

Des promesses scientifiques aux engagements épistémiques

Le cas de la nanomédecine et des sciences de la biodiversité

Pour citer cet article

Granjou, C., Louvel, S., & Arpin, I. (2015). Des promesses scientifiques aux engagements épistémiques. Le cas de la nanomédecine et des sciences de la biodiversité. In M. AUDÉTAT (Ed.), *Sciences et technologies émergentes : pourquoi tant de promesses ?* pp. 211-226. Paris: Editions Hermann.

Céline Granjou¹, Séverine Louvel², Isabelle Arpin³

La sociologie des promesses scientifiques s'est beaucoup attachée à analyser comment des « champions de la promesse » (Van Lente et Rip 1998), positionnés à l'interface entre communauté académique et décideurs politiques, ont formulé des promesses ouvrant un espace de positionnements, d'attentes et de débats constitutifs de la réalité sociale de ces promesses. Ces analyses ont porté en priorité sur l'exemple des sciences biomédicales et des nouvelles technologies. Ce chapitre souhaite mettre l'accent sur la manière dont les chercheurs contribuent à la formulation et à la circulation des promesses scientifiques. Pour cela, nous caractérisons leur engagement épistémique, que nous définissons comme l'engagement dans un certain régime de promesses scientifiques que les chercheurs contribuent à constituer par leurs pratiques et réseaux de recherches. L'engagement épistémique correspond donc à une vision de la pertinence de leur recherche articulée à des pratiques et réseaux de travail. Cette notion souligne l'absence de coupure entre une arène sociale ou politique de circulation des promesses et une arène scientifique de développement du travail de recherche. L'analyse des engagements épistémiques concourt à la compréhension de l'écologie des promesses au sens de la diversité et des relations existant entre divers types de promesses (éventuellement concurrentes). Elle suggère aussi la co-production des promesses et des multiples facettes du travail de recherche (dispositifs expérimentaux, collaborations, activités de conseil et d'expertise etc.). Il s'agit de pointer la dimension matérielle, située mais aussi essentiellement réflexive de la production de l'économie des promesses.

Ce chapitre compare les engagements épistémiques constitutifs des promesses de la nanomédecine d'une part et des sciences de la biodiversité d'autre part. La nanomédecine se

¹ celine.granjou@irstea.fr Irstea Grenoble ; *visiting academic* à l'Université Technologique de Sydney.

² severine.louvel@iepg.fr, Sciences Po Grenoble et PACTE UMR CNRS 5194

³ isabelle.arpin@irstea.fr

défini comme l'exploitation, à des fins médicales, des nouvelles formes de manipulation du vivant qu'autorisent les nanosciences et les nanotechnologies. Elle associe recherche biomédicale, sciences physiques et de l'ingénieur. Les sciences de la biodiversité regroupent des approches majoritairement de sciences de la vie (mais aussi de sciences sociales) entendant contribuer à la connaissance, à la conservation et à la gestion de la biodiversité dans un contexte de changements globaux et de dégradation de l'environnement. Ce sont deux domaines scientifiques pluridisciplinaires unis par un horizon d'utilité commune plutôt que par un objet ou une approche partagés. Enfin, leurs univers de réception sont *a priori* très différents, la nanomédecine suscitant plutôt des questionnements sur les risques liés aux technologies de l'infiniment petit, tandis que les sciences de la biodiversité tendent à être associées à des sciences de terrain (voire d'expédition lointaine) qui contribueraient à sauver une faune et une flore menacées d'extinction. Nous verrons que ces univers de réception constituent l'un des enjeux de l'engagement des chercheurs dans certains régimes de promesse. Leurs investissements visent en effet précisément à promouvoir un autre univers de réception, dans un cas pour exposer les rapports bénéfiques/risques de la nanomédecine et dans l'autre cas contre l'idée que le principal objectif des sciences de la biodiversité serait la sauvegarde des animaux et des plantes.

On se fonde sur un travail de terrain rassemblant environ quatre-vingts entretiens conduits à part égale avec des chercheurs sur la biodiversité⁴ et en nanomédecine⁵, complétés par une analyse de documents (sites web de laboratoires, programmes et rapports de la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité, « Livres blancs » de l'*European Technology Platform Nanomedicine*). Les entretiens, conduits avec des chercheurs « seniors », pour la plupart responsables d'équipes, de laboratoires ou de programmes nationaux ou européens, ont consisté à reconstituer la trajectoire scientifique et professionnelle des chercheurs, leurs principaux dispositifs et questions de recherches, ainsi que leur vision de la dynamique de leur communauté (nanomédecine ou biodiversité) et leurs activités de vulgarisation et d'expertise scientifique⁶.

