

La régulation des nanotechnologies, le débat national français et le dialogue social

Nanomonde, grandes attentes normatives ?

Charles-Étienne DANIEL*, Georges A. LEGAULT** et Louise BERNIER***

Dans la foulée du développement controversé des OGM, l'essor des nanotechnologies suscite d'importants défis tant sur le plan social, normatif que scientifique. La prise en compte des multiples enjeux relatifs aux nanosciences et l'instauration d'une gouvernance responsable se font de plus en plus pressantes. Compte tenu de ce contexte particulier, la France a été le premier État à instaurer, en vertu du principe de participation enchâssé dans sa législation, un vaste débat public national sur la régulation et le développement des nanotechnologies en 2009. Cet exercice a permis de mettre en lumière un écart entre les propos soulevés par les acteurs invités à se prononcer sur les enjeux relatifs à ces technologies. Au cœur de cette divergence, diverses attentes semblent avoir été énoncées par les acteurs du débat relativement à l'encadrement normatif approprié au développement des nanotechnologies. Cet article vise ainsi à identifier et analyser les différentes attentes normatives retrouvées dans les propos des acteurs publics, privés et sociaux à l'égard de la régulation des nanotechnologies et préciser en quoi les modes d'élaboration du droit réglementaire actuels sont insuffisants pour répondre à certaines de ces attentes. Pour ce faire, il sera question de présenter, dans une première partie, les résultats du débat public et d'identifier sur quels enjeux ont porté ces attentes normatives. Les différents impacts positifs et négatifs retrouvés dans les propos des acteurs du débat seront d'abord examinés. Par la suite, une attention particulière sera portée au principe de précaution, qui a été invoqué en réponse aux risques anticipés. Cette identification des résultats du débat permettra ainsi de mesurer les écarts se situant entre les diverses attentes des acteurs à l'égard d'un cadre normatif adéquat aux nanotechnologies. Grâce aux constats effectués à partir de ces résultats, il sera question d'examiner plus amplement dans une seconde partie en quoi ces écarts entre les différentes attentes normatives mettent en lumière deux insuffisances propres au mode d'élaboration du droit réglementaire actuel.

(2015) 20:1 Lex-Electronica.org 93

Copyright © 2014 Charles-Étienne Daniel, Georges A. Legault et Louise Bernier.

* Doctorant, Faculté de Droit, Université de Sherbrooke

** Professeur associé, Faculté de Droit, Université de Sherbrooke

*** Professeure agrégée, Faculté de Droit, Université de Sherbrooke

Une première insuffisance nous semble reliée à la stricte attention qu'accorde le droit réglementaire aux coûts sur la santé, la sécurité et l'environnement, pour limiter les retombées économiques, ce qui empêche toute considération des enjeux éthiques, légaux et sociaux. Enfin, une seconde insuffisance nous semble liée à la place qu'occupe l'expertise scientifique pour analyser les impacts sur la santé, la sécurité et l'environnement, présupposant ainsi que l'acceptabilité des impacts du développement technologique n'est qu'une donnée scientifique.

Introduction	95
1. Les résultats du débat public français sur les nanotechnologies	101
1.1. L'identification des impacts soulevés par le développement des nanotechnologies	101
1.1.1. <i>Les impacts positifs liés au développement des nanotechnologies</i>	102
1.1.2. <i>Les impacts négatifs liés au développement technologique</i>	105
1.2. Les multiples interprétations du principe de précaution	108
1.2.1. <i>Le recours à la précaution pour réagir à l'incertitude entourant les risques toxicologiques, sécuritaires et écotoxicologiques</i>	108
1.2.2. <i>L'appel au principe de précaution pour favoriser un développement technologique plus responsable</i>	110
2. Les insuffisances du droit réglementaire mises en lumière par les propos des acteurs à l'égard de l'encadrement normatif des nanotechnologies	112
2.1. L'absence de la prise en compte des enjeux ELS dans la logique réglementaire du calcul des coûts/bénéfices	113
2.2. Le postulat de la neutralité de la science	118
Conclusion	123

La régulation des nanotechnologies, le débat national français et le dialogue social

Nanomonde, grandes attentes normatives ?

Charles-Étienne DANIEL, Georges A. LEGAULT et Louise BERNIER

INTRODUCTION

Depuis les premières manifestations en 1996, à l'arrivée des bateaux américains transportant du maïs transgénique, la France a été, plus que tout autre pays, confrontée au problème de l'acceptation sociale du développement technologique. La réaction de rejet massif des organismes génétiquement modifiés (OGM) par la population et la cristallisation du débat en inconditionnels « pour » et « contre » a été et demeure encore un frein au développement responsable des biotechnologies¹. Or, les OGM ne sont qu'un épisode récent parmi d'autres soulevé par la question du développement responsable de différentes technologies telles que l'énergie nucléaire, l'hormone de lactation bovine, la thérapie génique, le clonage d'embryons humains pour fins thérapeutiques et plus récemment, les nanotechnologies². Puisque l'univers du nanomonde promet plusieurs avancées technologiques qui auront un impact significatif sur notre quotidien grâce à l'exploitation des caractéristiques de l'infiniment petit, personne ne souhaite voir se reproduire ce type d'opposition sociale.

Afin d'éviter une telle opposition de l'opinion publique, plusieurs auteurs ont souligné l'importance, pour mieux comprendre les obstacles guettant les nanotechnologies, de s'inspirer des enjeux qui avaient été soulevés par l'avènement des bio-

1. Johane PATENAUDE et al., « Framework for the Analysis of Nanotechnologies' Impacts and Ethical Acceptability: Basis of an Interdisciplinary Approach to Assessing Novel Technologies », (2015) 21 Science Engineering Ethics 293
2. Guy PAILLOTIN, « Petit voyage dans le monde de l'expertise », dans Michel ALBERGENTI et al. (dir.), La Science et le Débat public, Arles Cedex, Actes Sud/IHEST, 2012, p. 305-322.

technologies³. Parmi ceux-ci, la découverte de la présence d'OGM dans la chaîne alimentaire, la crainte de leur dissémination dans l'environnement et le manque de transparence des décisions prises par les autorités publiques à leur égard sont particulièrement révélateurs, puisqu'ils ont ébranlé la confiance du public et servi à remettre en cause la légitimité des décisions prises par les autorités gouvernementales⁴. Notons également que l'expérience des OGM a soulevé des questions fondamentales telles que : qui décide du développement technologique, quand et comment⁵? Parmi les différents constats tirés de cette expérience, nous retrouvons principalement la nécessité de renforcer la transparence des décisions administratives et d'instaurer, très tôt, un dialogue public avec les intervenants sociaux.

C'est donc pour répondre aux difficultés d'acceptation sociale mises en évidence par l'épisode des OGM que quelques tentatives dites de démocratie participative ont depuis été envisagées dans différents pays⁶. À cet effet, la France se démarque des autres pays parce qu'elle a innové tant au plan législatif que sur le plan du processus démocratique. Sur le premier plan, le principe de précaution est non seulement reconnu comme principe normatif en droit national, mais a également été intégré en 2005 dans une *Charte de l'environnement*⁷, lui prodiguant une valeur constitutionnelle. Cette adoption législative a eu le mérite de forcer un changement de paradigme dans la prise en compte du risque environnemental et sanitaire. Les autorités étatiques ne peuvent plus se contenter d'attendre l'obtention de preuves scientifiques avérées sur l'existence d'un risque grave et irréversible avant d'agir⁸.

3. Kenneth DAVID et Paul B. THOMPSON (dir.), *What can Nanotechnology Learn From Biotechnology? Social and ethical lessons for nanoscience from the debate over agrifood biotechnology*, Boston, Elsevier, 2008, p. 3.
4. Edna F. EINSIEDEL et Linda GOLDENBERG, « Dwarfing the Social? Nanotechnology Lessons from the Biotechnology Front », dans Geoffrey HUNT et Michael D. MEHTA (dir.), *Nanotechnology: Risks, Ethics and Law*, Bristol, Routledge, 2006, p. 214 à 219.
5. Id., p. 215 à 217. Voir également Sheila JASANOFF, « Epistemic Subsidiarity – Coexistence, Cosmopolitanism, Constitutionalism », (2013) 2 *European Journal of Risk Regulation* 133, 134.
6. Dans la quatrième partie, intitulée *Quels Débats Quels publics ?*, du collectif d'ALBERGENTI et al., préc., note 2, aux p. 217-293, nous avons un excellent aperçu des diverses tentatives entreprises pour résoudre ces enjeux notamment en France, au Royaume-Uni, aux Pays-Bas et aux États-Unis. Un rapport déposé en 2010 par la Commission européenne portant sur les différentes initiatives de débat public en lien avec les nanotechnologies fournit également un compte rendu sur l'ensemble de celles-ci : René von SCHOMBERG et Sarah Davies, *Understanding Public Debate on Nanotechnologies: Options for Framing Public Policy*, EUR 24169, European Commission Services, Directorate-General for Research Science, Economy and Society, 2010, en ligne : <http://www.nanotechproject.org/process/assets/files/8304/debate_nano_100203.pdf>.
7. Voir également l'historique préalable à l'adoption de cette loi : La Documentation française, « La Charte de l'environnement (2005) », en ligne : <<http://www.ladocumentationfrancaise.fr/dossiers/developpement-durable/charte-environnement.shtml>>.
8. Georges A. LEGAULT, « Comprendre la géométrie variable du principe de précaution », dans Georges A. LEGAULT, Louise BERNIER, Charles-Etienne DANIEL, Caroline FONTAINE et Johane

Celles-ci doivent désormais être proactives et prendre les mesures qui s'imposent pour contrer le risque craint, même s'il subsiste des incertitudes scientifiques quant à sa réalisation⁹. Sur le plan du processus démocratique, la France a instauré la *Commission Nationale du Débat Public (CNDP)* en 1995 grâce à l'adoption de la *Loi Barnier*¹⁰, consacrant ainsi en droit positif le principe de participation publique pour mieux guider le processus décisionnel¹¹.

La France s'est également démarquée des autres pays d'Europe au chapitre des investissements publics d'envergure réalisés dans le domaine des nanotechnologies¹². Toutefois, certains organismes publics et citoyens ont exprimé leurs inquiétudes à l'égard des différents risques que le développement des nanoparticules pourrait engendrer¹³. C'est en réponse à ces réactions mitigées que la *CNDP* a créé, en février 2009, suite à la demande conjointe de plusieurs ministères français, une commission particulière chargée d'organiser un débat public relatif au développement et à la régulation des nanotechnologies¹⁴. Grâce à cet exercice, le gouvernement désirait consulter la population sur les enjeux soulevés par ces technologies. Ce faisant, l'objectif consistait à déterminer de quelle manière les autorités pouvaient élaborer une réglementation qui tiendrait compte des différentes attentes exprimées par le public lors du débat. Compte tenu des nombreux appels récemment soulevés à l'égard d'un encadrement responsable des nanotechnologies, le débat public français représente un cas d'analyse unique et intéressant pour examiner le processus d'élaboration du droit réglementaire¹⁵.

PATENAUDE, (dir.), *Nanotechnologies et principe de précaution. Forces et limites de l'appel au principe*, Québec, Presses de l'Université Laval, 2012, p. 75.

9. *Id.*

10. Loi constitutionnelle n°2005-205 du 1^{er} mars 2005 relative à la Charte de l'environnement, J.O. 2 mars 2005, p. 3697 (ci-après Charte de l'environnement).

11. Commission nationale du débat public, « Son rôle », en ligne : <http://www.debatpublic.fr/cndp/role_missions.html>.

12. Centre de documentation Économie-Finance (CEDEF), « Dossier documentaire – Les nanotechnologies », 14 février 2013, <<http://www.economie.gouv.fr/cedef/dossier-documentaire-nanotechnologies>>.

13. *Id.*

14. En vertu de la lettre co-signée le 23 février 2009, les co-signataires étaient les suivants : le Ministre d'État, ministre de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire ; la Ministre de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi ; le Ministre du Travail, des Relations sociales, de la Famille, de la Solidarité et de la Ville ; le Ministre de l'Agriculture et de la Pêche ; la Ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche ; le Ministre de la Défense ; la Ministre de la Santé et des Sports et enfin, la Secrétaire d'État chargée de l'Écologie. Consulter à cet effet la lettre de saisine adressée à la Commission particulière du débat public, disponible en ligne : <http://cpdp.debatpublic.fr/cdpd-nano/_script/ntsp-document-file_downloadc712.pdf?document_id=47&document_file_id=67>.

