banques et assurances*, Numéro 328, mars 2006, p. 101.

largement de la déclaration initiale de risque et des informations colligées par l'assureur durant cette importante étape que nous abordons maintenant.

7.5

Déclaration de risque au cœur de la prise en charge des nanorisques

À l'origine de la décision prise par un assureur d'accepter d'assumer un risque, on retrouve une importante activité d'évaluation de ce risque qui commande, *a priori*, une collecte de données. C'est lors de la phase précontractuelle que les éventuels preneurs/assurés effectuent une déclaration initiale de risque (aussi connue sous l'expression déclaration précontractuelle), moment charnière pour l'assureur, indépendamment du domaine d'assurance visé sauf, dans certains cas, en assurance collective.

7.5.1

Déclaration initiale de risque

Le contrat d'assurance est particulier, car il implique, en amont de sa formation et de sa prise d'effet, une iniquité informationnelle, l'assureur ignorant tout de son éventuel cocontractant et, encore plus important, de l'éventuel assuré (le preneur pouvant être distinct de l'assuré). Dans le cadre des protections que nous évoquons à l'égard du nano, les considérations qui suivent sont particulièrement importantes, car les assurés, dans la chaîne de production, peuvent être multiples et les connaissances qu'ont ces assurés des nanoproduits potentiellement impliqués peuvent être très inégales, allant même jusqu'à l'ignorance totale. Un producteur peut totalement ignorer qu'un produit ou une composante qui lui est fournie par un autre acteur de la chaîne contient des nanoparticules. Voilà pourquoi nous évoquons cette question dans le cadre de la traçabilité, car des implications assuranciellles peuvent survenir. En amont du processus

de souscription, et dans le but de permettre à l'assureur d'avoir le juste portrait du risque afin de lui permettre de prendre une décision (veut-il accepter ce risque? Le cas échéant, à quel prix et suivant quelles modalités contractuelles?), l'assureur s'en remet habituellement (du moins en assurance individuelle) à cette déclaration initiale de risque. Considérant quelques disparités d'ordre à la fois théorique et pratique entre les règles québécoises et françaises, et afin de ne pas alourdir le texte, nous limitons nos propos aux modalités québécoises.

Les contours législatifs de cette obligation sont, au Québec, prévus par le Code civil. Indépendamment du secteur d'assurance visé, les mêmes prescriptions s'appliquent, mais les sanctions en cas de non-respect varient quant à elles en fonction du fait qu'il s'agit de l'assurance de dommages ou de l'assurance de personnes.

Le preneur (c'est-à-dire le cocontractant de l'assureur) est tenu de procéder à cette déclaration alors que l'assuré n'est, en théorie du moins, tenu à cette obligation de déclaration initiale de risque que si l'assureur lui demande. Or, si cette nuance a été prévue dans le cadre de tous les contrats d'assurance, elle trouve normalement application en assurance de personnes, particulièrement en assurance vie où quelqu'un (le preneur) peut décider de prendre une assurance sur la vie de quelqu'un d'autre (l'assuré). Mais, à tout événement, il est évident que l'assureur est, dans tous les cas, bien plus intéressé d'obtenir des informations de la part de l'assuré (plutôt que de la part du preneur) et au regard de l'objet, le cas échéant (par exemple en assurance automobile).

Dans le cadre de cette obligation de déclaration initiale de risque, ce sont *toutes les circonstances pertinentes et connues du preneur (ou de l'assuré)* qui doivent faire l'objet d'une déclaration à l'assureur (ou, la plupart du temps, à un représentant en assurances). À terme, cette précision implique le fait qu'on ne pourra, *ex post* déclaration, reprocher au preneur/assuré de ne pas avoir déclaré une circonstance qu'il

ignorait par ailleurs et, ainsi, en pareil cas, on ne pourra opposer une fausse déclaration initiale de risque (sous réserve de certains tempéraments en assurance de personnes, art. 2424 C.c.Q.) et une quelconque sanction. Mais d'autres situations, où les circonstances sont connues, peuvent se produire, notamment dans le cadre où des nanoparticules de TiO₂ sont présentes. Les assurances de personnes tout comme les assurances de dommages peuvent être impliquées. En ce qui a trait aux assurances de personnes, si le preneur commet une erreur de bonne foi lors de la déclaration initiale de risque (un oubli par exemple), l'assureur informé de cette erreur pourra, dans le cadre où il l'invoque dans les deux années suivant la conclusion/prise d'effet du contrat, invoquer la nullité du contrat. Mais une fois les deux années écoulées, cette sanction ne lui sera plus disponible. Si le preneur commet une erreur de mauvaise foi tel un mensonge, aucune contrainte temporelle ne s'applique, l'assureur pouvant invoquer la nullité à tout moment, même une fois les deux premières années écoulées.

Mentionnons qu'en assurance de personnes, la nullité pourra, suivant les nuances temporelles et liées à la bonne ou mauvaise foi du preneur/assuré, être invoquée par l'assureur même si la nature de la fausse déclaration n'est pas corrélée⁷²⁵ à la nature de la réalisation du risque. Par exemple, le fait de ne pas avoir déclaré être fumeur alors que l'assuré décède à l'occasion d'un accident automobile permettra tout de même possiblement à l'assureur d'invoquer la nullité du contrat (la sanction visant le fait que l'assureur n'a pas été en mesure de prendre une décision pleinement éclairée). C'est précisément ce qui s'était produit dans l'affaire *Ouellette*.⁷²⁶ Au Québec, l'ajout, au *Code civil du Québec*, en 1994, de l'article 2409 vient toutefois légèrement modifier le cadre d'évaluation quant à la déclaration initiale de risque. Car depuis que cet article est en vigueur, les déclarations initiales de risque sont réputées avoir été effectuées correctement dans l'éventualité où les déclarations du preneur ou de l'assuré sont celles

⁷²⁵ Article 2410 C.c.Q.

⁷²⁶ *Ouellet c. Industrielle (L'), cie d'assurances sur la vie*, [1993] R.R.A. 464 (rés.) (C.A.).

qu'auraient fait un assuré normalement prévoyant, sans réticence et si les circonstances sont en substance conformes aux déclarations visées. Les prescriptions de cet article pourront vraisemblablement trouver application dans le cadre d'une déclaration initiale visant des produits du nano et le guide « en substance conformes » permettra une appréciation contextualisée de la déclaration.

La connaissance des circonstances, comme la présence du TiO_2 , le fait d'y être exposé dans l'alimentation ou le travail aura-t-il des répercussions au cours des prochaines années? Cela dépendra notamment de la nature des protections visées, car, à l'heure actuelle, toutes les questions d'ordre alimentaire (nature et fréquence de la consommation) ne sont pas considérées dans leur pleine mesure par les assureurs en assurance vie, abstraction faite de la consommation des produits du tabac, d'alcool ou de drogues. Mais ces questions liées à l'alimentation dans le secteur des assurances suscitent actuellement un grand intérêt.

Dans un deuxième temps, l'assurance de dommages, particulièrement l'assurance de responsabilité, peut être impliquée. Dans le cadre des produits, alimentaires ou autres, dont la composition exacte n'est peut-être pas connue du fabricant (en raison de l'intégration d'éléments qui, eux, peuvent contenir des nanoparticules et que cette composition n'a pas été déclarée par le fournisseur de l'élément en question), les problèmes éventuellement liés à ces déclarations sont des plus intéressants. Pourquoi? Car s'il est vrai que la connaissance de la circonstance est impérative afin de pouvoir opposer une fausse déclaration initiale de risque, d'autres situations, voisines, mais différentes, risquent quant à elles de susciter des complications. Deux situations sont ici visées.

Il s'agit dans un premier temps de la situation où le preneur (ou l'assuré) se trompe, mais où l'erreur est de bonne foi. Dans ce cas, le preneur, qui connaissait pourtant la circonstance, ne l'a pas déclaré ou a déclaré quelque chose qui ne correspond pas à la

réalité. Dans un deuxième temps, il s'agit par exemple de la situation où le preneur (ou l'assuré) ment. Il n'est alors pas de bonne foi et déclare, sciemment, un élément erroné. Dans le cadre de ces scénarios, une sanction, dans la perspective assurancière, sera possible.

En fait, si l'assureur réussit à démontrer qu'il n'aurait pas accepté le risque s'il avait connu les circonstances réelles en cause ou s'il est en mesure de démontrer la mauvaise foi de l'assuré (la bonne foi est par ailleurs présumée, 2805 C.c.Q.), la nullité du contrat pourra être invoquée.

Dans les autres cas, l'assureur sera tenu de verser une indemnité proportionnelle en fonction de la prime qu'il a perçue et de celle qui aurait dû être perçue.

Dans le contexte qui nous occupe, les modalités particulières inhérentes à cette obligation sont susceptibles d'éventuellement causer des problèmes aux assureurs, et ce, notamment pour une raison.

L'élément central de l'obligation de déclaration initiale de risque repose sur la connaissance que peut avoir le preneur ou l'assuré des circonstances. Autrement dit, l'assureur ne pourra opposer au client d'assurance, indépendamment du domaine visé, le fait de ne pas avoir déclaré une circonstance qu'il ignorait (il doit toutefois ne pas connaître cette circonstance, et ce, jusqu'à ce que l'assureur accepte la proposition) lors de cette étape. Évidemment, la chaîne de production/fabrication des produits peut impliquer l'intervention de plusieurs personnes, certaines (voire plusieurs) desquelles peuvent quant à elle ignorer la présence de nanoparticules dans un composé, un additif, etc. Une fois de plus, les questions liées à la traçabilité du TiO₂ peuvent avoir des répercussions importantes dans la sphère assurancière.

Ainsi, un assureur peut décider de prendre en charge certains risques pour une compagnie donnée (responsabilité civile, etc.). En amont du processus, l'assureur collige les informations en posant plusieurs questions au client qui répond en suivant un axiome de plus haute bonne foi, comme précédemment analysé. Fort des réponses obtenues, l'assureur accepte de couvrir le risque, conclut le contrat et fixe la prime. Or, quelques mois plus tard, un recours est entrepris alors qu'on allègue que la responsabilité de la compagnie qui fabriquait le produit est engagée. Que peut-il arriver dans l'éventualité où le produit contient des nanoparticules, lesquelles sont la cause du préjudice? Si le client ne connaissait pas la présence de ces nanoparticules et qu'il n'a conséquemment pas pu informer, avant la conclusion du contrat d'assurance, l'assureur de ces précieuses informations, rien ne peut dans ce cadre précis lui être reproché. À moins de clauses d'exclusions précises et spécifiques (il s'agit évidemment d'un point clé en assurance), l'assureur devrait couvrir le risque (tout étant égal par ailleurs et, bien entendu, jusqu'à concurrence des limites de garanties) alors même qu'il ignorait la présence de nanoparticules dans le produit. Ainsi, la connaissance de la présence de nanoparticules dans le produit constitue dans cette perspective, un enjeu important. Évidemment, le cadre normatif relatif aux produits peut permettre d'atténuer ces effets. On peut penser, par exemple, à l'obligation d'indiquer, sur l'étiquette, le contenu du produit. Mais, encore une fois, cette mesure (qui n'est pas parfaite) n'est d'application effective que dans certains États et qu'à l'égard de certains produits (c'est, comme nous l'avons vu dans la première partie, notamment le cas au Canada et en France, où le nano est visé).

Il importe d'examiner la portée de cette obligation de déclaration initiale de risque dans le cadre des risques émergents. Le plus haut tribunal du Canada s'est penché sur cette question dans une décision phare en 1990. La question soulevée concernait la présomption de connaissance de la part de l'assureur quant à certaines informations et à certains risques en fonction de leur notoriété. Plus exactement, l'assureur invoquait la nullité d'un contrat d'assurance alléguant que le preneur n'avait pas déclaré des faits

pertinents qu'il connaissait en lien avec des risques sanitaires associés à l'exposition à l'amiante, à la suite d'une inhalation, le preneur n'ayant pas déclaré des rapports de recherches effectuées dans le domaine médical (rapports Sélikoff). Le client d'assurance, qui admettait avoir en sa possession ces rapports et ne pas les avoir déclarés, soumettait toutefois qu'il avait déclaré toutes les circonstances permettant d'indiquer à l'assureur l'étendue et la nature du risque. À titre subsidiaire, le preneur alléguait que l'assureur connaissait ou était censé connaître les faits (risques liés à l'inhalation de l'amiante) en raison de la notoriété de ces informations, à l'époque de la souscription.

La décision de la Cour suprême du Canada fut unanime. Il fut décidé que la notoriété d'informations ou de risques doit être examinée à travers le prisme objectif, en ce que la norme n'est pas celle de l'assureur en cause, celui qui se trouve dans une situation spécifique, mais, plutôt, celle d'un assureur raisonnablement compétent qui procure des protections à l'égard de risques semblables dans l'industrie à laquelle s'applique la police d'assurance. La cour ajoute que la connaissance présumée de l'assureur est limitée aux faits auxquels le public peut avoir accès et ceux qui seraient connus d'un assureur qui soit raisonnablement compétent qui procure des protections à l'égard de risques semblables dans l'industrie. On peut lire, dans cet extrait de la décision rendue sous la plume du juge Gonthier, qu'« [o]n s'attend à ce qu'un souscripteur raisonnablement compétent se tienne au courant des renseignements relatifs à l'industrie particulière qu'il assure, et cela peut aller au-delà de ce qui est bien connu du grand public, mais on ne peut s'attendre à ce qu'un souscripteur raisonnablement compétent soit au courant de faits qui ne sont connus que par les personnes à l'intérieur de l'industrie et qui ne peuvent être découverts que par un processus de recherche détaillée ou d'enquête approfondie »⁷²⁷.

⁷²⁷ *Canadian Indemnity Co. c. Canadian Johns-Manville Co.*, [1990] 2 R.C.S. 549, p. 4-5.

Toutefois, la Cour précise – et cette précision est particulièrement susceptible d’affecter le cadre de la prise en charge en lien avec les nanorisques – que la situation est différente lorsque l’assureur assure pour la première fois un risque donné dans une industrie. La cour explique que si « d’autres assureurs couvrent régulièrement des risques dans cette industrie, alors on s’attendra à ce que l’assureur ait la connaissance générale que possède le souscripteur raisonnablement compétent dans cette industrie. Par conséquent, l’assureur qui en est à sa première expérience devra obtenir par divers moyens ce niveau minimum de connaissance. Il peut s’y prendre de la manière qu’il choisit »⁷²⁸.

Évidemment, cela soulève la question des connaissances dans l’industrie alors que, précisément, celles relatives à la toxicité, pour l’être humain, des nanoparticules de TiO₂/E171 dans l’industrie agroalimentaire ne sont pour l’instant pas très développées. Il n’y a pas, à ce jour et dans ce contexte spécifique, l’équivalent des rapports Selikoffs qui étaient invoqués dans le cas de l’amiante. Quel sera donc le degré d’enquête afin de permettre à l’assureur d’atteindre ce niveau minimum de connaissance? Certaines nuances ont été apportées en droit québécois, à la suite de cette décision, quant au devoir de se renseigner, imposé en pareilles circonstances à l’assureur. Notamment, en 2014, la Cour supérieure du Québec précisait que l’assureur est présumé connaître « des éléments techniques ou scientifiques, non nécessairement connus du grand public, mais qui sont accessibles à un ‘souscripteur raisonnablement compétent qui assure des risques semblables’ »⁷²⁹. Mais encore faut-il que ces éléments/informations existent et soient accessibles. Le cas des nanorisques et des déclarations initiales de risques en pareilles circonstances offrira d’admirables occasions de venir préciser ces règles, mais, selon nous, l’obligation de faire enquête et de se renseigner, pesant le cas échéant sur l’assureur, ne pourrait et ne devrait être trop imposante en raison de

⁷²⁸ *Canadian Indemnity Co. c. Canadian Johns-Manville Co.*, [1990] 2 R.C.S. 549, p. 66.

⁷²⁹ LLUELLES, D. *Droit des assurances terrestres*. 6^e édition. Éditions Thémis. 2017, p. 262; *Deguisse c. Montminy*, 2014 QCCS 2672, par. 1772 et 1840-1845.

l'ampleur de l'industrie visée, le secteur agroalimentaire et le TiO₂ constituant de vastes champs même si leur convergence vient considérablement limiter les sources (les recherches sur l'impact du TiO₂ sur la toxicité dans le secteur agroalimentaire sont par ailleurs de plus en plus fréquentes, notamment à la suite de l'utilisation à grande échelle de l'additif E 171). Par ailleurs, les enseignements de la décision de 2014 visent le cas d'un assureur raisonnablement compétent qui prend en charge des risques qui sont semblables, contexte difficile à imaginer dans le cas du nano, du moins pour les premières évaluations, à moins de considérer des cas voisins, comme, précisément, celui de l'amiante, à titre de risque semblables. Mais, nous l'avons mentionné, on ne peut assimiler ces particules même si elles présentent certaines similitudes quant à leur dimension et quant aux voies d'exposition.

Par ailleurs, qu'advient-il si le risque a initialement été pris en charge par l'assureur sur la foi d'une transmission d'information complète et exacte de la part du client d'assurance, mais que, postérieurement à la prise d'effet du contrat, le client, par ses faits et gestes, aggrave le risque?

7.5.2

Déclaration d'aggravation en assurance de dommages

Si, au Québec, l'assurance sur la vie ne connaît pas le concept d'aggravation du risque – les droits étant normalement cristallisés lors de la prise d'effet du contrat et ne pouvant être altérés sauf circonstances particulières, nommément en cas de défaut de paiement de la prime ou de volonté commune du preneur et de l'assureur – le domaine de l'assurance de dommages répond de cette obligation qui pèse sur les épaules de l'assuré. En effet, l'assuré est tenu de déclarer à l'assureur, promptement (le législateur ne prévoit pas de délais spécifiques), les circonstances qui aggravent les risques stipulés dans la police et qui résultent de ses faits et gestes si elles sont de nature à influencer de façon importante un assureur dans l'établissement du taux de la prime,

l'appréciation du risque ou la décision de maintenir l'assurance. Il s'agit d'une règle qui permet à l'assureur de réagir (*ex ante* ou *ex post* sinistre, c'est selon) lorsque l'assuré aggrave le risque.