On montrera d'abord comment la notion d'engagement épistémique prolonge et en même temps se démarque de travaux plus anciens en *Science and Technology Studies*. En nous appuyant sur les enquêtes effectuées, on montrera ensuite que les engagements épistémiques articulent intimement des programmes scientifiques (disciplines, questions, terrains et dispositifs de recherche), des scénarios et des enjeux par rapport auxquels ces programmes prennent sens, et enfin des types de contribution à la décision politique, à la gestion et à l'information (expertise, vulgarisation, etc.). Ce faisant, on soulignera qu'en nanomédecine les chercheurs semblent partager un même engagement épistémique autour de la définition du progrès biomédical, alors que les promesses de la biodiversité se déclinent autour de deux engagements épistémiques contrastés (lutte contre l'extinction des espèces et la dégradation des écosystèmes *versus* préservation des environnements des sociétés

⁴ Dans le cadre du projet PANBioptique financé par l'ANR (ANR 09-SSOC-053-01).

⁵ Recherche conduite dans le cadre du projet « Hybridtrajectories » financé par l'Agence Nationale pour la recherche (programme ANR 2010 Blanc – 1811 – 01).

⁶ Les résultats de ces enquêtes sont par ailleurs exposés de manière plus détaillée dans : Granjou et Arpin (2015) ; Louvel (2015).

humaines). On reviendra en conclusion sur cette différence ainsi que sur les relations entre engagements épistémiques et économie des promesses.

I. ÉLÉMENTS D'ÉTAT DE L'ART

La notion d'engagement épistémique doit être resituée dans le cadre d'une littérature fournie en STS sur la diversité des manières de connaître qui montre qu'il n'y a pas une Science unique. À côté de notions comme « *ways of knowing* » (Pickstone, 2000), « *epistemic lifestyles* » (Shackley, 2001) ou « *styles of knowing* » (Kwa, 2011), l'objectif de l'idée d'engagement épistémique n'est pas de mettre l'accent sur des manières de faire preuve, distinguant par exemple modélisateurs et expérimentateurs. Dans la lignée de la description des machineries organisationnelles et symboliques qui sous-tendent le travail de connaissance (les « cultures épistémiques » de Knorr-Cetina (1999)), la notion d'engagements épistémiques veut mieux intégrer le travail réflexif des chercheurs, en s'intéressant cette fois à des champs de recherche pluridisciplinaires (Louvel, 2015). Cette notion emprunte également au concept de communautés épistémiques définies par Peter Haas comme des groupes d'experts partageant une certaine vision des problèmes sociaux importants et des formes de connaissance pertinentes pour les aborder (Haas, 1989).

Alors que la construction de la légitimité des activités scientifiques a souvent été analysée en termes de travail de démarcation (*boundary-work* : Gieryn, 1983), il importe de documenter la manière dont se trouvent en jeu également des formes d'articulation de la recherche avec certaines valeurs, certaines conceptions du bien commun et certaines promesses quant à l'utilité future des recherches (Moore, 1996). Rejoignant l'idée que le travail de recherche est un travail d'articulation (Fujimura, 1987) entre différents niveaux (notamment entre le laboratoire et le monde social), nous voulons reconsidérer les liens et les réseaux, éventuellement ténus, que les chercheurs entretiennent au travers d'activités telles que l'appui à la décision publique, l'expertise ou la vulgarisation. Parfois considérées par les chercheurs eux-mêmes comme un « à côté » de leur recherche et peu abordées dans les sciences de laboratoire, ces activités produisent et mettent en actes une certaine idée du rôle social du chercheur et de l'importance et de l'utilité de la recherche (Granjou et Mauz, 2012).

Un point central ici est que les engagements épistémiques ne sont pas des engagements (politiques, éthiques...) *au sujet* de la science et de son rôle dans la société, mais au contraire des engagements *dans* la production d'un certain genre de connaissance scientifique. Il s'agit ainsi d'aborder le travail réflexif des chercheurs sur les promesses de la recherche, sachant que la réflexivité et l'engagement des chercheurs constituent des aspects qui ont souvent été négligés au profit de travaux – par ailleurs importants – sur les stratégies du « chercheur-capitaliste » (Latour, 1983) ou sur la description de la place des interactions et infrastructures matérielles. À la différence du genre de valeurs universelles décrites par Merton (2002 [1970]) comme constitutives de l'éthique scientifique, les engagements épistémiques sont des engagements diversifiés et situés au sens où ils sont formés et stabilisés en même temps que les agendas et les trajectoires des chercheurs.