15. À cet effet, voir le rapport déposé en octobre 2014 par le projet NanOpinion financé par l'Union européenne, qui met notamment en évidence la nécessité d'instaurer un développement res-

Cinquante-et-un intervenants ont soumis à la Commission particulière chargée du débat public sur les nanotechnologies leur opinion dans un cahier d'acteurs pour informer la population et contribuer à cet exercice de participation publique¹⁶. Ces documents ont été diffusés par les membres de la Commission particulière pour éclairer le débat public, compte tenu de la pertinence de leur argumentation et de l'enrichissement qu'ils apportaient au débat¹⁷. Les secteurs public et parapublic ont été les plus nombreux à répondre à l'appel au débat, déposant ainsi dix-neuf cahiers d'acteurs provenant d'associations indépendantes professionnelles de divers milieux (médecine, pharmacie, ingénierie, santé publique, etc.) et de plusieurs comités, conseils, instituts et centres de recherche nationaux affiliés à plusieurs écoles et universités. Quelques associations syndicales publiques et privées, environnementales et industrielles ont également déposé leurs cahiers d'acteurs, ceux-ci faisant majoritairement la promotion des intérêts collectifs qu'elles défendent respectivement. Enfin, quatorze associations citoyennes, regroupant une variété d'opinions et d'intérêts extrêmement diversifiés, se sont fait l'écho d'un large spectre de préoccupations du public à l'égard de l'essor des nanosciences.

Certains obstacles ont néanmoins fortement compliqué la tenue du débat public. De l'avis de plusieurs, dont le Président de cette Commission particulière, cet exercice n'a pas donné les résultats escomptés et la participation de la population a été plutôt limitée¹⁸. En effet, une forte opposition au débat, notamment exprimée par le groupe Pièces et Main d'Oeuvre dans ses interventions, a provoqué la perturbation et l'annulation de plusieurs séances publiques¹⁹. Ce groupe a refusé le cadre de

pensible des nanotechnologies en élaborant une réglementation transparente et des systèmes de surveillance et de suivi des risques liés aux nanoparticules : NanOpinion, Monitoring public opinion on Nanotechnology in Europe, octobre 2014, p. 17 et 18, en ligne : <http://results.nanopinion.eu/download/nanopinion_D7_Policy_recommendations.pdf>.

16. Mentionnons que tous les cahiers d'acteurs sont disponibles sur le site web de la CPDP-Nano : Commission particulière du débat public-Nanotechnologies, « Documents du débat – Cahiers d'acteurs », en ligne : <<http://cpdp.debatpublic.fr/cdpd-nano/documents/liste-cahier-acteurs.html>>. Afin d'alléger les références subséquentes à ces cahiers, nous ne mentionnerons que l'abréviation de l'acteur concerné et la page correspondante. Nous reprendrons donc la même nomenclature que celle employée par la CPDP-Nano pour qualifier et caractériser les différents acteurs.
17. Commission particulière du débat public-Nanotechnologies, « Proposer un cahier d'acteurs », en ligne : <http://www.debatpublic-nano.org/participer/proposer_un_cahier_d_acteurs.html>.
18. Président de la Commission nationale du débat public, Bilan du débat public sur le développement et la régulation des nanotechnologies, 9 avril 2010, p. 2, en ligne : <http://www.debatpublic.fr/docs//bilan_du_president_de_la_cndp/bilan-nano.pdf> [ci-après : Bilan du débat public].
19. Id. Voir également Pièce et Main d'Oeuvre, « Récit du sabotage de la réunion CNDP Nano de Grenoble et tract : "Vous aussi organisez un débat pi-

discussion initialement proposé par la Commission particulière, en affirmant notamment que les décisions étaient somme toute déjà prises d'avance, qu'il s'agissait davantage d'un exercice de promotion publique et que ce « faux débat » n'était pas légitime²⁰. Par ailleurs, les discussions comprenaient des aspects techniques complexes et vastes, ce qui a posé de sérieux défis pour la délimitation des questions débattues et la compréhension des enjeux scientifiques par le public consulté²¹.

Cet article vise à comprendre l'échec relatif de ce débat public réalisé pour élaborer un cadre réglementaire applicable aux nanotechnologies. Bien que ce débat date de quelques années, l'analyse de cet exercice unique demeure pertinente à la lumière des préoccupations actuellement soulevées à l'égard de la régulation des nanotechnologies²². En arrière-plan des propos des acteurs destinés à orienter l'élaboration du droit, nous retrouvons des écarts entre les différentes attentes relatives à l'enca-drement normatif approprié au développement nanotechnologique. Que peut donc nous révéler cet exercice sur la diversité des attentes des acteurs à l'égard de l'élabo-ration d'un droit réglementaire qui serait approprié aux nanotechnologies ? Nous avons effectué une lecture du contenu retrouvé dans les propos tenus lors du débat à la lumière d'une grille d'analyse et d'acceptabilité des impacts des nanotechnolo-gies en répertoriant tous les arguments énoncés dans les cinquante-et-un cahiers d'acteurs²³. Les interventions de ces acteurs se sont concentrées sur l'identification des bienfaits et des risques des nanotechnologies, que nous avons catégorisés sous la forme d'impacts positifs et négatifs. La majorité des craintes exprimées à l'égard des risques a été reliée à la santé, la sécurité des travailleurs et l'environnement (« enjeux SSE²⁴ »), mais certains acteurs se sont également intéressés aux conséquences éthiques, légales et sociales (« enjeux ELS²⁵ ») soulevées par l'avènement des nano-

peau !" », 2 décembre 2009, en ligne <http://www.piecesetmaindoeuvre.com/spip.php?page=resume&id_article=230>.

20. *Id.*, p. 3 et 4.

21. *Id.*, p. 2 et 3.

22. Giuseppe PELLEGRINI, « Governance of Nanotechnology: Engagement and Public Participation », dans Simone ARNALDI et al. (dir.), *Responsibility in Nanotechnology Development*, vol. 13, Dordrecht, The International Library of Ethics, Law and Technology, Springer, 2014, p. 122 ; Karinne LUDLOW et al.,

« Regulating Emerging and Future Technologies in the Present », (2015) *NanoEthics*, à paraître.

23. Johane PATENAUDE *et al.*, préc., note 1, 303.

24. Précisons d'emblée qu'il s'agit d'une traduction libre de l'expression anglophone désignant de tels enjeux sous l'acronyme « Environmental, Health and Safety issues » (ou EHS issues). Cette expression englobe ainsi les risques toxicologiques, sécuritaires et écotoxicologiques reliés aux nanoparticules. Sur l'emploi d'une telle nomenclature, voir notamment Mihail C. ROCO et al., « Innovative and responsible governance of nanotechnology for societal development », (2011) *13 Journal of Nanoparticle* 3557, 3558.

25. À l'inverse des enjeux SSE, ce terme peut très bien être employé sous sa forme francophone (enjeux ELS) qu'anglophone (ELS issues). Voir Mihail C. ROCO et al., préc., note 24, 3558.

technologies. De plus, compte tenu du fait que les nanotechnologies sont relativement récentes dans le paysage technologique actuel, plusieurs acteurs se sont aussi inquiétés de la présence d'incertitudes scientifiques sur la nature et la gravité des risques des nanoparticules et de leurs utilisations. Face à ce contexte d'incertitude, ces intervenants ont invoqué la nécessité de s'appuyer sur le principe de précaution afin de forcer l'État à prendre des mesures réglementaires pour mieux contrôler le développement nanotechnologique. Nous avons donc également catégorisé les différentes interprétations du principe de précaution retrouvées dans les propos des acteurs.

Le canevas du débat public français nous permet d'examiner, dans cet article, les différentes attentes normatives retrouvées dans les propos d'acteurs à l'égard de la régulation des nanotechnologies et nous donne plusieurs illustrations de l'insuffisance des modes d'élaboration du droit réglementaire actuel en relation avec certaines de ces attentes. Pour ce faire, nous procéderons en deux temps. Dans un premier temps, nous tâcherons d'identifier et d'examiner les différentes attentes des acteurs soulevées lors du débat public face à l'élaboration du cadre normatif des nanotechnologies. Plus précisément, nous nous demanderons quels sont les écarts entre les attentes normatives des acteurs publics et celles des acteurs sociaux. Pour ce faire, nous présenterons, dans cette première partie, comment les impacts positifs et négatifs soulevés par le développement des nanotechnologies se sont opposés dans les propos des acteurs lors du débat public? Nous identifierons d'abord les avantages présentés, puis nous porterons une attention particulière à la manière dont les risques liés aux enjeux SSE et ELS ont été considérés par les différents acteurs. Par la suite, nous examinerons de quelles façons le principe de précaution a été invoqué pour faire face à ces impacts négatifs. En effet, certains intervenants ont réagi aux multiples risques anticipés en faisant appel à ce principe normatif, mais celui-ci a été interprété de différentes manières. Cette première partie nous permettra ainsi d'établir une mesure d'écarts entre les différentes attentes des acteurs étatiques et sociaux à l'égard de l'élaboration d'un cadre normatif adapté au développement des nanotechnologies. Dans un second temps, nous nous demanderons en quoi ces écarts entre les différentes attentes normatives mettent en lumière certaines insuffisances du droit réglementaire actuel. C'est à partir des constats effectués dans la première partie qu'il nous sera possible de présenter deux insuffisances principales adressées au droit réglementaire. Premièrement, le droit réglementaire actuel n'admet, pour justifier un encadrement des nanotechnologies ayant comme effet de limiter leurs retombées économiques, que les impacts de ces technologies sur la santé, la sécurité et l'environnement. Ce faisant, il évacue toute prise en compte des impacts autres que ceux liés aux enjeux sanitaires, sécuritaires et environnementaux. Nous utiliserons les données du débat public pour démontrer que cette insuffisance est encore bien ancrée dans la manière de concevoir et d'élaborer l'encadrement normatif du développement technologique, tout en nous interrogeant sur les limites d'une telle pers-

pective. Deuxièmement, en droit réglementaire, l'analyse des impacts sur la santé, la sécurité et l'environnement repose exclusivement sur l'expertise scientifique et la nature de la preuve scientifique, comme l'illustre le principe de précaution, présupposant ainsi que l'acceptabilité des impacts est une donnée scientifique. Ici encore, le débat public nous permettra de démontrer comment cette tendance s'illustre dans le processus d'élaboration du droit réglementaire et de nous interroger, par la suite, sur la relation prévalant entre la régulation du développement technologique et le recours à l'expertise scientifique.

Cet article en deux parties s'inscrit dans une réflexion plus large à l'égard des différentes insuffisances adressées au droit réglementaire. Nous examinerons ainsi deux limites qui ont été identifiées par les différents acteurs du débat lorsqu'il est question de recourir aux formes traditionnelles d'élaboration du droit réglementaire pour encadrer le développement technologique. Ces insuffisances, principalement inférées des données recueillies dans notre analyse du débat, nous permettront d'amorcer des recherches ultérieures qui viseront ultimement à déterminer si le droit, dans sa forme actuelle, s'avère inapproprié à gouverner le développement technologique.

1. Les résultats du débat public français sur les nanotechnologies

Dans cette première partie, nous examinerons la teneur des propos retrouvés dans les cahiers d'acteurs, ce qui nous permettra d'identifier les différentes attentes des participants du débat public à l'égard de l'encadrement normatif du développement des nanotechnologies. Pour ce faire, nous avons divisé cette partie en trois sections principales. Nous identifierons d'abord les impacts positifs et négatifs du développement des nanotechnologies soulevés par les acteurs (1.1) de même que les multiples appels au principe de précaution recensés dans les cahiers d'acteurs (1.2), ce qui nous permettra ainsi de relever et de mesurer l'écart entre les différentes attentes normatives des acteurs étatiques et sociaux.

