

« Ça sent bizarre, ici ». La sécurité dans les laboratoires de nano-médecine (France, États-Unis)

Safety in Nano-Medicine Laboratories: Between Perceptions, Skills, and Professional Hierarchies (France, USA)

Céline Borelle et Jérôme Pélisse



Éditeur

Association pour le développement de la sociologie du travail

Édition électronique

URL : <http://sdt.revues.org/934>

DOI : 10.4000/sdt.934

ISSN : 1777-5701

Référence électronique

Céline Borelle et Jérôme Pélisse, « « Ça sent bizarre, ici ». La sécurité dans les laboratoires de nano-médecine (France, États-Unis) », *Sociologie du travail* [En ligne], Vol. 59 - n° 3 | Juillet-Septembre 2017, mis en ligne le 02 août 2017, consulté le 02 août 2017. URL : <http://sdt.revues.org/934> ; DOI : 10.4000/sdt.934



Sociologie du travail is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

« Ça sent bizarre, ici ». La sécurité dans les laboratoires de nano-médecine (France, États-Unis)

Safety in Nano-Medicine Laboratories: Between Perceptions, Skills, and Professional Hierarchies (France, USA)

Céline Borelle et Jérôme Pélisse

Résumé

Les questions de santé et de sécurité au travail constituent des enjeux grandissants dans les médias et pour l'action publique. Pourtant, elles sont peu abordées dans le domaine de la recherche scientifique, ou plutôt elles sont scrutées au regard des effets des innovations technologiques pour les consommateurs et le public plutôt qu'au niveau du quotidien des chercheurs. Cet article, fondé sur une observation ethnographique dans deux laboratoires de nano-médecine, l'un en France et l'autre aux États-Unis, propose d'analyser la gestion quotidienne de la sécurité au sein de ces lieux de production du savoir scientifique. Partant des risques encore en partie incertains liés à la fabrication de nanoparticules, il montre d'abord comment les pratiques de sécurité, structurées de manière centrale autour de la perception du danger et de savoirs tacites, sont intimement intriquées avec les pratiques scientifiques qui visent à produire des savoirs. De fait, l'importance du bricolage s'accommode difficilement avec une dynamique commune de bureaucratisation de la gestion des risques. L'article montre ensuite comment les pratiques de sécurité en laboratoire s'insèrent dans les hiérarchies professionnelles et structurent l'élaboration des compétences qui organisent la division du travail et l'activité quotidienne des chercheurs, des étudiants aux directeurs de laboratoires.

Mots-clés : Laboratoires scientifiques, Sécurité, Nanoparticules, Perception, Division du travail, Risques, Compétences professionnelles, Savoirs tacites

Abstract

Workplace health and safety is an increasingly important issue in both the media and public policies. Yet it receives little attention in scientific research, or to be more specific, it is in terms of the effects of technological innovations on consumers and the general public rather than in the everyday lives of scientists. Drawing on an ethnographic study of two nano-medicine laboratories, one in France and one in the United States, this article analyses day-to-day safety management in these places of scientific knowledge production. Starting with the still partially uncertain risks involved in the synthesis of nanoparticles, this article first shows how safety practices, mainly structured around the perception of risk and tacit knowledge, are deeply intertwined with scientific practices that aim to produce knowledge. In fact, the importance of tinkering in science is ill suited to the general dynamic of bureaucratisation in risk management. The article goes on to show how laboratory safety practices fit into professional hierarchies and structure the development of the skills that organise the division of labour and the daily activities of researchers, from students to principal investigators.

Keywords: Scientific Laboratories, Safety, Nanoparticles, Perception, Division of Labour, Risks, Professional Skills, Tacit Knowledge

Les questions de sécurité et de maîtrise des risques en contexte scientifique apparaissent régulièrement dans l'espace public par la médiatisation des accidents, comme ce fut par exemple le cas en 2008 avec la mort par brûlure d'une post-doctorante dans un laboratoire de chimie à l'Université de Californie ou encore en 2016 avec la mort d'un patient en essai clinique à Rennes. La vie de Marie Curie, atteinte par les radiations

qu'elle étudiait, tout comme aujourd'hui les interrogations qui entourent l'exposition aux produits chimiques ou nano-manufacturés, soulignent qu'il ne s'agit pas uniquement d'accidents mais également de dangers au long cours, résultant d'expositions plus ou moins prolongées. L'étude de la gestion des risques dans différents mondes professionnels a permis d'appréhender les pratiques de sécurité comme une dimension à part entière de l'activité de travail, et de montrer que « l'identification de risques professionnels fait appel à l'expérience [...], une expérience qui n'est pas étrangère aux règles du métier [...], aux normes du travail bien fait » (Sarfati et Waser, 2013, p. 2).

Les risques technologiques et environnementaux liés aux recherches et découvertes scientifiques ont nourri une abondante littérature, et les nanoparticules et nanomatériaux, parmi d'autres avancées scientifiques, ont suscité de très nombreux travaux en la matière¹. Qu'ils soient centrés sur les controverses (voir par exemple Vinck, 2009, ou Chateauraynaud, 2014, sur les nanotechnologies), les instruments génériques d'appréhension des risques (Boudia et Demortain, 2014), les savoirs ou les formes d'ignorance qui se construisent sur ces risques (Jouzel, 2013) ou leurs régulations, notamment du côté du droit et des enceintes variées où ces risques sont mis en règles et en gestion (voir Laurent, 2013, ou Lacour, 2014, sur les nanomatériaux), les questions de la prévention, de la précaution ou de la gestion des risques liés aux pratiques et savoirs scientifiques nourrissent un champ de recherche dynamique.

Le développement des études de sciences sociales sur les laboratoires, et leur renouvellement au début des années 1980, ont permis d'attirer l'attention sur le quotidien du travail scientifique, les activités ordinaires des chercheurs et le processus de fabrication des connaissances (Latour et Woolgar, 1988 [1979] ; Knorr-Cetina, 1981). Ces études ont néanmoins assez largement disparu, à l'exception, en France, de celles menées dans l'espace grenoblois par Dominique Vinck et de jeunes chercheurs depuis une dizaine d'années, notamment dans des laboratoires de nanosciences (Vinck, 2007, 2009 ; Jouvenet, 2009, 2012, 2013 ; Louvel, 2011 ; Hubert, 2014). Par ailleurs, ces études ont laissé de côté la question de la sécurité au quotidien, de la prévention des risques en pratique, et en particulier celle des travailleurs de la recherche (voir néanmoins Ewick et Silbey, 2003 ; Fellingner, 2010 ; Ottman, 2015). Même si elle a été envisagée récemment comme un enjeu organisationnel et bureaucratique à partir d'enquêtes en laboratoire ou auprès des acteurs en charge de la sécurité dans les universités (Huisin et Silbey, 2011, 2013), la sécurité a rarement été appréhendée comme une dimension intrinsèque de la pratique scientifique, un véritable savoir tacite susceptible de nourrir des savoirs disciplinaires différenciés, des organisations et des divisions du travail variées, de même que comme un enjeu fondamental pour appréhender cette activité spécifique qu'est la recherche en laboratoire. Cet article s'inscrit dans le prolongement de la perspective ouverte par Benjamin Sims (2005), qui a proposé l'une des rares études mettant au cœur de l'analyse de l'activité scientifique cette dimension pratique de la sécurité et de la gestion des risques en situation, pour comprendre les moyens concrets par lesquels les scientifiques testent des appareils, manipulent des entités, élaborent et interprètent des inscriptions (voir aussi Sims, 1999). Il s'agit donc ici de considérer la sécurité comme un ensemble de pratiques et de savoirs tacites (Polanyi, 2009 [1966] ; Collins, 2010 ; Doing, 2012) qui vise à éliminer ou à contenir le danger et qui fait partie intégrante du travail de recherche en laboratoire.

Le cas des laboratoires de nano-médecine est de ce point de vue particulièrement intéressant. Alors que la controverse fait rage concernant les dangers et les apports des

¹ On peut désigner par le terme « nano » des objets, processus de fabrication, activités de recherche ou risques associés à des particules ou des matériaux dont l'une des dimensions au moins est de l'ordre de 10⁻⁹.

nanotechnologies (Chateauraynaud, 2014 ; Lenglet, 2014), qu'une grande indétermination règne autour de la catégorie « nano » (Laurent, 2013), que de fortes incertitudes entourent les risques associés à ces nanoparticules et nanomatériaux (Chalas *et al.*, 2009), comme le relaie régulièrement l'ANSES depuis plusieurs années (ANSES, 2011, 2014), et que la réglementation concernant la gestion de ces risques est elle-même traversée par de profonds et vifs débats (Lacour, 2014), il apparaît opportun de s'interroger moins sur ce que pensent les scientifiques à ce sujet que sur leurs pratiques quotidiennes de recherche, sur les manières dont ils font avec cette incertitude et gèrent leur propre sécurité. En s'intéressant aux laboratoires de nano-médecine, qui utilisent notamment les nanoparticules comme des véhicules ou des vecteurs permettant de mieux utiliser des agents chimiothérapeutiques aux effets toxiques², on est au cœur des questions de sécurité et de gestion de la toxicité que contiennent, de fait, tous les médicaments ou presque. Néanmoins, la question des risques liés au maniement de nanoparticules elles-mêmes n'apparaît pas centrale dans le souci de sécurité qui se manifeste dans les laboratoires de recherche en nano-médecine. En effet, les particules présentes dans les expériences sont toujours en solution (plutôt que sous forme de poudre) et, surtout, elles sont biodégradables donc non persistantes dans l'organisme. Comme on le verra, les pratiques de sécurité visent surtout les risques « classiques » de la chimie (inhalation de vapeurs, éclaboussures sur la peau, projections dans les yeux) ainsi que la manipulation de produits cytotoxiques encapsulés dans les nanoparticules (liposomes ou micelles le plus souvent) utilisés pour développer de nouveaux traitements anticancéreux.