II. LES ENGAGEMENTS ÉPISTÉMIQUES DES CHERCHEURS EN NANOMÉDECINE ET EN BIODIVERSITÉ

Plutôt que de décrire l'espace des positionnements discursifs ou éthiques « au sujet » des applications souhaitables de la recherche, les entretiens suggèrent que les promesses scientifiques et les dispositifs de connaissance se forment dans un même mouvement, dans la durée. On décrira d'abord l'articulation entre programmes et dispositifs de recherche d'un côté, et scénarios et enjeux de l'autre dans chacun des deux champs, avant de montrer qu'ils s'articulent aussi avec des visions pratiques du rôle du chercheur, qui se concrétisent dans des activités de vulgarisation, d'expertise et d'appui à la décision.

1. L'articulation des programmes et des scénarios

1.1 *Les sciences de la biodiversité*

On distinguera dans le cas de la biodiversité deux grands engagements épistémiques principaux, selon que les chercheurs s'engagent dans un régime de promesse « environnementaliste » ou dans un régime de promesse « fonctionnaliste » (il s'agit bien sûr de deux grands pôles idéaux-typiques, un certain nombre de chercheurs se situant sur un continuum entre les deux pôles).

L'engagement environnementaliste articule un programme de biologie et d'écologie de l'évolution, des instruments de suivi des espèces et des habitats *in situ* (mais aussi des activités de modélisation informatique de l'évolution et de la viabilité des populations), et des scénarios de perte de biodiversité et de dégradation environnementale ainsi que d'amélioration des mesures de conservation de la nature. La biologie et l'écologie de l'évolution étudient les évolutions des espèces et des populations animales et végétales, de leurs caractéristiques (taux de reproduction, durée de vie etc.), de leurs habitats et interactions. Ces questions s'appuient sur un travail de terrain qui recourt à des outils d'identification génétique et de suivi de la faune et de la flore *in situ* et des techniques de comparaison de sites soumis à différentes pressions anthropiques. Les scénarios mis en avant par les chercheurs concernent l'érosion de la diversité d'espèces et la dégradation des milieux sous l'effet des activités agricoles, forestières, cynégétiques, de l'urbanisation et du changement climatique, mais aussi les possibilités de (ré)conciliation de la conservation de la biodiversité avec des pratiques humaines plus respectueuses de l'environnement⁷.

Les chercheurs engagés dans ce régime ont souvent une sensibilité naturaliste depuis l'enfance, même s'ils sont rarement membres d'associations de protection de l'environnement. L'engagement dans un régime de promesse environnementaliste est par ailleurs stabilisé ou renforcé par les observations réalisées au cours de travaux *in situ* montrant la dégradation de l'état de conservation des espèces et des écosystèmes, ou encore des résultats de modèles mathématiques/biostatistiques sur les problèmes de viabilité des espèces. Cet engagement se caractérise aussi par les investissements de longue durée des chercheurs dans des relations durables et étroites avec les gestionnaires d'espaces naturels, qui aboutissent à la fois à sécuriser les dispositifs de recherche *in situ* et à faire reconnaître la contribution des chercheurs à la coproduction de mesures de gestion de la biodiversité locale. Enfin l'engagement environnementaliste va aussi de pair dans certains cas avec

⁷ Sur l'exigence de réconciliation de la biodiversité et de la société, voir Fleury et Prévot-Julliard (2012).

l'appropriation par les chercheurs d'un rôle d'expert de la biodiversité en opposition aux lobbies d'exploitation des ressources naturelles (agriculture, pêche, foresterie, urbanisation...) :

J'ai même été insulté dans les médias par un leader de la chasse [...] ; la vérité n'est pas toujours quelque part entre les lobbies [elle est parfois détenue par les environnementalistes].

L'engagement fonctionnaliste, quant à lui, articule un programme d'écologie fonctionnelle, des approches expérimentales à la fois *in situ* et dans des plateformes techniques (écotrons⁸) et des scénarios de perte des services écosystémiques (services rendus par les écosystèmes aux sociétés humaines) mais aussi de maintien et d'amélioration du fonctionnement des écosystèmes, et d'ingénierie de la résilience des services rendus par les écosystèmes à la société. L'écologie fonctionnelle étudie le rôle des organismes vivants dans les grands flux et cycles géochimiques (flux de carbone, cycle de l'eau, etc.). Elle s'appuie sur l'identification des traits fonctionnels des espèces (ou des écosystèmes), qui sont des caractéristiques mesurables renvoyant à une même fonction (par exemple la longueur des racines pour la fonction d'échange de nitrate entre la plante et le sol). Les scénarios mis en avant par les chercheurs concernent la vulnérabilité des sociétés humaines aux changements environnementaux (en particulier l'existence de points de basculements ou *tipping points* au-delà desquels un écosystème change irrémédiablement de fonctionnement et de nature), la possibilité de perte de services mais aussi la possibilité d'amélioration du fonctionnement des écosystèmes grâce à l'ingénierie écologique.