Évidemment, une composante doit impérativement ici retenir notre attention puisqu'en vertu du cadre normatif québécois, les seules aggravations de risque qui doivent faire l'objet d'une déclaration à l'assureur sont celles qui résultent des faits et gestes de l'assuré. Dans le cadre qui nous occupe, ce point doit évidemment être considéré, car, en ce qui a trait au volet assurance responsabilité, par exemple, une telle aggravation qui résulte des faits et gestes de l'assuré (pensons par exemple à une nouvelle décision d'intégrer des nanoparticules de TiO₂ ou du E 171 dans un produit) pourrait être visée. Il s'agit d'ailleurs d'une obligation continue, celle-ci devant être exécutée pendant toute la durée du contrat. L'assureur pourra alors, certes, décider de ne rien changer à la protection, mais il pourra également décider d'augmenter les primes, voir pire, de résilier le contrat, le privant ainsi de ses effets prospectivement. Si le fait de commencer à utiliser des nanoparticules est considéré comme une aggravation du risque⁷³⁰ qui résulte des faits et gestes de l'assuré, cela pourrait entraîner des conséquences importantes.

Et cela soulève, de nouveau, la question de la connaissance de la présence des produits du nano, de la traçabilité et de la transmission des éléments d'information pertinents au sein de la chaîne de production. Qu'arrive-t-il si l'assuré ne déclare pas cette aggravation du risque? En fait, dans le contexte du nano, quelques précisions s'imposent. Les aggravations qui doivent être déclarées sont celles qui découlent précisément et impérativement des faits (de l'assuré) et gestes (de l'assuré), et non des faits ou gestes de tiers. Aussi, la connaissance qu'a l'assuré de cette aggravation est essentielle. Autrement dit, selon nous, il n'est pas logique de reprocher à l'assuré de ne

⁷³⁰ www.safenano.org/news/intheknow/in-the-knowon-the-insurability-of-nanomaterials.

pas avoir déclaré une aggravation du risque qu'il ignorait par ailleurs. Il s'agit d'une interprétation qui s'arrime au demeurant aux prescriptions applicables lors de l'étape de déclaration initiale de risque. Ainsi, dans cette perspective, on ne saurait reprocher à l'assuré la présence de circonstances aggravantes (par exemple la présence de nanoparticules dans un produit) si l'assuré l'ignorait par ailleurs.

La connaissance de l'insertion/intégration des nanoparticules dans les produits ou leurs emballages, de même que les agissements *ex post* prise d'effet du contrat d'assurance sont susceptibles d'avoir des impacts d'envergure, pour les assureurs, pour les assurés et pour les tiers. Car, effectivement, les tiers peuvent éventuellement subir de graves conséquences dans le contexte où un contrat d'assurance est résilié, par exemple à la suite d'une aggravation du risque. Dans un tel cas, si un consommateur subit un préjudice causé par un produit alors que le fabricant ne détient plus de protection d'assurance, le consommateur serait privé d'un défendeur assurément solvable, soit l'assureur.

Ceci dit, aucun reproche ne pourrait être fait à l'assuré à la lumière des prescriptions applicables en cas d'aggravation du risque mais cela n'altère en rien, du moins directement, les règles éventuellement applicables en cas, par exemple, de défaut et de rappel de produits.

Les conséquences que nous venons d'évoquer, liées à la mise en œuvre de la mécanique contractuelle et à l'application du cadre normatif québécois, à titre d'exemple, ne constituent qu'un des volets des impacts assuranciers, s'ajoutant à celui qui participe davantage de la logistique opérationnelle des assureurs en amont de la prise en charge, comme examiné au début de la présente section.

Dans le cadre des souscriptions d'assurance, qu'il s'agisse de police « standard » couvrant le risque de responsabilité ou de produit *custom made*, l'obligation de

déclaration initiale de risque que nous avons étudiée est capitale et constitue une étape importante permettant à l'assureur d'obtenir les informations pertinentes en lien avec l'assuré et le risque envisagé. Si en assurance automobile, l'assureur désire obtenir des informations relatives au conducteur (points d'inaptitude, contraventions, etc.) et relatives au véhicule (modèle, année, etc.), la situation est très similaire en assurance responsabilité où l'assureur désire obtenir des informations relatives à l'assuré, mais aussi relatives à ses opérations, aux biens produits et commercialisés, etc.

Soulignons également le fait qu'une souscription d'assurance ne constitue pas une opération de marketing, dans la mesure où la transmission d'information à l'assureur ne peut en principe être bloquée en raison du secret professionnel. Si, dans cette dernière perspective, certains producteurs peuvent parfois vouloir éviter d'effrayer les consommateurs ou de divulguer des informations, invoquant par exemple le secret commercial, dans le cadre d'une souscription d'assurance, les informations demandées par l'assureur doivent (sous réserve des nuances précédemment évoquées) être déclarées par l'assuré.

Les différents exemples analysés permettent de bien intégrer la portée des nuances inhérentes au processus de souscription. Aussi, en marge de la question liée à la connaissance que peut avoir le preneur quant au fait que le produit contient des nanoparticules, il est une autre considération, soit celle relative aux définitions. Le preneur/assuré pourrait en effet éventuellement se cuirasser sous le couvert d'une interprétation du terme *nanomatériaux* qui reçoit de nombreuses définitions.

Pour la Commission européenne, un nanomatériau sera considéré nano lorsqu'il contient « un matériau naturel, formé accidentellement ou manufacturé contenant des

particules libres, sous forme d'agrégat⁷³¹ ou sous forme d'agglomérat⁷³², 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. Dans des cas spécifiques, lorsque cela se justifie pour des raisons tenant à la protection de l'environnement, à la santé publique, à la sécurité ou à la compétitivité, le seuil de 50% fixé pour la répartition numérique par taille peut être remplacé par un seuil compris entre 1% et 50% ». ⁷³³ Le Règlement INCO prévoit qu'il s'agit d'un nanomatériau lorsqu'une ou plusieurs des dimensions est de 100 nanomètres ou moins.

Vue à travers le prisme des assureurs, la déclaration initiale de risque devra prévoir ces nuances aux conséquences potentiellement gargantuesques. Vu à travers le prisme de l'assuré, le respect des prescriptions est capital afin d'éviter les sanctions inhérentes aux fausses déclarations, sanction pouvant éventuellement atteindre la nullité *ab initio* du contrat d'assurance, laquelle nullité implique un anéantissement rétroactif du contrat, la restitution des prestations et, conséquemment, l'absence de protection.

⁷³¹ La Recommandation définit l'agrégat comme étant « une particule constituée de particules soudées ou fusionnées », Art. 4 c) de la RECOMMANDATION DE LA COMMISSION du 18 octobre 2011 relative à la définition des nanomatériaux (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE) (2011/696/UE) : <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:275:0038:0040:FR:PDF> (consulté le 2 avril 2019). Cette note est nôtre.

⁷³² La Recommandation définit l'agglomérat comme étant « un amas friable de particules ou d'aggrégats dont la surface externe globale correspond à la somme des surfaces de ses constituants individuels », Art. 4 b) de la RECOMMANDATION DE LA COMMISSION du 18 octobre 2011 relative à la définition des nanomatériaux (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE) (2011/696/UE) : <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:275:0038:0040:FR:PDF> (consulté le 2 avril 2019). Cette note est nôtre.

⁷³³ Art. 2 de la RECOMMANDATION DE LA COMMISSION du 18 octobre 2011 relative à la définition des nanomatériaux (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE) (2011/696/UE). Disponible à l'adresse : <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:275:0038:0040:FR:PDF> (consulté le 17 janvier 2019).

7.5.3

Les clauses d'exclusion

Un assureur peut certes, sous réserve que ses motivations ne soient pas contraires au cadre normatif, notamment en ce qui a trait aux prescriptions relatives à la discrimination prohibée (utilisation de motifs de distinction, d'exclusion ou de préférence prohibés), tout simplement décider de ne pas assumer un risque à lui soumis par un éventuel client. Il peut aussi théoriquement assumer le risque et prendre en charge essentiellement toutes les conséquences liées à sa réalisation. Mais la réalité et la pratique sont plus nuancées, car le comportement des assureurs se situera souvent entre ces deux extrêmes. En effet, la prise en charge d'un risque n'implique pas nécessairement que la totalité des conséquences liées à sa réalisation soit assumée par l'assureur. Un risque, aux vastes ramifications, implique habituellement en amont du processus de souscription assurantiel, sa démarcation et, conséquemment, l'établissement de la portée effective de la protection. Mais les instruments à la disposition des assureurs afin de délimiter ces fameux contours du risque assumé sont concrètement très limités⁷³⁴ et se résument essentiellement aux dispositifs d'exclusions. Il y a d'une part des exclusions légales, d'emblée prévues par la loi. Elles sont ici moins pertinentes. Il y a par ailleurs les exclusions conventionnelles qui peuvent prendre diverses formes. Les exclusions doivent être clairement énoncées, être formelles afin d'éviter des écueils liés à leur application. Mais il est ardu pour un assureur de définir avec précision ce que nous ne connaissons par ailleurs pas bien.⁷³⁵ Or, la difficulté dans le cadre des risques liés à la nocuité des nanoparticules réside précisément dans le fait qu'ils sont pour l'instant incertains (en ce qui a trait à l'être humain) et les connaissances, confirmant ou infirmant les hypothèses de toxicité, se

⁷³⁴ KULLMANN, J., La Responsabilité civile est-elle encore assurable? *Revue d'économie financière*. 2017/2 (No 126, p. 183-198, p. 186.

⁷³⁵ KULLMANN, J., La Responsabilité civile est-elle encore assurable? *Revue d'économie financière*. 2017/2 (No 126, p. 183-198, p. 187.

déployeront au cours des prochaines années. Comment les assureurs peuvent-ils délimiter la prise en charge d'un risque dont on ne connaît encore, de façon exhaustive, ni la périphérie, ni le relief, ni la matière ? Cela revient à demander à un arpenteur-géomètre de procéder à son travail habituel en lui mentionnant que le terrain sur lequel il doit travailler est pour l'instant inconnu. C'est dans ce contexte obscur que les assureurs et les réassureurs évoluent actuellement.

Et même dans l'éventualité où certaines de ces variables étaient précisées (risques effectifs à court terme, identification précise des produits qui contiennent du TiO₂ ou E 171, etc.), il en est d'autres qui constitueront toujours un obstacle à une évaluation précise des risques. Notamment, mais sans restreindre la généralité de ce qui précède, le lent déploiement des effets constitue indéniablement une préoccupation qui est amplifiée par l'écho de l'amiante et des réclamations liées à son exposition.

Mais si le risque lié à l'exposition à la matière est pris en charge, reste également à préciser quelles sont les conséquences (les dommages et, ainsi, les préjudices) qu'assurera l'assureur. Réagissant aux multiples sinistres et réclamations liés à l'amiante, les assureurs ont par la suite exclu de façon très générale et complète les conséquences liées à son exposition. Ainsi, en France,

« même lorsque la Cour de cassation a découvert le préjudice d'anxiété en tant que préjudice réparable, ce sont tous ceux liés à l'amiante qui se sont trouvés en dehors du contrat d'assurance de responsabilité, notamment de l'employeur. Toutefois, les polices qui, antérieurement ne contenaient pas une telle exclusion ont dû être mises en œuvre »⁷³⁶.

Tel que nous le précisions précédemment, tout dépendant du libellé des clauses du contrat d'assurance, il est possible qu'un risque qui ne faisait pas spécifiquement l'objet

⁷³⁶ KULLMANN, J., La Responsabilité civile est-elle encore assurable? *Revue d'économie financière*. 2017/2 (No 126, p. 183-198, p. 186.

d'une clause d'exclusion soit couvert, sans que les assureurs ne le sachent véritablement. Si on quitte le terrain de l'assurance *tous risques* (en assurance de dommages) pour aborder celui de l'assurance vie, on y trouve également l'exemple le plus frappant. Le décès est couvert, quelle que soit la nature de sa réalisation, sous réserve des clauses d'exclusion. Ainsi, l'absence de clause d'exclusion pourra à terme entraîner, dans le cas qui nous occupe, de très lourdes conséquences comme de récents dossiers en témoignent.

Dans un dossier des plus complexes, la décision de la Cour supérieure du Québec (très motivée, la décision comptant 2296 paragraphes) fait pertinemment allusion à l'interprétation des clauses d'exclusion. Essentiellement, des dommages allégués concernaient la pyrrhotite alors que la plupart des polices d'assurance contenaient une clause d'exclusion en lien avec la pyrite (la pyrrhotite n'étant pas spécifiquement mentionnée). Au paragraphe 1956 de la décision, le juge mentionne qu'étaient exclus de la couverture d'assurance les dommages (matériels) pouvant découler (totalement ou partiellement) de la pyrite ou d'agréats qui contiendrait de la pyrite. Le tribunal, réitérant que les règles d'interprétation en matière assurancielle requièrent une interprétation restrictive des clauses d'exclusion, mentionne que la

« preuve entendue est à l'effet que c'est l'oxydation de la pyrrhotite qui est la seule cause des dommages, que ce minéral est différent de la pyrite, qui elle se retrouve dans les roches de la nature. Il s'agit d'une substance différente. Rien dans la preuve ne permet au Tribunal de conclure que les dommages découlent en tout ou en partie de la pyrite, bien au contraire. Le constat unanime des experts est à l'effet que les dommages sont causés par l'oxydation de la pyrrhotite »⁷³⁷.

Le tribunal conclut qu'« [e]n conséquence, toute exclusion qui ne traite que de pyrite ne s'applique pas aux cas présents »⁷³⁸. Ainsi, dans le cadre des clauses d'exclusion, la

⁷³⁷ *Deguisse c. Montminy*, 2014 QCCS 2672, par. 1958-1959.

⁷³⁸ *Deguisse c. Montminy*, 2014 QCCS 2672, Par. 1962

précision et la clarté sont de mise et la prise en charge (ou l'exclusion) des nanorisques commandera à ce titre des précisions (une nanoparticule n'étant pas nécessairement un aliment ajouté ou un ingrédient, etc.).

Par ailleurs, en France, depuis le 10 février 2016, une réforme importante a ébranlé le droit des obligations en ouvrant la porte à la théorie de l'imprévision dans le cadre du contrat, théorie dont l'application était avérée dans le domaine du droit administratif mais qui avait été déclarée inapplicable en droit privé il y déjà de nombreuses années, en 1876, dans le cadre de la décision de la Cour de Cassation, communément appelée l'arrêt « Canal de Craponne ». Ainsi, il n'était pas possible d'envisager, du moins de façon stricte en droit privé, l'application de la théorie de l'imprévision afin de demander au tribunal de réviser un contrat en raison, précisément, que des éléments n'avaient pas été prévus au stade de la conclusion.

L'article 1195 du Code civil français, article de droit nouveau, dont la mise en vigueur est très récente⁷³⁹ prévoit notamment que dans l'éventualité où « un changement de circonstances imprévisibles lors de la conclusion du contrat rend l'exécution excessivement onéreuse pour une partie qui n'avait pas accepté d'en assumer le risque, celle-ci peut demander une renégociation du contrat à son cocontractant ».

Même si, à la lumière de l'article 1195 al. 1 *in fine*, il est prévu que la partie est dans l'obligation de procéder à l'exécution des obligations qui lui sont imputables durant la renégociation, voilà un changement de cap important du législateur français qui, certes sans avoir le cas précis des nanoparticules en tête, vient ouvrir la voie à d'éventuels arguments que s'appliqueront sans aucun doute à peaufiner les assureurs.

⁷³⁹ Ordonnance no 2016-131 du 10 février 2016 – art. 2.

Le temps et les interprétations jurisprudentielles permettront de constater avec quelle vigueur la théorie de l'imprévision sera, dans le cercle assuranciel, retenue et appliquée afin de permettre aux assureurs de revisiter les contrats et de modifier, *ex post* conclusion, les balises contractuelles pourtant fixées en amont du processus de souscription.

Considérant qu'il s'agit de renégociations, le dictat à sens unique semble évidemment exclu, quoique, on le sait, le contrat d'assurance est traditionnellement l'exemple type du contrat d'adhésion, le client d'assurance n'ayant pas véritablement l'occasion de négocier librement les éléments essentiels du contrat envisagé. Dans cette mesure, l'arrimage de l'article 1195 à l'institution d'assurance n'est pas exempt de défis.

Il est par ailleurs intéressant de noter l'actualité de cette question relative à l'application de la théorie de l'imprévision qui a au demeurant retenue l'attention de la Cour suprême du Canada en 2018. Dans la décision *Churchill Falls*, il fut clairement réitéré que cette théorie ne s'applique pas dans le cadre du droit civil au Québec⁷⁴⁰.

Il s'agit d'une autre différence notoire entre deux juridictions dont les cadres normatifs sont distincts tant en ce qui a trait à l'encadrement du TiO₂ à proprement parler qu'en ce qui a trait à certaines règles contractuelles susceptibles de s'appliquer dans le domaine de l'assurance et de la gestion des risques émergents (Solvabilité II).

Le cas des nanoparticules de TiO₂, on le voit, risque de commander des analyses importantes de la part des tribunaux dans le cadre de l'interprétation des polices d'assurance qui pourraient être interpellées, et ce, qu'il s'agisse des assurances de personnes ou des assurances de dommages. Seront également, à la lumière de ces

⁷⁴⁰ *Churchill Falls (Labrador) Corp. c. Hydro-Québec*, 2018 CSC 46, par. 92-94.

réflexions, réexaminés les concepts de sinistres sériels entendus dans le cadre de la globalisation, de franchise et de limite de garantie (plafond du montant d'assurance).

Pour l'assureur tout comme pour l'assuré, les nanoparticules, si elles ne remanient pas magistralement, pour l'instant du moins, le processus de souscription et les modèles d'évaluation du risque, commandent des précautions et de la précision, de part et d'autre, dans des proportions qui restent à déterminer.