1.1. L'identification des impacts soulevés par le développement des nanotechnologies

D'abord, une remarque préliminaire s'impose à la lecture des propos des acteurs. Une grande attention est dirigée vers les nanomatériaux, les produits finalisés intégrant ces nanoparticules ou encore leurs différents usages. Cette attention s'illustre par les différents impacts négatifs (ou risques) et positifs retrouvés dans les posi-

tions défendues par les divers acteurs. Différents enjeux sont ainsi concernés : la santé, l'environnement, l'économie, la société, les représentations de l'homme, etc. Au cœur des impacts positifs générés par les nanotechnologies et identifiés par les acteurs, deux grandes catégories se démarquent par leur importance dans le débat : la plus-value du développement technologique et de ses retombées économiques, de même que l'optimisation des traitements médicaux et pharmaceutiques. À l'inverse, la toxicité potentielle des nanoproduits et les impacts sociaux sur les plans de la liberté, de la vie privée et de la représentation de l'homme représentent les impacts négatifs les plus cités. Au cours de la prochaine section, nous examinerons de manière plus spécifique la teneur et l'intensité des propos tenus pour chacun de ces impacts.

1.1.1. Les impacts positifs liés au développement des nanotechnologies

Compte tenu du progrès technologique incroyable qu'elles pourraient entraîner, les nanotechnologies suscitent beaucoup d'intérêt. Deux domaines qui ont retenu l'attention des acteurs seront examinés plus attentivement dans la prochaine partie. Nous identifierons d'abord les avantages que les nanotechnologies présentent sur le plan du développement technologique et des retombées économiques (section i.), puis sur le plan de la santé et de l'environnement (section ii.)

i. Développement technologique et retombées économiques

L'utilisation tangible et matériellement perceptible des nanotechnologies, intégrées dans une foule d'applications et de produits finalisés, soulève beaucoup d'intérêt dans les discours des acteurs relatifs aux impacts positifs. Il est souvent fait mention que ces nanomatériaux ont ou auront un impact positif significatif sur de nombreuses applications ou améliorations de certains objets de la vie courante²⁶. L'appareillage électronique se trouve notamment au cœur des applications technologiques les plus en vue dans la catégorie des produits de consommation directement accessibles. Le groupe *SITELESC* rapporte en effet que la miniaturisation des circuits imprimés, associée aux faibles coûts de production, permet le développement d'appareils électroniques de plus en plus sophistiqués²⁷. Ceux-ci touchent en retour une variété de domaines, permettant d'améliorer grandement leur efficacité générale via leur puissance de calcul augmentée²⁸. Ce faisant, compte tenu des améliorations actuelles et potentielles, plusieurs sont d'avis que les nanotechnologies représentent le

26. INC, cahier d'acteurs, p. 1 ; SITELESC, cahier d'acteurs, p. 2 ; UIC, cahier d'acteurs, p. 2 ; Force Ouvrière, cahier d'acteurs, p. 1 ; INRIA, cahier d'acteurs, p. 3 ; Conseil National des Ingénieurs et des Scientifiques de France, cahier d'acteurs, p. 2-3.

27. SITELESC, cahier d'acteurs, p. 2.

28. UIC, cahier d'acteurs, p. 2 ; SITELESC, cahier d'acteurs, p. 2 ; INRIA, cahier d'acteurs, p. 3.

prochain « *saut technologique*²⁹ » et que les retombées économiques résultant de leur emploi massif seront substantielles.³⁰ L'impact pressenti ne se limite donc pas aux applications provenant directement de la recherche et du développement, il se traduit également en perspectives d'emplois³¹ et autres apports significatifs pour l'ensemble de la société de manière plus générale³². Conséquemment, nous retrouvons chez les acteurs favorables à l'essor des nanotechnologies une sorte de sentiment d'urgence, une nécessité d'investir et d'agir rapidement pour que l'État et le secteur privé puissent mieux se positionner dans l'échiquier mondial. Comme le groupe *Les Verts* le remarque, « *les décideurs cantonnent de plus en plus l'objet de la recherche scientifique à la « recherche finalisée ». On dit qu'il faut produire, diffuser, créer des besoins et qu'étudier, comprendre les nanoproducts viendra plus tard.*³³ » Cela traduit exactement l'état d'esprit et l'engouement des acteurs favorables à un développement accru des produits issus du développement des nanotechnologies.

Cet enthousiasme se retrouve d'autant plus exacerbé chez les acteurs du monde de la santé et des cosmétiques, car les attentes en matière de nanomédecine et de nouveaux traitements suscitent énormément d'espoirs et de promesses. De fait, compte tenu de leur taille nanométrique, certaines nanoparticules comportent des propriétés leur permettant d'interagir efficacement et d'être biocompatibles avec les différents composants du corps humain³⁴. Examinons l'engouement qu'elles soulèvent.

29. CFE CGC, cahier d'acteurs, p. 1.

30. CESR Rhône-Alpes, cahier d'acteurs, p. 2 ; CFE CGC, cahier d'acteurs, p. 1-2 ; AFNOR, cahier d'acteurs, p. 1 ; Force Ouvrière, cahier d'acteurs, p. 1 ; INC, cahier d'acteurs, p. 2 ; Indecosa-CGT, cahier d'acteurs, p.1 ; MEDEF, cahier d'acteurs, p. 1 ; SFSP, cahier d'acteurs, p. 2 ; UNSA, cahier d'acteurs, p. 2-3.

31. Force Ouvrière, cahier d'acteurs, p. 1-2 ; Indecosa-CGT, cahier d'acteurs, p. 1-2.

32. MEDEF, cahier d'acteurs, p. 1-2 ; SFSP, cahier d'acteurs, p. 2 ; UNSA, cahier d'acteurs, p. 2.

33. Les Verts, cahier d'acteurs, p. 2.

34. À titre d'exemple, les nanomatériaux à base de carbone, tels les nanotubes, les buckminsterfullerènes et le graphène possèdent d'étonnantes propriétés biocompatibles, leur permettant d'être des choix de première classe pour l'élaboration d'instruments biomédicaux et d'applications technologiques pouvant être directement intégrées dans les tissus et les cellules. Voir notamment Nanowerk News, « Biocompatible graphene transistor array reads cellular signals », 30 novembre 2011, Nanowerk.com, en ligne : <<http://www.nanowerk.com/news/newsid=23584.php>> ; Nanowerk News, "Carbon-based nanotechnology materials for biomedical engineering", 25 avril 2013, [nanowerk.com](http://www.nanowerk.com), en ligne: <<http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=30197.php>>.

ii. Applications dans les domaines de la santé et de l'environnement

De tous les impacts positifs pressentis, identifiés et recensés parmi les cinquante-et-un acteurs, ceux relatifs au domaine de la santé sont les plus importants. La totalité des acteurs qui se sont prononcés sur les impacts positifs de l'utilisation de nanotechnologies en santé s'accorde sur l'importance de l'optimisation des traitements médicaux disponibles à l'heure actuelle. En effet, l'avènement et la diffusion de nouvelles nanotechnologies permettront progressivement d'instaurer une véritable médecine personnalisée tout en éliminant le plus possible les dommages collatéraux³⁵. Les propos des divers acteurs se rapportent essentiellement à deux approches globales permettant la réalisation de cet objectif³⁶. D'une part, les nanomédicaments procurent une meilleure spécificité pour leur site d'action notamment grâce à taille nanométrique leur permettant d'agir sur une protéine ou un acide nucléique précis. Ceci permet de réduire les risques de dispersion des substances actives au sein de l'ensemble de l'organisme³⁷. D'autre part, il est également possible d'utiliser les nanoparticules en tant que marqueurs moléculaires ou nanocapteurs, afin d'établir un diagnostic complet de l'ensemble des désordres métaboliques pouvant affecter un patient³⁸. Enfin, soulignons que les impacts positifs recensés relatifs à l'environnement et au domaine alimentaire sont marginaux. Les principaux impacts soulevés concernent les bénéfices que pourraient apporter les nanotechnologies par rapport à la décontamination des sols et des eaux, de la production et du stockage d'énergies renouvelables, de la décontamination microbiologique et de la préservation des qualités nutritives et sensorielles des aliments³⁹.

Néanmoins, l'enjeu de l'environnement n'est pas demeuré en reste pour autant. Les acteurs se sont plutôt intéressés aux impacts négatifs que pouvaient causer les nanotechnologies sur l'environnement et la santé humaine. Regroupés sous la bannière des risques toxicologiques, sécuritaires et écotoxicologiques, ils seront analysés

35. Académie de médecine, cahier d'acteurs, p. 1-2 ; Académie nationale de pharmacie, cahier d'acteurs, p. 1 ; Académie des sciences, cahier d'acteurs, p. 3 ; FEBEA, cahier d'acteurs, p. 1 ; INRIA, cahier d'acteurs, p. 4 ; VivAgora, cahier d'acteurs, p. 3.

36. Académie nationale de pharmacie, cahier d'acteurs, p. 1.

37. Académie de médecine, cahier d'acteur, p. 1-2.

38. Comme le rapporte l'Institut national de la santé et de la recherche médicale, « La détection plus précoce d'une maladie et la caractérisation de cibles adaptées au traitement de chaque patient constituent des enjeux prioritaires pour la recherche médicale en cancérologie ou dans le domaine des maladies neurodégénératives. Dans cette perspective, l'utilisation de nanoparticules innovantes couplées à des systèmes miniaturisés apporte des solutions performantes à ces problèmes de santé publique dans des domaines allant de l'analyse des processus pathologique à l'imagerie médicale. » INSERM, cahier d'acteur, p. 1. Voir également INRIA, cahier d'acteurs, p. 4.

39. ANIA, cahier d'acteurs, p. 2 ; UIC, cahier d'acteurs, p. 2.

plus en détail au cours de la prochaine partie. Cette dernière s'attardera également aux autres impacts négatifs de nature éthique, légale et sociale ayant été soulevés par différents acteurs.

1.1.2. Les impacts négatifs liés au développement technologique

Malgré toutes les promesses énoncées ci-haut et évoquées dans les positions de plusieurs acteurs, les nanotechnologies soulèvent également beaucoup d'inquiétudes quant aux effets potentiellement néfastes liés à plusieurs enjeux. Nous présentons en premier lieu les impacts négatifs que pourraient générer les nanotechnologies sur le plan de la santé, la sécurité et l'environnement (section i.), puis sur le plan éthique, légal et social (section ii.).

i. Impacts pour la santé, la sécurité et l'environnement

Les impacts négatifs relatifs aux enjeux SSE et concernant la toxicité des nanoparticules pour l'homme demeurent la source de préoccupations la plus invoquée⁴⁰. Plus précisément, les craintes sont directement reliées à la taille nanométrique des particules, à leur composition et leur structure atomique⁴¹. Vu leur taille infime, il leur serait ainsi facile de traverser les différentes barrières corporelles et membranes cellulaires et d'atteindre principalement les systèmes respiratoire et cardiovasculaire⁴². Par conséquent, plusieurs acteurs craignent que les nanomatériaux soient susceptibles d'induire des cancers, des allergies, des fibroses, des emphysèmes pulmonaires et des troubles neurodégénératifs, notamment par la génération d'un stress oxydant, des effets pro-inflammatoires et pro-thrombotiques⁴³. En effet, un matériau chimiquement inactif d'une dimension macrométrique peut autrement se révéler être inflammatoire à une taille plus petite, la surface de contact exacerbant les différentes interactions moléculaires⁴⁴.

40. Les Amis de la Terre, cahier d'acteurs, p. 1 à 4 ; APPA, cahier d'acteurs, p. 2 ; CFTC, cahier d'acteurs, p. 3 ; Académie des Sciences, cahier d'acteurs, p. 4 ; AFNOR, cahier d'acteurs, p.1 ; AFOC, cahier d'acteurs, p. 2 ; France Nature Environnement, cahier d'acteurs, p. 2-3 ; Force Ouvrière, cahier d'acteurs, p. 1 ; FEBEA, cahier d'acteurs, p. 2 ; INERIS, cahier d'acteurs, p. 2-3 ; INRS, cahier d'acteurs, p. 2-3 ; IReSP, cahier d'acteurs, p. 1-2 ; Les Verts, cahier d'acteurs, p. 2-3 ; ORDI-MIP, cahier d'acteurs, p. 2 ; SEPANSO, cahier d'acteurs, p. 2-3 ; SFSP, cahier d'acteurs, p. 2.