L'engagement dans un régime de promesse fonctionnaliste est le fait d'individus souvent plus intéressés par le niveau écosystémique que par celui des espèces qu'hébergent les écosystèmes. Les résultats sur la manière dont les groupes fonctionnels d'êtres vivants déterminent les fonctionnements écologiques (par exemple le stockage de l'azote ou du carbone dans le sol) conduisent certains chercheurs à envisager les êtres vivants « comme des outils pour orienter les caractéristiques des environnements ». L'engagement fonctionnaliste est également lié à l'idée que l'étude du rôle des micro-organismes (bactéries, microbes, plancton...) dans les écosystèmes ouvre des possibilités infinies pour comprendre mais aussi pour utiliser et manipuler les processus écologiques. Ils développent donc des scénarios optimistes à distance de l'idée d'extinction :

On peut parler d'extinction quand on parle d'espèces emblématiques, mais pour la microbiologie [étude du rôle des bactéries dans les écosystèmes] on n'en est pas là du tout : nous sommes au début d'une phase d'exploration et pas vraiment d'une phase d'extinction. Il y a explosion des possibilités, pas le contraire... (un écologue microbien).

Enfin, pour ces chercheurs, la promesse environnementaliste ne suffit pas à assurer l'autorité et la crédibilité des chercheurs de la biodiversité auprès des décideurs et parties-prenantes : « Ce n'est pas en disant 'il faut protéger les bêtes' que l'on peut vraiment arriver à... [être écoutés]. » Pour eux, la recherche sur la biodiversité doit servir, au-delà de la

⁸ Les écotrons sont des dispositifs expérimentaux fermés consistant à manipuler et mesurer les échanges et processus écologiques au sein d'écosystèmes reconstitués.

conservation de la faune et de la flore, à sécuriser les écosystèmes et le développement des sociétés face aux changements globaux.

1.2 La nanomédecine

La nanomédecine désigne des recherches interdisciplinaires (biologie, chimie, pharmacie, physique, science des matériaux, toxicologie, etc.) qui utilisent les nanotechnologies à des fins biomédicales. Les applications sont multiples (le diagnostic, la thérapie, la régénération tissulaire ; le cancer, le diabète, les maladies cardio-vasculaires, neuro-dégénératives, etc.), ce qui conduit certains chercheurs à ironiser sur le caractère « fourre-tout » de la notion et sur les stratégies de (re)labellisation de recherches anciennes en « nano ». Pourtant, les chercheurs partagent un engagement épistémique qui associe un programme de connaissance et de manipulation du vivant à l'échelle moléculaire, à un scénario d'avènement de la « médecine des 4P » : préventive, personnalisée, prédictive et participative. Celle-ci a vocation à remplacer la médecine de masse fondée sur des traitements standards (i.e. inadaptés aux caractéristiques des patients ou des pathologies, et à ce titre peu efficaces et/ou générateurs d'effets secondaires importants). La nanomédecine contribue de deux façons à cet objectif : d'une part, en améliorant la sensibilité et la spécificité du recueil d'informations biologiques au niveau des molécules (par exemple, utilisation de nanoparticules pour du diagnostic *in-vitro* ; identification de biomarqueurs peu fréquents dans les cellules) ; d'autre part, en synthétisant des molécules ou en fabriquant des dispositifs qui augmentent l'efficacité des traitements (par exemple, nanopompes à insuline pour traiter le diabète, matériaux nano-structurés pour régénérer les tissus, médicaments encapsulés dans des nanoparticules, nanoparticules injectées dans des tumeurs cancéreuses pour améliorer la radiothérapie).

L'ambition de la nanomédecine se décline en plusieurs générations de promesses qui proposent une vision ordonnée du progrès scientifique dans le domaine (voir le chapitre de B. Bensaude-Vincent dans ce volume). Le premier horizon d'attente se déploie des nanos « passives » vers les nanos « actives » voire « intelligentes » (assemblage guidé, reconnaissance et adaptation au milieu biologique) ; le second va de la fonctionnalité simple vers la multifonctionnalité (« théragnostique » ou intégration du diagnostic et du traitement ; à plus long terme, fonctions émergentes et auto-assemblage moléculaire). Ces générations de promesses caractérisent plus largement les visions des nanosciences et nanotechnologies développées dans les rapports de prospective, dont les *roadmaps* de la nanoélectronique constituent l'exemple le plus abouti (voir le chapitre de S. Loeve dans ce volume). Leur formulation est relativement consensuelle⁹ ; toutefois les chercheurs du domaine discutent du rythme auquel elles vont se succéder et identifient les retards pris dans certains domaines comme autant de priorités pour l'avenir (par exemple, la connaissance insuffisante des biomarqueurs spécifiques à une maladie, voir le chapitre de X. Guchet dans ce volume). Au total, ces générations de promesses témoignent d'un éloignement progressif d'une vision « balistique » de la nanomédecine (Loeve et al. 2013) au profit de la prise en compte des interactions complexes des nano-objets avec les milieux biologiques. Elles témoignent

⁹ Elle est également relativement stable : l'énoncé de ces générations de promesses se retrouve dans des termes relativement proches dans les rapports de prospective publiés de 2003 à 2015 et dans les entretiens conduits pour cette enquête.