CONCLUSION

Nous avons, dans le cadre de notre thèse, analysé plusieurs caractéristiques propres aux nanoparticules et, plus spécifiquement, les spécificités des nanoparticules de dioxyde de titane et de l'additif E 171 qui sont utilisés dans le secteur agroalimentaire. L'étude de ces propriétés, conjuguée à un examen des acteurs impliqués dans la chaîne de production ainsi qu'à l'analyse des filières d'usages et des écueils liés à la traçabilité effective du TiO₂ nous ont permis d'envisager certains problèmes liés à l'évaluation du risque à travers le prisme des assureurs et des réassureurs. Ces acteurs économiques sont actuellement, et depuis déjà plusieurs années, confrontés à des risques émergents, dont nous avons d'ailleurs remis la signification en question. Car, le concept de nouveaux risques n'est pas si simple qu'il peut y paraître à première vue. Différentes situations peuvent causer un préjudice aux assurés, mais, en ce qui a trait aux assureurs, l'émergence de situations/produits/risques inédits constitue, de façon concrète, le déploiement de nouvelles causes qui interpellent par ailleurs normalement les mêmes mécanismes d'opération et le versement d'indemnités ou de prestations qui s'inscrivent généralement dans les catégories traditionnelles de couvertures. Le secteur de l'assurance a certes vu une prolifération des causes potentielles de sinistres qui sont par ailleurs assez constants. Le risque d'interruption des affaires, le risque de responsabilité civile ou celui lié au rappel de produits fournissent de bons exemples.

Or, le déclenchement des protections d'assurances peut quant à lui être tributaire d'événements qui sont nouveaux. Au sein des différentes situations susceptibles d'engager la responsabilité civile d'une ou de plusieurs personnes, on en compte certaines inédites qui sont récemment apparues, comme, précisément, le recours à certaines particules, nouvelles ou non, qui n'étaient auparavant pas utilisées ou, pour celles déjà utilisées, l'étaient possiblement de façons différentes. Par ailleurs, comme

le rappellent avec justesse Debray *et al.*, l'impact des risques émergents est « presque toujours mondial, global. Le réchauffement climatique et ses effets sont une bonne illustration de cette globalisation d'un risque qui n'en finit pas d'émerger. Une gestion intégrée des risques émergents doit donc nécessairement prendre en compte cette dimension géographique »⁷⁴¹. Et, précisément, cette émergence constante guette le nano, qui connaîtra probablement un fort essor, dans différentes sphères, au cours des prochaines années. Après avoir analysé l'état des connaissances scientifiques actuelles quant aux risques avérés ou anticipés liés aux nanoparticules de dioxyde de titane, notamment à la lumière de l'étude de Bettini *et al.* (2017), et fort de la grande incertitude qui règne actuellement quant à leur nocuité, pour l'être humain, le contexte historique dans lequel s'inscrit la controverse qui entoure l'utilisation des nanoparticules dans l'alimentation a été abordé. Le principe de précaution, précisément ancré sur l'absence de certitude scientifique, a été analysé afin d'établir, d'une part, sa portée dans le contexte des nanotechnologies et, d'autre part, dans le cadre spécifique du transfert du risque, total ou partiel, sur les épaules des assureurs (et, par la suite, des réassureurs). L'étude du contexte social, scientifique et politique dans lequel s'inscrit le recours aux nanoparticules de TiO₂ dans l'alimentation nous a permis de mieux intégrer les effets et de mieux cerner les enjeux liés aux débats qui interviennent actuellement, mais à la lumière des événements passés qui, quoiqu'ils ne concernent pas le même objet, fournissent un intéressant cadre d'analyse.

Le cas des OGM a suscité des réflexions quant aux limites des modes de gouvernance applicables aux technologies et certaines de ces réflexions ont trouvé écho dans le dossier des nanotechnologies, notamment en ce qui a trait à l'acceptabilité sociale. Godard *et al.* soulignaient fort à propos, au regard des développements dans le secteur du génie génétique, que

⁷⁴¹ DEBRAY, B., SALVI, O., DUVAL, C., *et al.* *Gestion intégrée des risques émergents: Défis et objectifs du projet européen INTEG-RISK*. Maîtrise des Risques et de Sécurité de Fonctionnement. Lambda-Mu 16, Oct 2008, Avignon, France.

« certains d'entre eux sont si chargés d'incertitude, leurs conséquences pourraient être si lourdes et si irréversibles, qu'il ne faut sans doute pas chercher à corriger l'abstention de l'assurance. Elle est d'abord un signal d'alarme qui appelle à la précaution : il convient de ne pas s'engager dans ces voies avant d'en savoir davantage, sauf à courir le risque de crises à côté desquelles celle de la vache folle paraîtrait mineure. Une précaution analogue s'impose à propos des nanotechnologies »⁷⁴².

Dans un contexte différent, le cas de l'amiante a évidemment marqué l'industrie de l'assurance de façon importante, alimentant les appréhensions des assureurs au regard de risques inconnus et, particulièrement en ce qui a trait à l'incertitude scientifique qui entoure les nanoparticules, ayant en commun le caractère invisible de risques qui sont – lors de la première souscription de protection et au moment de la première occurrence – insoupçonnés.

Même si le risque assurantiel est essentiellement le même en France et au Canada, la logistique institutionnelle, le cadre normatif relatif à la mécanique contractuelle, l'organisation et la forme juridique que peuvent prendre les entreprises d'assurances et même, voire surtout, les types de protections offertes, y sont parfois bien différents. Dans ce cadre, pour les raisons évoquées d'entrée de jeu, nous n'avons pas procédé à une analyse comparative stricte de la France et du Canada, particulièrement en ce qui a trait au cadre assurantiel, les différences systémiques et spécifiques quant à l'organisation – publique, privée, obligatoire, facultative, etc. – et quant au cadre normatif étant trop nombreuses. En ce qui a trait au Canada, nos propos se sont concentrés sur les éléments clés au Québec et au niveau fédéral. En effet, en raison de l'arrangement constitutionnel, duquel répond le partage des compétences législatives entre le Parlement du Canada et les assemblées législatives provinciales, n'ont pas été abordés les cadres normatifs de chacune des provinces canadiennes, lesquelles sont

⁷⁴² GODARD, O., HENRY, C., LAGADEC, P. *et al. Traité des nouveaux risques*, Gallimard, 2002, 620 pages, p. 19-20.

souveraines dans leurs champs de compétences (la mécanique contractuelle dans le domaine de l'assurance s'inscrivant dans cette compétence provinciale). Les règles, quoique souvent similaires, peuvent différer d'une province à l'autre.

À la suite de l'examen du cadre normatif applicable aux nanoparticules, particulièrement au TiO₂, la timidité des actions gouvernementales et l'inefficacité des pièces législatives actuellement en vigueur furent relevés, particulièrement en ce qui concerne l'étiquetage du nano en France. La trajectoire législative du TiO₂ et de l'additif alimentaire E 171, loin d'être linéaire, fut évaluée, ce qui nous a mené vers l'analyse des récentes initiatives de la puissance publique française qui culminera, dans quelques mois, par l'entrée en vigueur d'une nouvelle loi interdisant l'utilisation du E 171 dans les produits alimentaires.

L'adoption de cette pièce législative constitue certes une mesure proactive, laquelle est toutefois vivement fragilisée⁷⁴³ par son application provisoire, sa mise en vigueur n'étant prévue que pour une durée d'un an. Cette action législative permettra de cadrer les attentes et, surtout, l'échéance d'un an permettra de réévaluer, à la lumière d'études futures, la nocuité pour l'être humain de cet additif très répandu. En ce qui a trait aux cadres normatifs applicables au sein de la fédération canadienne, (au fédéral et au Québec), il y a eu d'importantes modifications au cours des dernières années. Si de rares lois mentionnent le dioxyde de titane de façon précise, les règles relatives à l'étiquetage ont quant à elles été modifiées. Dorénavant, des précisions doivent être fournies.

⁷⁴³ ASSOCIATION NATIONALE DE DÉFENSE DES CONSOMMATEURS ET USAGERS. Suspension du dioxyde de titane en alimentation : un arrêté a minima. Disponible à l'adresse : <http://www.clcv.org/communiqués-de-presse/suspension-du-dioxyde-de-titane-en-alimentation-un-arrete-a-minima.html>.

Fort de ces analyses, l'institution de l'assurance fut investie alors que nos visées participaient d'une double injonction visant d'une part à cerner les secteurs et produits d'assurances pouvant éventuellement être affectés par l'utilisation du TiO₂ nanoparticulaire et, d'autre part, à analyser si ces considérations commandaient une nouvelle modélisation du risque, modifiant les paradigmes traditionnels et les dispositifs de répartitions des risques.

Dans la deuxième partie de la thèse, notre analyse fut consacrée aux effets concrets que les risques émergents ont ou peuvent avoir sur les assurances.

Nous avons examiné dans quelle mesure, le cas échéant, les nanorisques liés au TiO₂ étaient susceptibles de provoquer une nouvelle modélisation de la part des assureurs, les obligeant à recourir à de nouvelles procédures d'évaluation du risque, en raison de l'absence de statistiques (qui sont habituellement à la gouverne de ce vaste secteur) concernant spécifiquement la fréquence et l'ampleur (occurrence) des sinistres liés aux nano. Les questions liées à la métrologie (pour l'instant variable), sont hautement susceptibles de provoquer des conflits d'interprétation liés entre autres à l'ampleur et à la portée des protections car on le sait, la facture matérielle d'un contrat, tout comme celle de la loi d'ailleurs, influe sur la portée des protections dont cette facture fait état. En cas de doute, la commune intention des parties devra être recherchée alors que cette fiction ne sera pas concrètement toujours respectée. La myriade de litiges relatifs à l'interprétation des contrats est à cet égard éloquente. Les questions « quelle est la définition d'un nanomatériau ? », « quelle est la définition d'une nanoparticule ? » et, ultimement, « quelle est la portée de la protection d'assurance » constitueront certainement des sujets de dissensions dans l'arène judiciaire, le moment venu, sans évoquer les questions liées à la toxicité, dont le sort est, pour l'instant et pour l'être humain, incertain.

Nous nous sommes appliqués à distinguer les domaines d'assurance pouvant être affectés par les éventuels risques liés à l'utilisation des nanoparticules de TiO₂ dans le secteur agroalimentaire. Cette entreprise a commandé un examen de la logistique institutionnelle des compagnies d'assurances et, plus précisément, une étude des pratiques d'évaluation et de gestion des risques, en amont de la phase précontractuelle de souscription. Plusieurs produits phares de l'industrie furent examinés dont, principalement, les protections d'assurances vie et maladie accident en assurance de personnes et les polices d'assurance responsabilité en assurance de dommages.

Les impacts des nanoparticules de TiO₂ sur les assurances ont d'abord été abordés à travers le prisme des assurances de personnes. Les impacts que les nanoparticules de TiO₂ et le E 171 peuvent avoir sur l'évaluation du risque en assurance vie individuelle puis en assurance vie souscrite à travers un régime collectif ont été étudiés. Cette nuance entre les protections individuelles et les protections collectives fut nécessaire, car les modalités de souscription diffèrent dans ces deux cas. Dans le cas de l'assurance vie individuelle, un examen du risque beaucoup plus détaillé est effectué par les assureurs alors que ceux-ci renoncent en principe à effectuer une étude exhaustive du risque dans le cadre de la souscription des contrats d'assurance collectifs.

Dans ces différents domaines, le lent déploiement⁷⁴⁴ des éventuels effets liés à l'exposition au TiO₂ (faisant ici écho au cas de l'amiante) est assurément une considération importante pour l'industrie. Par ailleurs, la carence informationnelle liée à la toxicité pour l'être humain, combinée aux écueils susceptibles de survenir dans le cadre de la déclaration initiale de risques constitue des variables importantes pour l'industrie de l'assurance et de la réassurance. L'obligation de déclaration initiale de risque qui pèse sur les épaules du preneur/assuré répond du respect de diverses

⁷⁴⁴ SKIPPER, H.D., KWON, W.J. *Risk Management and Insurance. Perspectives in a Global Economy*. Blackwell Publishing, Oxford, 2007, p. 472.

prescriptions, mais, en toile de fond, la déclaration initiale de risque ne peut viser que les circonstances qui sont connues du preneur/assuré.

Dans le domaine des assurances de personnes, de multiples données demeurent, pour l'instant, inconnues. Des variables doivent être isolées et pondérées, dans cette perspective assurancielle, afin de permettre une évaluation du risque. Pour le seul secteur de l'assurance vie individuelle, il convient d'identifier les particules potentiellement dangereuses pour l'être humain et, le cas échéant, la concentration minimale requise pour la concrétisation de ces effets néfastes. Cette analyse doit également se faire à travers le prisme d'une segmentation tenant en considération les effets - pour l'instant inconnus - d'une exposition à long terme à des particules qui représentent possiblement pourtant peu de risque lorsqu'une personne y est exposée pour de courtes périodes. Par surcroît, il faut considérer la bio accumulation de (multiples) petites quantités qui, lorsque prises isolément, peuvent être inoffensives. Car on ne connaît pas actuellement le pourcentage d'efficacité d'expulsion/destruction de certains types de particules par le corps humain. Et, on le sait, l'expérience de l'amiantose se charge d'alimenter les craintes des assureurs à cet égard et d'encourager la circonspection.⁷⁴⁵

Aussi, toujours dans le secteur des assurances de personnes, le preneur/assuré peut souvent ignorer plusieurs informations liées au TiO₂. Le consommateur ou le travailleur peut se trouver dans une situation où il ne connaît pas du tout la composition exacte des produits qu'il manipule. En ce qui a trait spécifiquement au consommateur, il peut entièrement ignorer que les produits alimentaires qu'il ingère contiennent des nanoparticules de TiO₂. Et cette ignorance peut au demeurant être partagée par le

⁷⁴⁵ LLOYD'S EMERGING RISKS TEAM REPORT. 2007. *Nanotechnology Recent Developments, Risks and Opportunities*, London, Lloyd, 36 p., p. 14. Disponible à l'adresse : http://www.nanet.nu/upload/centre/nanet/nyheder/lloydsemergingrisksteamreport_nanotechnology_report.pdf. Site consulté le 8 février 2018.

producteur du produit fini en raison du fait qu'un, ou plusieurs, des acteurs de la chaîne de production (fournisseur d'un ingrédient ou composante qui contient précisément du TiO_2) peut avoir omis ou négligé de dévoiler cette information. Ainsi, si le dernier maillon de la chaîne, le producteur du produit fini, est imputable, à l'endroit du consommateur, de plusieurs données relatives au produit en question, il est toutefois exposé au défaut d'un des autres maillons et, conséquemment, peut se retrouver dans une situation périlleuse. Car, dans le cas du défaut d'un produit, l'ignorance du producteur quant à la présence de certaines composantes (rendant par exemple le produit impropre à la consommation ou dangereux) ne permettra pas à ce dernier d'être cuirassé d'éventuelles doléances de la part des consommateurs, sans parler du fait que ces doléances pourront possiblement tracer la voie au litige, menant en définitive à l'arène judiciaire.

Le consommateur affecté, qui jouit peut-être d'une protection d'assurance maldie-accident (nous référons ici au contrat d'assurance terrestre privé), pourra éventuellement s'adresser à son assureur afin de toucher la prestation prévue au contrat alors que l'assurance responsabilité du producteur/fabricant pourra éventuellement être interpellé dans le cadre d'un rappel de produits ou d'un recours en responsabilité.

En ce qui a trait aux assurances de dommages, différents impacts sont également envisagés, notamment dans le contexte d'une pollution causée par des fuites de nanoparticules de différents sites, à la diffusion de nanoparticules dans la nature entraînant des dommages à l'environnement, aux rappels de produits dangereux en raison de vices/défauts/toxicité, au recours en responsabilité civile contre des compagnies diverses (concepteurs, producteurs, distributeurs), etc. Les protections offertes peuvent viser l'assurance responsabilité générale, l'assurance responsabilité pour les produits, l'assurance responsabilité pour la pollution, l'assurance relative au

rappel de produits, l'assurance relative aux frais inhérents au retrait de produit sur le marché, et plusieurs autres produits⁷⁴⁶.

En ce qui a trait à la responsabilité civile entendue ici suivant une acception large, elle peut certes constituer un outil puissant permettant de guider les comportements des acteurs susceptibles de l'engager⁷⁴⁷ alors que, d'un autre côté, l'industrie de l'assurance est susceptible de contribuer à un environnement plus sécuritaire dans le cadre d'un développement plus pérenne du nano.⁷⁴⁸ Mais si ces affirmations s'inscrivent dans une vision positive ou optimiste, il est également possible de remarquer que la souscription de polices d'assurance de responsabilité pourrait avoir pour effet de diminuer l'effet dissuasif que fait peser le poids d'éventuelles poursuites en responsabilité sur les acteurs de la chaîne de production, l'assurance permettant de cuirasser, d'un point de vue économique (et à la mesure de la protection souscrite) les effets d'une décision de responsabilité. Les ramifications sont multiples.

Notre analyse a par ailleurs permis d'identifier des problèmes inhérents à la portée effective des diverses protections. Car il importe de considérer que la prise en charge d'un risque s'opère normalement à un moment bien défini dans le temps, malgré le fait que diverses modifications puissent être apportées au contrat d'assurance *ex post* formation et prise d'effet. Ainsi, dans l'éventualité où un assureur décide d'exclure le risque spécifique des conséquences liées à une exposition au TiO₂, la portée

⁷⁴⁶ Lloyd's Emerging Risks Team Report. 2007. *Nanotechnology Recent Developments, Risks and Opportunities*, London, Lloyd, 36 p., p. 23, en ligne: <http://www.nanet.nu/upload/centre/nanet/nyheder/lloydsemergingrisksteamreport_nanotechnology_report.pdf>. Site consulté le 8 février 2018; MANIET, F. *Nanotechnologies et produits de consommation, quels risques? quels encadrements?* Montréal, Yvon Blais, 2012, p. 12-13.