41. APPA, cahier d'acteurs, p. 2 ; CFTC, cahier d'acteurs, p. 3.

42. IReSP, cahier d'acteurs, p. 1.

43. INERIS, cahier d'acteurs, p. 2 ; Les Verts, cahier d'acteurs, p. 3 ; Les Amis de la Terre, cahier d'acteurs, p. 2 ; Académie des sciences, cahier d'acteurs, p. 4 ; Force Ouvrière, cahier d'acteurs, p. 1 ; IReSP, cahier d'acteurs, p. 1.

44. Les Verts, cahier d'acteurs, p. 2-3 ; INERIS, cahier d'acteurs, p. 2 ; APPA, cahier d'acteurs, p. 2.

De plus, comme les nanopoudres représentent un risque d'explosion, l'exposition et les manipulations liées à ce type de particules soulèvent également plusieurs inquiétudes, notamment relatives à la sécurité des travailleurs⁴⁵. Les nanoparticules synthétisées peuvent aussi être rejetées directement ou indirectement dans l'environnement, via les déchets industriels et commerciaux. Leur filtration et leur traitement n'étant pas encore planifiés ni organisés, le risque qu'elles se dispersent aisément au sein des différents écosystèmes demeure préoccupant⁴⁶.

Ainsi, la majorité des acteurs s'est employée à préciser la nature et la gravité des principaux risques que représentent les nanoparticules pour la santé, l'environnement et la sécurité des travailleurs. Certains se sont également préoccupés de l'important manque de connaissances scientifiques à l'égard des probabilités de réalisation de ces risques⁴⁷. Cette incertitude contribue ainsi à entretenir la méfiance et les craintes liées à l'utilisation des nanoparticules, ce qui se traduit notamment par le recours à différentes analogies avec les risques préalablement constatés et établis relatifs à l'utilisation d'autres substances telle que l'amiante⁴⁸. Ces nombreux impacts négatifs, matériellement perceptibles et relatifs aux enjeux SSE, ont surtout été invoqués en relation avec les nanoparticules et, dans une moindre mesure, avec les produits manufacturés intégrant ces dernières⁴⁹. Par ailleurs, les impacts des usages pouvant découler de l'intégration de nanoparticules dans divers nanoproducts finalisés et commercialisés ont été abordés par certains acteurs en relation avec des risques de nature éthique, légale et sociale (ELS). Ceux-ci seront analysés dans la partie subséquente.

45. AFNOR, cahier d'acteurs, p. 3 ; APPA, cahier d'acteurs, p. 2 ; INERIS, cahier d'acteurs, p. 3 ; INRS, cahier d'acteurs, p. 3 ; SEPANSO, cahier d'acteurs, p. 3.

46. SEPANSO, cahier d'acteurs, p. 2 ; Les Verts, cahier d'acteurs, p. 3 ; ORDIMIP, cahier d'acteurs, p. 2-3.

47. Les propos de l'Union Nationale des Syndicats Autonomes illustrent expressément le débat existant entre les différentes prises de positions des acteurs : « Les années 60 ont généré la première crise sanitaire liée à une nanofibre : l'utilisation de l'amiante dans les bâtiments. Nier la possible dangerosité de nano-objets ou nanomatériaux relèverait donc de l'imposture. Mais penser que tous ces nano-objets et nanomatériaux sont potentiellement dangereux relève soit de l'obscurantisme, soit de l'ignorance. Désormais qui peut nier l'utilité pour la santé de certaines molécules ? Des expertises incontestables doivent en fournir la preuve et balayer les idées fausses. » Voir UNSA, cahier d'acteurs, p. 3. Voir également SEPANSO, cahier d'acteurs, p. 3.

48. Les Verts, cahier d'acteurs, p. 3.

49. À titre de précision, le terme nanoproduct finalisé sera employé pour caractériser un produit commercialisé et intégrant une forme quelconque d'un nanomatériau lui procurant des caractéristiques particulières.

ii. Impacts éthiques, légaux et sociaux

Invoquée dans une moindre mesure, la question des impacts de type ELS relatifs à différents usages secondaires de nanoproducts finalisés a néanmoins été soulevée par différents acteurs. Par exemple, certaines nanoparticules insérées dans des dispositifs miniaturisés pourraient permettre l'obtention de diagnostics plus précis et fiables, mais aussi la cueillette d'informations personnelles et confidentielles. Ces nanocapteurs pourraient ainsi compromettre les droits à la confidentialité, la vie privée et la liberté⁵⁰. L'Académie des sciences affirme qu'« [i]ci, le danger ne réside pas dans la technique, mais dans son usage. La fabrication de circuits électroniques très miniaturisés, éventuellement implantables chez l'homme, est perçue comme un danger pour les libertés individuelles.⁵¹ » Par ailleurs, les questions de la dissémination et de l'invisibilité de ces capteurs miniatures risqueraient d'entraîner, selon la *Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés*, une perte de la maîtrise des informations personnelles⁵².

De plus, l'utilisation détournée de nanocapteurs et autres nanoproducts finalisés risquerait également d'engendrer des impacts négatifs de nature éthique et sociale, notamment au niveau de la représentation de l'être humain. En effet, la frontière entre la guérison naturelle et l'augmentation artificielle des capacités humaines est de plus en plus ténue grâce aux nouvelles propriétés qu'offrent les nanotechnologies⁵³. Comme le résume l'association *Les Amis de la Terre* :

Les recherches pour l'augmentation des capacités humaines, avancées comme réponse aux maladies et aux handicaps, nous font craindre une dérive vers une société où une minorité serait « améliorée », et l'autre pas. Où sera la frontière entre le soin et la transformation structurelle de l'humain ?⁵⁴

Qualifiées de prochaine révolution technologique, les nanotechnologies entraîneront inévitablement des transformations sociales, amenées par la présence et l'utilisation de ces dispositifs au sein de la collectivité⁵⁵. Parmi ces transformations,

-
50. Académie de médecine, cahier d'acteurs, p. 4 ; CFTC, cahier d'acteurs, p. 2 ; CNIL, cahier d'acteurs, p. 1-2 ; Les Amis de la Terre, cahier d'acteurs, p. 3 ; Familles Rurales, cahier d'acteurs, p. 3 ; Académie des sciences, cahier d'acteurs, p. 1 ; Forum Mondial Sciences et Démocratie, cahier d'acteurs, p. 3 ; INDECOSA-CGT, cahier d'acteurs, p. 4 ; Les Verts, cahier d'acteurs, p. 4.
51. Académie des sciences, cahier d'acteurs, p. 1.
52. CNIL, cahier d'acteurs, p. 2 et 3.
53. VivAgora, cahier d'acteurs, p. 3 ; Les Verts, cahier d'acteurs, p. 2 ; Les Amis de la Terre, cahier d'acteurs, p. 3 ; Association Française Transhumaniste, cahier d'acteurs, p. 2-3.
54. Les Amis de la Terre, cahier d'acteurs, p. 3.
55. CNRS/CEA, cahier d'acteurs, p. 3 ; Conseil économique & social Franche-Comté, cahier d'acteurs, p. 1 ; CESR Rhône-Alpes, cahier d'acteurs, p. 3 ; Académie des sciences, cahier d'acteurs, p. 2 ; INC, cahier d'acteurs, p. 1 ; Les Verts, cahier d'acteurs, p. 2-3 ; SEPANSO, cahier d'acteurs,

mentionnons : les changements des habitudes de vie et des normes de jugement⁵⁶, les conditions de travail et l'évolution des métiers⁵⁷, l'acceptation forcée des nanoproducts pour la société⁵⁸ et leur commercialisation précoce⁵⁹, la peur liée à l'utilisation des nanotechnologies⁶⁰ et les choix d'investissements en matière de santé⁶¹ ou de recherche appliquée⁶².

Face à cette multitude d'impacts négatifs soulevés dans les différents discours, nous avons retrouvé plusieurs appels à une mise en œuvre du principe de précaution. En effet, plusieurs acteurs ont constaté que ce principe devait trouver application, compte tenu de la présence d'incertitudes scientifiques au sujet de la gravité et de la nature des risques identifiés par les divers intervenants du débat⁶³. Toutefois, nous avons remarqué une pluralité d'interprétations de ce principe dans les propos des différents acteurs. En effet, certains l'ont invoqué dans un contexte strictement relatif aux risques liés aux enjeux SSE (1.2.1), tandis que d'autres ont plutôt considéré qu'il pouvait s'appliquer dans un contexte beaucoup plus général (1.2.2). La prochaine section s'attardera à examiner ces différentes interprétations.

1.2. Les multiples interprétations du principe de précaution

1.2.1. *Le recours à la précaution pour réagir à l'incertitude entourant les risques toxicologiques, sécuritaires et écotoxicologiques*

D'abord, plusieurs acteurs ont proposé qu'une réglementation spécifique aux nanotechnologies soit instaurée afin de contrôler les différents risques que posent les nanotechnologies sur le plan de la santé et de l'environnement⁶⁴. Ces intervenants ont soulevé dans leurs propos plusieurs lacunes sur le plan de la connais-

p. 1.

56. CNRS/CEA, cahier d'acteurs, p. 3.

57. CESR Franche-comté, cahier d'acteurs, p. 1

58. CESR Rhône-Alpes, cahier d'acteurs, p. 1 ; SEPANSO, cahier d'acteurs, p. 1.

59. Les Verts, cahier d'acteurs, p. 2.

60. INC, cahier d'acteurs, p. 1.

61. Académie des sciences, cahier d'acteurs, p. 3.

62. Les Verts, cahier d'acteurs, p. 2.

63. Au total, un nombre de 16 acteurs sur 51 se sont prononcés sur la pertinence de recourir au principe de précaution.

64. Les associations sont : APPA, cahier d'acteurs, p. 3 ; CFE-CGC cahier d'acteurs, p. 4 ; CFTC, cahier d'acteurs, p. 1-3 ; AFOC, cahier d'acteurs, p. 2 ; Force Ouvrière, cahier d'acteurs, p. 3 ; Conseil économique & social Franche-Comté, cahier d'acteurs, p. 4 ; Conseil régional d'Ile-de-France, cahier d'acteurs, p. 3.

sance des divers risques SSE et ont justifié la nécessité d'adopter de telles mesures en invoquant le principe de précaution. Toutefois, le type de contrôle réglementaire réclamé par les différents acteurs diverge grandement. Comme le constate l'association *Forces Ouvrières*, l'application du principe à titre de norme juridique positive dépend largement de son interprétation judiciaire, qui le fait souvent osciller entre deux courants⁶⁵. Interprété trop largement, le principe de précaution a parfois été appliqué dans des causes relatives à la santé ou l'urbanisme, ce qui outrepassa sa portée constitutionnelle strictement réservée au domaine de l'environnement⁶⁶. De plus, selon cette vision large du principe, les autorités publiques attendent qu'un haut degré de preuve scientifique soit fourni pour que des mesures visant à contrer un risque anticipé soient prises, ce qui peut entraîner d'importants délais dans sa mise en œuvre⁶⁷. À l'inverse, interprété trop restrictivement, parfois sur la base de craintes liées à la seule présence d'un équipement ou d'un produit, le principe de précaution peut être utilisé pour justifier leur interdiction. L'appel à un moratoire sur toute la recherche et la commercialisation associées aux nanotechnologies a par exemple été invoqué majoritairement par des associations environnementales, syndicales, et surtout, citoyennes⁶⁸. Pour ces associations, la gravité des risques toxicologiques, sécuritaires et écotoxicologiques anticipés justifie un arrêt de la commercialisation subséquente des nanotechnologies. Ce moratoire servirait ainsi à étoffer plus amplement les connaissances scientifiques requises pour mieux comprendre d'abord les impacts négatifs avant d'autoriser leur mise en marché. Ainsi, l'association *France Nature Environnement* suggère l'imposition d'un moratoire partiel sur les nanoproduits à usage non médical, accessibles au grand public et susceptibles d'entrer en contact avec le corps humain pour obtenir les précisions nécessaires sur leurs possibles effets délétères⁶⁹.