également des espoirs portés dans l'ingénierie du vivant (Louvel, 2015) et notamment dans une « fonctionnalisation » toujours plus poussée des nano-objets (ajout de fonctionnalités pour contourner les obstacles au diagnostic ou au traitement). Enfin, bien que largement reprises dans les argumentaires de promotion de la nanomédecine (auprès de financeurs comme de l'opinion publique), ces promesses ne se réduisent pas à une entreprise de légitimation. Elles font sens pour les chercheurs qui constatent que la nanomédecine « active » et « multi-fonctionnelle » lève certains verrous, ou qui lui attribuent un potentiel d'innovation de rupture. De ce fait, de nombreuses trajectoires scientifiques suivent la succession de ces promesses biomédicales.

Pour tenir celles-ci, la nanomédecine doit amener de nouveaux produits sur le marché. Tous les chercheurs soulignent ainsi l'importance de répondre à un besoin clinique (ce qui exclut du domaine les recherches fondamentales (Calvert (2006) ou « à visée purement cognitive » selon les termes d'un chercheur) ainsi que d'anticiper les contraintes de « l'objectivité régulatoire » (Cambrosio et al., 2009) auxquelles la délivrance d'autorisations d'essais cliniques est soumise. Cela étant, leurs orientations scientifiques actuelles et passées ainsi que leurs expériences en matière réglementaire les conduisent à défendre deux positions face à des risques toxicologiques fortement idiosyncrasiques¹⁰ : « c'est difficile de dire les nanoparticules font ceci ou cela parce qu'il y a un type d'effets pour chaque particule ». Certains souhaitent limiter les recherches en nanomédecine aux matériaux biodégradables connus en médecine ou présents dans l'organisme : « On a orienté les projets nanoparticules chez nous, vers des nanoparticules qui sont à base de phosphate de calcium qui est un composant de l'os ». Leur position relève tant d'une crainte vis-à-vis de la toxicité potentielle des matériaux non biodégradables (c'est le cas d'une équipe qui abandonne ses recherches sur les nano-cristaux semi-conducteurs – *quantum dots* – pour l'imagerie suite à des problèmes de toxicité et se tourne ensuite vers des matériaux biodégradables) que d'une posture pragmatique vis-à-vis de la logique de précaution qui gouverne selon eux les agences de financement, les régulateurs et les industriels. Cette logique de précaution n'est d'ailleurs pas tant le propre des nanos que de la médecine :

On va mettre des règles pour la nanomédecine qu'on ne va pas mettre sur la cosmétique ; celui qui fait de la nanomédecine est fou furieux de voir que celui qui fait de la crème à bronzer il met des milliers et des milliers de particules qu'on se met sur la peau, sans que personne ait trouvé à redire.

Pour ces chercheurs, certaines nanoparticules (par exemple de carbone) sont victimes d'un préjugé négatif injustifié mais à prendre en compte dans l'intérêt du patient. D'autres chercheurs refusent cette logique de précaution et plaident pour une décision *ad hoc* fondée sur une stricte évaluation toxicologique. Cette position se retrouve notamment chez ceux qui utilisent des nanoparticules métalliques qui ont, pour leur application¹¹, des propriétés plus intéressantes que les particules biodégradables et sont moins risquées (moins de problèmes liés aux interactions avec le milieu biologique, ciblage plus précis, traçabilité accrue dans

¹⁰ L'évaluation de la toxicité des nanoparticules pose plusieurs problèmes (voir notamment Afssaps (2011) *Recommandations relatives à l'évaluation toxicologique des médicaments sous forme nanoparticulaire*) : pas de matériel de référence (toute « fonctionnalisation » est susceptible de modifier la toxicité) ; inadaptation des tests standards (interférence avec les nanoparticules ; pas de relation masse/effet) ; caractère peu prédictif des modèles animaux (notamment en matière d'immuno-toxicité de long terme).

¹¹ Par exemple en imagerie ou en accompagnement de la radiothérapie.

l'organisme, absence de métabolisation et élimination complète). Ils refusent de fermer *a priori* des voies d'innovation en nanomédecine pour des raisons de précaution et insistent sur l'importance de très bien caractériser la nanoparticule utilisée (de manière à prédire ses effets toxicologiques à partir de ses caractéristiques physicochimiques)¹².