⁷⁴⁷ MARCHANT, G.E. 'Soft Law' mechanisms for nanotechnology: liability and insurance drivers, *Journal of Risk Research*, 2014. 17:6, 709-719, p. 713. Disponible à l'adresse: DOI: 10.1080/13669877.2014.889200.

⁷⁴⁸ BAUBLYTE, L., MULLINS, M., MURPHY, F. *et al.* *Insurance Market Perception of Nanotechnology and Nanomaterials Risks*. The Geneva Association, The Risk Management newsletter, 2014.

prospective de cette protection sera relativement aisée à établir, sous réserve, comme nous l'avons vu au sein des dernières rubriques de la thèse, du libellé des clauses venant baliser cette prise en charge du risque.

Par ailleurs, dans le cadre des contrats déjà en vigueur, par exemple dans le domaine de l'assurance vie, considérant le fait que les modifications au contrat ne peuvent normalement s'appliquer à moins que le titulaire ne consente par écrit à la modification en question, la protection initialement souscrite s'appliquera.

Concrètement, si le risque de décès a été pris en charge par un assureur dans le cadre d'un contrat d'assurance conclu dix ans auparavant, le décès postérieur – même s'il est dû à une cause qui n'avait, au moment de la conclusion du contrat, nullement été envisagée et, conséquemment, aucunement balisée, – sera pris en charge par l'assureur. Toujours sous réserve du libellé des clauses des différents contrats, le même raisonnement s'applique en assurance responsabilité.

Il y a quelques années, à l'amorce de nos travaux, nous anticipions que les risques émergents et, particulièrement les nanorisques, commanderaient une nouvelle modélisation des procédures assurancielles d'évaluation du risque. Or, à la lumière de nos réflexions et de nos travaux, le traitement actuellement réservé aux nouveaux risques par les assureurs et les réassureurs ne s'arrime pas exactement à une nouvelle modélisation. Plutôt, comme c'est le cas pour le cyber risque, pour les changements climatiques⁷⁴⁹ et pour les nouveaux dispositifs énergétiques (dont les éoliennes), la procédure d'évaluation du risque et l'établissement de la tarification adoptée par les assureurs s'arrimera aux procédures habituelles, à quelques exceptions près (création de classes de risques « stealth technology »). Les cloisons des procédures précises

⁷⁴⁹ ENCINAS DE MUNAGORRI, R. (dir.), *Expertise et gouvernance du changement climatique*, Paris: LGDJ, coll. Droit et Société, 2009.

d'évaluation des risques par les assureurs sont évidemment bien étanches et l'obtention d'information se fait au compte-gouttes, ce qui s'explique en raison du fait que les assureurs évoluent au sein d'un marché hautement compétitif alors qu'un des principaux points distinctifs des assureurs réside précisément dans les modes de tarification, tous les assureurs devant avoir pour visée la fixation d'un prix du risque qui soit actuariellement juste.

Quoique les risques émergents commandent naturellement une approche circonspecte et réfléchie de la part des assureurs, notamment en raison de l'absence de données empiriques et statistiques spécifiquement reliées à la sinistralité antérieure, ce qui est tributaire de l'impossibilité de fixer un prix du risque en fonction d'un empirisme qualifié d'« éprouvé » pour les risques traditionnels, ces risques émergents reçoivent un traitement très similaire à celui réservé aux risques courants.

Les assureurs procèdent à une évaluation des composantes spécifiques et des modalités d'utilisation et la prise en charge du risque se déploie essentiellement de la façon usuelle. Mais cette approche commandera des ajustements et nous croyons qu'elle sera revisitée, particulièrement à la suite, le cas échéant, d'études démontrant d'importants effets toxicologiques du TiO_2 ou de l'additif E 171 sur la santé humaine, mais aussi, de façon préventive, afin d'éviter les effets constatés dans d'autres dossiers, dont celui de la pyrrhotite.

Parmi les approches privilégiées par le secteur de l'assurance afin, d'une part, d'éventuellement prendre en charge les risques (ou certains d'entre eux) que posent les nanoparticules et, d'autre part, d'optimiser les protections et, au fil du temps, d'ajuster de façon optimale la tarification en fonction de la sinistralité antérieure, laquelle se bâtira inéluctablement dès la première occurrence, l'élaboration d'une stratégie basée sur la collaboration et l'établissement d'une communication la plus ouverte possible (quant aux données relatives à la production, type de particules visées, nombres/poids

des particules utilisées, nombre de personnes potentiellement affectées, si cette donnée est disponible) entre les entreprises d'assurances et les acteurs du secteur des nanomatériaux est primordiale afin de permettre à l'institution d'assurance de jouer son rôle. Ainsi, « [l']approche adoptée pour maîtriser les risques potentiels liés aux nanotechnologies et plus particulièrement aux nanomatériaux manufacturés est collaborative et proactive »⁷⁵⁰. À ce propos, il importe de favoriser le dialogue entre les entreprises qui oeuvrent dans l'univers du nano et les assureurs, comme ce fut le cas dans d'autres secteurs, permettant aux parties intéressées de développer des produits de la façon la plus optimale possible tout en s'assurant de protéger le patrimoine de certains des acteurs visés.⁷⁵¹

Il est donc fort probable que les assureurs – en dépit du fait que leur modélisation n'est et/ou ne sera possiblement pas grandement affectée par les risques que posent ou poseront éventuellement les nanoparticules de TiO₂ dans le secteur agroalimentaire – jugeront opportun d'assurer une conformité des polices d'assurance aux risques qu'ils désireront effectivement assumer et l'adaptabilité de ces polices se poursuivra dans le sillon des derniers siècles.

Finalement, un des grands défis sera d'atteindre la convergence des différentes pratiques liées à la gestion des risques, que ce soit entre différentes organisations (assureurs ou non) ou entre pays.⁷⁵²

⁷⁵⁰ MOSLONKA-LEFEBVRE, M., GONZALEZ, M., LEE, K.-Y., *et al.* *Réflexion sur la gestion des risques émergents : l'exemple des nanotechnologies, Pathologie professionnelle et de l'environnement*. DOI :10.1016/S1877-7856(09)54032-9, Janvier 2009.

⁷⁵¹ SAFENANO. In the know...on the insurability of nanomaterials. Disponible à l'adresse :www.safenano.org/news/intheknow/in-the-know-on-the-insurability-of-nanomaterials;

MULLINS, M., MURPHY, F., BAUBLYTE, L., *et al.* The insurability of nanomaterial production risk, *Nat. Nanotechnol.* 2013, 8(4), pp. 222-4; SCHMID, G. Munich Re. *Emerging Risk Nanotechnology, Emerging Risk Discussion Paper*. février 2017, p. 6.

⁷⁵² DEBRAY, B., SALVI, O., DUVAL, C., *et al.* *Gestion intégrée des risques émergents: Défis et objectifs du projet européen INTEG-RISK*. Maîtrise des Risques et de Sécurité de Fonctionnement. Lambda-Mu 16, Oct 2008, Avignon, France.

Évidemment, l'élaboration des cadres normatifs, au Canada, en France et en Europe au cours des prochains mois et des années à venir, tout comme les résultats d'études éventuelles quant à la sécurité sanitaire du TiO₂ nanoparticulaire de qualité alimentaire ou de l'additif alimentaire E 171 seront déterminants quant au développement de nouveaux produits assuranciers et aux modalités contractuelles relatives à la prise en charge des nano risques. Les études permettront sans doute de mieux cadrer l'aspect processuel relatif à l'évaluation du risque et de développer des produits d'assurance qui dresseront précisément les contours de la prise en charge des différents nano risques avec une modélisation adaptée aux besoins, une tarification actuariellement juste et une précision sans cesse croissante.

BIBLIOGRAPHIE

Législation et réglementation

Québec et Canada

*Code civil du Québec**Code de gestion des pesticides*, c. P-9.3, r. 1*Décrets no 5 de réduction accélérée des droits de douane*, DORS/91-548*Décret n° 2012-232 du 17 février 2012 relatif à la déclaration annuelle des substances à l'état nanoparticulaire pris en application de l'article L. 523-4 du code de l'environnement**Loi canadienne sur la protection de l'environnement*, (1999) (LCPE), L.C. 1999, ch. 33*Loi canadienne sur la sécurité des produits de consommation*, L.C. 2010, ch. 21*Loi relative aux aliments du bétail*, L.R.C. (1985), c. F-9*Loi sur la santé des animaux*, L.c., 1990, chapitre 21.*Loi sur la salubrité des aliments au Canada*, L.C. 2012, ch. 24.*Loi sur l'assurance automobile*, L.R.Q., c. A-25*Loi sur l'emballage et l'étiquetage des produits de consommation*, L.R.C. (1985), chapitre c-38.*Loi sur l'inspection des viandes*, S.c., 1985, chapitre 25.*Loi sur l'inspection du poisson* (L.R.C. (1985), chapitre F-12).*Loi sur la protection du consommateur*, L.R.Q., c. P-40.1*Loi sur les aliments et drogues*, L.R.C., (1985), ch. F-27

Loi sur les engrais, L.R.C. (1985), c. F-10

Loi sur les pesticides, c. P-9.3.

Loi sur les poids et mesures, LRC 1985, c W-6

Loi sur les produits antiparasitaires, L.R.C. (1985), ch. P-9/LC 2002, c. 28

Règlement sur les instruments médicaux, DORS/98-282

Règlement sur les cosmétiques, C.R.C., ch. 869

Règlement sur les produits de santé naturels, DORS/2003-196

Règlement sur les aliments et drogues, C.R.C., ch. 870

Règlement sur les mesures économiques spéciales visant l'Iran, DORS/2010-165

Règlement modifiant le Règlement sur les cosmétiques, C.P. 2004-1326

Règlement interdisant l'amiante et les produits contenant de l'amiante, DORS/2018-196 (C.P. 2018-1210 2018-09-28).

Règlement sur la santé des animaux, C.R.C., chapitre 296.

Règlement sur les produits antiparasitaires, 2006, 140 Gaz. Can. II, 646.

Règlement sur les engrais, C.R.C., chapitre 66.

Règlement sur le contrôle de l'importation et de l'exportation aux fins de la non-prolifération nucléaire, DORS/2000-210

Règlement multisectoriel sur les polluants atmosphériques, DORS/2016-151

Règlement sur les renseignements concernant les substances nouvelles (substances chimiques et polymères), DORS/2005-247

Règlement sur l'exportation et l'importation de déchets dangereux et de matières recyclables dangereuses, DORS/2005-149

Règlement sur les urgences environnementales, DORS/2003-307

Règlement sur les normes minimales de premiers secours et de premiers soins, c. A-3.001, r. 10

Règlement sur les attestations d'assainissement en milieu industriel, c. Q-2, r. 5

Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère, c. Q-2, r. 15

Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection, c. Q-2, r. 35.2

Règlement sur la qualité de l'atmosphère, c. Q-2, r. 38

Règlement concernant le système de plafonnement et d'échange de droits d'émission de gaz à effet de serre, c. Q-2, r. 46.1

Règlement sur les comités de santé et de sécurité du travail, c. S-2.1, r. 5

Règlement sur la qualité du milieu de travail, c. S-2.1, r. 11

Règlement sur le représentant à la prévention dans un établissement, c. S-2.1, r. 12

Règlement sur la santé et la sécurité du travail, c. S-2.1, r. 13

Règlement sur la santé et la sécurité du travail dans les mines, c. S-2.1, r. 14.

Europe et France

Arrêté du 5 mai 2017 fixant les conditions d'étiquetage des nanomatériaux manufacturés dans les denrées alimentaires, NOR : ECFC1713814A, JORF no 0109 du 10 mai 2017, texte no 72.

Loi Grenelle 2 (France)

Loi constitutionnelle no 2005-205 du 1^{er} mars 2005 relative à la Charte de l'environnement (JORF no 0051 du 2 mars 2005).

Arrêté du 6 août 2012 relatif au contenu et aux conditions de présentation de la déclaration annuelle des substances à l'état nanoparticulaire, pris en application des articles R. 523-12 et R. 523-13 du code de l'environnement, JORF n°0185 du 10 août 2012.

Directive du Conseil des Communautés européennes du 25 juillet 1985 relative au rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des États membres en matière de responsabilité du fait des produits défectueux, (85/374/CEE).

Décret no 2012-232 du 17 février 2012 relatif à la déclaration annuelle des substances à l'état nanoparticulaire pis en application de l'article L. 523-4 du code de l'environnement. Voir

www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2012/2/17/DEVP1123456D/jo/texte (consulté le 8 avril 2019).

Règlement (CE) no 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH), instituant une agence européenne des produits chimiques, modifiant la directive 1999/45/CEE du Conseil et les directives 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE et 2000/21/CE de la Commission.

Règlement (UE) n°1169/2011 du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2011 concernant l'information des consommateurs sur les denrées alimentaires, modifiant les règlements (CE) n°1924/2006 et (CE) n°1925/2006 du Parlement européen et du Conseil et abrogeant la directive 87/250/CEE de la Commission, la directive 90/496/CEE du Conseil, la directive 1999/10/CE de la Commission, la directive 2000/13/CE du Parlement européen et du Conseil, les directives 2002/67/CE et 2008/5/CE de la Commission et le règlement (CE) n°608/2004 de la Commission.

Règlement (CE) no 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n o 1907/2006.

Règlement (UE) n°2015/2283 du Parlement européen et du Conseil du 25 novembre 2015 relatif aux nouveaux aliments, modifiant le règlement (UE) n°1169/2011 du

Parlement européen et du Conseil et abrogeant le règlement (CE) n°258/97 du Parlement européen et du Conseil et le règlement (CE) n°1852/2001 de la Commission

RÈGLEMENT (UE) 2015/2283 du Parlement européen et du Conseil du 25 novembre 2015 relatif aux nouveaux aliments, modifiant le règlement (UE) n° 1169/2011 du Parlement européen et du Conseil et abrogeant le règlement (CE) n° 258/97 du Parlement européen et du Conseil et le règlement (CE) n° 1852/2001 de la Commission.

RÈGLEMENT (CE) N° 1333/2008 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 16 décembre 2008 sur les additifs alimentaires.

DÉCLARATION DE RIO SUR L'ENVIRONNEMENT ET LE DÉVELOPPEMENT. Principes de gestion des forêts. Sommet Planète Terre. Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement. Rio de Janeiro, Brésil, 3-14 juin 1992.

Recommandation de la Commission du 18 octobre 2011 relative à la définition des nanomatériaux (2011/696/UE).

RECOMMANDATION DE LA COMMISSION du 18 octobre 2011 relative à la définition des nanomatériaux (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE) (2011/696/UE) :

<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:275:0038:0040:FR:PDF>.

Règlement (UE) n°528/2012 du Parlement européen et du Conseil du 22 mai 2012 concernant la mise à disposition sur le marché et l'utilisation des produits biocides.

Règlement (UE) n°2015/2283 du Parlement européen et du Conseil du 25 novembre 2015 relatif aux nouveaux aliments, modifiant le règlement (UE) n°1169/2011 du Parlement européen et du Conseil et abrogeant le règlement (CE) n°258/97 du Parlement européen et du Conseil et le règlement (CE) n°1852/2001 de la Commission.

Jurisprudence

Baril et Service développement outils réparation (SDOR), 2019 QCTAT 1981 (Montréal), par. 14

Bergeron et Carrosseries Marc Pilon enr. (Les), 2017 QCTAT 17; *Air Canada*, 2012 QCCLP 4980.

Canadian Indemnity Co. c. Canadian Johns-Manville Co., [1990] 2 R.C.S. 549

Churchill Falls (Labrador) Corp. c. Hydro-Québec, 2018 CSC 46

Co-operators Compagnie d'assurance-vie c. Gibbens, 2009 CSC 59.

Commission des Communautés européennes contre Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord (affaire C-300/95)

Deguisse c. Montminy, 2014 QCCS 2672

Faubert c. Industrielle (L'), Compagnie d'assurance sur la vie, [1987] R.J.Q. 973 (C.A.).

Kramar c. Johnson & Johnson, 2016 QCCS 5296

La Royale du Canada c. L'Ecuyer, [1986] R.J.Q. 1165 (C.A.).

Laviolette c. Les Prévoyants du Canada, [1976] C.S. 1203.

Lozanski c. The Home Depot Inc., 2016 ONSC 5447 (CanLII)

Ouellet c. Industrielle (L'), cie d'assurances sur la vie, [1993] R.R.A. 464 (rés.) (C.A.).
Paris, 11 juil. 1983, *Gaz. Pal.*, 1983.8, 11.

Civ. 1^{re}, 7 juil. 1993, R.G.A.T. 1994.1.198.

Ouvrages de référence, articles de revues et articles de journaux

ABRAHAM, K. S. *Distributing Risk : Insurance, Legal Theory, and Public Policy*, New Haven (Ct), Yale University Press, 1986.

ABRAHAM, K. S. « Efficiency and fairness in insurance risk classification » (1985) 71 Va L Rev 403.

ACADÉMIE DES TECHNOLOGIES. *Risques des nanoparticules manufacturées. Dossier de presse*. 31 mai 2012. Sous la rubrique « recommandations générales ».

AFSSET. *Les Nanomatériaux. Effets sur la santé de l'homme et sur l'environnement*, juillet 2006.

Agir pour l'environnement. *Rapport d'enquête sur la présence de dioxyde de titane dans les dentifrices*, 28 mars 2019. Disponible à l'adresse : www.agirpourenvironnement.org.

AGIR POUR L'ENVIRONNEMENT. *Stop au dioxyde de titane dans les dentifrices*. Disponible à l'adresse : www.dentifrice.infoconso.org.

AITKEN R.J., et al. *Emergnano : A Review of Completed and Near Completed Environment, Health and Safety Research on Nanomaterials and Nanotechnology (Concise Report)*, Defra Project CB0409, London, Safenano, mars 2009, en ligne : http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=CB0409_7910_FRP.pdf.

ANDERSON A., PETERSEN A., WILKINSON C., et al., *Nanotechnology, Risk and Communication*, Palgrave MacMillan, 2009.

AGENCE FRANÇAISE DE SÉCURITÉ SANITAIRE DES ALIMENTS (AFSSA).
Nanotechnologies et nanoparticules dans l'alimentation humaine et animale. 2009.