La comparaison que nous proposons entre deux laboratoires de nano-médecine en France et aux États-Unis (voir l'encadré 1) permet de mettre en regard deux cas contrastés d'un point de vue organisationnel, à la fois au niveau du travail scientifique et du travail de prévention des risques. Bien qu'il s'agisse dans les deux cas de grands laboratoires (120 membres en France et 170 aux États-Unis), reconnus au niveau international et se situant dans un espace de recherche fondamentale tout en intégrant une logique d'application finalisée qui nécessite une pluridisciplinarité particulièrement forte, les différences organisationnelles sont visibles. Le laboratoire Dylan est ainsi dirigé par un « PI » (*principal investigator*) qui encadre l'ensemble des doctorants (une quarantaine), post-doctorants (environ soixante-dix), techniciens (une trentaine) et étudiants en master, aucun autre chercheur permanent n'étant présent dans le laboratoire. À l'inverse, dans le laboratoire Durand, composé de huit équipes bien identifiées et plus pérennes — contrairement à la seule logique de projet qui structure le laboratoire Dylan —, cet encadrement est assuré par une quarantaine de permanents, chargés ou directeurs de recherche du CNRS et maîtres de conférences ou professeurs d'universités, et non par le seul directeur. Dans les deux cas, cette organisation est néanmoins complétée par la mise en place de dispositifs de supervision informelle des doctorants ou post-doctorants sur les étudiants en master et des post-doctorants sur les doctorants. En ce qui concerne l'organisation de la prévention des risques, la mise en œuvre des règles de sécurité prescrites par les « ingénieurs hygiène et sécurité » de l'université (extérieurs aux laboratoires) est confiée à des doctorants qui sont nommés « *safety representatives* » (« *safety reps* ») dans le laboratoire Dylan (six à huit personnes), tandis qu'elle est assurée dans le laboratoire Durand par une assistante de prévention ainsi que par six ingénieurs d'études en charge de certaines salles, produits ou manipulations impliquant des dangers particuliers (cyto-

² Les nanoparticules peuvent résoudre beaucoup de problèmes liés au traitement des tumeurs cancéreuses comme : réduire les doses d'agents chimiothérapeutiques injectés par voie intraveineuse qui sont toxiques en grande quantité, éviter la résistance des cellules cancéreuses aux traitements, mieux cibler la tumeur pour éviter d'endommager des cellules saines. Le cancer n'est cependant pas la seule maladie concernée ; de nombreuses recherches sont menées, dans les laboratoires étudiés, sur d'autres maladies : diabète, maladies pulmonaires, affections touchant le cerveau, etc.

toxicité, radiations, nanoparticules...), en plus de leur travail de support et de soutien aux chercheurs dans le cadre des projets de recherche.

Cet article souligne l'importance des pratiques de sécurité qui doivent être considérées comme une dimension à part entière du travail scientifique, s'intégrant dans les savoirs tacites déjà mis en évidence par ailleurs pour décrire le travail scientifique (section 1). En approfondissant l'analyse de la division du travail scientifique et de l'évaluation des compétences qui se construisent autour de ces pratiques quotidiennes de sécurité, on pourra alors montrer comment la sécurité apparaît structurante dans la hiérarchisation des statuts en laboratoire (section 2). La bureaucratisation récente des politiques de sécurité au sein des universités vient enfin mettre en tension les savoirs tacites mobilisés par les chercheurs et les règles formelles établies par des agents spécialisés. Cette articulation problématique se traduit par une difficile délégation de la sécurité (section 3).

Encadré 1. Données et méthodes

L'analyse s'appuie sur l'étude comparative de deux laboratoires de recherche en nano-médecine implantés dans des contextes nationaux différents, en France (laboratoire « Durand ») et aux États-Unis (laboratoire « Dylan ») — les noms des laboratoires et des personnes citées dans l'article étant fictifs. Inscrite dans une recherche dirigée par Jérôme Pélisse, financée par le Centre national de la recherche scientifique (CNRS) et l'université Paris-Saclay (2013-2016), cette enquête visait à comparer la gestion de la sécurité dans divers laboratoires de nanosciences en France et aux États-Unis. L'article repose en grande partie sur l'enquête menée par Céline Borelle, post-doctorante dans cette équipe, qui a aussi impliqué Éric Draï et, plus ponctuellement, Susan Silbey, Joëlle Evans et Audrey Couyere. Les données recueillies s'ancrent dans une démarche ethnographique, qui a permis de procéder à des observations (observation hebdomadaire pendant deux mois dans le laboratoire français et observation quotidienne, pendant une semaine en 2014 puis deux semaines en 2015, dans le laboratoire américain), ainsi qu'à des entretiens, certains approfondis, d'autres plus informels, avec les scientifiques, qu'ils soient stagiaires en master, doctorants, techniciens, post-doctorants ou enseignants-chercheurs, *principal investigators* et directeurs de laboratoire ou ingénieurs sécurité (n = 17 en France ; n = 26 aux États-Unis).

1. L'intrication de la sécurité dans le travail scientifique

Une véritable intrication peut être mise en évidence entre production du savoir scientifique et attention à la sécurité, au sens où ces deux ordres de pratiques, analytiquement distincts, s'imbriquent dans l'activité quotidienne des chercheurs en laboratoire. Ces activités, visant à produire autant de la science que de la sécurité, s'appuient sur des savoirs tacites structurés par une forte dimension perceptive.

1.1. L'imbrication dynamique des pratiques scientifiques et de sécurité

Dans les pratiques scientifiques de laboratoire, l'enjeu de la sécurité et la logique de production du savoir scientifique sont intimement liés, et cela ne concerne pas uniquement les recherches particulièrement dangereuses comme celles qu'étudie Benjamin Sims (2005)³. Non pas que les risques n'existent pas dans les laboratoires que nous avons étudiés, comme en témoigne une ingénieure d'études du laboratoire Durand :

« Alors je crois que c'était en 2012, le soir, quand je suis rentrée chez moi, ça tournait et je ne pouvais plus marcher. Et en fait, en discutant après avec les gens autour, c'était arrivé à plusieurs personnes, il y en a qui avaient vomi et qui avaient été aux urgences ».

³ Ce dernier étudie la question de la sécurité dans un laboratoire de Los Alamos produisant de très fortes décharges électro-magnétiques pour analyser leurs propriétés. Le danger est ici constitutif de ce domaine de recherche, que l'auteur justifie comme un cas extrême au sein d'une logique plus générale — qui relie culture organisationnelle et culture épistémique — pris pour comprendre l'activité scientifique.

Dans ce laboratoire, une chercheuse a même développé une forme d'allergie liée à certaines émanations de produits, qui l'a obligée à changer de bâtiment pour pouvoir continuer à faire ses recherches.

Inhérentes à l'activité scientifique et à l'usage de nombreux produits potentiellement toxiques, les pratiques qui visent à éliminer ou contenir le danger sont convergentes avec celles qui permettent de tirer des conclusions des expérimentations. Assurer sa sécurité revient très souvent à assurer la fiabilité même de son expérience. Dans une manipulation (« manip' ») qui implique des cellules, le port des gants vise par exemple autant à se protéger des entités impliquées qu'à protéger ces entités de soi. Le risque pour soi (être contaminé) est également un risque pour l'expérience (contaminer) et cela est particulièrement vrai en biologie où les risques de contamination sont avant tout pensés de l'expérimentateur vers les entités soumises à exploration, contrairement à la chimie. Fondamentalement, les pratiques scientifiques se déploient en effet selon une logique d'ordonnement du monde qui permet à la fois l'investigation et la maîtrise du danger. L'étiquetage et le tri des entités, de même que la séparation des espaces, sont autant de points de rencontre entre le souci de cohérence qui structure l'expérimentation et le souci de propreté qui empêche l'émergence du danger (Mody, 2001), comme on peut le voir dans la figure 1, qui montre des produits et des instruments bien disposés, et des poubelles différentes selon les types de déchets.

Figure 1. Des paillasses aux poubelles, un monde bien ordonné



Crédit photo : Céline Borelle, laboratoire Durand.