À mi-chemin entre une interprétation très large du principe de précaution et de son utilisation plus stricte justifiant l'imposition de moratoires sur toute commercialisation ultérieure, certains se sont plutôt prononcés pour une mise en œuvre plus conforme au concept de proportionnalité⁷⁰. Par exemple, quelques acteurs ont notamment proposé d'encourager davantage les recherches en matière de toxicolo-

65. Force Ouvrière, cahier d'acteurs, p. 3.

66. *Id.*

67. Association Science et Démocratie, cahier d'acteurs, p. 2-3

68. Les Amis de la Terre, cahier d'acteurs, p. 4 ; Forum Mondial Sciences et Démocratie, cahier d'acteurs, p. 2 ; France Nature Environnement, cahier d'acteurs, p. 3 ; Fondation Sciences Citoyennes, cahier d'acteurs, p. 4.

69. France Nature Environnement, cahier d'acteurs, p. 4.

70. Académie de médecine, cahier d'acteurs, p. 3 ; Académie des technologies, cahier d'acteurs, p. 2 ; INC, cahier d'acteurs, p. 2 ; INDECOSA-CGT, cahier d'acteurs, p. 4 ; INRS, cahier d'acteurs, p. 4 ; MEDEF, cahier d'acteurs, p. 2-4 ; Association Sciences et Démocratie, cahier d'acteurs, p.1-3.

gie humaine et environnementale⁷¹ et de confiner les nanoparticules les plus dommageables⁷².

Le principe de précaution peut également être invoqué dans la perspective plus globale d'un encadrement responsable des nanotechnologies qui tient compte d'enjeux autres que ceux exclusivement rattachés à la toxicologie.

1.2.2. L'appel au principe de précaution pour favoriser un développement technologique plus responsable

À l'opposé de ceux qui prennent uniquement en considération les impacts négatifs des enjeux SSE pour l'application du principe de précaution, un nombre très restreint d'acteurs a plutôt favorisé une interprétation du principe de précaution qui s'insère dans une vision plus globale du développement technologique⁷³. Comme l'explique l'association INDECOSA,

« La question qui se pose ici est la capacité de la société à maîtriser de manière consciente le progrès technologique sans vouloir en arrêter le cours, car ce serait à la fois illusoire et néfaste, sans vouloir se priver de la dynamique de progrès humain dont il est porteur, mais en créant les meilleures conditions de sécurité et de respect des règles éthiques dans son développement. C'est une autre manière de dire à quel point le principe de précaution n'est pas un principe d'abstention, mais un principe d'action raisonnée et responsable.⁷⁴ »

Dans ce contexte de développement responsable, l'application du principe de précaution doit tenir compte de l'ensemble des enjeux SSE et ELS soulevés par les nanotechnologies. C'est dans cette optique que *Les Amis de la Terre* souligne qu'« il est indispensable que tous les problèmes – sanitaires, environnementaux, sociaux, économiques, éthiques – que posent ces produits soient traités en amont et qu'une réponse y soit apportée dans le respect du principe de précaution.⁷⁵ » Dans cette interprétation plus libérale du principe de précaution, les acteurs revendiquent ainsi une prise en compte beaucoup plus large des différents risques. Cette vision s'oppose

71. Académie de médecine, cahier d'acteurs, p. 3 et 4 ; MEDEF, cahier d'acteurs, p. 2.

72. Académie des technologies, cahier d'acteurs, p. 2 ; MEDEF, cahier d'acteurs, p. 3 ; INRS, cahier d'acteurs, p. 4 ; Les Amis de la Terre, cahier d'acteurs, p. 4 ; VivAgora, cahier d'acteurs, p. 4.

73. INC, cahier d'acteurs, p. 2-4 ; INDECOSA-CGT, cahier d'acteurs, p. 2 et 3 ; Association Sciences et Démocratie, cahier d'acteurs, p. 2 -4 ; Les Amis de la Terre, cahier d'acteurs, p. 4.

74. INDECOSA-CGT, cahier d'acteurs, p. 2.

75. Les Amis de la Terre, cahier d'acteurs, p. 4.

ainsi à la seule considération des risques liés à la dégradation de l'environnement ou de la santé et préconise une approche qui tient compte de l'ensemble des problèmes que sont susceptibles de causer les nanotechnologies.

En conclusion, les différentes données du débat public recueillies nous ont permis d'identifier la présence d'une divergence entre les attentes qu'ont eues les acteurs à l'égard de la mise en place d'un cadre réglementaire. Un premier écart se constate ainsi relativement aux conséquences qui doivent être prises en considération lors de l'élaboration du droit réglementaire des nanotechnologies. Bien que celles-ci comportent une foule d'avantages sur le plan économique et médical, plusieurs acteurs des secteurs public, parapublic, privé et syndical ont également porté une grande attention aux risques potentiels que présentent les nanoparticules pour la santé, la sécurité des travailleurs et l'environnement. Ceux-ci ont préconisé l'élaboration d'une approche réglementaire qui encadrerait ces risques afin d'éviter leur survenance. À l'inverse, certaines associations citoyennes et environnementales ont manifesté une plus grande méfiance à l'égard de l'ensemble des impacts que peuvent entraîner les nanotechnologies, exprimant parfois même leur opposition catégorique à un tel développement technologique. Pour ces acteurs sociaux, l'élaboration du droit réglementaire doit également tenir compte de toutes les conséquences soulevées par le développement technologique et non pas celles exclusivement reliées aux enjeux SSE.

De plus, nous retrouvons un second écart entre les attentes qu'ont les acteurs sur le rôle que devrait avoir le principe de précaution au sein du dans le droit réglementaire. Compte tenu des différents risques soulevés par les nanotechnologies, certains ont préconisé un recours à la précaution afin de limiter le développement des nanotechnologies. Cette position vise l'obtention préalable de plus de connaissances scientifiques nécessaires, la coordination des différents acteurs et la mise en place d'un développement plus responsable. D'autres ont plutôt invoqué ce principe pour justifier, au contraire, la mise en place d'un moratoire et l'arrêt total de toute recherche ou diffusion des nanotechnologies. Ce faisant, cette interprétation du principe de précaution prône plutôt une abstention du développement des nanotechnologies tant que l'ensemble des conséquences qui en découlent ne sont pas considérées dans leur réglementation. L'écart entre ces deux interprétations se mesure selon l'importance relative qui est accordée aux considérations économiques dans l'élaboration de normes qui favoriseront, ou non, le développement et la diffusion des nanotechnologies.

Force est de constater que les acteurs du débat public n'ont pu réussir à s'entendre sur une vision commune des orientations à privilégier pour établir un encadrement normatif des nanotechnologies. Ce débat a permis aux différents intervenants de

s'exprimer à l'égard du développement de ces technologies et les multiples positions présentées illustrent parfaitement les perspectives qui s'entrechoquent en ce qui a trait à l'encadrement normatif approprié du développement des nanotechnologies. Notre lecture du débat public nous a ainsi permis de dégager deux insuffisances du droit réglementaire actuel mises en lumière par l'analyse des propos des acteurs et qui sont au cœur de leurs positions divergentes.

2. Les insuffisances du droit réglementaire mises en lumière par les propos des acteurs à l'égard de l'encadrement normatif des nanotechnologies

Dans cette seconde partie, nous examinerons deux caractéristiques du droit réglementaire actuel qui ont été mises en lumière par les divergences des attentes exprimées par les acteurs à l'égard de l'encadrement normatif des nanotechnologies. En effet, il nous semble que ces caractéristiques propres à l'élaboration des réglementations appliquées en matière de développement technologique ne semblent pas répondre aux multiples attentes des acteurs sociaux et soient à l'origine des dissensions ayant marqué cet exercice de débat public. Nous examinerons ainsi comment se présentent dans le processus d'élaboration du droit réglementaire ces deux caractéristiques, que nous avons qualifiées d'insuffisances, de même que les critiques qui y ont été adressées. Dans une première section (A), nous nous pencherons sur l'attention accordée aux coûts à l'égard de la santé, de la sécurité et de l'environnement. Cette considération est la seule admise par le droit réglementaire pour limiter les retombées économiques des nanotechnologies et sur l'absence de prise en compte des impacts éthiques, légaux et sociaux que ces mêmes nanotechnologies peuvent engendrer. Nous aurons recours aux données du débat public pour démontrer que cette insuffisance fait partie intégrante du processus d'élaboration de l'encadrement normatif du développement technologique, tout en nous interrogeant sur les limites d'un tel calcul. Dans une seconde section (B), nous examinerons le rôle exclusif qu'occupe la preuve scientifique dans le processus d'élaboration du droit réglementaire. Grâce aux données du débat recueillies, nous analyserons l'importance accordée aux corps d'experts dans l'évaluation des impacts négatifs sanitaires, sécuritaires et environnementaux soulevés par les nanotechnologies. Cette importance accordée à la science laisse présupposer que l'acceptabilité sociale du développement des nanotechnologies dépend de la seule appréciation neutre et objective fournie par l'expertise scientifique à l'égard de ces impacts négatifs. Nous nous interrogerons ainsi sur les limites du rôle qu'attribue le droit réglementaire à une telle expertise scientifique et présenterons certaines critiques adressées à l'appréciation neutre et objective donnée par les comités d'experts au sujet des impacts négatifs.

2.1. L'absence de la prise en compte des enjeux ELS dans la logique réglementaire du calcul des coûts/bénéfices

Différents propos retracés dans plusieurs cahiers d'acteurs ont permis de révéler la prépondérance d'une vision du développement technologique principalement axée sur un calcul des coûts pour la santé, la sécurité et l'environnement et des bénéfices économiques envisagés. En vertu de cette logique coûts/bénéfices, le droit réglementaire est perçu comme un outil visant à soutenir l'essor économique issu du développement technologique tout en empêchant la survenance de risques pour la santé, la sécurité et l'environnement⁷⁶. Tel que l'indique Eleonora Sirsi : « *In the logic of the market, techno-science requires regulation for the juridical protection of innovation, a placing of discipline on the market, rules for the allocation of liability and for the protection of consumers and users.*⁷⁷ » Dans ce contexte de développement technologique, l'intervention du droit réglementaire repose donc sur un équilibre : une protection adéquate des enjeux sanitaires, sécuritaires et environnementaux d'une technologie doit être conférée sans qu'elle ne pénalise l'innovation et la commercialisation de nouvelles applications qui peuvent être bénéfiques pour la société⁷⁸.

Nous retrouvons précisément, dans le propos dominant de plusieurs acteurs du débat public, cette même logique axée sur l'importance pour le droit réglementaire de favoriser le développement technologique tout en empêchant la réalisation des risques pour la santé, la sécurité et l'environnement. En effet, pour de nombreux acteurs provenant principalement des milieux public, parapublic et privé, les avantages que procurent et procureront les nanotechnologies sont tels que leur déve-

76. Astrid ZEI, « Shifting the boundaries or breaking the branches? On some problems arising with the regulation of technology », dans Erica PALMERINI et Elettra STRADELLA (dir.), *Law and Technology: The Challenge of Regulating Technological Development*, Pise, Pisa University Press, 2013, p. 170. Voir également Bärbel DORBECK-JUNG, « What Can Prudent Regulators Learn from the United Kingdom Government's Nanotechnological Regulatory Activities? », (2007) 1 *NanoEthics* 257, 262 ; Dorothea K. THOMPSON, « Small Size, Big Dilemma: The Challenge of Regulating Nanotechnology », (2012) 79 *Tennessee Law Review* 621, 654 ; Roger STRAND et Kamilla LEIN KJØLBERG, « Regulating Nanoparticles: The Problem of Uncertainty », (2011-2012) 2 *European Journal of Law and Technology* 1, 1 à 3 ; Diana M. BOWMAN et Joel D'SILVA, « The 'Wicked' Problem of Regulating Nanotechnologies », dans Torben B. ZÜLSDORF et al. (dir.), *Quantum Engagements: Social Reflections of Nanoscience and Emerging Technologies*, Clifton, IOS Press, 2011, p. 143.

77. Eleonora SIRSI, « Agri-food technologies and the law », dans Erica PALMERINI et Elettra STRADELLA (dir.), *Law and Technology: The Challenge of Regulating Technological Development*, Pise, Pisa University Press, 2013, p. 233.