AGENCE FRANÇAISE DE SÉCURITÉ SANITAIRE DE L'ENVIRONNEMENT ET
DU TRAVAIL (AFSSET). *L'Avis relatif à l'évaluation des risques liés aux
nanomatériaux pour la population générale et dans l'environnement*, mars 2010.

AGENCE NATIONALE DE SÉCURITÉ SANITAIRE DE L'ALIMENTATION, DE
L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL, *Évaluation des risques liés aux
nanomatériaux. Enjeux et mise à jour des connaissances*. Avis, Rapport d'expertise
collective, avril 2014, Édition scientifique, Maisons-Alfort

AGENCE NATIONALE DE SÉCURITÉ SANITAIRE DE L'ALIMENTATION, DE
L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL, *Avis relatif à la proposition de VTR
chronique par voie respiratoire pour le dioxyde de titane sous forme nanométrique*,
publié au mois de janvier 2019, Saisine n° 2017-SA-0162, Maisons-Alfort.

AGENCE NATIONALE DE SÉCURITÉ SANITAIRE DE L'ALIMENTATION, DE
L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL, *Avis de l'Agence nationale de sécurité
sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux risques liés à
l'ingestion de l'additif alimentaire E171*, 12 avril 2019, Saisine n° 2019-SA-0036,
Maisons-Alfort.

ALLAN S., ANDERSEN A., PETERSEN A. 2010. Framing Risk: Nanotechnologies
in the News. *Journal of Risk Research* 2010, 13 (1): 29–44.

ALLAND D., RIALS S. (dir.). *Dictionnaire de la Culture Juridique*. Quadrige, Lamy-
PUF, Paris, 2003.

ALLIANZ, Product Recall. Managing the impact of the new Risk Landscape, Décembre 2017. Disponible à l'adresse : <https://www.agcs.allianz.com/news-and-insights/reports/product-recall.html>.

ARLIDGE T. *The hygiene, diseases and mortality of occupations*. London: Percival, 1892.

ARNALL A.H. *Future Technologies, Today's Choices, A Report for the Greenpeace Environmental Trust*, London, University of London, juillet 2003, p. 39.

ASSOCIATION NATIONALE DE DÉFENSE DES CONSOMMATEURS ET USAGERS. Suspension du dioxyde de titane en alimentation : un arrêté a minima. Disponible à l'adresse : <http://www.clcv.org/communiqués-de-presse/suspension-du-dioxyde-de-titane-en-alimentation-un-arrete-a-minima.html>.

AVICENN, *Nanomatériaux et risques pour la santé et l'environnement - Soyons Vigilants !*, Éditions Yves Michel, 2016.

AXA, *Risques émergents* [en ligne]. [Consulté le 14 juillet 2018]. Disponible à l'adresse : <https://www.axa.com/fr/a-propos-d-axa/risques-emergents>.

BAAN R., STRAIF K, GROSSE Y, *et al.*. Carcinogenicity of carbon black, titanium dioxide, and talc. *Lancet Oncol* 2006 7: 295-296.

BANCQUART R. « Guerre de lobbies autour d'un additif au dioxyde de titane ». Disponible à l'adresse : https://www.allodocteurs.fr/emissions/le-magazine-de-la-sante/le-magazine-de-la-sante-du-25-03-2019_27190.html.

BARANOWSKA-WOJCIK E., SZWAJGIER D., OLESZCZUK P. *et al.* Effects of Titanium Dioxide Nanoparticles Exposure on Human Health—a Review. *Biol Trace Elem Res* (2019). Disponible à l'adresse: <https://doi-org.proxy.bibliotheques.uqam.ca/10.1007/s12011-019-01706-6>.

BARTTRIP P.W.J. History of asbestos related disease, *Postgraduate Medical Journal* 2004; 80:72-76.

BAUBLYTE L., MULLINS M., MURPHY F. *et al.* Insurance Market Perception of Nanotechnology and Nanomaterials Risks, The Geneva Association, The Risk Management newsletter, 2014.

BEAUDOIN S., VANDELAC L., PAPILLOUD C. «Nanofoods: Environmental, Health, and Socioeconomic Risks or the Achilles' Heel of Nanotechnologies?». *Nanotechnology and human health*, 2013.

BEAUDOIN S. *Dispositifs réglementaires et évaluation des nanomatériaux au Canada : examen de l'évaluation du risque*. Thèse. Sciences de l'environnement. Université du Québec à Montréal. 2016.

BECK U. *La société du risque : sur la voie d'une autre modernité*. Trad. Fr. par Laure Bernardi. Flammarion. Paris, 2001.

BECKER H. *et al.* *Nanotechnology : Opportunities and Risks for Humans and Environment, Background Paper*, Umwelt Bundesamt, Dessau-Roßlau, octobre 2009.

BEIGNIER B., *Droit du contrat d'assurance*, P.U.F., Paris, 1999.

BENSAUDE-VINCENT, B. « Nanotechnologies : une révolution annoncée », *Études*, 2009/12 (Tome 411), p. 605-616. Disponible à l'adresse : <https://www.cairn.info/revue-etudes-2009-12-page-605.htm>.

BENSAUDE-VINCENT B. Préface de l'ouvrage de Brice Laurent, *Les politiques des nanotechnologies. Pour un traitement démocratique d'une science émergente*, Éditions Charles Léopold Mayer, 2010.

BENSAUDE-VINCENT, B. Which Focus for an Ethics in Nanotechnology Laboratories? In : van der Burg., Swierstra T. (eds) *Ethics on the Laboratory Floor*. Palgrave Macmillan, London.

BENSAUDE-VINCENT, B., NUROCK V., « Éthique des nanotechnologies », dans : Emmanuel Hirsch éd., *Traité de bioéthique. I - Fondements, principes, repères*. Toulouse, ERES, « Poche - Espace éthique », 2010, p. 355-369. DOI : 10.3917/eres.hirsc.2010.01.0355.

BENSAUDE-VINCENT, B., SIMON J., Introduction. Nanotechnoscience: The End of the Beginning, *Philosophia Scientiæ*, 2019/1 (23-1), p. 5-17. URL : <https://www-cairn-info.proxy.bibliotheques.uqam.ca/revue-philosophia-scientiae-2019-1-page-5.htm>.

BENSAUDE-VINCENT, B. « Entre chimique et vivant: deux voies de passage » in B. Bensaude-Vincent, R. Larrère, V. Nurock ed., *Bionanoéthique. Perspectives critiques sur les bionanotechnologies* Paris, Vuibert, 2008.

BENSAUDE-VINCENT, B. LAURENT L. *Le débat et vice-versa, « Nanotechnologies : le grand fourre-tout »*, 2010.

BENSAUDE-VINCENT, B., tiré de Bernadette Bensaude-Vincent et Louis Laurent. *Le débat et vice-versa, « Nanotechnologies : le grand fourre-tout »*. 2010.

BERGE, M. *Le développement du nano-argent; entre représentations hygiénistes, déterminisme technoscientifique et marché : analyse sociologique*. 2013. Montréal, Département de sociologie, Université du Québec à Montréal, 146 p.

BERGERON, A. G., Nanotechnologies, alimentation et cosmétiques : le cas du dioxyde de titane et du dioxyde de titane nanométrique et la part du Québec dans cette industrie, mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal, 2014.

BERGERON, J.-G. *Droit des assurances*, Sherbrooke, Université Sherbrooke, 1979-80.

BERSTEIN, P., *Against the Gods, the remarkable story of risks*, Wiley, 1996.

BETBÈZE, J.-P. Vivre et gagner avec le risque extrême dans Horizons Bancaires. *Faces aux risques extrêmes : banques et assurances*, Numéro 328, mars 2006, p. 101.

BETTINI, S. *et al.* Food-grade TiO₂ impairs intestinal and systemic immune homeostasis, initiates preneoplastic lesions and promotes aberrant crypt development in the rat colon. *Sci. Rep.* 2017 7, 40373. Disponible à l'adresse : doi: 10.1038/srep40373.

BIGOT, J. avec la collaboration de Jean-Louis BELLANDO, *Traité de droit des assurances*, t.1, *Entreprises et organismes d'assurance*, 2 éd., Paris, L.G.D.J., 1996.

BINET S., RICAUD M., CHAZELET S., *et al.*, *Dioxyde de titane nanométrique : de la nécessité de proposer une valeur limite d'exposition professionnelle. [Rapport de*

recherche] *Notes scientifiques et techniques NS 349*, Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). 2017.

BINET S., DEDESSUS-LE MOUSTIER N., DELEMARLE A., *et al.* *Les nanomatériaux manufacturés à l'horizon 2030 en France. [Rapport Technique] INRS.* 2015. hal-01275791.

BINNIE I., *Science in the Courtroom : The Mouse that Roared. University of New-Brunswick Law Journal.* 2007. Vol. 56.

BOUDIA S., JAS N. *Gouverner un monde toxique*, Éditions Quæ, 2019.

BOUDIA S., CREAGER A.N.S., FRICKEL S., *et al.* Residues: Rethinking Chemical Environments. *Engaging Science, Technology, and Society.* 4 (2018), pp.165-178. 10.17351/ests2018.245. hal-01834144.

BOUDIA, S. (dir.), HENRY, E. (dir.), *La mondialisation des risques. Une histoire politique et transnationale des risques sanitaires environnementaux*, Presses universitaires de Rennes, 2015.

BOUDIA, S. (dir.), JAS N. (dir.) *Powerless Science? Science and politics in a toxic world.* New York et Oxford, Berghahn Books, 2014.

BOULLIER H., LAURENT B., *La précaution réglementaire, Un mode européen de gouvernement des objets techniques, Politique européenne*, n° 49, décembre 2015, p. 30-53.

BOURG D., SCHLEGEL J.L. *Parer aux risques de demain.* Le Seuil, Paris, 2001.

BOURG D., WHITESIDE K.H. *Précaution : un principe problématique mais nécessaire. Le Débat*, Gallimard, 2004/2 (n° 129), p. 153 à 174.

BOUT R. *Le contrat d'assurance en droit comparé français et québécois*, Montréal, Centre de recherche en droit privé et comparé du Québec, Université McGill, 1988.

BOVERHOF D.R., BRAMANTE C.M., BUTALA J.H., *et al.* (2015). Comparative assessment of nanomaterial definitions and safety evaluation considerations. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 73, 137-150.

BENOIT BROWAEYS, D. *Des inconnus dans nos assiettes : Après la vache folle, les aliments transgéniques*. Castells Raymond. 1998.

BENOIT BROWAEYS, D., *Le Meilleur des nanomondes*, Buchet Chastel. 2009.

BIGOT J. avec la collaboration de Jean-Louis Bellando, *Traité de droit des assurances*, t.1, *Entreprises et organismes d'assurance*, 2^e éd., Paris, L.G.D.J., 1996.

BROWAEYS, D., PERRIER, J.-J. *Trois ans de dialogue des parties prenantes sur les nanotechnologies. Des repères partagés sur les sujets complexes ou polémiques*, Toxicité et écotoxicité, Forum Nanoresp, 2017.

BUHA J. (Zurich). *Is Nanotechnology a threat to Insurance Industry?*, 2017 Global Risk Engineering Conference, may 18, 2017, p. 6. Disponible à l'adresse : <http://innovationsgesellschaft.ch/en/publications/beitrag-print-onlinemedien/beitrag-nano-versicherung/>.

BUREAU DU CONSEIL PRIVÉ. Cadre d'application de la précaution dans un processus décisionnel scientifique en gestion de risque, 2003. Disponible à l'adresse : <http://publications.gc.ca/collections/Collection/CP22-70-2003F.pdf>.

BUZEA C., PACHECO I.I., ROBBIE K. Nanomaterials and nanoparticles: Sources and toxicity, *Biointerphases* (2007) 2: MR17. <https://doi.org/10.1116/1.2815690>

CANADA, BUREAU DU CONSEIL PRIVÉ. *Cadre d'application de la précaution dans un processus décisionnel scientifique en gestion du risque*. Ottawa, 2003, 14 p.

CAPALLETTI L., DUFOURG N. *Solvabilité II, quels apports pour la gouvernance des risques? Résultats d'une recherche-intervention au sein d'une mutuelle française. Comptabilité et gouvernance*. May 2016, Clermont-Ferrand, France. Pp.cd.rom. Hal-01901188.

CARATINI R., Dictionnaire des découvertes, Édition n° 1, 1990.

CHALOUPKA K. *et al.* Nanosilver as a New Generation of Nanoproduct in Biomedical Applications. *Trends in Biotechnology*, Vol. 28, Issue 11, November 2010, pages 580-588, p. 585.

CHARLES S., JOMINI S., FESSARD V. Assessment of the *in vitro* genotoxicity of TiO₂nanoparticles in a regulatory context. *Nanotoxicology*, (2018) 12:4, 357-374, DOI: [10.1080/17435390.2018.1451567](https://doi.org/10.1080/17435390.2018.1451567).

CHASKIEL P. La précaution « des » nanotechnologies, *Communication et organisation*. 2014. Disponible à l'adresse :<http://www.journals.openedition.org/communicationorganisation/4459> ; DOI : 10.4000/communicationorganisation, 2014.

CHATEAURAYNAUD F., DEBAZ J. *Aux bords de l'irréversible. Sociologie pragmatique des transformations*, Éditions PETRA, 2017.

CHAUDRY Q., SCOTTER M., BLACKBURN J., *et al.* Applications and implications of nanotechnologies for the food sector. *Food Addit. Contam. Part A*. 2008. 25, 241–258. doi:10.1080/02652030701744538.

CHEMARIN Sophie, « Couverture des risques catastrophiques potentiels : Vers une théorie économique de l'assurabilité en incertitude, *Assurances et gestion des risques*, vol. 73 (2), juillet 2005, 141-173.

CHEN M., VON MIKECZ A. Formation of nucleoplasmic protein aggregates impairs nuclear function in response to SiO₂ nanoparticles. *Exp Cell Res*. 2005 Apr 15;305(1):51-62. Epub 2005 Jan 24.

CIRC. *World Cancer Report 2008*. WHO Press. Edited by Peter Boyle and Bernard Levin. Lyons, France, Centre international de recherche sur le cancer, World Health Organisation, International Agency for Research on Cancer (WHO IARC) Disponible à l'adresse: <http://www.iarc.fr/en/publications/pdfs-online/wcr/2008/>.

CIRC. *World Cancer Report 2008*. WHO Press. Edited by Peter Boyle and Bernard Levin. Lyons, France, Centre international de recherche sur le cancer, World Health Organisation, International Agency for Research on Cancer (WHO IARC) En ligne. <http://www.iarc.fr/en/publications/pdfs-online/wcr/2008/>.

COLOMBAN, P., Nanoparticules et couleur, une tradition millénaire, *Photoniques*, Hors-série no 1. Disponible à l'adresse : www.photoniques.com.

COLOMBAN, P., Nano-optique, céramiques et verres nano-structurés, des pratiques millénaires, dans *Regards croisés : quand les sciences archéologiques rencontrent l'innovation* (BALASSE M. et DILLMAN P., dir), Éditions des archives contemporaines, 2017.

COLOMBAN P., GOUADEC G. The ideal ceramic fiber / oxide matrix composite: How to conciliate antagonist physical and chemical requirements? *Ann. Chim. Sci. Mater.* 30 (2005) 673.

COMITÉ DE LA PRÉVENTION ET DE LA PRÉCAUTION. *Nanotechnologies, nanoparticules : quels dangers, quels risques ?*, rapport au Ministre chargé de l'Écologie et du Développement Durable, Paris, 2006.

COMITÉ SCIENTIFIQUE EUROPÉEN DES RISQUES ÉMERGENTS ET NOUVELLEMENT IDENTIFIÉS (Scenih), Avis du Scenih. Scientific basis for the definition of the term « nanomaterial ». 2010. Disponible à l'adresse : http://ec.europa.eu/dgs/jrc/downloads/jrc_reference_report_201007_nanomaterials.pdf.

COMMISSION DE L'ÉTHIQUE DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE. *Éthique et nanotechnologies : se donner les moyens d'agir*. Avis, Gouvernement du Québec, 2006, 152 p.

COMMISSION DE L'ÉTHIQUE EN SCIENCE ET EN TECHNOLOGIE DU QUÉBEC. Enjeux éthiques des nanotechnologies dans le secteur agroalimentaire, Supplément 2011 à l'avis *Éthique et nanotechnologies : se donner les moyens d'agir*, 2006.

COMMISSION DES COMUNAUTÉS EUROPÉENNES. Bruxelles, 2 février 2000.
Disponible à l'adresse : https://europa.eu/rapid/press-release_IP-00-96_fr.htm.

COMMISSION EUROPÉENNE. *Communication du 12 mai 2004 « Vers une stratégie européenne en faveur des nanotechnologies »*, doc. COM (2004) 338.

COMMISSION MONDIALE D'ÉTHIQUE DES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES ET DES TECHNOLOGIES – COMEST, *Le principe de précaution*, Paris, UNESCO, 2005.

COMMISSION NATIONALE DU DÉBAT PUBLIC. *Bilan du débat public sur le développement et la régulation des nanotechnologies*. 15 octobre 2009 – 24 février 2010. Le 9 avril 2010.

COMMISSION NATIONALE DU DÉBAT PUBLIC, *Bilan du débat public sur le développement et la régulation des nanotechnologies*, 9 avril 2010 (site Web) et Débat public nanotechnologies, compte rendu, 9 avril 2010.

COMMISSION PARTICULIÈRE DU DÉBAT PUBLIC. NANOTECHNOLOGIES.
En ligne : <http://cpdp.debatpublic.fr/cpd-p-nano/>.

CONSEIL DES ACADÉMIES CANADIENNES, *Petit et différent : perspective scientifique sur les défis réglementaires du monde nanométrique*, 2008. Disponible à l'adresse : <http://www.nanoportal.gc.ca>.

CONWAY E. ÉTIQUETAGE OBLIGATOIRE DE L'ORIGINE DES PRODUITS AU BÉNÉFICE DES CONSOMMATEURS : PORTÉE ET LIMITES, 24.2 (2011) *Revue québécoise de droit international*.