De la disposition des produits et instruments sur la table à la gestion des déchets (séparés selon leur nature), l'ordonnement de l'espace et des pratiques en laboratoire résulte largement d'une attention aux risques et à la nécessité d'assurer sa sécurité.

Le soin apporté à une manipulation concerne donc autant l'application nécessaire pour produire de la bonne science que la propreté pour se préserver des risques. Arnaud, chargé de recherche du laboratoire Durand, explique ainsi que les pratiques dépendent du domaine de recherche, en comparant les biologistes qui seraient plus soigneux que les chimistes pour des raisons autant scientifiques que de sécurité :

« J'ai l'impression qu'en bio, ils sont plus précautionneux, parce que le métier veut ça. Parce que s'occuper de cellules, ça demande une organisation folle, être précautionneux. Tu éternues sur la cellule, tu la flingues. Alors qu'en chimie, tu peux en foutre un peu à côté, c'est pas grave : ta réaction fonctionne quand même. C'est peut-être aussi la science qui veut ça. Si le métier nécessite d'être rigoureux, la personne sera rigoureuse ».

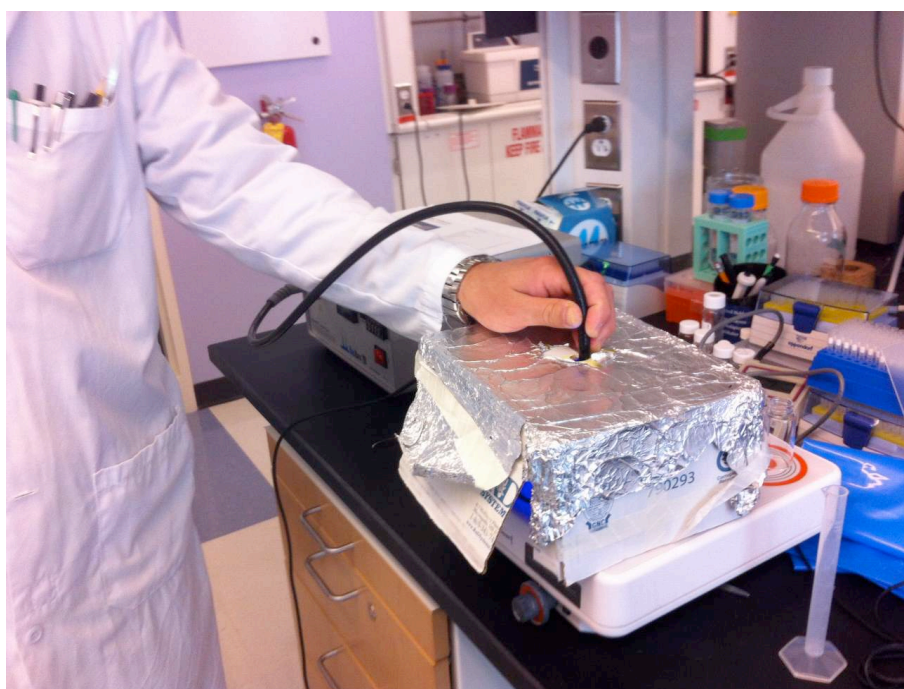
À l'inverse, les produits chimiques sont sources de dangers (d'inhalation, d'explosion, de brûlure, etc.) plus importants que ceux induits par les solutions utilisées en culture cellulaire par les biologistes, et les oppositions entre disciplines et cultures épistémiques (Knorr-Cetina, 1999), notamment dans leurs rapports au danger et à la sécurité, constituent bien une dimension centrale des controverses autant que des identités disciplinaires et professionnelles des uns et des autres.

Au-delà de ces différences qui se manifestent au quotidien dans les deux laboratoires étudiés — la nano-médecine ayant ceci de singulier qu'elle existe par la rencontre de disciplines distinctes : chimie, biologie, physique, pharmacie —, l'ordonnement de l'environnement de travail relève d'un effort constant. Car le processus d'expérimentation scientifique, de même que le maintien de la sécurité, ne peut pas être réduit à un ensemble figé de règles et de principes (Sims, 2005). Les dispositifs permettant l'innovation scientifique sont concrètement situés (Gooding, 1990) et le « bricolage » est particulièrement structurant dans la culture professionnelle entourant la recherche en nanosciences⁴. Parfois de nature « périphérique » — lié à des contraintes matérielles impliquant de « faire avec les moyens du bord » —, ce bricolage résulte aussi pour partie de l'interdisciplinarité ou de la recombinaison disciplinaire que suscitent tout particulièrement les recherches en nano-médecine (Louvel, 2015). Il concerne en cela le cœur de l'activité de recherche, par la création de « manips » et d'instruments et par le relevé des inscriptions.

La valorisation du bricolage est, de ce point de vue, particulièrement forte dans les deux laboratoires observés. Elle s'explique d'abord par une logique de recherche essentiellement fondamentale qui implique des petites quantités de solvants ou de produits toxiques, à la différence de la recherche appliquée où les quantités manipulées imposent l'application de standards et autorisent moins le bricolage. Son origine est également organisationnelle et culturelle : dans le laboratoire français, le bricolage s'explique en grande partie par des contraintes matérielles (liées aux locaux pas toujours adaptés, aux difficultés d'avoir les bons instruments, à la logique « bouts de ficelles » et aux contraintes bureaucratiques que déplorent parfois les chercheurs), alors qu'il est mis en avant et valorisé dans le laboratoire américain. Certains en donnent une explication culturaliste, comme Martin, post-doctorant d'origine australienne qui a fait sa thèse en Allemagne et un premier post-doctorat en Suisse avant d'arriver dans ce laboratoire : « Je pense que ça fait partie de la culture américaine, de se précipiter dans l'expérimentation, de toujours tester des trucs nouveaux ». La valorisation du bricolage, qui relève d'une forme de virtuosité professionnelle — comme celle que Nicolas Dodier (1995) observe dans une usine de fûts métalliques —, est également portée par un discours de mythification de l'institution dont dépend le laboratoire, présentée par Mandie, étudiante en master, comme un environnement « où tout le monde pense que l'impossible est possible », traversé par une « culture de l'innovation » sur des « sujets à la pointe » et qui rassemble « les meilleurs des meilleurs dans leurs champs de recherche ».

⁴ Le terme « bricolage », utilisé de manière récurrente par les chercheurs, est conçu comme un moyen de « focaliser l'analyse sur une saillance discursive » pour explorer la tension entre culture professionnelle et formes organisationnelles du travail (Jouvenet, 2007).

Figure 2. Un exemple de bricolage



Crédit photo : Jérôme Pélisse, laboratoire Dylan.

Un exemple des multiples bricolages quotidiens des chercheurs, ici l'usage d'une boîte à chaussures et de papier aluminium pour protéger de la lumière un échantillon de solution aqueuse que le chercheur soumet à une lumière bleue pour vérifier la présence en nombre suffisant de nanoparticules qui, sous l'effet de la lumière bleue, doivent « floconner » la solution. Le chercheur comme l'observateur portent des lunettes de sécurité, que le chercheur a tout particulièrement imposées à ce moment-là, en raison du danger possible lié à la lumière bleue, susceptible d'abîmer la cornée si elle est dirigée vers les yeux.

1.2. Contenir le danger, produire des connaissances : perceptions et savoirs tacites en laboratoire

La perception joue un rôle central dans l'intrication entre pratiques scientifiques et pratiques de sécurité. Les *Science and Technology Studies* (STS) ont développé la notion de « savoirs tacites » (Collins, 2010) pour prôner une attention toute particulière aux gestes des chercheurs et à ces dimensions perceptives qui impliquent des « techniques du corps » sur lesquelles Marcel Mauss (1936) avait déjà insisté. Michael Polanyi évoque dès 1966 « les racines corporelles de toute pensée, y compris les connaissances », et propose de considérer le corps comme « l'instrument ultime de toutes nos connaissances externes » (Polanyi, 2009 [1966], p. 15)⁵. Par la suite, Bruno Latour insiste, dans son article fondateur sur les « vues de l'esprit », sur le fait que « penser est un travail des mains » (Latour, 1987 [1985], p. 9). Harry Collins (2010) introduit enfin une nouvelle dimension dans l'attention prêtée au corps à travers la notion de « savoirs tacites somatiques » (à côté des savoirs tacites « relationnels » et « collectifs »), qui peut être rapprochée des travaux sur l'expertise qu'a menés ce même auteur (Collins et Evans, 2002, 2007), ou encore de la sociologie de la perception développée par Christian Bessy et Francis Chateauraynaud (1995). L'« art de la prise », qui désigne la rencontre singulière entre représentation (« repères ») et perception (« plis ») dans la qualification d'un objet, outille en effet l'exploration des modalités concrètes d'intrication entre le corps et l'esprit dans les pratiques et la constitution de savoirs d'expertise qui s'actualise en situations.

⁵ Notre traduction, comme pour toutes les citations dans cet article.