78. A. Zei, préc., note 76, p. 173-174.

loppement s'avère incontournable⁷⁹. Comme le souligne précisément le *Conseil économique social et environnemental* :

« Nous ne pouvons ni passer à côté du potentiel de progrès des conditions de vie que recèlent les nanotechnologies, ni être absents de la vague technologique d'avenir qu'elles représentent et qui conditionne nos perspectives de développement économique et les emplois de demain.⁸⁰ »

Toutefois, rappelons que beaucoup d'acteurs se sont préoccupés des risques relatifs à la santé, la sécurité des travailleurs et l'environnement que comportent les nanoparticules⁸¹. Conséquemment, tel que le mentionne l'*Institut national de la consommation*, ce développement « *indispensable* » des nanotechnologies doit être responsable, en ce que « *les fruits de la croissance doivent respecter les impératifs de sécurité sanitaire et environnementale* »⁸². Le contrôle réglementaire de la sécurité de la production et de la commercialisation des nanoparticules devient alors fondamental pour éviter la survenance des risques associés aux enjeux SSE. Cette logique réglementaire se retrouve également dans l'automatisme qu'ont eu plusieurs acteurs du secteur public et parapublic à l'égard de l'importance d'appliquer le *règlement européen sur l'enregistrement, l'évaluation, l'autorisation et la restriction des produits chimiques (REACH)* et de l'adapter aux différentes nanoparticules manufacturées⁸³.

L'importance accordée à l'essor du développement technologique ne permet de limiter la commercialisation d'un produit que sur la base de preuves scientifiques

79. Voir les cahiers d'acteurs publics et parapublics suivants : CEA-CNRS, cahier d'acteurs, p. 3 ; CESE, cahier d'acteurs, p. 3 ; Académie des sciences, cahier d'acteurs, p. 4 ; AFNOR, cahier d'acteurs, p. 3 ; INERIS, cahier d'acteurs, p. 3-4 ; INRS, cahier d'acteurs, p. 3 et 4 ; IReSP, cahier d'acteurs, p. 1-4 ; SFSP, cahier d'acteurs, p. 2 ; AFSSA, cahier d'acteurs, p. 3 et 4 ; AFSSET; cahier d'acteurs, p. 2 et 4.

80. CESE, cahier d'acteurs, p. 3.

81. À titre d'exemple, des différents acteurs s'étant attardés à identifier les impacts négatifs reliés aux nanotechnologies, mentionnons les acteurs publics et parapublics suivants : CEA-CNRS, cahier d'acteurs, p. 3 ; CESE, cahier d'acteurs, p. 3 ; Académie des sciences, cahier d'acteurs, p. 4 ; AFNOR, cahier d'acteurs, p. 3 ; INERIS, cahier d'acteurs, p. 3-4 ; INRS, cahier d'acteurs, p. 3-4 ; IReSP, cahier d'acteurs, p. 1-4 ; SFSP, cahier d'acteurs, p. 2 ; AFSSA, cahier d'acteurs, p. 3 et 4 ; AFSSET ; cahier d'acteurs, p. 2 et 4.

82. INC, cahier d'acteurs, p. 2.

83. En effet, les nanomatériaux sont soumis depuis 2008 aux différentes obligations de contrôle et de surveillance prévues dans le règlement REACH. Voir le Règlement (CE) n°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, J.O., L. 353 du 31 déc. 2008. Voir également Commission européenne, Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil et au Comité économique et social européen. Deuxième examen réglementaire relatif aux nanomatériaux, COM(2012) 572, Bruxelles, 3 octobre 2012, p. 6, en ligne: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52012DC0572&from=EN>>.

démontrant l'existence d'un risque pour la santé, la sécurité ou l'environnement⁸⁴. À cet égard, la majorité des acteurs du débat public qui ont invoqué la nécessité de recourir au principe de précaution se sont inscrits dans une telle logique. Par exemple, les acteurs publics et privés ayant préconisé une interprétation plus libérale du principe de précaution ont précisément adopté une position en vertu de laquelle la démonstration des risques anticipés sur la santé, la sécurité ou l'environnement doit être convaincante et reposer sur des études scientifiques⁸⁵. À l'inverse, les acteurs environnementaux et sociaux ayant favorisé une interprétation plus stricte de ce principe ont plaidé que la seule gravité anticipée de ces risques justifiait l'application d'un moratoire⁸⁶. Ce principe vient ainsi tempérer l'exigence du degré de preuve nécessaire pour établir le risque sanitaire, sécuritaire ou environnemental, mais ne remet pas en cause la pondération économique effectuée dans le calcul des coûts/bénéfices. Bien au contraire, une modification constitutionnelle a d'ailleurs été adoptée le 28 octobre 2014 par l'Assemblée nationale française, en vertu de laquelle il est précisé de réaffirmer l'importance sur le plan juridique de traduire le principe de précaution en principe d'innovation⁸⁷. Ainsi, comme le spécifie la proposition de loi constitutionnelle déposée à cet effet, « *l'innovation est au cœur de la croissance économique. L'innovation passe par la recherche et sa valorisation. Elle a besoin de trouver un écosystème favorable politique et juridique.*⁸⁸ »

Or, c'est précisément cette promiscuité entre le développement technologique (illustré par un accent sur les seuls risques liés aux enjeux SSE) et l'élaboration de la réglementation en conséquence qui a posé problème pour certains acteurs sociaux s'étant exprimés lors du débat public, notamment des groupes environnementaux⁸⁹,

84. R. STRAND et K. J. KJØLBERG, préc., note 76, 1 à 3 ; Marjolein van ASSELT et Ellen Vos, « The Precautionary Principle and the Uncertainty Paradox », (2006) 9 *European Journal of Risk Regulation* 313.

85. Académie de médecine, cahier d'acteurs, p. 3 ; Académie des technologies, cahier d'acteurs, p. 2 ; INC, cahier d'acteurs, p. 2 ; INDECOSA-CGT, cahier d'acteurs, p. 4 ; INRS, cahier d'acteurs, p. 4 ; MEDEF, cahier d'acteurs, p. 2-4 ; APPA, cahier d'acteurs, p. 3 ; CFE-CGC cahier d'acteurs, p. 4 ; CFTC, cahier d'acteurs, p. 1-3 ; AFOC, cahier d'acteurs, p.2 ; Force Ouvrière, cahier d'acteurs, p. 3 ; Conseil économique & social Franche-Comté, cahier d'acteurs, p. 4 ; Conseil régional d'Île-de-France, cahier d'acteurs, p. 3

86. Les Amis de la Terre, cahier d'acteurs, p. 4 ; Forum Mondial Sciences et Démocratie, cahier d'acteurs, p. 2 ; France Nature Environnement, cahier d'acteurs, p.3 ; Fondation Sciences Citoyennes, cahier d'acteurs, p. 4.

87. Assemblée nationale, Proposition de loi constitutionnelle visant à instaurer un principe d'innovation responsable, n° 2293, 14 octobre 2014, en ligne: <<http://www.assemblee-nationale.fr/14/propositions/pion1580.asp>>.

88. *Id.*

89. Les Amis de la Terre, cahier d'acteurs, p. 4 ; Les Verts, cahier d'acteurs, p. 1-2.

syndicaux⁹⁰ et citoyens⁹¹. En effet, pour ces acteurs, plutôt que d'encadrer seulement quelques dimensions du développement technologique, le droit réglementaire devrait plutôt être sollicité pour répondre à un ensemble d'enjeux sociétaux différents soulevés par le développement technologique. À cet égard, « *Les Verts constatent que l'explosion des financements publics et privés ciblés sur le développement des nanotechnologies, au détriment d'autres domaines de recherche, se fait sans réelle réflexion sur leur intérêt sociétal ou sur les risques afférents en matière d'éthique et de libertés.*⁹² » Plusieurs critiques ont ainsi reproché l'absence de toute considération liée à l'utilisation des nanotechnologies dans la société, une fois ces dernières commercialisées⁹³.

Nous retrouvons, dans cette critique soulevée par les acteurs sociaux, une première limite du droit réglementaire. En effet, sa construction actuelle ne permet pas de tenir compte des enjeux ELS soulevés par les différents usages que les nanotechnologies vont susciter dans la société. Les différentes revendications des acteurs sociaux illustrent bien les lacunes que suscite une gouvernance de l'innovation axée sur un recours au cadre réglementaire s'appuyant uniquement sur la logique du coût/bénéfice⁹⁴. En effet, ces acteurs ont plutôt soutenu qu'il faut également tenir compte de la question des usages des nanotechnologies au sein de la société. Comme le relève l'organisation *Familles rurales*, trois « niveaux » de risques doivent être considérés : les risques sur la santé humaine, le risque environnemental et le risque socio-économique⁹⁵. Ainsi, « *ce qui interpelle dans l'utilisation des nanotechnologies, c'est le risque d'une utilisation détournée de la technologie pouvant aller jusqu'à la restriction de la liberté individuelle. L'invisibilité relative de ces technologies pourrait par exemple conduire au fichage des personnes à leur insu.*⁹⁶ » Traditionnellement, comme l'expliquent Phil Macnaghten, Matthew Kearnes et Brian Wynne, la technologie a constamment été dépeinte comme une boîte noire hermétique, qui suit sa propre logique de manière indépendante et déconnectée de la société⁹⁷. L'analyse des enjeux sociaux engendrés par les différents impacts du développement technologique s'est donc toujours effectuée à la toute fin du processus technoscientifique,

90. INDECOSA-CGT, cahier d'acteurs, p. 4.

91. Familles Rurales, cahier d'acteurs, p. 2-3 ; Forum Mondial Science et Démocratie, cahier d'acteurs, p. 1-4 ; CESR Bretagne, cahier d'acteurs, p. 3 ; VivAgora, cahier d'acteurs, p. 2-4 ; CESR Rhône-Alpes, cahier d'acteurs, p. 3-4.

92. Les Verts, cahier d'acteurs, p. 4.

93. CLCV, cahier d'acteurs, p. 4 ; CESR Rhône-Alpes, cahier d'acteurs, p. 3-4 ; CNIL, cahier d'acteurs, p. 1-4.

94. CLCV, cahier d'acteurs, p. 4. Voir *Bilan du débat public*, préc., note 18, p. 10.

95. Familles Rurales, cahier d'acteurs, p. 2 et 3.

96. *Id.*, p. 3.

97. Phil MACNAGHTEN, Matthew KEARNES et Brian WYNNE, « Nanotechnology, Governance, and Public Deliberation: What Role for the Social Sciences? », (2005) 27 *Science Communication* 268, 269.

une fois l'innovation commercialisée et disponible pour les consommateurs⁹⁸. Grâce à l'exercice du débat public, les acteurs sociaux ont précisément tenté d'ouvrir cette boîte noire en exigeant une prise en compte des différents risques associés autant aux nanoproducts qu'à leurs multiples usages dans la société.

Ainsi, plutôt que d'envisager les enjeux SSE et ELS de manière distincte, ces acteurs préconisent une approche par laquelle les enjeux éthiques, légaux et sociaux côtoient étroitement les questions de nature économiques, sanitaires et environnementales : l'approche de type E³LS⁹⁹. À l'instar de son application dans le contexte du développement des biotechnologies (GE³LS)¹⁰⁰, son adaptation pour les nanotechnologies (NE³LS) repose sur la prise en compte et sur l'intégration de l'ensemble des impacts soulevés par leur développement technologique. En vertu de l'approche NE³LS, la considération des différents impacts tant positifs que négatifs du développement des nanotechnologies doit dépasser la simple pondération axée sur l'évaluation des seuls coûts considérés sur le plan sanitaire, sécuritaire et environnemental et des bénéfices économiques qu'entraîne le phénomène de la technoscience¹⁰¹. Cette approche souligne, au contraire, l'importance de pondérer l'ensemble des impacts soulevés par les nanotechnologies et d'explicitier les différentes valeurs sociales propres à la communauté, sans que le marché se retrouve à être la seule autorité dictant les conditions réglementaires devant s'imposer au sujet de l'encadrement normatif du processus d'innovation et de développement nanotechnologique¹⁰².