COOKE W.E. Fibrosis of the lungs due to the inhalation of asbestos dust. *BMJ* 1924; 2:147.

CRICHTON M. *Prey*. Harper Collins, 2002 New York.

CSST. Notions de toxicologie. 2004. Disponible à l'adresse : https://www.cnesst.gouv.qc.ca/Publications/200/Documents/dc_200_348.pdf.

CURBATOV O., LOUYOT-GALLICHER M. *Convergence NBIC (nano-bio-info-cognitif) et Knowledge Marketing: champs expérimentaux d'application. Exemple du domaine biomédical*. International Marketing Trends Conference, ESCP Europe - Université Ca Foscari, Jan 2016, VENISE, Italie. hal- 01364860, Disponible à l'adresse: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01364860/document>.

CUTCLIFFE, S. H., PENSE, C. M., ZVALAREN, M., Framing the Discussion: Nanotechnology and the Social Construction of Technology - What STS Scholars Are Saying, *Nanoethics Dordrecht*, Vol. 6, No 2 (Sep 2012): 81-99. DOI:10.1007/s11569-012-0149-z.

D'ALMEIDA N. Le développement durable entre temps court et temps long, entre principe de gestion et principe de discussion. *Communication et organisation*. 2006. Disponible à l'adresse : <http://www.communicationorganisation.3393>.

DALTON-BROWN, S., *Nanotechnology and Ethical Governance in the European Union and China: Towards a Global Approach for Science and Technology*. Springer. 2015.

DARAGNES L., *Les nanoparticules de dioxyde de titane, leur place dans l'industrie cosmétique et ses dangers*, Thèse, Sciences pharmaceutiques, 2018.

DAVID K., THOMPSON P.B. *What Can Nanotechnology Learn From Biotechnology?* American Press, 2008.

DEBRAY B., SALVI O., DUVAL C., et al. *Gestion intégrée des risques émergents: Défis et objectifs du projet européen INTEG-RISK*. Maîtrise des Risques et de Sécurité de Fonctionnement. Lambda-Mu 16, Oct 2008, Avignon, France. pp.Com 1Z-2. ineris-00973322.

DE COLOMBE G. Gérer le risque extrême : le point de vue d'un réassureur, dans Horizons Bancaires. *Faces aux risques extrêmes : banques et assurances*, Numéro 328, mars 2006, p. 25.

DE LAGARDE O. *L'invention du contrôle des risques dans les organismes d'assurance. Gestion et management*. Université Paris Dauphine - Paris IX, 2010.

DEMOLLIENS M., LÉONARD M. « Les nanoparticules : une perte de repères pour l'ingénieur chimiste et le médecin du travail », dans Nathalie Dedessus-Le-Moustier, Florence Douguet (coordinatrices), *La santé au travail à l'épreuve des nouveaux risques*, Éditions Tec et Doc, Paris, 2010.

DORIER M., *Impact du colorant alimentaire E171 et de nanoparticules de dioxyde de titane sur des modèles cellulaires, in vitro, d'épithélium intestinal*, Thèse, Grenoble Alpes, 2016.

DORIER M. BÉAL D., TISSEYRE C., The food additive E 171 and titanium dioxide nanoparticles indirectly alter the homeostasis of human intestinal epithelial cells: in vitro, (2019) *Environmental Science: Nano*, Volume 6, issue 5, 2019, pages 1549-1561.

DRAIS É., *INRS* 2009. La prévention à l'épreuve de l'incertitude. L'exemple de la précaution à l'égard des nanoparticules. *Hygiène et sécurité du travail* – 3^e trimestre 2009 – 216, 53-58. Disponible à l'adresse : www.inrs.fr/media.html?refINRS=PR2040.

DREXLER, K.E. *The engines of creation: the coming era of nanotechnology*. Anchor, 1986 New York.

DUBOIS, M. *Introduction à la sociologie des sciences*, PUF, France, 1999.

DUBOIS, M. *La nouvelle sociologie des sciences*, PUF, France, 2001.

DUDEFOI W., MONIZ K., ALLEN-VERCOE E., *et al.* Impact of food grade and nano-TiO₂ particles on a human intestinal. Community. *Food and Chemical Toxicology*. (2017). 106, (2017), 242-249.

DUPUY, J.-P., *Impact du développement futur des nanotechnologies sur l'économie, la société, la culture et les conditions de la paix mondiale*, Projet de mission, Conseil Général des Mines, Paris, 2002.

DUPUY J.-P., ROURE F. (Conseil Général des Mines). *Les nanotechnologies : éthique et prospective industrielle*. Tome 1. 15 novembre 2004. Disponible à l'adresse : <https://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/054000313.pdf>.

DUVAL HESLER, N., L'admissibilité des nouvelles théories scientifiques. Les juges, filtres du savoir? (2002) 62 *R. du B.* 359-386, p. 378-379.

EL GHEZAOUI M. Analyse régulationniste des incertitudes : de l'assurance au principe de précaution. *Assurances et gestion des risques / Insurance and Risk*

Management. 2019. 86 (1-2), 31–54. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.7202/1062463ar>.

ENCINAS DE MUNAGORRI, R. (dir.), *Expertise et gouvernance du changement climatique*, Paris: LGDJ, coll. Droit et Société, 2009.

ENCYCLOPAEDIA UNIVERSALIS, S.A, Paris, vol. 16, 2011.

ENVIRONNEMENT CANADA et SANTÉ CANADA, *Proposition de cadre réglementaire pour les nanomatériaux en vertu de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (1999), Ottawa, Environnement Canada, 2007.

EPSTEIN S.S., FITZGERALD R. *Toxic Beauty*, Dallas, Benbella Books, 2009.

European Academies Science Advisory Council (EASAC), Joint Research Center (JRC) of the European Commission, 2011, *Impact of Engineered Nanomaterials on Health : Considerations for Benefit-Risk Assessment*, EUR 24847 EN, septembre 2011, Luxembourg, Publications Office of the European Union.

EUROPEAN COMMISSION, SCIENTIFIC COMMITTEE ON EMERGING AND NEWLY-IDENTIFIED HEALTH RISKS (SCENIHR), *Position Statement on emerging and newly identified health risks to be drawn to the attention of the European Commission*, 2014.

EWALD François, « Two infinities of risk », dans *The Politics of Everyday*, B. Massumi (ed.), Minneapolis, University of Minnesota Press, 1993.

EWALD F. *L'État providence*. Grasset, Paris 1986 ; EWALD F. Philosophie de la précaution, dans *Études sur le risque et la rationalité. L'Année Sociologique*. 1996, Vol.46, n°2, pp. 382-412.

EWALD F. *Histoire de l'État providence*. Paris, Librairie Générale Française, 1996.

FALKNER R., JASPERS N. Regulating Nanotechnologies, Risk, Uncertainty and the Global Governance Gap, 12 *Global Envtl. Pol.* (2012) 30.

FÉDÉRATION FRANÇAISE DE L'ASSURANCES, *Premier baromètre des risques émergents pour l'assurance*. Disponible à l'adresse : www.ffa-assurance.fr/content/premier-barometre-des-risques-emergents-pour-assurance-0.

FEIGENBAUM D., NSAMIRIZ A., SINCLAIR-DESGAGNÉ B. *Les Nanotechnologies : leurs bénéfices et leurs risques potentiels*, Série Scientifique, Montréal, 2004.

FERIN J., OBERDORSTER G., PENNEY D.P. Pulmonary retention of ultrafine and fine particles in rats. *Am J Respir Cell Mol Biol* 1992, 6535-542.

FLANQUART, H. *Des risques et des hommes*, Paris, PUF, 2016.

FOSTER K.-R., VECCHIA P., REPACHOLLI M.-H., Science and the precautionary principle, *Science* 2000, Vol. 288, no 5468, p. 979-981.

FOUCART S. *E171 : l'additif alimentaire controversé ne sera pas suspendu*. Le monde. 10 janvier 2019. Disponible à l'adresse : https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/01/10/e-171-l-additif-alimentaire-controverse-ne-sera-pas-suspendu_5407086_3244.html.

FRESSOZ, Jean-Baptiste, *L'apocalypse joyeuse, une histoire du risque technologique*, Édition du Seuil, 2012.

GABRIELA P., JIAN T., BARTOMIEJ J., *et al.* Impact of the Food Additive Titanium Dioxide (E171) on Gut Microbiota-Host Interaction. *Frontiers in Nutrition*, vol. 6, 2019, pages 57. Disponible à l'adresse : URL=<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fnut.2019.00057>, DOI=10.3389/fnut.2019.00057.

GALISON P.: *The pyramid and the Ring: the rise of ontological indifference. Lecture at the Centre for the Humanities of the University of Utrecht*, 2010, November 11 (2010).

GASKELL G., TEN E.T, JACKSON J., *et al.* Imagining nanotechnology: cultural support for technological innovation in Europe and the United States. *Public Understanding of Science, Sage publications*. 2005. 14(1), pp. 81-90.

GAUDILLIÈRE J.P., JOLY P.B. Appropriation et régulation des innovations biotechnologiques : pour une comparaison transatlantique. *Sociologie du Travail* 2006. 48(3) : 330-349.

GIDDENS, A. (1999). Risk and responsibility. *The modern law review*, 62(1) : 1-10.

GINGRAS, Y. Sociologie des sciences, Que sais-je?, 2017.

GODARD O. (éd.). *Le principe de précaution dans la conduite des affaires humaines*, Éditions de la Maison des Sciences de l'Homme & Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, 1997.

GODARD, Olivier et Thierry HOMMEL. « Contestation sociale et organisation de l'expertise scientifique des risques environnementaux et sanitaires. » *Politique et Sociétés*, volume 26, numéro 2-3, 2007, p. 27–43. doi:10.7202/017662ar.

GODARD O., HENRY C., LAGADEC P., *et al.*, *Traité des nouveaux risques*, Gallimard, 2002

GONTHIER, C. D., Le témoignage d'experts : à la frontière de la science et du droit, (1993) 53 *R. du B.* 187-196, p. 194.

GOSSEMENT A. *Le Principe de précaution. Essai sur l'incidence de l'incertitude scientifique sur la décision et la responsabilité publiques*. Éditions l'Harmattan, 2003.

GOULLETQUER H., PENNEQUIN M., TRANCART G., Gestion des risques extrêmes à Caylon, penser et agir, dans Horizons Bancaires. *Faces aux risques extrêmes : banques et assurances*, Numéro 328, mars 2006, p. 89.

GOUVERNEMENT DU CANADA. *Une perspective canadienne sur l'approche/principe de précaution : Principes directeurs proposés*. Septembre 2001. Disponible à l'adresse: http://www.ec.gc.ca/econom/booklet_f.htm.

GOUVERNEMENT DU CANADA. *Réaliser le potentiel des sciences et de la technologie au profit du Canada, Résumé*, Ottawa, 2007.

GRANJOU C. L'expertise scientifique à destination politique. *Cahiers internationaux de sociologie*. 2003, n° 114, p. 175-183.

GRYMBaum L. (dir.). *Assurances, Droit & Pratique*. L'Argus de l'assurance, 2017-2018.

GUChET, X. L'éthique des nanotechnologies, *Esprit*, 2017, 3-4, pp. 149-156.

GUERRA J. Garmin launched a period-tracking feature you can download to your smartwatch. Disponible à l'adresse: www.shape.com/fitness/gear/garmin-menstrual-cycle-tracking-feature (consulté le 14 août 2019).

GUPTA N., FISHER A.R.H., VAN DER LANS I.A., et al. Factors influencing societal response of nanotechnology: an expert stakeholder analysis. *Journal of Nanoparticle Research*. May 2012, 14:857. Disponible à l'adresse: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3397131/>.

HADDAD E. *Les notions de contrat d'assurance*. Thèse. Droit. Université Panthonsorbonne. Paris I. 2017.

HANSEN S.F. et al., Categorization Framework to Aid Exposure Assessment of Nanomaterials in Consumer Products. *Ecotoxicology*, 2008. vol. 17, n° 5, p. 438-447, p. 446.

HAUT CONSEIL DE LA SANTÉ PUBLIQUE, *Bilan des connaissances relatives aux effets des nanoparticules de dioxyde de titane (TiO₂) sur la santé humaine; caractérisation de l'exposition des populations et mesures de gestion*, Rapport, Avril 2018.

HAYDON B., *Les nanomatériaux et leur utilisation dans les textiles – Normes. Normalisation interne pour les fabricants et les importateurs canadiens et développements internationaux en matière de normalisation*, préparé pour Industrie

Canada, 2012, p. 15. Disponible à l'adresse : [https://www.ic.gc.ca/eic/site/textiles-textiles.nsf/vwapj/2012NanomateriauxTextiles_fra.pdf/\\$file/2012NanomateriauxTextiles_fra.pdf](https://www.ic.gc.ca/eic/site/textiles-textiles.nsf/vwapj/2012NanomateriauxTextiles_fra.pdf/$file/2012NanomateriauxTextiles_fra.pdf).

HEILIGTAG, F. J., NIEDERBERGER M. The Fascinating world of nanoparticle research, *Materials Today*, Vol. 16, Numbers 7/8. July/August 2013, 262–271.

HENDREN C.O., MESNARD X., DRÖGE J., *et al.* Estimating Production Data for Five Engineered Nanomaterials As a Basis for Exposure Assessment, *Environ. Sci. Technol* 45(7) :2562-2569, March 2011.

HERMITTE M.A. *Le Sang et le Droit. Essai sur la transfusion sanguine*, Paris, Seuil, 1996.

HONNERT B., GRZEBYK, M., Manufactured Nano-objects: An Occupational Survey in Five Industries in France, *The Annals of Occupational Hygiene*, Volume 58, Issue 1, January 2014, Pages 121–135. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.1093/annhyg/met058>.

HORIZON 2020. Le portail français du programme européen pour la recherche et l'innovation. Disponible à l'adresse : <http://www.horizon2020.gouv.fr>

HUNT G, MEHTA M.D. (eds), *Nanotechnology: risk, ethics, and law*. Earthscan, London, 2006.

INRS, base de données FICHES TOXICOLOGIQUES, Dioxyde de titane, Fiche No 291, p.1. Disponible à l'adresse : www.inrs.fr/header/recherche.html?queryStr=definition+particules+ fines&recherche=OK.

INRS, *Nanomatériaux, Prévention des risques dans les laboratoires*, janvier 2012.

INSTITUT DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC, *Mines en chiffres, La production minérale au Québec en 2016*, Québec, avril 2018.

INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC (INSPQ), *Cadre de référence en gestion des risques pour la santé dans le réseau québécois de la santé publique*, 2003, 85 p.

INTERNATIONAL CENTRE FOR TECHNOLOGY ASSESSMENT, *NanoAction Project. Principles for the Oversight of Nanotechnologies and Nanomaterials*, Washington DC, International Center for Technology Assessment, 2007.

INTERNATIONAL RISK GOVERNANCE COUNCIL *Policy brief. Nanotechnology Risk Governance. Recommendations for a global coordinated approach to the governance of potential risks.* (IRGC 2007).

JALILI P., GUENICHE N., LANCELEUR R. et al., Investigation of the in vitro genotoxicity of two rutile TiO₂ nanomaterials in human intestinal and hepatic cells and evaluation of their interference with toxicity assays. *NanoImpact* 11 (2018) 69-81, pp. 78-79.

JANI P., MCCARTHY D., FLORENCE A. T. Titanium dioxide (rutile) particle uptake from the rat GI tract and translocation to systemic organs after oral administration. *International journal of pharmaceutics* 1994 105 (2): 157-168.

JASANOFF S. The Practices of Objectivity in Regulatory Science, in C. Camic, N. Gross, and M. Lamont, eds., *Social Knowledge in the Making*. Chicago. University of Chicago Press, 2011, pp. 307-337.

JASANOFF S. *Science and Public Reason*, Londres, Routledge, 2012.

JENSEN D.M., CHRISTOPHERSEN D.V., SHEYKHZADE M., et al. Vasomotor function in rat arteries after ex vivo and intragastric exposure to food-grade titanium dioxide and vegetable carbon particles. *Particle and Fibre Toxicology*. 2018.15:12.

JNAJARASSKUL T., SUPPAKUL P. Active and intelligent packaging: the indication of quality and safety. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* (2016). 19:0. doi: 10.1080/10408398.2016.1225278.

JOACHIM C., PLÉVERT L., Nanosciences. La révolution invisible. Science ouverte. Seuil. 2008.

JOHNSON V.R. Nanotechnology, Environmental Risks, and Regulatory Options. *Penn. State law Rev.*, 2017, Vol. 121:2, p. 494.

JOLY, P.-B. On the economics of the techno-scientific promises, in Akrich, M., BARTHE, Y., MUNIESA, F., et al. (eds.) *Débordements. Mélanges offerts à Michel Callon*, Paris. Presse des Mines, pp. 203-222.

JOLY, P.-B., RIP, A. A timely harvest. *Nature*, vol. 450, 8 November 2007.

JOLY P.-B. Les OGM entre la science et le public ? Quatre modèles pour la gouvernance de l'innovation et des risques. *Economie Rurale* (2001) n°266, novembre-décembre 2001, pp. 11-29.

JOLY P.-B. *et al.* Démocratie locale et maîtrise sociale des nanotechnologies. Les publics grenoblois peuvent-ils participer aux choix scientifiques et techniques? – Rapport de la mission pour La Métro. Ivry, INRA. (2005).

JOLY P.-B., KAUFMANN A. Lost in translation? The need for “upstream engagement” with nanotechnology on trial. *Science as Culture*. 2008. 17(3): 225-247.

JOURDAIN P. *Commentaire de la loi no 98-389 du 19 mai 1998 sur la responsabilité du fait des produits défectueux*. JCP E 1998, p. 1204, spéc. No 37.

JOURNEAY W.S., GOLDMAN R.H. Occupational Handling of Nickel Nanoparticles: A Case Report, *57 Am. J. Indus. Med.* 1073 (2014). Disponible à l'adresse: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ajim.22344>.