2. Engagements pour (et dans) un certain rôle social du chercheur

2.1 La biodiversité

Les engagements épistémiques des chercheurs sur la biodiversité articulent des programmes et des dispositifs de recherches, des scénarios et des enjeux environnementaux, ainsi que certains types de contribution à la prise de décision et à la gestion environnementales (activités d'expertise dans des comités scientifiques auprès des institutions environnementales, collaborations avec des gestionnaires ou des firmes pour la production de mesures et procédés écologiques). Les chercheurs sont également fortement investis dans des activités de vulgarisation (livres, conférences publiques...) visant, selon les cas, à alerter sur la dégradation de l'environnement et/ou à faire prendre conscience de la vulnérabilité des sociétés et de leur interdépendance avec l'écologie.

Or le modèle de contribution pratique de la recherche est différent pour les chercheurs engagés dans une promesse environnementaliste et ceux engagés dans une promesse fonctionnaliste. Tandis que les premiers sont engagés dans des activités d'évaluation des menaces pesant sur les espèces et des écosystèmes du fait des activités humaines (agriculture, pêche, chasse etc.) et des collaborations visant à co-produire les mesures de gestion des espèces et des espaces naturels, les seconds sont engagés dans des activités d'évaluation de la vulnérabilité des sociétés vis-à-vis des changements environnementaux ainsi que d'ingénierie des services rendus par les écosystèmes à la société. Dans le premier cas, les chercheurs siègent dans des comités d'experts internationaux (UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature), nationaux (CNPN : Conseil National de Protection de la Nature), et régionaux (par exemple comités scientifiques des parcs ou réserves, CSRPN : conseil scientifique régional de protection de la nature, etc.). Certains sont spécialement investis dans le développement de guides, standards et procédés en collaboration avec les gestionnaires d'espaces naturels. Un chercheur, qui finissait la rédaction d'un livret de 80 pages à destination des gestionnaires et est en charge de la rédaction d'une section dans un journal de gestionnaires de la nature explique :

Ma recherche est réellement impliquée, ce n'est pas seulement de la recherché appliquée où on publie un rapport et c'est fini, on passe à autre chose ! [Mon équipe] essaie de suivre, d'évaluer, d'aller plus loin...

Les chercheurs engagés dans une promesse fonctionnaliste sont investis dans des comités d'expertise internationaux ou nationaux examinant les liens entre biodiversité et services écosytémiques (IPBES – *Intergovernmental platform on biodiversity and ecosystem services* ; rapport national d'expertise sur l'agriculture et la biodiversité) ainsi que dans des

¹² À plus long terme, la toxicologie prédictive ouvre la voie à une approche dite de *safety by design* autrement dit de synthèse de nanoparticules peu voire non toxiques du fait de leurs propriétés physico-chimiques.

collaborations avec les acteurs publics et privés (firmes) pour développer des procédés d'ingénierie écologique (par exemple manipulation de la composition du sol pour optimiser le stockage du CO₂, décontamination des eaux utilisant les propriétés des micro-organismes). L'un d'eux, fortement impliqué dans la promotion des applications d'ingénierie écologique, explique :

L'ingénierie écologique est une formidable opportunité pour l'écologie, comme la médecine pour la physiologie ou l'énergie pour la physique : on est passé des oiseaux aux corridors et désormais au rôle des êtres vivants dans les échanges de chaleur ; ce n'est pas de l'ingénierie baba-cool, c'est de la biotechnologie !¹³.

2.2 La nanomédecine

La plupart des chercheurs sont préoccupés par leur responsabilité dans le développement de la nanomédecine (McCarthy et Kelty 2010). Cela se traduit tout d'abord par des interrogations sur la toxicité des produits issus de leurs recherches. Ils soulignent le paradoxe d'un domaine qui peut potentiellement diminuer considérablement la toxicité de nombreux traitements (réduction des doses et limitation des effets secondaires) mais fait face à de fortes incertitudes toxicologiques. À ce sujet, tous s'accordent sur la responsabilité des scientifiques en matière de caractérisation très précise des particules. Si les incitations externes sont fortes en la matière (de la part des agences de financement et de régulation), les communautés scientifiques s'y sont aussi ralliées pour rendre le domaine rigoureux et cumulatif :

Beaucoup de résultats de papiers ne sont pas exploitables parce qu'on ne sait pas avec quoi les gens ont bossé. Il faut vraiment caractériser les nanos au niveau physique et chimique. Pour cela il a fallu que beaucoup de gens publient et s'aperçoivent qu'ils ne trouvent pas les mêmes résultats que le labo d'à côté qui utilisait les mêmes particules mais avec autre conditionnement.

Les chercheurs engagés dans une démarche de demande d'autorisation d'essais cliniques insistent aussi sur leur rôle d'accompagnement des agences de régulation pour qu'elles capitalisent des connaissances et adaptent la réglementation :

La réglementation nous dit d'utiliser le test de référence. Donc nous on teste sur les cellules mais on propose un nouveau test en disant voilà, le test homologué officiel il répond plus à la réalité.