La mise en œuvre d'une telle approche intégrée, invoquée par certains acteurs sociaux, requiert toutefois de surmonter une autre limite inhérente au modèle tra-

98. Id. Voir également Pieter van BROEKHUIZEN et Astrid SCHWARZ, «European trade union and environmental NGO positions in the debate on nanotechnologies», dans René von SCHOMBERG et Sarah DAVIES (dir.), *Understanding Public Debate on Nanotechnologies: Options for Framing Public Policy*, Directorate-General for Research Science, Economy and Society, European Commission Services, 2010, p. 90.

99. Sur cette approche de type E³LS, voir plus particulièrement : Johane PATENAUDE *et al.*, préc., note 1, 307 ; Johane PATENAUDE et Georges A. LEGAULT, « A proposal for an E3LS - ethical, environmental, economic, and social - approach to the regulation of nanomedicine », (2014) 2 *Bioética: saúde, pesquisa educação* 77, 87.

100. Voir plus particulièrement le site de Génome Canada où une telle approche vise, pour cet organisme, « de se faire chef de file pour ce qui est de la génomique et des enjeux, éthiques, environnementaux, économiques, légaux et sociaux (GE³LS) et de faire connaître au public canadien les risques relatifs, les avantages et les réussites de la génomique. » Génome Canada, « GE³LS à Génome Canada », *GenomeCanada.ca*, en ligne <<http://www.genomecanada.ca/fr/ge3ls/propos/>>.

101. Johane PATENAUDE *et al.*, préc., note 1, 311 ; Johane PATENAUDE et Georges A. LEGAULT, préc., note 99, 87-91.

102. *Id.*

ditionnel et actuel d'élaboration du droit réglementaire¹⁰³. En effet, la pondération des coûts et des bénéfices du modèle réglementaire actuel s'effectue selon la nature de la preuve scientifique disponible. Ce faisant, les différents comités d'experts chargés d'évaluer les risques liés aux enjeux sanitaires, sécuritaires et environnementaux se retrouvent ultimement responsables de déterminer si ces impacts négatifs sont acceptables ou non pour la société. Or, cette importance accordée au poids de la preuve scientifique implique que l'acceptabilité sociale du développement des nanotechnologies soit déterminée par des experts neutres et indépendants. Cela limite ainsi la prise en compte des différents facteurs éthiques et sociétaux pour l'élaboration du cadre normatif, ce que plusieurs acteurs du débat ont vivement dénoncé. Nous examinerons plus amplement, dans la prochaine section, comment s'est présentée cette seconde insuffisance dans les discours des différents acteurs.

2.2. Le postulat de la neutralité de la science

Au sein des processus d'élaboration du droit réglementaire, la validité de la réglementation dépend de la preuve scientifique et des analyses de risques¹⁰⁴. Pour limiter la commercialisation d'un produit, le droit réglementaire doit démontrer et justifier que les risques pour la santé, la sécurité et l'environnement sont d'une gravité telle que leur retrait du marché s'avère nécessaire¹⁰⁵. De plus, la validité de toute restriction qu'impose le droit repose sur la preuve de ces impacts¹⁰⁶. C'est ce qui explique la place importante des échanges sur la science dans le débat public. L'importance du rôle de la science comme outil décisionnel a d'autant plus été prédominante dans les discussions, car sur le plan des nanotechnologies, plusieurs incertitudes limitent sérieusement le savoir scientifique requis pour élaborer et valider le droit réglementaire¹⁰⁷. En effet, rappelons que plusieurs acteurs se sont grande-

103. Rappelons que seuls 3 acteurs sociaux (INC, INDECOSA-CGT et Association Science et Démocratie) ont préconisé une mise en œuvre proportionnée du principe de précaution, de même qu'un seul acteur environnemental (Les Amis de la Terre) sur les 51 acteurs participant au débat public.

104. A. ZEI, préc., note 76, p. 170 ; Pierre TRUDEL, « Le risque, fondement et facteur d'effectivité du droit », dans Karim BENYEKHLEF (dir.), *Gouvernance et risque Les défis de la régulation dans un monde global*, Montréal, Éditions Thémis, 2013, p. 258. Voir également Marjolein B. A. van Asselt et Ellen Vos, « EU Risk Regulation and the Uncertainty Challenge », dans Sabine ROESER, Rafaela HILLERBRAND, Per SANDIN et Martin PETERSON, *Handbook of Risk Theory*, Dordrecht, Springer, 2012, p. 1121.

105. A. ZEI, préc., note 76, p. 171.

106. *Id.*

107. Nathalie HERVÉ-FOURNEREAU, « La régulation des nanotechnologies : des normes techniques aux normes tout court ou la nébuleuse normative », dans Stéphanie LACOUR (dir.), *La régulation des nanotechnologies. Clair-obscur normatif*, Bruxelles, Éditions Larcier, 2010, p. 78 ; Heaweon PARK et Vicki H. GRASSIAN,

ment inquiétés au sujet des difficultés pour les experts scientifiques de fournir toutes les connaissances nécessaires pour établir la gravité des différents risques pour la santé, la sécurité et l'environnement suspectés¹⁰⁸. Le Président de la Commission particulière a également rappelé, dans son bilan du débat public, que la majorité des suggestions invoquées pour contrer l'incertitude scientifique consistent à renforcer la transparence et la traçabilité des nanoproduits, augmenter les recherches en matière de toxicologie et d'écotoxicologie pour approfondir le manque criant de connaissances scientifiques et renforcer les mécanismes réglementaires pour protéger les travailleurs exposés¹⁰⁹. À cet égard, le débat public a permis de mettre en lumière les limites de la capacité de la science à fournir les connaissances nécessaires pour l'élaboration du droit réglementaire.

Toutefois, quelques acteurs se sont montrés beaucoup plus critiques à l'égard de l'importance accordée à l'utilisation même de la science et des recommandations que les différents experts fournissent pour guider l'élaboration du droit réglementaire. À cet égard, le *Conseil économique et social Rhône-Alpes* souligne que la « *complexité des situations, de leurs dynamiques, l'exacerbation de contradictions ont tendance à induire une convergence « naturelle » entre le politique et le scientifique, avec un possible effet d'éviction du citoyen.*¹¹⁰ » En d'autres termes, nous retrouvons dans ce propos une critique adressée aux différents jugements de valeur implicites qu'effectue la science dans la détermination de l'acceptabilité des impacts du développement technologique. En effet, comme le rapporte Elizabeth Fisher, le paradigme dominant de la régulation du risque fonctionne sur un modèle linéaire, où l'analyse du risque est d'abord effectuée, puis directement et uniquement considérée lors du processus d'élaboration du droit réglementaire¹¹¹. Ce paradigme s'avère fort utile pour les législateurs, car l'objectivité et la neutralité des méthodes scientifiques employées permettent de rendre compte d'une façon rationnelle et ordonnée de la complexité des impacts des technologies qu'ils doivent réguler¹¹². C'est pourquoi nous retrouvons cette « convergence » entre le politique et le scientifique. Aux yeux des législateurs, l'objectivité et la neutralité inhérentes à la science se retrouvent à

« Commercially manufactured engineered nanomaterials for environmental and health studies: Important insights provided by independent characterization », (2010) 29 *Environmental Toxicology and Chemistry* 715, 715 à 721.

108. Sciences et Démocratie, cahier d'acteurs, p. 3 ; Force Ouvrière, cahier d'acteurs, p. 3-4 ; Fondation Sciences Citoyennes, cahier d'acteurs, p. 3-4 et Forum Mondial Sciences et Démocratie, cahier d'acteurs, p. 2-3.

109. *Bilan du débat public*, préc., note 18, p. 6-10. Voir également UIC, cahier d'acteurs, p. 2.

110. CESR Rhône-Alpes, cahier d'acteurs, p. 3.

111. Elizabeth FISHER, « Framing Risk Regulation: A Critical Reflection », (2013) 2 *European Journal of Risk Regulation* 125, 129.

112. *Id.*, 129-130. Voir également P. MACNAGHTEN, M. KEARNES et B. WYNNE, préc., note 97, 286.

légitimer les constats qu'émettent les comités d'experts au sujet des mesures de tolérance ou d'interdiction des risques que présente une technologie¹¹³.

Néanmoins, c'est précisément ce postulat d'objectivité de la science, sur lequel repose le droit réglementaire, qui est problématique¹¹⁴. En effet, puisque l'expertise scientifique est considérée comme étant neutre et déconnectée de toute influence irrationnelle, les diverses recommandations qu'elle permet d'émettre sur les impacts d'une technologie sont également présupposées comme telles¹¹⁵. Sous le couvert de l'objectivité et de la neutralité, la science se retrouve ainsi seule responsable pour déterminer si les différents impacts causés par une technologie analysée représentent des risques pour la société et dans quelle mesure ces risques sont acceptables ou non¹¹⁶. Cependant, les différents avis qui sont soumis par les comités d'experts ne sont pas fondamentalement neutres et objectifs. Lorsque les experts déterminent qu'en deçà d'une certaine dose, l'exposition du corps humain à une nanoparticule est bien acceptable et sans danger pour les citoyens et la société, ceux-ci se retrouvent en fait à poser un jugement implicite relatif à l'acceptabilité de cette nanoparticule pour la société¹¹⁷. Cette conclusion scientifique déterminant le seuil de risque acceptable pour une nanoparticule présuppose en fait trois étapes, qui ne sont jamais distinguées l'une de l'autre. D'abord, les experts identifient et quantifient les différents impacts d'un nanomatériau grâce aux différentes méthodes scientifiques prévues dans les protocoles des analyses de risques. Une fois les impacts identifiés, ils qualifient les différentes données scientifiques en déterminant si le nanomatériau représente un risque potentiel pour les individus. Enfin, ils déterminent si l'exposition à ce risque est acceptable ou non pour l'ensemble de la société. Les deux dernières étapes entraînent ainsi un jugement de valeur (l'impact négatif devient un risque pour la santé humaine) et un jugement d'acceptabilité (ce risque est acceptable ou non pour la société)¹¹⁸. Ainsi, tel que le précise Sheila Jasanoff, « [c]laims of objectivity hide the exercise of judgment, so that normative presuppositions are not subjected to general

113. A. ZEI, préc., note 76, p. 171.

114. Sheila JASANOFF, « Constitutional Moments in Governing Science and Technology », (2011) 17 *Science and Engineering Ethics* 621, 632.

115. Alessandra ARCURI, « Reimagining risk regulation: from reason to compassionate reason? », dans Erica PALMERINI et Elettra STRADELLA (dir.), *Law and Technology: The Challenge of Regulating Technological Development*, Pise, Pisa University Press, 2013, p. 220.

116. Silke BECK, « Moving beyond the linear model of expertise? IPCC and the rest of adaptation », (2011) 11 *Regional Environmental Change* 297, 298.

117. Sheila JASANOFF, « Judgment Under Siege: The Three-Body Problem of Expert Legitimacy », dans Sabine MAASEN et Peter WEINGART, *Democratization of Expertise? Exploring Novel Forms of Scientific Advice in Political Decision-Making*, *Sociology of the Sciences* vol. 24, Dordrecht, Springer, 2005, p. 211-216.

118. Johane PATENAUDE et Georges A. LEGAULT, préc., note 99, 89-90.

debate.¹¹⁹ » De tels jugements de valeurs et d'acceptabilité ne sont jamais explicités par les scientifiques et se retrouvent donc à teinter l'apparence de neutralité accordée aux recommandations qu'ils émettent pour guider le processus d'élaboration de la réglementation. Le droit réglementaire inclut ainsi, dans son processus d'élaboration normative, les conclusions d'une science supposée neutre et objective dans son analyse de faits, mais dont ses recommandations comportent un biais qui n'est jamais explicité. Autrement dit, plutôt que d'effectuer une quantification des faits observés grâce à ses méthodes d'analyse, la science se retrouve également à qualifier, par un jugement de valeur, les impacts analysés et à déterminer ultimement s'il s'agit de risques et s'ils sont acceptables pour l'ensemble de la société.