L'observation des manipulations de laboratoire révèle l'importance de la dimension perceptive des savoirs tacites dans le travail scientifique : l'importance du toucher dans le maniement d'une pipette graduée, de la vue dans le décèlement d'une contamination de cellules par la présence de « flocons de neige », de l'ouïe pour identifier dans quel cycle se situe un sonicateur⁶, ou encore de l'odorat dans l'analyse d'une réaction chimique. Les scientifiques eux-mêmes soulignent l'intrication profonde entre perception et représentation dans l'expérimentation et nous avons été frappés, pendant nos observations, de constater l'intense mobilisation de tous les sens des chercheurs pendant les expériences. La sécurité est une dimension à part entière de ces savoirs tacites, qui prennent la forme d'un « art de la prise » spécifique. Ces scientifiques décèlent le danger en articulant en permanence représentation et perception. Teresa, post-doctorante dans le laboratoire Durand, souligne ainsi que « les odeurs de solvants, ça veut dire qu'on fait mal les manip' ou que les hottes fonctionnent mal. En tout cas, ça veut dire qu'on respire un truc qui est mauvais pour nous ». Même si les scientifiques témoignent d'une habitude à certaines odeurs, la survenue d'une odeur suspecte ou particulièrement forte dans une salle de laboratoire peut entraîner des comportements de protection. Benjamin, post-doctorant dans le laboratoire Dylan dont le poste de travail se situe dans le prolongement des « paillasses » (contrairement à beaucoup d'autres, dont les ordinateurs se situent dans des espaces séparés, hors des salles d'expériences), explique ainsi : « Si je remarque quelque chose, une odeur par exemple, j'essaie d'aller travailler ailleurs ».

Si les événements perceptifs inhabituels peuvent être interprétés par les scientifiques comme indiquant la présence d'un risque, on constate néanmoins une certaine tolérance par rapport aux situations d'incertitude perceptive en raison de l'imprévisibilité de la recherche expérimentale. Cette tolérance fait l'objet d'un apprentissage au sein du laboratoire, ou plutôt d'une « enculturation » en tant que membre du groupe, d'une incorporation qui n'est ni formalisée, ni explicite. De la même manière que les doctorants découvrent l'imprévisibilité et l'instabilité des expérimentations en laboratoire — dimensions qui ne sont publicisées ni pendant leurs études ni dans les publications scientifiques — et transforment ce qu'ils ressentent comme des échecs personnels en troubles normaux de la routine scientifique (Delamont et Atkinson, 2001), ils apprennent à percevoir le danger et à mobiliser des savoirs tacites leur permettant d'identifier si des phénomènes perceptifs inhabituels sont « intéressants », « dangereux » ou bien ni l'un, ni l'autre. L'émergence d'événements perceptifs inhabituels est en quelque sorte une dimension routinière dans une activité scientifique qui vise à produire des connaissances nouvelles à partir des aspérités d'un environnement qu'il s'agit de comprendre et de maîtriser. Des phénomènes étonnants — au sens des expériences sensorielles qui ne font pas l'objet d'une perception évidente — adviennent ainsi de manière récurrente lors des manipulations : un bouchon qui saute d'un tube à essai, un bain d'huile qui change de température « tout seul », ou encore une odeur inattendue dans un frigo ou lors de l'évaporation d'un solvant au rotovap (évaporateur rotatif). Ces phénomènes, auxquels nous avons assisté aussi bien dans le laboratoire Durand que dans le laboratoire Dylan, sont remarqués par les scientifiques qui s'exclament : « Ça ne devrait pas sentir aussi fort », « Quelle odeur ! Ça sent bizarre, ici », « Je ne sais pas pourquoi mon bain [d'huile] est à 39 degrés et pas à 35... ». Néanmoins, personne ne témoigne d'une volonté farouche d'éclaircir ces mystères qui sont tolérés comme étant de l'ordre des « aléas de la science », selon les termes de Guillaume, post-doctorant dans le laboratoire Durand. Les événements perceptifs inhabituels ne donnent pas forcément lieu à la recherche d'une

⁶ Il s'agit d'un instrument qui émet des ultrasons permettant de préparer et manipuler des échantillons pour réduire la taille des particules ou accélérer des réactions chimiques (par exemple). Il produit des bruits de cavitation liés au tourbillonnement des liquides.

modalité de résolution qui pourrait prendre la forme de l'élimination ou encore de l'explication du phénomène.

Il reste que lorsqu'un phénomène disruptif susceptible de signaler un danger — une odeur inhabituelle ou particulièrement forte, la vue d'un couloir encombré de poubelles qui débordent de verreries potentiellement coupantes, le bruit inquiétant ou au contraire pas assez fort d'une hotte dont on se met à douter de la capacité d'aspiration — persiste ou se répète, cela signifie que la question mérite d'être prise au sérieux. Au laboratoire Durand, où les effluves d'une odeur « soufrée » d'origine inconnue se répandent depuis plusieurs années dans l'ensemble d'un bâtiment, des moyens importants ont été mis en œuvre pour, sinon identifier le problème, au moins le contenir. Comme les visites de laboratoire et les contrôles ne débouchaient pas, des mesures ont été prises, sans pour autant que la cause ait été identifiée, comme le souligne Nathalie, ingénieure au laboratoire et assistante de prévention :

« On a bouché tous les siphons de sol, on a mis des siphons anti-retour sur tous les lavabos, mais régulièrement, on a des odeurs, des émanations. Parfois, on prend des personnes en flagrant délit, qui versent directement dans l'évier des choses... Et puis, il y a des choses qu'on ne sent plus avec le temps. Quand quelqu'un vient de l'extérieur, il dit que cela sent mauvais. Après, cela sent la chimie, c'est normal mais bon, faut être sûr que ce n'est pas toxique, quoi ».

Ce que signale cet épisode, au laboratoire Durand, c'est non seulement que la vie de laboratoire et la production de nouveaux savoirs scientifiques nécessitent des savoirs tacites concernant la perception du danger mais également que la sécurité fait l'objet d'une véritable activité en soi, avec ses acteurs et sa division du travail, qui s'insèrent dans la hiérarchie et l'organisation du travail scientifique.

2. Sécurité, compétences professionnelles et hiérarchisation des statuts

L'enjeu de la sécurité est prégnant dans de nombreuses activités scientifiques qui s'appuient sur des produits, des instruments ou des dispositifs susceptibles de mettre en danger ceux qui les utilisent. La sécurité, de ce point de vue, est une dimension intrinsèque du travail scientifique comme on l'a montré, mais également un enjeu déterminant dans l'élaboration de la compétence professionnelle, dans la mesure où les pratiques de sécurité d'une personne fondent l'évaluation de sa compétence par les autres membres, et parce que cet enjeu est articulé avec la hiérarchisation des statuts au sein des laboratoires.

2.1. Mobiliser des savoirs tacites de sécurité

Chez les scientifiques, comme chez les entrepreneurs de travaux forestiers (Schepens, 2013), le danger est souvent associé à l'incompétence professionnelle. Cet aspect est particulièrement visible dans les laboratoires de nano-médecine, caractérisés par une forte pluridisciplinarité déjà évoquée, rassemblant biologie, chimie, génie biomécanique ou encore pharmacie (voir Shinn et Marcovich, 2015, sur la « disciplinarité » des recherches en nano). Cette pluridisciplinarité offre en effet la possibilité aux membres du laboratoire de se situer en dehors de leur zone de compétence, place à laquelle ils associent l'émergence du danger. Kevin, doctorant dans le laboratoire Dylan, explique :

« Un autre problème lié au laboratoire multidisciplinaire, c'est que tu as des chimistes qui font de la biologie et des biologistes qui font de la chimie. De la chimie à laquelle ils n'ont jamais été formés et qui, de ce fait, est dangereuse. Alors que dans les mains d'un chimiste, je dirais que c'est complètement sûr, dans les mains de quelqu'un qui n'a pas été formé à la chimie, ça peut être plus dangereux. Donc le problème, c'est les biologistes qui sont en dehors de leur zone de confort. Parce que les chimistes, ils ont été formés. Ils sont à l'aise

avec le fait de manipuler des matériaux dangereux parce que ça fait partie de leur travail au quotidien. Et ils comprennent les dangers ».

De manière similaire, Martin, post-doctorant dans le laboratoire Dylan, soulève le problème inverse, celui des chimistes qui se lancent dans la culture cellulaire :

« Beaucoup de personnes qui utilisent la salle de culture cellulaire du labo n'y connaissent pas grand-chose. Mais ils utilisent la salle quand même. Et donc tu les vois faire des trucs ridicules tout le temps, comme le fait qu'ils ne stérilisent rien, ou ce genre de choses. Et c'est juste parce qu'on n'est pas dans un labo spécialisé dans la culture cellulaire mais plutôt dans un labo qui fait un petit peu de beaucoup de choses différentes ».

Luc, chargé de recherche au CNRS, développe la même analyse sur le laboratoire Durand :

« C'est vrai que quand j'ai des étudiants chimistes que j'envoie en salle de culture pour apprendre à cultiver des cellules, c'est folklorique quoi ! Aucune cellule ne survit, t'as des champignons partout ! [rires] ».