Les chercheurs sont ensuite partagés quant à leur rôle dans la communication et le débat public sur la nanomédecine. Si la recherche biomédicale a plutôt bonne presse, ils partagent une conscience aiguë du risque de perte d'image positive auprès des décideurs et du public, risque lié aux débats sur l'acceptabilité des nanotechnologies elles-mêmes, ou aux promesses déçues de toute révolution technologique (Rip, 2006) (plusieurs rappellent le coup d'arrêt qu'a subi la thérapie génique suite au décès d'« enfants-bulles »). Par ailleurs, l'impossibilité de tenir des discours généraux sur la toxicité des nanoparticules est à la fois une force et une faiblesse en matière de communication sur les risques (d'autant que les médias tirent parfois des conclusions hâtives en la matière). Face à ces difficultés, certains chercheurs refusent

¹³Bien qu'aucun des chercheurs interviewés en France n'ait été impliqué dans Biosphere II (vaste projet d'écosystème artificiel développé en Arizona visant à étudier les possibilités pour l'espèce humaine de s'installer avec son environnement sur une autre planète), ce type de projet illustre une figure limite des promesses des sciences de la biodiversité (dont se rapprochent par certains aspects les recherches dans les biosphères artificielles à petite échelle que sont les écotrons).

d'intervenir dans les débats publics – craignant d'être pris à parti par des opposants aux nanotechnologies ou de donner à voir une vision trop schématique du domaine. À l'inverse, d'autres interviennent (rarement ou régulièrement) dans ces débats. Ils se montrent alors soucieux de tenir des promesses réalistes qui associent présentation de *success stories* et communication sur les risques (un chercheur raconte ainsi qu'il a contredit le représentant d'une grande firme qui affirmait l'absence certaine de toxicité d'une nanoparticule utilisée en cosmétique). Ils présentent alors ceux-ci comme un problème d'arbitrage coûts/bénéfices crucial dans toute recherche biomédicale, et montrent que cet arbitrage est favorable pour les médicaments commercialisés ou les essais cliniques en cours (notamment, absence de traitement alternatif ou forts essais secondaires).

Conclusion

Finalement, alors que le champ de la nanomédecine semble relativement consensuel quant à son régime de promesse et le type d'engagement épistémique qui le fonde, le champ de la biodiversité apparaît traversé par une tension forte entre deux engagements, dont le second (fonctionnaliste) s'exprime pour partie dans une perspective de compétition et de remplacement du premier (environnementaliste). Cette différence est en partie due au fait que la santé est un « bien commun » hautement consensuel, qui peut difficilement ne pas être placé au sommet des priorités scientifiques comme socio-politico-économiques. Simultanément, les craintes associées au développement des nanotechnologies et à leur utilisation dans la recherche biomédicale conduisent les chercheurs à « faire front » notamment dans la communication vis-à-vis du grand public. Dans le cas de la biodiversité, alors que les années 1990 ont vu s'affirmer la mise à l'agenda des préoccupations d'érosion de la biodiversité (Takacs, 1996) avec notamment la création de la Convention sur la Diversité Biologique, depuis le milieu des années 2000 c'est la notion de services écosystémiques qui focalise l'attention avec les rapprochements qu'elle permet entre les enjeux de conservation, de développement (en particulier agricole) et de vulnérabilité de la société au changement global. La notion de services écosystémiques tend aujourd'hui à être complétée par celle de *nature-based solutions* qui cristallise le même type de promesse systémique et fonctionnaliste de sécurisation des services rendus par les écosystèmes aux sociétés et d'optimisation des fonctionnements inspirés de la nature elle-même. Cette évolution explique la diversification du champ des recherches sur la biodiversité et des engagements dans des régimes de promesses distincts (voire opposés par certains aspects).

Ce travail exploratoire sur les engagements des chercheurs dans divers régimes de promesses souligne que ceux-ci gagnent à être caractérisés tant du point de vue du travail réflexif des chercheurs et de leurs visions contrastées de la bonne science que d'une économie des promesses étroitement articulée à la circulation de ressources (voir le chapitre de P.-B. Joly dans ce volume). Il montre ensuite que les promesses scientifiques gagnent à être envisagées en dehors des seuls « champions de la promesse », pour prendre en compte le fait que le chercheur « lambda » construit aussi un horizon de pertinence, incluant certains scénarios et certaines formes de contribution du chercheur à la prise de décision et à la gestion. Il montre comment cet horizon de pertinence est étroitement imbriqué à, et co-produit avec, l'investissement des chercheurs dans certains types de questions, terrains, partenariat,