Or, comme le soulève Alessandra Arcuri, cette « *normalisation* » du recours à l'analyse de risque et au jugement des experts pour déterminer l'acceptabilité sociale d'une technologie conduit à marginaliser toute autre considération des impacts¹²⁰. Ainsi, « *such conception of rationality tends to focus on the analytical dimension of reason only, excluding the 'experiential' component of rationality, which rests on affect and emotions*.¹²¹ » Ce postulat d'objectivité sur lequel repose le processus d'élaboration du droit réglementaire se retrouve du même coup à écarter toute considération sociale qui pourrait être énoncée à l'égard des impacts d'une technologie¹²². Souvent considérées comme étant irrationnelles ou non fondées, les craintes ou les objections que pourrait avoir le public se retrouvent alors évacuées du processus décisionnel¹²³.

C'est pourquoi quelques acteurs du débat ont déploré lors du débat public, à l'instar du *Conseil économique et social Rhône-Alpes*, le « *possible effet d'éviction du citoyen* » dans la gouvernance du développement scientifique¹²⁴. Le paradigme dominant du droit réglementaire qui repose sur les analyses de risques objectives et rationnelles revient donc à exclure tout autre facteur social dans la considération de l'acceptabilité des impacts du développement technologique. C'est pour adresser cette insuffisance du droit dans la prise en compte des différents facteurs externes aux analyses de risques que ces acteurs se sont prononcés en faveur d'une meilleure considération du rôle des citoyens dans la gouvernance juridique du développement

119. Sheila JASANOFF, « Technologies of Humility: Citizen Participation in Governing Science », (2003) 41 *Minerva* 223, 239 [ci-après : "Technologies of Humility"].

120. A. ARCURI, préc., note 115, p. 220.

121. *Id.*

122. Sheila JASANOFF, "Constitutional Moments in Governing Science and Technology", préc., note 114, 623.

123. A. ARCURI, préc., note 115, 226.

124. CESR Rhône-Alpes, cahier d'acteurs, p. 3 ; Vivagora, cahier d'acteurs, p. 1-2 ; Association Sciences et Démocratie, cahier d'acteurs, p. 1-2 ; CLCV, cahier d'acteurs, p. 3-4.

technologique. Comme le relève l'association *Consommation Logement et Cadre de Vie* : « [d]errière la question des « nanos », l'enjeu est plus large. Il s'agit de construire collectivement une « gouvernance de l'innovation » qui permette à nos sociétés de tirer parti des avancées scientifiques en gérant au mieux les risques qu'elles peuvent comporter.¹²⁵ » Ces acteurs proposent ainsi de revisiter le paradigme dominant du droit réglementaire en intégrant dans son processus d'élaboration une évaluation et une pondération des impacts du développement technologique qui serait plus représentative du contexte social. Comme le souligne Sheila Jasanoff, « [t]he problem we urgently face is how to live democratically and at peace with the knowledge that our societies are inevitably 'at risk'.¹²⁶ » Étant donné l'omniprésence du risque dans notre société post-moderne, les enjeux critiques du développement technologique qui se retrouvent encadrés par le droit réglementaire ne peuvent plus être uniquement considérés par des experts techniques et leurs outils prédictifs¹²⁷. Derrière cette remise en cause de l'élaboration du droit réglementaire et de la détermination de l'acceptabilité des impacts des nanotechnologies se posent plusieurs défis liés à la démocratie et à la gouvernance du développement technologique¹²⁸.

Le débat public vient ainsi illustrer deux enjeux relatifs au recours d'un droit réglementaire qui repose essentiellement sur les dictats de l'expertise scientifique pour déterminer l'acceptabilité des différents risques engendrés par le développement des nanotechnologies et les mesures de protection devant être adoptées pour protéger la société. La complexité du développement des nanotechnologies démontre qu'il est difficile pour les experts de fournir les connaissances nécessaires pour établir avec certitude les différentes réglementations adaptées à ces technologies. Compte tenu de la pluralité des visions existantes relativement au développement et aux usages de ces technologies, il apparaît difficile de concevoir comment des comités d'experts scientifiques peuvent déterminer, à eux seuls, les règles de conduite qui tiendront compte de l'ensemble des valeurs sociales. La notion d'acceptabilité sociale du développement technologique, qui sous-tend la considération de l'ensemble des valeurs sociales, ne peut plus uniquement reposer sur l'évaluation de statistiques mathématiques factuelles. En d'autres termes, le débat public a démontré que le droit réglementaire ne doit plus être élaboré sur la seule supposition que la science sera en mesure de fournir les divers seuils d'acceptabilité des impacts négatifs soulevés par les nanotechnologies grâce à la rationalité scientifique. Cet exercice de délibération publique constitue ainsi une invitation, de la part des acteurs sociaux, à revisiter le pacte existant entre la régulation traditionnelle et actuelle des risques liés au déve-

125. CLCV, cahier d'acteurs, p. 1.

126. S. JASANOFF, "Technologies of Humility", préc., note 119, 224.

127. *Id.*

128. Georges A. LEGAULT, Louise BERNIER et Charles-Étienne DANIEL, « Démocratisation du développement technologique : trois défis pour l'éthique publique », (2014) 18 *Ethica* 65.

loppement technologique, la science et la société pour mieux prendre en compte les multiples enjeux propres au contexte social¹²⁹.

CONCLUSION

À la lumière de l'ensemble des impacts positifs et négatifs des nanotechnologies et des appels au principe de précaution soulevés lors du débat public, force est de constater que le développement de ces technologies a suscité une pluralité d'attentes normatives chez les acteurs publics, parapublics, privés et sociaux relativement à la mise en œuvre d'un cadre réglementaire adéquat. Dans la première partie de cet article, nous avons identifié les écarts entre les attentes de ces acteurs. Nous avons d'abord présenté les impacts positifs et négatifs de même que les diverses interprétations du principe de précaution retrouvées dans les propos des acteurs du débat public. Compte tenu des bénéfices escomptés sur le plan économique et médical, plusieurs acteurs publics, parapublics et privés ont préconisé un développement prudent des nanotechnologies. Pour répondre aux attentes normatives de ces acteurs, l'État doit instaurer une réglementation qui puisse favoriser un développement technologique tout en surveillant et limitant la survenance des divers impacts négatifs d'ordre sanitaire, sécuritaire ou environnemental. À l'inverse, plusieurs acteurs provenant du milieu social ou environnemental ont exprimé une plus grande méfiance à l'égard de l'ensemble des impacts que génèrent les nanotechnologies, certains s'opposant catégoriquement à leur développement et leur commercialisation. Pour ces acteurs, les conséquences doivent s'apprécier autant sur le plan toxicologique que sur le plan de la vie privée, des libertés individuelles et même de l'identité humaine. Autrement dit, l'écart entre les positions des acteurs se situe dans la considération des conséquences auxquelles doit s'attarder le droit réglementaire. Pour certains, ces conséquences sont exclusivement reliées aux risques de type SSE, tandis que pour d'autres, les multiples usages qui peuvent découler de la diffusion des nanotechnologies doivent également être examinés lors de l'élaboration des normes. De plus, nous avons constaté un écart entre les diverses attentes qu'ont les acteurs au sujet du rôle du principe de précaution face à ces différentes conséquences. Certaines associations citoyennes ont invoqué ce principe pour limiter la commerciali-

129. S. JASANOFF, "Technologies of Humility", préc., note 119, 237-240.

sation des nanotechnologies et ainsi favoriser leur développement responsable, tandis que d'autres groupes environnementaux l'ont plutôt utilisé pour justifier la mise en place d'un moratoire.

Grâce aux données du débat public énoncées dans la première partie, nous avons ensuite montré dans une deuxième partie deux caractéristiques inhérentes au paradigme dominant du droit réglementaire qui, nous semble-t-il, s'avère insuffisant à répondre adéquatement à certaines des attentes normatives énoncées par les acteurs. Dans la première section de la seconde partie, nous avons montré que l'importante attention accordée dans les propos des acteurs à l'égard des impacts négatifs reliés aux enjeux SSE sous-tend en fait une logique réglementaire strictement axée sur une pondération des coûts et des bénéfices du produit technologique. En vertu de cette logique, le développement et la commercialisation des nanotechnologies ne peuvent être limités que par la présentation d'une preuve scientifique établissant la nature et la gravité d'un impact négatif pour la santé, la sécurité ou l'environnement. Or, cette logique réglementaire s'avère insuffisante pour considérer, dans la pondération des coûts évalués en termes d'enjeux SSE et des bénéfices économiques liés au développement des nanotechnologies, les différents enjeux ELS et les usages également soulevés par ces technologies. C'est pourquoi plusieurs acteurs sociaux ont plutôt revendiqué l'importance d'une approche normative axée sur une perspective NE³LS, afin de dépasser ces limites imposées par le modèle technoscientifique. Une telle approche prône une considération plus en amont du développement des nanotechnologies de l'ensemble des impacts qu'il soulève, afin d'éviter que la société se retrouve devant le fait accompli. Dans la seconde section de cette deuxième partie, nous avons montré certaines limites inhérentes à la relation prévalant entre l'expertise scientifique et la régulation du développement technologique. D'abord, l'expertise scientifique ne peut pas toujours fournir les connaissances nécessaires pour établir la causalité entre l'exposition d'un produit et les impacts négatifs qu'il entraîne sur la santé, la sécurité et l'environnement. À cet égard, les nombreuses incertitudes scientifiques soulevées par les acteurs du débat illustrent bien les difficultés d'élaboration des diverses réglementations requises par les acteurs pour encadrer le développement nanotechnologique. De plus, cette relation entre la science et la régulation du développement technologique présuppose que l'expertise scientifique pourra définir à elle seule, compte tenu de sa neutralité et de son objectivité, les multiples seuils acceptables de tolérance et de protection normative du risque. Or, le débat public a démontré que cette acceptation du risque ne peut relever d'une simple appréciation factuelle évaluée par les comités d'experts. L'acceptabilité sociale des impacts que soulève le développement des nanotechnologies implique des facteurs autres que ceux qui sont constamment soumis à l'appréciation des experts.

L'exercice de ce débat public illustre bien les défis qui guettent l'élaboration et l'application des différentes mesures réglementaires propres à la régulation des nanotechnologies. Toutefois, l'écart des différentes attentes normatives mises en lumière grâce au débat nous semble poser une question beaucoup plus profonde au sujet de l'adéquation de la gouvernance juridique actuelle du développement technologique. En arrière-plan des différentes attentes normatives, nous retrouvons une remise en question de la prédominance du modèle actuel d'élaboration du droit réglementaire basé sur la contrainte sociale. En effet, de nouveaux courants normatifs caractérisés par une certaine souplesse et une flexibilité, et parfois nommés « *soft law* », nous semblent être de plus en plus invoqués dans le contexte de la gouvernance juridique du développement technologique¹³⁰. À cet égard, plusieurs auteurs ont constaté depuis ces dernières années que la rigidité de la structure hiérarchique et la lenteur du processus d'élaboration du droit statutaire semblent insuffisantes pour encadrer la multitude d'impacts causés par le développement technologique¹³¹. Plus particulièrement, c'est la remise en cause de la légitimité et de l'efficacité de cette gouvernance traditionnelle du droit dit « dur » qui sont directement adressées par les différentes critiques de ces auteurs. Les reproches qu'ont adressés certains acteurs à la gouvernance de l'innovation et du développement technologique lors du débat public nous semblent d'ailleurs directement liés à ces nouveaux courants normatifs émergents. Cet article ayant brièvement survolé les attentes normatives des multiples acteurs impliqués dans le processus du développement technologique, nous prévoyons approfondir dans le cadre de nos futurs travaux l'analyse entreprise de cette mesure d'écart des attentes liées à la régulation des nanotechnologies. Ce faisant, nous prévoyons diriger nos recherches sur cette remise en cause de la capacité du droit réglementaire actuel à assurer un encadrement normatif adéquat et approprié du développement technologique.

130. À cet égard, voir : Conseil d'État, *Le droit souple*, Étude annuelle 2013, Paris, La Documentation Française, 2013.

131. Voir notamment le collectif de Gary E. MARCHANT, Braden R. ALLENBY et Joseph R. HERKERT (dir.), *The Growing Gap Between Emerging Technologies and Legal-Ethical Oversight*, New York, Springer, 2011.