JOY B. Why the future doesn't need us. *Wired Magazine* 2000 8(4):238–263

KAHRU A., DUBOURGUIERD H.C. From ecotoxicology to nanoecotoxicology. *Toxicology*. 2010 Mar 10;269(2-3):105-19. doi: 10.1016/j.tox.2009.08.016. Epub 2009 Sep 2.

KAN H., WU Z., YOUNG S.H., *et al.* Pulmonary exposure of rats to ultrafine titanium dioxide enhances cardiac protein phosphorylation and substance P synthesis in nodose ganglia. *Nanotoxicology*. 2012. 6 (7), 736-745.

KAN H., WU Z., LIN Y.C., *et al.* The role of nodose ganglia in the regulation of cardiovascular function following pulmonary exposure to ultrafine titanium dioxide. *Nanotoxicology*. 2014. 8 (4), 447-454.

KERMISCH C., *Le concept de risque, De l'épistémologie à l'éthique*. Éditions Lavoisier, Paris, 2011.

KINGDOLLAR C., Nanotechnology - The Smallest and Biggest Emerging Issue Facing Casualty Insurers? *Insurance issues*. November, 2011.

KLAESSIG F., MARRAPESE M., ABE S. Current Perspectives in Nanotechnology Terminology and Nomenclature. *Nanotechnology Standards*, 2011, edited by V. Murashov and J. Howard, 21–52. New York: Springer.

KNIGHT, F. H. *Risk, Uncertainty, and Profit*. Boston, Houghton Mifflin, 1921.

KOO O. M., RUBINSTEIN I., ONYUKSEL H. Role of Nanotechnology in Targeted Drug Delivery and Imaging: A Concise Review. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine* 2005. 1 (3): 193–212.

KOURILSKY P., VINEY G. *Le principe de précaution. Rapport au Premier ministre*. Odile Jacob, Paris, 2000.

KREYLING W.G., HOLZWART U., SCHLEH C., *et al.* 2017. Quantitative biokenetics of titanium dioxide nanoparticles after oral application in rats: Part 2. *Nanotoxicology*. 2017 May; 11(4):443-453.

KREYLING W.G., HOLZWART U., HABERL N., *et al.* Quantitative biokenetics of titanium dioxide nanoparticles after intratracheal instillation in rats : Part 3. *Nanotoxicology*. 2017 May;11(4):454-464. Disponible à l'adresse: <http://dx.doi.org/10.1080/17435390.2017.1306894>.

KULINOWSKI K. Nanotechnology: from 'wow' to 'yuck'? *Bull Sci Technol Soc*, 2004 24(1):13–20.

KULLMANN J., La Responsabilité civile est-elle encore assurable? *Revue d'économie financière*. 2017/2, No 126, p. 183-198.

KYUNGHEE C., Participation du public et éducation pour l'éthique en nanotechnologie, dans HENK A., HAVE M. J. T. (dir.), UNESCO, *Nanotechnologies, éthique et politique*, 2008, p. 199.

LABORATOIRES NATIONAL DE MÉTROLOGIE ET D'ESSAIS (LNE) Rapport d'essai sur l'Extraction de nanoparticules de produits alimentaires et mesures de leurs propriétés dimensionnelles. 2016.

LACOUR S. (dir.), *La Régulation des nanotechnologies. Clair obscur normatif*, Bruxelles, Larcier, 2010.

LACOUR S., Emerging Questions for Emerging Technologies : is there a Law for the Nano?, in R. Brayner et al. (dir.), *Nanomaterials: A Danger or a Promise? A Chemical and Biological Perspective*, Londres, Springer-Verlag, 2013.

LACOUR S., Nanotechnologies...et maintenant ?, *Cahiers Droit, Sciences & Technologies*, 5, 2015, 251-265.

LACOUR S., et al. Deliberating responsibility: a collective contribution by the C'Nano IdF Nanoscience & Society Office, *Found Chem* 2015 17:225–245 DOI 10.1007/s10698-015-9234-z.

LACOUR S. Nanotechnologies: Regulating the Uncertainty. *Droit et Société*, 2011. 78, 429-446.

LACOUR S. A legal version of the nanoworld. *C. R. Physique*, 2011 volume 12, Issue 7 (2011) 693-701.

LACOUR S. Nanopatents and their impact on the medical environment. *Journal international de bioéthique*, volume 22, Issue 1-2 (2011) 119-133.

LACOUR S. The Labeling of Products Containing Nanomaterials: Legal and Political Framework of the Controversy Related to the Development of Nanotechnology. *Droit et Société*, 2016. 94, 625-644.

LACOUR S. Nanotechnologies: Regulating the Uncertainty. *Droit et Société*, 2011, 78, 429-446, p. 430.

LAFONTAINE C. Le Québec Nanotech : les discours publics en matière de nanotechnologie entre promotion et fascination. In : Quaderni, no 61, Automne 2006. *La fabrique des nanotechnologies / The construction of nanotechnologies*. P. 39-53, p. 41.

LAFONTAINE C., avec la collaboration de Daphné Esquivel Sada, Mathieu Noury et Sébastien Richard. *Nanotechnologies et société. Enjeux et perspectives : entretiens avec des chercheurs*. Montréal, Boréal, 2010.

LAHNSTEIN C. « Industrial, Technological and Other Catastrophes », dans *Catastrophic Risks and Insurance*, OECD, 2005, p. 32-33.

LAMBERT-FAIVRE Y., LEVENEUR L. *Droit des assurances*, 14^e éd., Paris, Dalloz, 2017.

LANCÔT S. (dir.). *Le contrat d'assurance de dommages et le contrat de réassurance : sujets choisis*. LexisNexis, 2015.

LANCTÔT S., GILLES D. *Fire is a good servant but a bad master: Risk in Fire Insurance Law as a Legal Tool for the State during the Construction of Colonial Canada*. Conférence donnée en 2019 à Séville (dans un ouvrage à paraître en 2020).

LANCTÔT S. (dir.), MELANÇON P.A. (dir.). *Commentaires sur le droit des assurance et textes normatifs*. 3^e édition, LexisNexis, 2017.

LARRÈRE C., Le principe de précaution et ses critiques. *Innovations*. 2003. 18(2) : 9-26.

LEGAULT G.-A. et al. *Nanotechnologies et principe de precaution. Forces et limites de l'appel au principe*. Presses de l'Université Laval, Québec, 2012.

LEGRAND D., LE MOINE F., THOUROT P. *Risques techniques, audit et assurances*. L'Argus de l'assurance, 2019.

LE PETIT ROBERT DES NOMS PROPRES. 2018.

LEROUX T. Le principe de précaution et le questionnement que suscite la nanomédecine, dans *La nanomédecine : Enjeux éthiques, juridiques et normatifs*, Dalloz, 2007.

LI V., KAMOUCHKINA M., MARCONI C. Controverse autour de l'utilisation des nanotechnologies en Suisse, 2018. Disponible à l'adresse : <https://biologieetsociete2018.wordpress.com/author/nanogroups/> (Consulté le 22 mars 2019)

LI, X., XING, Y., JIANG, Y. Antimicrobial activities of ZnO powder-coated PVC film to inactivate food pathogens. *Int. J. Food Sci. Technol.* (2009). 44, 2161–2168. 10.1111/j.1365-2621.2009.02055.x.

LIÉVAL C. Nouveaux risques, controverse environnementale et démocratie participative: l'exemple de l'opposition grenobloise aux nanotechnologies. *Revue Géographique de l'Est* [En ligne], vol. 53, 1-2, 2013, mis en ligne le 16 septembre 2013, consulté le 02 mai 2019. URL : <http://journals.openedition.org/rge/4616>.

LIÉVAL C., Innovation technologique et risques insaisissables: une territorialisation impossible ?, Thèse de doctorat : Géographie : Grenoble, 2013.

LINTZ P. *Analyse et enjeux éthiques des nanotechnologies en médecine: temps et discours, approche éthique systémique : double discours, approche psychanalytique : complémentarité des discours entre science et théologie*. Thèse. Psychologie. Université Paul Valéry - Montpellier III, 2014. Français.

LLOYD'S EMERGING RISKS TEAM REPORT. 2007. *Nanotechnology Recent Developments, Risks and Opportunities*, London, Lloyd, 36 p., p. 6, en ligne : <[http : //www.nanet.nu/upload/centre/nanet/nyheder/lloydsemergingrisksteamreport _nanotechnology _report.pdf](http://www.nanet.nu/upload/centre/nanet/nyheder/lloydsemergingrisksteamreport_nanotechnology_report.pdf)>.

LLUELLES Didier, Précis des assurances terrestres, 5^e éd., Montréal, Éditions Thémis, 2009.

LLUELLES D. *Droit des assurances terrestres*. 6e édition, Éditions Thémis, 2017.

LLUELLES D., LANCTÔT S. *Droit des assurances : Décisions commentées et textes normatifs*. 6e édition. Ed. Thémis, 2014.

LOEVE S., GUCHET X. Éthique et épistémologie des nanotechnologies. Pour une approche centrée sur les objets, *TI* n° RE245 (2015).

LOMBARD A., Nanotechnologies dans Catherine-Antoinette Raimbault et Anne Barr (dir.), *Risques émergents. Un pilotage stratégique*, Economica, 2010, p. 29.

LORD F. *Réglementation des nanotechnologies dans le domaine agroalimentaire*. Rapport rédigé pour le supplément à l'avis Éthique et nanotechnologies : se donner les moyens d'agir. FÉVRIER 2011.

LÖVESTAM G., et al. *Considerations on a Definition of Nanomaterial for Regulatory Purposes*. EUR 24403, Publications of the European Union, Luxembourg, 2010.

MACNICOLL A., KELLY M., AKSOY H., et al. A study of the uptake and biodistribution of nano-titanium dioxide using in vitro and in vivo models of oral intake, *Journal of Nanoparticle Research*, feb. 2015.

MACWAN D., DAVE P. N., CHATURVERDI, S. A review on nano-TiO₂ sol-gel type syntheses and its applications. *J. Mater. Sci.* (2011). 46:3669–3686. doi: 10.1007/s10853-011-5378-y

MANIET F., *Nanotechnologies et produits de consommation, quels risques? quels encadrements?*, Montréal, Yvon Blais, 2012.

MARCHANT G.E. 'Soft Law' mechanisms for nanotechnology: liability and insurance drivers, *Journal of Risk Research*, 2014. 17:6, 709-719, p. 713. Disponible à l'adresse: DOI: 10.1080/13669877.2014.889200.

MARCHANT G. E., SYLVESTER D.J., ABBOTT K.W. Risk Management Principles for Nanotechnology. *NanoEthics* 2008.2 (1): 43–60.

MARCHETTI D. Contribution à une sociologie des transformations du champ journalistique dans les années 80 et 90. A propos d' « événements sida » et du « scandale du sang contaminé », *Sociologie. École des Hautes Études en Sciences Sociales (EHESS)*, 1997.

MARTIROSYAN A., SCHNEIDER Y.-J. Engineered Nanomaterials in Food: Implications for Food Safety and Consumer Health, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(6): 5720-5750, May 2014, p. 5728.

MCALEA E.M., MULLINS M., MURPHY F., *et al.* Engineered nanomaterials: risk perception, regulation and insurance, *Journal of Risk Research*, 201619:4, 444-460, DOI: 10.1080/13669877.2014.988168.

MEDER R.C., Risk Management and Nanotechnology: Insurance Concerns about Small Particles, 7 *Nanotech. L. & Bus.* 44 (2010), p. 44.

MEHTA M.D. Nanoscience and nanotechnology: assessing the nature of innovation in these fields. *Bull Sci Technol Soc*, 2002 22(8):269–273.

MEHTA M.D. Privacy vs. surveillance: how to avoid a nano-panoptic future. *Canadian Chemical News*, 2002 (November/December): 31–33.

MEHTA M.D. From biotechnology to nanotechnology: what can we learn from earlier technologies? *Bull Sci Technol Soc*, 2004 24(1):34–39.

MEHTA M.D. Nanotechnology and the developing-world: lab-on-chip technology for health and environmental applications. *Bull Sci Technol Soc*, 2008 28(5):400–407.

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, Comité de la prévention et de la précaution, *Nanotechnologies, Nanoparticules. Quels dangers, Quels risques*, Paris, Mai 2006.

MODY C., How Probe Microscopists Became Nanotechnologists, in: *Discovering the Nanoscale*. 2004. Edited by D. Baird, A. Nordmann, & J. Schummer, Amsterdam: IOS Press.

MONTAZER, M., SEIFOLLAHZADEH S. Enhanced self-cleaning, antibacterial and UV protection properties of nano TiO₂ treated textile through enzymatic pretreatment. *Photochem. Photobiol.* (2011). 87, 877–883. doi: 10.1111/j.1751-1097.2011.00917.x.

MOSLONKA-LEFEBVRE M., GONZALEZ M., LEE K.-Y., et al. *Réflexion sur la gestion des risques émergents : l'exemple des nanotechnologies, Pathologie professionnelle et de l'environnement*. DOI :10.1016/S1877-7856(09)54032-9, Janvier 2009.

MOTET Gilles, « Le concept de risque et son évolution, Quelques aspects théoriques sur l'incertitude », Dans *Responsabilité & Environnement*, No 57, Janvier 2010.

MULLER C. *et al.* (IRSST). *Évaluation de la toxicité du béryllium en fonction de la forme chimique et de la taille des particules*. 2010. Disponible à l'adresse : <https://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/R-637.pdf?v=2019-05-29>.

MULLINS, M., MURPHY, F., BAUBLYTE, *et al.* Insurability of nanomaterials production risk. *Nature Nanotechnology*, 2013, 8:222-224.

MUNICH RE. Nanotechnology, 2016, p. 6. Disponible à l'adresse : https://www.munichre.com/site/mram-mobile/get/documents_E-1220058942/mram/assetpool.mr_america/PDFs/3_Publications/Nanotechnology_2016.pdf

MURPHY F., MCLEA E.M., MULLINS M. *Managing Risk in Nanotechnology. Topics in Governance, Assurance and transfer*, Springer, 2016.

MWAANGA P. Risks, Uncertainties, and Ethics of Nanotechnology in Agriculture, dans *New Visions in Plant Science*, <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.76590>.

NADEAU G., La gestion des risques comme cadre discursif de régulation politico-administrative : Étude des espaces de délégation et de décision dans l'instrumentation fédérale de l'action publique relative aux substances toxiques prioritaires au Canada, Thèse de doctorat, Faculté des études supérieures et postdoctorales, École d'études politiques, Faculté des sciences sociales, Université d'Ottawa, 2016.

NAICKER, P. K., CUMMINGS, P. T., ZHANG, H., *et al.* Characterization of titanium dioxide nanoparticles using molecular dynamics simulations. *J. Phys. Chem. B.* (2005).109, 15243–15249. doi: 10.1021/jp050963q.

NANOCAP. 2009. *Nanomatériaux : Préoccupations sur la santé et l'environnement*, Bruxelles, Bureau européen de l'environnement, 15 p., en ligne : <http://www.eeb.org/?LinkServID=5412E6B2-F9AF-4A5D-43B6DFF8B8F39C77&showMeta=0>.

NANOWERK : Nanotechnology News. Disponible à l'adresse: <http://www.nanowerk.com>.

NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL. *National nanotechnology initiative: the initiative and its implementation plan*. NSTC, 2000 Washington, D.C.

NEW NANOTECHNOLOGY CONSUMER PRODUCTS INVENTORY. Disponible à l'adresse: <https://www.wilsoncenter.org>.

NATIONAL NANOTECHNOLOGY INITIATIVE. National Science and Technology Council Committee on Technology. *Environmental Health and Safety Research Strategy*. Engineering and Technology (NSET). National Science and Technology Council Committee on Technology (CoT). Subcommittee on Nanoscale Science. Washington D.C., Executive Office of the President, National Science and Technology Council. Disponible à l'adresse: https://www.nano.gov/sites/default/files/pub_resource/nni_2011_ehs_research_strategy.pdf.

NICOLAS V., *Essai d'une nouvelle analyse du contrat d'assurance*, Paris, L.G.D.J., 1996

NIELSEN E. *Nanotechnology and its Impact on Consumers*. Report to the Consumer Council of Canada, 2008 p. 56. Disponible à l'adresse :

https://www.consumerscouncil.com/site/consumers_council_of_canada/assets/pdf/Nanotech_report.pdf.

NGUEFANG G.-N., Le principe de précaution dans le contexte du Protocole international sur la prévention des risques biotechnologiques. *Les Cahiers de droit* 2002, 43 (1) 39-62.

NORDMANN A. If and then: a critique of speculative nanoethics. *Nanoethics*, 1(1), pp. 31-46 (2007).

NURKIEWICZ T., PORTER D.W., HUBBS A.F., *et al.* Nanoparticle inhalation augments particle-dependent systemic microvascular dysfunction. *Part. Fibre Toxicol.* (2008). 5, 1.

OCDE, *Investigating the different types of risk assessments of manufactured nanomaterials. Identifying tools available for risk management measures and uncertainties driving nano-specific data needs.* Series on the Safety of Manufactured Nanomaterials. No 88. ENV/JM/MON (2018) 24.

OCDE, *Policy environments and governance for innovation and sustainable growth through nanotechnology*, 2015.

OCDE, *Les risques émergents au XXI^e siècle : Vers un programme d'action*, 2003.

O'MALLEY, P. *Risk, Uncertainty and Government*, Londres, The Glass House Press, 2004

OPPENCHAIM S. Des assureurs résilients. dans *Horizons Bancaires. Faces aux risques extrêmes : banques et assurances*, Numéro 328, mars 2006, p. 33.

ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT.
 Environment directorate joint meeting of the chemicals committee and the working party on chemicals, pesticides and biotechnology, Series on the Safety of Manufactured Nanomaterials No. 88, investigating the different types of risk assessments of manufactured nanomaterials, identifying tools available for risk management measures and uncertainties driving nano-specific data needs, ENV/JM/MONO(2018)24, 4 July 2018. Disponible à l'adresse:
[http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono\(2018\)6&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2018)6&doclanguage=en).