La pluridisciplinarité, au-delà d'impliquer un danger potentiellement plus important, nourrit également la réflexivité des acteurs, les frottements disciplinaires constituant en effet autant d'occasions de faire apparaître la maîtrise relative des risques comme une dimension constitutive du travail scientifique.

Pourtant, si le danger est appréhendé comme résultant de l'incompétence, la prise de risque est également considérée comme un signe de compétence professionnelle, de la même manière que dans les métiers du bâtiment (Cru, 2014) ou dans le monde de l'ingénierie nucléaire (Hecht, 2004), par exemple. On y retrouve la valorisation de la figure du « cowboy » et du contexte « *Far West* ». Luc explique :

« Il y a le mec qui a un peu peur de tout, qui va se foutre un casque pour faire le moindre truc. Et le mec un peu *cowboy* qui va venir en tongs [la règle consiste à porter des chaussures fermées], j'en ai vu et moi aussi j'ai fait ça en thèse ! [rires] Ça dépend où les personnes étaient avant, si le labo était strict ou un peu plus *Far West*. Enfin, je ne critique pas trop parce que moi non plus, je mettais jamais de blouse ».

De manière similaire, André, également chargé de recherche CNRS dans le laboratoire Durand, se moque gentiment d'un étudiant en master qui se montre très — voire trop — précautionneux dans ses expérimentations. Comme dans d'autres mondes professionnels particulièrement genrés — dans le bâtiment, chez les éboueurs (Dubois et Lévis, 2013) ou les bûcherons —, la prise de risque est constitutive chez les scientifiques en nano-médecine d'une identité professionnelle teintée d'un virilisme également souligné par Gabrielle Hecht (2004) dans le cas des ingénieurs nucléaires. André n'hésite pas à dire que :

« Généralement, les filles sont plus respectueuses des règles de sécurité. J'ai remarqué ça, les filles sont un peu plus strictes, très respectueuses, très ordonnées. Du coup, ça va avec, je trouve. Quand tu regardes les cahiers de labo, tu le vois : ça c'est une fille, c'est bien écrit et tout. Et le comportement dans le labo, c'est la même chose, elles sont très ordonnées. C'est pas le foutoir, quoi. Alors que le mec est plus à même de foutre le bordel, de laisser traîner plein de trucs, d'arriver et de lancer un truc comme ça ! J'ai jamais vu une fille faire ça ».

En étant ainsi attentif à la question de la sécurité, c'est l'intérêt d'une sociologie culturelle des espaces scientifiques prenant en compte la dimension du genre (Fellinger, 2010) que l'on pointe ici, de même que l'intérêt d'articuler cette sociologie à la prise en compte des formes d'organisation du travail en laboratoires.

L'enjeu de la sécurité est enfin structurant dans l'élaboration de la compétence professionnelle et la reconnaissance des savoirs tacites propres aux professionnels de la science, dans la mesure où il s'articule avec la hiérarchisation des statuts au sein des laboratoires.

Le critère de l'expérience fonde une hiérarchie statutaire qui s'organise de la manière suivante dans une logique d'accroissement de la grandeur (Boltanski et Thévenot, 1991) : étudiant en master, doctorant/technicien, post-doctorant et enseignant-chercheur. L'importance des savoirs tacites et de l'« art de la prise » dans les pratiques scientifiques et de sécurité permet d'appréhender la carrière comme un apprentissage des techniques du corps nécessaires à une expérimentation à la fois efficace et sécurisée. Les personnes les moins expérimentées sont donc considérées comme étant à la fois les moins compétentes et les plus dangereuses. Plusieurs personnes du laboratoire Dylan affirment ainsi que la plupart des accidents impliquent des « UROP » (qui héritent leur nom des « *Undergraduate research opportunity programs* » sur lesquels ils sont engagés), étudiants en master qui effectuent un stage dans le laboratoire. L'enjeu de la sécurité implique donc de tenir compte de la socialisation des chercheurs, et en particulier de cette socialisation aux risques et au danger souvent invisibilisée, pourtant repérable chez les doctorants (Delamont et Atkinson, 2001).

2.2. Appliquer (ou non) des règles formelles de sécurité

Certains des membres des laboratoires sont particulièrement socialisés à la question de la sécurité. Certains doctorants aux États-Unis et ingénieurs en France sont chargés de veiller à l'application des règles de sécurité. Ces « *safety reps* » et « agents de prévention » déplorent souvent le fait que les scientifiques reconnus comme compétents puissent avoir le sentiment d'être au-dessus des règles de sécurité. Kevin, doctorant et « *safety rep* » dans le laboratoire Dylan, explique ainsi :

« Dans ce laboratoire, on a les meilleurs post-docs du monde. Les meilleurs scientifiques viennent dans ce laboratoire et en tant que tels... Je pense que certaines personnes pensent qu'elles sont tellement intelligentes qu'elles n'ont pas à se soucier des équipements de sécurité. [...] Le truc qui m'ennuie, c'est quand les gens pensent qu'ils sont au-dessus de la sécurité parce qu'ils sont vraiment brillants ».

Ces agents investis d'une mission de sécurité sont chargés de rappeler les règles et la nécessité de pratiques standardisées et conformes (comme le fait de porter des lunettes ou des gants) : en ce sens, ils incarnent le contraire de l'esprit scientifique qui valorise le nouveau, l'inattendu, le non-conforme, et les savoirs tacites, voire la sérendipité. Peu dotés en légitimité scientifique (doctorants, techniciens ou ingénieurs), ils tendent à adopter une attitude non interventionniste sur les pratiques d'autrui car rappeler les règles de sécurité, c'est en quelque sorte remettre en cause la compétence professionnelle. Paul, post-doctorant et coordonnateur de l'une des salles d'expérimentation dans le laboratoire Dylan, explique qu'il se garde bien d'intervenir sur les manipulations des autres et qu'il préfère respecter leur « discrétion individuelle ». Andy, doctorant et lui aussi « *safety rep* », précise qu'il n'intervient que dans les cas où une personne est susceptible de mettre en danger les autres :

« Au bout du compte, c'est leur sécurité personnelle qui est en jeu. Tant qu'ils ne font rien de dangereux pour moi ou pour les autres autour d'eux, s'ils ne veulent pas porter de lunettes... Tu sais que c'est la règle mais au bout du compte, cela n'affecte que toi si tu reçois un truc dans l'œil ».

De fait, le rapport qu'une personne peut entretenir avec les règles de sécurité est directement fonction de son statut au sein du laboratoire. La sécurité est l'un des supports de la hiérarchisation des statuts. D'une part, l'injonction à respecter les règles de sécurité se fait toujours en direction d'une personne occupant un statut inférieur. D'autre part, la capacité d'exprimer cette injonction est systématiquement assortie d'une possibilité de déroger à ces règles pour soi. Mandie, étudiante en master, explique ainsi que son superviseur, Keith, post-doctorant dans le laboratoire Dylan, lui rappelle régulièrement les règles de sécurité même si lui ne les respecte pas forcément. Enfin, l'injonction au

respect des règles de sécurité peut être utilisée non pas tant pour éviter le danger que pour rappeler la hiérarchie des statuts au sein du laboratoire. Ainsi Luc, dans le laboratoire Durand, explique :

« C'est un thésard que j'ai. Donc c'est un chimiste à la base. Il a fait des nanos et à un moment donné, il a dû faire des tests sur des cellules. Il manipule très bien au demeurant. Mais par contre, il avait son iPad, tout le temps, tout le temps. Il faisait un test sur une cellule, donc ça durait une heure, il était sur son iPad, il faisait du Skype avec sa famille, il jouait à des machins, Candy Crush ou je ne sais pas quelle connerie. Donc les gens me disent : il est toujours avec son iPad, faudrait peut-être que tu lui dises. Je lui dis une fois. Hop, un mois après, je le redis. Deux fois, trois fois. Il bossait bien, j'avais rien à dire, mais c'est vrai que du point de vue de l'hygiène et de la sécurité, c'était interdit. C'est pas dangereux en tant que tel, c'est interdit. Il a fallu que je fasse le rappel trois-quatre fois et puis la quatrième fois, je lui ai dit : si tu le refais, ton iPad, je le fous dans l'acide sulfurique et on n'en parle plus ! Il n'a plus sorti son iPad ».

Le rappel aux règles de sécurité est encore plus important quand les personnes en haut de la hiérarchie statutaire sont nombreuses et présentes dans les salles d'expérimentation, ce qui n'est pas sans lien avec la configuration architecturale des bâtiments (Galison, 1999). Dans le laboratoire Durand, les enseignants-chercheurs circulent régulièrement pour rappeler les règles de sécurité, en insistant notamment sur le port des lunettes et l'importance de maintenir les vitres des hottes baissées. Au contraire, les membres du laboratoire Dylan soulignent leur coupure par rapport au directeur du laboratoire qui est rarement présent. Mark, post-doctorant, explique :

« Le chef est habituellement... le PI [*principal investigator*] est en général occupé à d'autres choses, donc il n'est pas vraiment en prise avec le laboratoire. Donc il y a comme une séparation entre ce qui se passe dans le laboratoire et le lieu où se situe l'autorité ».