dispositifs de recherche et modes de communication plus large (vulgarisation). En somme, il n'y a pas de coupure entre une arène de positionnement vis-à-vis des promesses et une arène scientifique de développement du travail de recherche. Notre thèse est que le lien entre le travail plus visible des « champions de la promesse » et l'activité réflexive plus discrète des chercheurs de production de la pertinence de leur travail est à double sens : les chercheurs s'engagent dans des programmes, des scénarios et des contributions qui n'apparaissent pas dans le vide mais dans un espace de sens déjà structuré par certaines promesses véhiculées par les institutions et les champions de la promesse ; et en retour, les engagements épistémiques des chercheurs contribuent à sélectionner, travailler et transformer l'économie des promesses associé au domaine de recherche considéré de sorte que les promesses « promouvables » par les champions de la promesse se trouvent ré-affirmées, nuancées ou déplacées. Enfin, il faut aussi considérer le fait que les champions de la promesse eux-mêmes développent des programmes de recherche imbriqués dans des scénarios et des contributions, construisant des engagements épistémiques qui, s'ils ne déterminent pas les promesses mises en avant, fournissent cependant un certain nombre de ressources, de cadrages et de limites à leur circulation.

Bibliographie

- Calvert Jane, "What's special about basic research?" *Science, Technology and Human Values*, 31(2), 2006, p. 199-220.
- Cambrosio Alberto, Keating Peter et al., "Biomedical Conventions and Regulatory Objectivity". *Social Studies of Science*, 39(5), 2009, p. 651-664.
- Fleury Cynthia et Prévot-Julliard Anne-Caroline (Dir), *L'exigence de la réconciliation. Biodiversité et société*, Paris, Fayard, 2012.
- Fujimura Joan H., "Constructing 'Do-able' Problems in Cancer Research: Articulating Alignment", *Social Studies of Science*, 17(2), 1987, p. 257-293.
- Gieryn Thomas F., "Boundary-work and the Demarcation of Science from Non-Science: Strains and Interests in Professional Ideologies of Scientists", *American Sociological Review*, vol.48, 1983, p. 781-795.
- Granjou Céline et Arpin Isabelle, "Epistemic Commitments. Making Relevant Science", *Science, Technology and Human Values*, 2015 (forthcoming).
- Granjou Céline et Mauz Isabelle, "Expert Activities as Part of Research Work. The Example of Biodiversity Studies", *Science and Technology Studies*, vol. 25, n°2, 2012, p. 5-22.
- Haas Peter, "Do Regimes Matter? Epistemic Communities and Mediterranean Pollution Control", *International Organization* vol. 43, n°3, 1989, p. 377-403.
- Knorr-Cetina Karin, *Epistemic Cultures. How the Sciences Make Knowledge*, Cambridge, Massachusetts, London, England, Harvard University Press, 1999.
- Kwa Chunglin, *Styles of knowing. A New History of Science from Ancient Times to the Present*, University of Pittsburgh Press, 2011.

- Latour Bruno, « Le dernier des capitalistes sauvages. Interview d'un biochimiste », *Fundamenta Scientiae*, vol. 4, no 3/4, 1983, p. 301-327.
- Loeve Sacha, Bensaude Vincent Bernadette et Florence Gazeau, "Nanomedicine Metaphors: From War to Care. Emergence of an Oecological Approach", *Nano Today* 8(6), 2013, p. 560-565.
- Louvel Séverine, « Ce que l'interdisciplinarité fait aux disciplines : une enquête sur la nanomédecine en France et en Californie », *Revue Française de Sociologie*, 56(1), 2015, p. 69-97.
- McCarthy Elise et Kelty Christopher, "Responsibility and Nanotechnology", *Social Studies of Science*, 40(3), 2010, p.405-432.
- Merton Robert K., *Science, Technology & Society in Seventeenth-Century England*, Howard Fertig, 2002 [1970].
- Moore Kelly, "Organizing Integrity: American Science and the Creation of Public Interest Organizations, 1955-1975", *American Journal of Sociology*, vol. 101 n°6, 1996, p. 1592-1627.
- Pickstone John V., *Ways of Knowing. A New History of Science, Technology and Medicine*, The University of Chicago Press, 2001.
- Rip Arie, "Folk Theories of Nanotechnologists", *Science as Culture*, 15(4), 2006, p. 349-365.
- Shackley Simon, "Epistemic Lifestyles in Climate Change Modeling", in *Changing the Atmosphere. Expert Knowledge and Environmental Governance*, Miller Clark A. and Edwards Paul N. (Eds), MIT Press, Cambridge, Massachusetts; London, England, 2001, p. 107-134.
- Takacs David, *The Idea of Biodiversity. Philosophies of Paradise*, John Hopkins University Press, 1996.
- Van Lente Harro et Rip Arie, "The Rise of Membrane Technology: From Rhetorics to Social Reality", *Social Studies of Science*, 28(2), 1998, p.221-254.