OSTAPCHUK M. Determinants of market uptake of innovation in a situation of uncertainty about environmental and health risks: From BPA to nanotechnology. *Business administration*. PSL Re-search University, 2017.

OSTIGUY C. et al. 2008. *Les effets sur la santé reliés aux nanoparticules*, Montréal, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST), 112 p.

OSTIGUY C., ROBERGE B., WOODS C., et al. Les nanoparticules de synthèse – Connaissances actuelles sur les risques et les mesures de prévention en SST, *Études et recherches / Rapport R-646*, 2010. Montréal, IRSST.

OSTROWSKI A. D. et al., Nanotoxicology : Characterizing the Scientific Literature, 2000-2007, *Journal of Nanoparticle Research*, vol. 11, n° 2, février 2009, p. 251-257.

OUBENNACEUR K. (2017). *Analyse de l'incertitude dans la modélisation du risque d'inondation : étude de cas rivière Richelieu*. Thèse. Québec, Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique, Doctorat en sciences de l'eau, 204 p.

PARIS INNOVATION REVIEW COLLECTIF. Le risque insaisissable de la nanomédecine, Vendredi 31 octobre 2014, <http://parisinnovationreview.com/article/le-risque-insaisissable-de-la-nano-medecine>.

PATENAUDE J., LEGAULT G.A., BEAUVAIS J. *et al.* Framework for the Analysis of Nanotechnologies' Impacts and Ethical Acceptability: Basis of an Interdisciplinary Approach to Assessing Novel Technologies, *In Sci Eng Ethics* (2015) 21: 293. Disponible à l'adresse: <https://doi.org/10.1007/s11948-014-9543-y>.

PATLOLLA A.K. *et al.*, Genotoxicity Study of Silver Nanoparticles in Bone Marrow Cells of Sprague-Dawley Rats, *85 Food & Chemical Toxicology*, 2015 Nov; 85:52-60, p. 52.

PELLEY J., SANER M. *International Approaches to the Regulatory Governance of Nanotechnology*, Ottawa, Carleton University, avril 2009.

PERROW C. *Normal Accidents. Living with High-Risk Technologies*, Basics Books Inc. Publishers, 1984.

PETERS R.J., BEMMEL G., HERRERA-RIVERA Z. *et al.* Characterization of Titanium Dioxide Nanoparticles in Food Products: Analytical Methods To Define Nanoparticles. *J. Agricultural and Food Chemistry*. 2014, 62, 6285-6293, dx.doi.org/10.1021/jf5011885.

PICARD M., BESSON A. *Les assurances terrestres*. T. 1, « Le contrat d'assurance », 5^e éd., par A. Besson, Paris, L.G.D.J. 1982.

PICECCHI D., Tiny Things with a Huge Impact: The International Regulation of Nanomaterials, 7 *Mich. J. Envtl. & Admin. L.* 447 (2018), p. 450.

PIERANDREI L. *Risk management*. 2^e édition, Dunod, 2019.

PINGET T., JANAC J., KAAKOUSH K., *et al.* Impact of the food additive titanium dioxide (e171) on gut microbiota-host interaction. *Frontiers in Nutrition*. Volume 6, 14 May 2019, Article number 57.

PINGEET G., TAN J., JANAC B., *et al.* Impact of the Food Additive Titanium Dioxide (E171) on Gut Microbiota-Host Interaction. *Front. Nutr.* May 2019. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00057>.

PINGEET G., TAN J., JANAC B., *et al.* Corrigendum: Impact of the Food Additive Titanium Dioxide (E171) on Gut Microbiota-Host Interaction. *Front. Nutr.* July 2019. 6:100. doi: 10.3389/fnut.2019.00100.

PROQUIN H. *et al.* Gene expression profiling in colon of mice exposed to food additive titanium dioxide (E171). *Food and Chemical Toxicology*. (2018) 111 (2018) 153–165.

RADZIWILL-BIENKOWSK J.M., TALBOT P., KAMPHUIS J.B.J., *et al.* Toxicity of Food-Grade TiO₂ to Commensal Intestinal and Transient Food-Borne Bacteria: New Insights Using Nano-SIMS and Synchrotron UV Fluorescence Imaging. *Frontiers in microbiology*. 2018. 9; 794.

RAUSCHER et al., *An overview of concepts and terms used in the European Commission's definition of nanomaterial*, EUR 29647 EN, European Commission, JRC, Ispra, 2019, ISBN 978-92-79-99660-3, doi:10.2760/459136, JRC113469.

RECOMMANDATION DE LA COMMISSION du 18 octobre 2011 relative à la définition des nanomatériaux (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE) (2011/696/UE). Disponible à l'adresse : <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:275:0038:0040:FR:PDF> (consulté le 2 avril 2019).

REIBOLD, M., PAUFLER, P., LEVIN, A.A. *et al.* Carbon nanotubes in an ancient Damascus sabre », *Nature* 444, 286 (2006).

REID H. *Dictionnaire de droit québécois et canadien*. 1994, Wilson Lafleur, p. 448.

REJDA G. E., MCNAMARA M. *Principles of Risk Management and Insurance*. Pearson Series in Finance. New York: Prentice Hall, 12th ed. 2013.

RICAUD M., WITSCHGER O. (INRS), *LES NANOMATÉRIAUX, DÉFINITIONS, RISQUES TOXICOLOGIQUES, CARACTÉRISATION DE L'EXPOSITION PROFESSIONNELLE ET MESURES DE PRÉVENTION*, 2012.

ROBICHAUD C.O., TANZIL D., WEILENMANN U. *et al.* Relative Risk Analysis of Several Manufactured nanomaterials: An Insurance Industry Context, *Environ. Sci. Technol.* 2005, 39, 8985-8994.

ROCO M. Broader Societal Issues of Nanotechnology, *Journal of Nanoparticle Research*. 2003 5: 181. <https://doi.org/10.1023/A:1025548512438>.

ROCO M.C., BAINBRIDGE W.S., eds. *Societal Implications of Nanoscience and Nanotechnology*. National Science Foundation NSET Workshop Report. Arlington, Virginia, March 2001, 272 pages. Disponible à l'adresse : <http://www.nano.gov> and <http://www.nsf.gov/nano>.

ROCO M.C., BAINBRIDGE W.S., Societal implications of nanoscience and nanotechnology : Maximizing human benefit, *J Nanopart Res* (2005) 7: 1., Feb. 2005, Volume 7, Issue 1, pp 1-13. Disponible à l'adresse: <https://doi.org/10.1007/s11051-004-2336-5>.

ROCO M.C., BAINBRIDGE W.S. Converging Technologies for Improving Human Performance. *Nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science, NSF/DOC-sponsored report*, National Science Foundation, 2003 Kluwer Academic Publishers.

ROCO M., RENN O., JÄGER A. Nanotechnology Risk Governance, dans O. Renn et Walker K. D., *Global Risk Governance, Concept and practice Using The IRGC Framework*, Springer, 2008.

ROBICHAUD C.O., TANZIL D., WEILENMANN U. *et al.* Relative Risk Analysis of Several Manufactured nanomaterials: An Insurance Industry Context, *Environ. Sci. Technol.* 2005, 39, 8985-8994.

RODINE-HARDY K. Nanotechnology and Global Environmental Politics: Transatlantic Divergence, 16 *Global Envtl. Pol.* (2016) 89, 89.

RUFF K. Quebec and Canadian governments end their historic support of the asbestos Industry. *International Journal of Occupational and Environmental Health.* (2012) 18:14, 263-267, p. 266.

SANCHEZ M.C. Food Additives, in: Food Law and Regulation for Non- Lawyers, Food Science Text Series. Springer International Publishing, 2015. pp. 165–195.

SANER M., HEAFEY E. 2011. A Primer on Nanomaterials Regulation. *Ottawa: The Institute for Science, Society and Policy, University of Ottawa.*

SANER M., HEAFEY E., A Primer on Nanomaterials Regulation, *Institute for Science, Society and Policy (Ottawa)*, 2012, Disponible à l'adresse: www.issp.uottawa.ca.

SANER M., HEAFEY E., BOWMAN D.M. 2013. Mapping the Regulatory Environment for Nanomaterials in Canada. *Nanotechnology Law & Business*, vol. 9, no 4, p. 343-368

SANTÉ CANADA Énoncé de politique sur la définition ad hoc de Santé Canada s'appliquant aux nanomatériaux, 2011. Disponible à l'adresse : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/science-recherche/rapports-publications/nanomateriaux/enonce-politique-definition-sante-canada-appliquant.html>.

SANTÉ MONTRÉAL. Pollution atmosphérique. Disponible à l'adresse : <https://santemontreal.qc.ca/en/professionnels/drsp/sujets-de-a-a-z/pollution-atmospherique/information-generale/>.

SARKAR P., CHOUDHARY R., PANIGRAHI S., *et al.* Nano-inspired systems in food technology and packaging. *Environ. Chem. Lett.* (2017). doi: 10.1007/s10311-017-0649-8.

SCIENTIFIC COMMITTEE ON CONSUMER SAFETY SCCS/1516/13, Opinion on Titanium Dioxide (nano form) COLIPA n° S75, Revision of 22 April 2014.

SCHERBART A.M., LANGER J., BUSHMELEV A., *et al.* Contrasting macrophage activation by fine and ultrafine titanium dioxide particles is associated with different uptake mechanisms. *Part Fibre Toxicol.* 2011. 8:31.

SCHMID G. *Emerging Risk Nanotechnology, Emerging Risk Discussion Paper.* Munich Re. Février 2017.

SENZUI M. *et al.* Study on penetration of titanium dioxide (TiO₂) nanoparticles into intact and damaged skin in vitro. *The Journal of Toxicological Sciences.* (2010). Disponible à l'adresse: <http://dx.doi.org/10.2131/jts.35.107>.

SHARMA C, DHIMAN R, ROKANA N *et al.* Nanotechnology: An Untapped Resource for Food Packaging. *Front. Microbiol.* (2017) 8:1735. doi: 10.3389/fmicb.2017.01735. p. 7.

SINCLAIR-DESGAGNÉ B., FEIGENBAUM D., NSAMIRIZ A. *Les nanotechnologies : bénéfices et risques potentiels*, CIRANO, Série scientifique, Montréal, mai 2006.

SKIPPER H.D., KWON W.J. *Risk Management and Insurance. Perspectives in a Global Economy*, Blackwell Publishing, Oxford, 2007.

SOCIÉTÉ ROYALE DU CANADA, *Rapport du Groupe d'experts préparé à la demande de la Société Royale du Canada Canada pour Santé Canada, Étude du Rapport INSERM sur les Effets sur la Santé de l'Exposition à l'Amiante*, 2016.

SOHAL I.S., O'FALLON K.S., GAINES P., *et al.* Ingested engineered nanomaterials: state of science in nanotoxicity testing and future research needs. *Part Fibre Toxicol.* 2018. 3;15(1):29.

SOUAD, G. *Nanotechnologies et emballages alimentaires : enjeux acteurs et impacts.* Mémoire de maîtrise : science de l'environnement. Université du Québec à Montréal, 2017.

State of the Science Litterature Review : Nano Titanium Dioxyde Environmental Matters. Disponible à l'adresse : <http://www.epa.gov/nanoscience/filesnanoPaper2.pdf>.

STEMPEL J., Home depot settles data breach lawsuit for \$19.5M., *Insurance journal.* 2016. Disponible à l'adresse: <https://www.insurancejournal.com/news/national/2016/03/09/401325.htm>.

STETTLER G., L'administration de la preuve scientifique en droit nord-américain. *R. du B. can.*, 2019, Vol 97, p. 180.

SUBRAMANIAN V., SEMENZIN E., HRISTOZOV D., *et al.* Sustainable nanotechnology decision support system: bridging risk management, sustainable innovation and risk governance. *J Nanopart Res.* 2016. 18:89 DOI 10.1007/s11051-016-3375-4.

SWISS NANOCUBE, *Les nanotechnologies au quotidien – Emballages et produits alimentaires. Fraîcheur prolongée grâce à nano.* Disponible à l'adresse : <http://www.swissnanocube.ch/fr/applications-produits/les-nanotechnologies-au-quotidien/emballages-et-produits-alimentaires/> (consulté le 22 mars 2019).

SWISS RE. 2004. Nanotechnology: Small Matters, Many Unknowns. Swiss Reinsurance Company, Zurich.

TALBOT P., RADZIWIŁL-BIENKOWSK J.M., KAMPHUIS J.B.J., *et al.* Food-grade TiO₂ is trapped by intestinal mucus in vitro but does not impair mucin O-glycosylation and short-chain fatty acid synthesis in vivo: implications for gut barrier protection. *J Nanobiotechnol.* (2018), 16:53.

TELEANU D.M. *et al.*, Neurotoxicity of Nanomaterials: An Up-to-Date Overview, *Nanomaterials* 2019, 9(1), 96. Disponible à l'adresse: <https://doi.org/10.3390/nano9010096>.

THE ROYAL SOCIETY, Nanoscience and Nanotechnologies: Opportunities and uncertainties. Nanoscience and Nanotechnologies, Science Policy Section, London, The Royal Society & The Royal Academy of Engineering, 2004.

TOLLEFSON C. Histoire de précaution : Les tribulation du principe de précaution, dans le cadre du *Symposium L'environnement au tribunal : les principaux concepts relatifs à l'environnement et la nature unique des dommages à l'environnement*, 23 et 24 mars 2012, Université de Calgary.

TOUMEY C., Tracing and Disputing the Story of Nanotechnology, in *International Handbook on regulating nanotechnologies*, 46, Graeme A. Hodge et al. eds., 2010.

TRAN C.L., HANKIN S.M., ROSS B. *et al.* An outline scoping study to determine whether high aspect ratio nanoparticles (HARN) should raise the same concerns as do asbestos fibres. IOM Report on Project CB0406, August 13 2008.

UNEP (2017). Frontiers 2017 Emerging Issues of Environmental Concern. United Nations Environment Programme, Nairobi. Disponible à l'adresse: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/22255/Frontiers_2017_EN.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

VANCE M.E., KUIKEN T., VEJERANO E.P. Nanotechnology in the real world: Redeveloping the nanomaterial consumer products inventory, *Beilstein J. Nanotechnol.* 2015, 6, 1769–1780.

VAN WEZEL A.P., VAN LENTE H., VAN DE SANDT J.J.M. Risk Analysis and Technology Assessment in Support of Technology Development: Putting Responsible Innovation in Practice in a Case Study for Nanotechnology. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 2017, Volume 14, Number 1, DOI: 10.1002, pp. 9–16.

VEYRET Y., MESCHINET DE RICHEMOND N. Le risque, les risques, dans Yvette Veyret (Dir.), *Les risques*, Éditions Sedes, 2003.

VINCK D., *Les nanotechnologies*. Paris : Le cavalier bleu, 2009.

WALTER P., WELCOMME E., HALLÉGOT P., *et al.* Early use of PbS nanotechnology for an ancient hair dyeing formula, *Nano Lett.* 2006 Oct; 6(10):2215-9.

WANG J., ZHOU G., CHEN C. *et al.*, Acute toxicity and biodistribution of different sized titanium dioxide particles in mice after oral administration, *Toxicology Letters*, 2007, vol. 168, n° 2, p. 176-185.

WANG S.Z., KARPINSKI E.A., Nanoparticules fabriquées : Aspects liés à la santé et à la sécurité, *Emploi et développement social*, 1er août, 2016. Canada

WARHEIT D.B. How Meaningful are the Results of Nanotoxicity Studies in the Absence of Adequate Material Characterization?, *Toxicological Sciences*, Volume 101, Issue 2, February 2008, Pages 183–185, <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfm279>.

WEIR *et al.* Titanium Dioxide Nanoparticles in Food and Personal Care Products, A. Weir, P. Westerhoff, L. Fabricius, K. Hristovski, and N. von Goetz, *Environ. Sci. Technol.*, 2012, Feb 21;46(4):2242-50.

WIECZOREK R. (Gen Re), Les bases d'une gestion efficace des nanorisques, 27 mars 2015. Disponible à l'adresse : www.genre.com/knowledge/blog/laying-the-foundations-for-effective-nano-risk-management-fr.html (consulté le 20 juin 2019).

WIDLER, T., MEILI, C., WIECZOREK, R., *Risk Monitoring for Nanomaterials Helps Insurers Conduct Risk Analyses*, Insurance issues, (Newsletter), september 2015, p. 1.

WILLIAMS D., The Scientific Basis for Regulating Nanotechnologies, in *International Handbook on regulating nanotechnologies*, p. 107, Graeme A. Hodge et al. eds., 2010.

WINKLER H.C., NOTTER T., MEYER U., *et al.* Critical review of the safety assessment of titanium dioxide additives in food. *J. Nanobiotechnology*. 2018. 1;16(1):51.

WORLD MINING DATA 2018, p. 96. Disponible à l'adresse: world-mining-data.info [consulté le 5 avril 2019].

WU, T. S., WANG, K. X., LI, G. D., *et al.* Montmorillonite-supported Ag/TiO₂ nanoparticles: an efficient visible light bacteria photodegradation material. *ACS Appl. Mater. Int.* (2010). 2, 544–550. doi: 10.1021/am900743d).

YANG Y., DOUDRICK K., XIANGYU B. *et al.* Characterization of Food-Grade Titanium Dioxide: The Presence of Nanosized Particles. *Environmental Science & Technology*. 2014, 48, 6391-6400, p. 6393.

YANAGISAWA R., TAKANO H., INOUE K, *et al.* Titanium dioxide nanoparticles aggravate atopic dermatitis-like skin lesions in NC/Nga mice. *Exp Biol Med* (2009) 234(3):314–22.

YOSHIOKA Y. KURODA E., HIRAI T., *et al.* Allergic Responses induced by the immunomodulatory effects of Nanomaterials upon Skin exposure, *Frontiers in Immunology* 2017, 8.

YOUNGSUB E., SONG J.S., LEE D.Y. *et al.* Effects of titanium dioxide nanoparticle exposure on the ocular surface: An animal study. *The Ocular Surface*. (2016). 14(2), 224-232. Doi.org/10.1016/j.jtos.2015.12.003.