3. Tensions autour de la bureaucratisation de la sécurité

La sécurité fait aussi l'objet d'une prise en charge hétéronome de plus en plus prégnante, qui entre en tension avec les socialisations disciplinaires et les savoirs tacites de sécurité, qui constituent traditionnellement la manière dont la sécurité a été prise en charge dans les laboratoires de recherche (contrairement à l'industrie). Des politiques de sécurité de plus en plus formalisées et bureaucratisées se développent en effet depuis les années 2000, en réponse à des affaires qui ont soulevé la question de la responsabilité juridique en la matière — que ce soit en France, notamment sous l'effet du scandale de l'amiante, ou aux États-Unis, à la suite de la médiatisation d'un accident qui a entraîné la mort d'une post-doctorante dans un laboratoire de chimie à Los Angeles en 2008. Comme nous le montrons, cette bureaucratisation externe, au sens où elle provient de l'extérieur des laboratoires, achoppe cependant sur une difficile délégation de la sécurité à des acteurs dédiés.

3.1. Bricolage et sécurité : les apories de la bureaucratisation

Cette bureaucratisation, nous en avons fait l'expérience directement, dès notre entrée sur le terrain, avec l'obligation qui nous a été faite de nous former à la sécurité pour pénétrer dans le laboratoire Dylan (Pélisse, 2014 ; voir l'encadré 2).

La rationalisation bureaucratique des pratiques scientifiques ne se traduit pas uniquement par la nécessité de se former à la sécurité. La multiplication des règles de sécurité, notamment en lien avec les nanomatériaux, issues de recommandations européennes ou de multiples rapports⁷, et la mise en place, au sein de l'université qui abrite le labora-

⁷ Comme ceux de l'Institut national de recherche sur la sécurité (INRS), de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) ou du *Scientific Committee on*

toire Dylan, d'un véritable « *Environmental, Health and Safety [EHS] management system* » depuis le milieu des années 2000 (Huisling et Silbey, 2011, 2013), pèsent sur les pratiques de laboratoire. Linda, *EHS officer*, décrit une organisation de la sécurité « très claire ; chacun est assigné à un job, sait ce qu'il doit faire et est formé pour cela [...] ; comme à l'armée, dans le bon sens du terme ». Son activité, principalement orientée vers le suivi des « *process* », les formations et les inspections, vise à vérifier la conformité des procédures et la traçabilité de nombreuses actions estimées cruciales pour le respect de la sécurité (inventaires des produits, vérification des machines et instruments, des mises à jour, etc.).

Encadré 2. Se former pour entrer dans le laboratoire Dylan

Alors que pour le laboratoire Durand, une connaissance personnelle a facilité l'introduction des sociologues auprès des membres du laboratoire, la prise de contact s'est déroulée bien différemment pour le laboratoire Dylan, l'un des plus importants laboratoires d'une université américaine très réputée de la côte est. La négociation du terrain s'est faite officiellement auprès du PI, par une intermédiaire de la même université mais sans contacts personnels préalables. Nous avons été soumis au régime qui concerne tout nouvel entrant dans ce laboratoire, comme si nous allions nous-mêmes « manipuler », à savoir une série de formations en ligne puis en présentiel. Ces formations dispensées par l'université ont concerné les différents risques identifiés au sein du laboratoire (infections biologiques, risques chimiques, gestion des déchets, risques nano, etc.) et elles ont dû être réactualisées lors de notre retour dans le laboratoire. Chronophages (une dizaine d'heures en ligne puis une demi-journée sur place, qu'il a fallu répéter un an après), elles renseignent sur l'importance que représente la sécurité pour ce laboratoire, qui impose d'ailleurs en plus deux modules spécifiques. Elles se sont accompagnées de la signature de nombreux documents indiquant que nous étions bien informés des risques et des règles de sécurité, et se sont conclues par une visite du laboratoire.

Cette bureaucratisation de la sécurité se développe aussi en France, même si sa systématisme et son ampleur sont moindres. En effet, on n'assiste pas, dans le contexte français, à la mise en place d'un système dédié à une gestion de la sécurité aussi formalisée. La bureaucratisation reste moins intrusive et s'avère davantage « de papier ». Cette différence peut notamment être expliquée par l'organisation du travail. En effet, au laboratoire Dylan, l'importante rotation du personnel et sa précarité imposent à la fois des formations plus fréquentes pour les nouveaux arrivants et un plus grand formalisme. Au laboratoire Durand, le personnel plus stable peut davantage relayer les exigences de sécurité, contrairement au *Principal investigator* rarement présent dans le laboratoire. L'imposition bureaucratique prend donc des formes différentes, liées à l'organisation du travail, même si elle est commune aux deux laboratoires.

Elle est surtout considérée comme mal ajustée à la réalité empirique des expérimentations par les chercheurs. Même si certaines pratiques s'avèrent routinisées, il demeure impossible de standardiser complètement une expérimentation scientifique, ne serait-ce que par l'impossibilité de maîtriser l'ensemble des paramètres susceptibles de l'influencer, qui ouvre nécessairement à l'imprévisible. L'importance du bricolage, mais aussi la nécessité d'être efficace pour des jeunes chercheurs présents pendant une durée déterminée, permettent d'expliquer leur résistance à certaines formes d'hétéronomie, non seulement organisationnelles (Jouvenet, 2007) mais également relatives au droit (Silbey, 2008) ou aux pratiques de sécurité (Mody, 2001). La systématisme des règles prescrites par les « ingénieurs hygiène et sécurité » du CNRS ou de l'université en France et par les « *EHS officers* » aux États-Unis — comme le port de la blouse, des gants et des lunettes dès

Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENHIR) de l'Union européenne. L'INRS a par exemple édité en janvier 2012 un guide intitulé « Nanomatériaux : prévention des risques en laboratoire », qui préconise une série de dispositifs et de pratiques à ce propos.

qu'on entre dans une salle de laboratoire, la lecture systématique de fiches de sécurité associées à tel ou tel produit ou la nécessité d'assurer une traçabilité totale des expériences menées — entre en contradiction avec l'importance du bricolage entourant les expérimentations. Nous l'avons observé lors de la visite guidée du laboratoire Dylan venant clôturer notre formation, qui a révélé l'écart, à cette occasion évident, entre un système de management de la sécurité très formalisé et les pratiques quotidiennes des chercheurs (voir l'encadré 3).

Si Linda, *EHS officer* en charge de ce laboratoire, affirme que les chercheurs respectent les règles de sécurité — tout en reconnaissant qu'« on peut toujours s'améliorer » et qu'elle organise des réunions régulières avec les « *safety reps* » pour éviter de ne s'appuyer que sur des rapports écrits ou des échanges de mails —, on observe que dans leurs pratiques quotidiennes, les scientifiques ne respectent pas mécaniquement ces règles et qu'ils déploient plutôt une attitude réflexive consistant à mesurer les risques en situation d'expérimentation. Néanmoins, la possible distanciation par rapport aux règles de sécurité et la licence collectivement accordée de mesurer le danger pour soi varient selon le degré d'engagement dans des tâches manuelles répétitives qui sollicitent une réflexivité moindre sur les risques. Cette réflexivité peut être exercée collectivement, par le biais de tests visant à comparer les risques d'une même manipulation sous hotte ou sur paillasse par exemple, comme nous l'avons constaté. À cet égard, une ingénieure de recherche va même jusqu'à affirmer que l'attitude consistant à s'en remettre à des règles de sécurité sans les questionner peut s'avérer dangereuse dans un laboratoire. En ce sens, ces réflexions sur les dangers possibles et les mesures de sécurité appropriées, comme « la pollution et la contamination [qui] sont souvent perçues par les scientifiques comme des manières d'étendre les frontières de leurs connaissances, des solutions à des problèmes ou des anomalies, et des guides pour les logiques localisées de leurs pratiques » (Mody, 2001, p. 9), constituent des formes d'entraînement, sinon des voies heuristiques pour l'activité de recherche elle-même et l'inventivité qu'elle exige.

Encadré 3. Visite de sécurité au laboratoire Dylan

Cette visite, organisée par un « *safety rep* » pour un groupe de cinq personnes (trois post-doctorants et deux sociologues), n'a pas été sans surprise.

John, « *safety rep* », arrive devant l'une des quinze salles (« labos ») qui composent à cet étage le laboratoire Dylan. Il prend une carte magnétique pour y entrer et explique que dans les labos, tout le monde doit porter une blouse de laboratoire. Au moment où il parle, une femme qui ne porte pas de blouse quitte la salle. John explique alors que lorsque nous porterons des gants et voudrons quitter le labo, nous devons enlever un gant (ou les deux) pour pousser la porte et ne pas la contaminer. Au moment où il énonce cette règle, un homme ouvre la porte en gardant ses deux gants. « C'est exactement ce qu'il ne faut pas faire ! », s'exclame John. Il décide ensuite d'entrer dans une autre pièce. Nous y découvrons un homme agenouillé par terre, face à une hotte complètement ouverte. Sa tête se situe au niveau de la bouteille chimique dans laquelle il injecte un produit à l'aide d'une seringue. L'homme a des gants mais, par sa position, ses avant-bras sont très découverts ; il ne porte pas de lunettes et respire ce qui circule dans la hotte. John décrit ce qu'il faut faire et ne pas faire. L'homme se lève, ferme la hotte et s'éloigne, tandis que John nous montre comment fermer et ouvrir la vitre de la hotte. John se tourne ensuite vers l'évier pour nous montrer le rince-œil, rappelant à nouveau que ce que nous voyons est exactement ce qu'il ne faut pas faire. Le rince-œil est en effet coincé entre une pile de verreries (éprouvettes, ballons...) et un cric en métal qui semble peser un certain poids quand John le manipule. Après avoir écarté le cric et la verrerie, John nous montre comment fonctionne le rince-œil. Pendant ce temps, un autre chercheur se dirige vers la hotte pour poursuivre le travail du précédent : il n'a pas de blouse et porte un T-shirt, mais il a cette fois des lunettes. La visite se poursuit à travers un labo mal rangé, nombre de poubelles et *containers* obstruant le passage.

3.2. La difficile délégation de la sécurité : *safety reps* et assistants de prévention

Cependant, les injonctions au respect des règles de sécurité sont de plus en plus équipées, imposées et prégnantes. Elles sont liées à la question centrale de la responsabilité — juridique et morale — de l'encadrant — formel ou informel — en cas d'accident, la responsabilité juridique concernant en réalité uniquement les directeurs de laboratoire. Elles dépendent également de la structuration du travail scientifique dans les laboratoires, dont l'importance est rendue visible par le contraste observé entre les deux cas étudiés ici, en particulier au regard des formes de délégation très partielles dont la sécurité peut faire l'objet auprès de doctorants ayant une fonction de « *safety rep* » (au laboratoire Dylan) ou d'agents partiellement spécialisés en la matière (au laboratoire Durand). Comme le souligne Kevin, doctorant et « *safety rep* », la délégation de la sécurité qui leur est imposée n'est pas facile à assumer⁸ :

« Notre PI est génial, mais c'est un homme très occupé et il nous délègue la sécurité. Je pense que c'est pourtant la seule personne qui intimide pas mal de post-docs. Donc je pense que s'il pouvait, enfin encore une fois je sais qu'il n'a pas le temps, mais s'il se baladait dans le labo, ne serait-ce qu'une fois par mois, et qu'il engueulait ceux qui n'ont pas de lunettes... »

Kevin soulève également la difficulté d'assumer la fonction de « *safety rep* » en précisant que les post-doctorants « ne veulent pas écouter un doctorant leur dire ce qu'ils doivent faire ». Cela n'est pas plus facile pour autant en direction des autres doctorants, qu'il présente comme ses « pairs ». L'injonction à respecter les règles de sécurité doit en effet se faire en direction d'une personne occupant un statut inférieur. D'où l'« ambiguïté » de la place des « *safety reps* », selon les termes d'Angela, qui ne consiste pas à « faire la police ». En effet, une responsabilité est assignée aux « *safety reps* » sans qu'ils détiennent l'autorité scientifique pour l'exercer et sans que ce manque d'autorité scientifique ne soit compensé par la dotation d'une capacité de sanction. Mark explique : « Je n'ai pas de pouvoir. Je ne peux pas virer les gens. Je ne peux pas les punir d'une quelconque façon. Donc c'est un peu difficile de faire respecter les règles ». À cet égard, plusieurs personnes soulignent la chance qu'a le laboratoire Dylan de posséder un « gestionnaire de laboratoire » (« *lab manager* ») qui joue le rôle d'intermédiaire entre le directeur et le personnel, tout en regrettant que cette personne ne soit pas affectée aux questions de sécurité. Car c'est finalement en cas de manquements trop répétés ou d'infractions graves susceptibles de mettre en danger les collègues que les « *safety reps* » évoquent l'idée de se tourner vers cette *lab manager*, ce qu'ils n'ont jamais mis en pratique dans les faits.

Pour autant, ce n'est pas parce que la sécurité est partiellement déléguée à des agents spécialisés et permanents que les choses sont toujours plus simples. Certes, dans le laboratoire Durand, sept ingénieures (6 sur 7 sont des femmes) sont en charge d'instruments, de lieux ou de « manips' » spécifiques, chacune ayant été formée aux questions de sécurité impliquées (radioprotection, culture cellulaire, nanoparticules...). Leur statut de permanentes constitue une importante différence avec le laboratoire Dylan où les « *safety reps* » sont des membres temporaires, jeunes, et ayant donc moins accumulé cette expérience dont on a précédemment souligné l'importance en matière de sécurité. Notre enquête incite toutefois à insister davantage sur la similitude du statut de ces agents partiellement spécialisés sur la sécurité dans les deux laboratoires. D'une part parce que les « *safety reps* » restent tout de même durant cinq à six années dans le laboratoire, et exercent souvent trois ans cette responsabilité. D'autre part, parce que les ingénieures du laboratoire Durand, dont plusieurs travaillent à temps partiel, sont d'abord des techniciennes ayant une fonction de support pour les expériences et les projets des

⁸ De fait, les « *safety reps* » sont désignés par la « *lab manager* » quand une place est vacante. Aucun ne s'est porté volontaire pour ce poste dans l'histoire du laboratoire, d'après ce que nous en savons.

chercheurs plutôt que principalement ou uniquement responsables de la sécurité. L'assistante de prévention de ce laboratoire — titre pourtant officiel et fonction exigée par le CNRS pour tout laboratoire — décrit ainsi ce rôle lorsque nous indiquons, après l'avoir entendue énoncer la liste déjà longue de ses fonctions :

« Et donc vous êtes également assistante de prévention...

— Oui, c'est un rôle en plus [rires] ! Voilà. Donc ça, c'est plus... sur la base du volontariat. Et c'est personnel... c'est essayer de donner les bonnes conduites aux autres et être source de l'information ou relais de l'information pour tous les personnels. En ce qui concerne l'hygiène et la sécurité ».

De la même manière que les « *safety reps* », les ingénieures du laboratoire Durand soulignent qu'elles en sont souvent réduites à faire de l'information et à sensibiliser les chercheurs, parfois à négocier en bonne intelligence, mais qu'elles ne peuvent que très rarement — et sur des dimensions particulièrement à risque — exercer de fermes rappels à l'ordre.

C'est pourquoi des inspections externes sont également organisées dans chacun de ces laboratoires, une ou deux fois par an, pour contrôler la conformité des dispositifs, des instruments et des matériels, sinon des pratiques, aux règles de sécurité. Considérées par les chercheurs comme une perte de temps, ces inspections prennent la forme d'un contrôle bureaucratique, même si elles sont programmées à l'avance et conçues par les *EHS officers* et ingénieurs sécurité avant tout comme un dispositif pédagogique pour faire pénétrer les pratiques de sécurité (tout autant sinon plus que les règles) au cœur de l'activité scientifique.

4. Conclusion

La sécurité ne doit donc pas être appréhendée uniquement sous son aspect bureaucratique comme un régime de surveillance et de contrôle imposé de l'extérieur aux scientifiques, à la manière dont l'analysent Susan Silbey et Tanu Agrawal (2011) dans une université américaine, ou encore par sa dimension juridique, comme une manière, pour filer la métaphore éclairante de Bruno Latour (2002), de renforcer les mailles du filet autour de ces nœuds que sont les questions de responsabilité. Bien sûr, ces dimensions existent, et elles se renforcent à l'évidence en France, plus encore aux États-Unis. Mais ce que nous avons montré s'appuie sur un double constat. Premièrement, la sécurité constitue une dimension à part entière du travail expérimental. Car les pratiques de sécurité sont largement imbriquées avec les pratiques scientifiques : le soin apporté au travail vise autant à produire de la bonne science qu'à se préserver des risques. Et cette intrication est largement dynamique : l'ordonnement de l'environnement de travail requiert un processus constant d'ajustement des pratiques pour éviter le danger et permettre l'investigation. Cette intrication est enfin structurée par la perception et l'existence de savoirs tacites. Le déploiement d'un « art de la prise » articulant représentation et perception est déterminant pour déceler le danger, même si l'imprévisibilité de l'expérimentation invite les scientifiques à adopter une attitude tolérante par rapport à l'incertitude perceptive. La sécurité apparaît par ailleurs encore plus intrinsèquement liée à l'activité scientifique dans ces laboratoires de nano-médecine caractérisés par une importante pluridisciplinarité.

Second constat : la sécurité est constitutive de savoirs tacites qui fondent la compétence professionnelle en laboratoire. D'une part, les pratiques de sécurité déterminent l'évaluation de la compétence d'autrui : le danger est appréhendé comme étant lié à l'incompétence, mais la prise de risque est en même temps considérée comme un signe de compétence. D'autre part, les pratiques de sécurité sont largement déterminées par la hiérarchisation des statuts en fonction de la compétence scientifique. Cette hiérarchi-

sation se fonde sur l'accumulation de l'expérience et des savoirs tacites qu'elle permet d'acquérir. Le rapport qu'une personne peut entretenir avec les règles de sécurité — autant la capacité de formuler une injonction à respecter ces règles que d'y déroger — dépend largement, au fond, de son statut au sein du laboratoire.

Ces deux constats éclairent à la fois les limites de la bureaucratisation de la sécurité et l'impossible délégation de cet enjeu à des agents spécialisés. D'une part, les pratiques de sécurité permettant de témoigner de savoirs tacites sur lesquels est fondée la grandeur scientifique, et de gagner en reconnaissance dans les laboratoires, il est impossible aux chercheurs de déléguer cet aspect à d'autres. D'autre part, les pratiques de sécurité étant intimement intriquées avec les pratiques scientifiques caractérisées par le bricolage, leur formalisation par l'édiction de règles externes s'avère également impossible. Cela conduit à une dévalorisation de la prise en charge formelle de la sécurité et à une relégation de la mise en conformité avec les règles à des acteurs subalternes (jeunes doctorants ou ingénieurs et techniciennes recherche), le réel souci pour la sécurité restant de l'ordre des savoirs tacites.

C'est pourquoi l'analyse de la sécurité comme enjeu à la fois constitutif du travail scientifique et structurant dans l'élaboration de la compétence professionnelle au sein des laboratoires de recherche permet d'éclairer d'une nouvelle manière la résistance traditionnelle des scientifiques à l'importation de modalités d'identification, de mesure ou encore de prévention des risques formalisées à l'extérieur du laboratoire, telle qu'on peut la rencontrer couramment dans l'industrie. Dans le cas des laboratoires en nanomédecine, elle est particulièrement perceptible à travers les discours critiques déployés par les scientifiques à l'égard du « risque nano ». Parce qu'elles sont le plus souvent inorganiques et organiques (donc *a priori* non persistantes dans l'organisme), les nanoparticules produites et manipulées dans ces laboratoires ne seraient pas dangereuses ou le seraient infiniment moins que les particules minérales et métalliques utilisées en chimie ou en sciences des matériaux. Pourtant, le terme « nano » est aujourd'hui associé à un ensemble de risques incertains, et les chercheurs dénoncent cette association systématique, qui s'impose dans les médias mais aussi dans l'action publique. Ainsi, les chercheurs rencontrés ont unanimement critiqué l'obligation qui leur est faite de fournir un inventaire systématique de l'ensemble des nanomatériaux qu'ils produisent ou manipulent dans leurs laboratoires, qui s'est imposée suite à une décision municipale prise en 2010 dans le laboratoire Dylan et par le biais du registre national R-nano obligatoire depuis 2013 dans le laboratoire Durand. Ces discours concernant la manière dont le « risque nano » est construit par les acteurs politiques ou les médias — des livres alarmistes de journalistes (Lenglet, 2014) à José Bové dénonçant la présence de nanodioxyde de titane dans les chewing-gum le 17 mars 2015 à la télévision — contribuent même aujourd'hui, selon plusieurs chercheurs, au fait que le terme « nano » soit, après une période où il a été un label pour obtenir des financements, peut-être en voie de stigmatisation dans le monde académique.

Auteurs

Céline Borelle

Laboratoire SENSE – Orange Gardens, 44, avenue de la République, 92320 Châtillon, France

celine.borelle[at]orange.com

Jérôme Péliasse (auteur correspondant)

Centre de sociologie des organisations (CSO), UMR 7116 CNRS et Sciences Po, 19, rue Amélie, 75007 Paris, France

jerome.pelisse[at]sciencespo.fr

Remerciements

La recherche dont est issu cet article a été menée dans le cadre du projet Interactions Sciences Innovations Société (ISIS), soutenu par l'Idex Paris Saclay (Programme investissement d'avenir de l'Agence nationale de la recherche, ANR) entre 2013 et 2016, et par le CNRS via le dispositif Projets exploratoires premiers soutiens (PEPS). Les auteurs remercient Susan Silbey et Nicolas Tsapis pour leurs discussions, ainsi que Morgan Jouvenet pour ses retours après une relecture attentive d'une première version de cet article. Merci également aux relecteurs anonymes de la revue pour leurs suggestions.

Note de la rédaction

Premier manuscrit reçu le 1^{er} avril 2016 ; article accepté le 31 janvier 2017.

Références

- ANSES, 2011, « Effets sur la santé des travailleurs exposés aux nanomatériaux manufacturés », Rapport de l'ANSES, <https://www.anses.fr/fr/content/évaluation-des-risques-liés-aux-nanomatériaux>, consulté le 19/06/2017.
- ANSES, 2014, « Évaluation des risques liés aux nanomatériaux. Enjeux et mise à jour des connaissances », Rapport de l'ANSES, <https://www.anses.fr/fr/content/évaluation-des-risques-liés-aux-nanomatériaux>, consulté le 19/06/2017.
- Bessy, C., Chateauraynaud, F., 1995, *Experts et faussaires. Pour une sociologie de la perception*, Métailié, Paris.
- Boltanski, L., Thévenot, L., 1991, *De la justification. Les économies de la grandeur*, Gallimard, Paris.
- Boudia, S., Demortain, D., 2014, « La production d'un instrument générique de gouvernement. Le "livre rouge" de l'évaluation des risques », *Gouvernement et action publique*, vol. 3, n° 3, p. 33-53.
- Chalas, Y., Gilbert, C., Vinck, D. (dir.), 2009, *Comment les acteurs s'arrangent avec l'incertitude*, Éditions des Archives Contemporaines, Paris.
- Chateauraynaud, F., 2014, « Trajectoires argumentatives et constellations discursives. Exploration socio-informatique des futurs vus depuis le nanomonde », *Réseaux*, n° 188, p. 121-158.
- Collins, H., 2010, *Tacit and Explicit Knowledge*, University of Chicago Press, Chicago.
- Collins, H., Evans, P., 2002, « The Third Wave of Science Studies: Studies of Expertise and Experience », *Social Studies of Sciences*, vol. 32, n° 2, p. 235-296.
- Collins, H., Evans, P., 2007, *Rethinking Expertise*, University of Chicago Press, Chicago.
- Delamont, S., Atkinson, P., 2001, « Doctoring Uncertainty: Mastering Craft Knowledge », *Social Studies of Science*, vol. 31, n° 1, p. 87-107.
- Doing, P., 2012, « Tacit Knowledge: Discovery by or Topic for Science Studies? », *Social Studies of Sciences*, vol. 41, n° 2, p. 301-306.
- Dubois, C., Lévis, G., 2013, « Reprendre collectivement la main sur l'activité pour plus de sécurité : le cas des éboueurs », *Sociologies pratiques*, n° 26, p. 27-40.
- Ewick, P., Silbey, S., 2003, « The Architecture of Authority: The Place of Law in the Space of Science », in Sarat, A., Douglas, L., Umphrey, M. (dir.), *The Place of Law*, University of Michigan Press, Ann Arbor, p. 75-108.
- Fellinger, A., 2010, « Femmes, risque et radioactivité en France. Les scientifiques et le danger professionnel », *Travail, genre et sociétés*, n° 23, p. 147-165.
- Galison, P., 1999, « Buildings and the subject of science », in Galison, P., Thompson, E. (dir.), *The Architecture of Science*, MIT Press, Cambridge, p. 1-25.
- Gooding, D., 1990, *Experiment and the Making of Meaning: Human Agency in Scientific Observation and Experiment*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

- Hecht, G., 2004, *Le rayonnement de la France. Énergie nucléaire et identité nationale après la Seconde Guerre mondiale*, La Découverte, Paris.
- Hubert, M., 2014, *Partager des expériences de laboratoire. La recherche à l'épreuve des réorganisations*, Éditions des Archives contemporaines, Paris.
- Huising, R., Silbey, S., 2011, « Governing the Gap: Forging Safe Science through Relational Regulation », *Regulation & Governance*, vol. 5, n° 1, p. 14-42.
- Huising, R., Silbey, S., 2013, « Constructing Consequences for Non-Compliance in Academic Laboratories », *The Annals of the American Academy of Political and Social Sciences*, vol. 649, p. 157-177.
- Jouvenet, M., 2007, « La culture du “bricolage” instrumental et l'organisation du travail scientifique. Enquête dans un centre de recherche en nanosciences », *Revue d'anthropologie des connaissances*, vol. 1, n° 2, p. 189-219.
- Jouvenet, M., 2009, « Le “nanomonde” vu de l'intérieur. Le travail scientifique, ses évolutions et ses représentations dans le laboratoire ». in Annav, B., Jefferys, S. (dir.), *Restructurations, précarisation et valeurs*, Octarès, Toulouse, p. 193-205.
- Jouvenet, M., 2012, « Nanosciences et nanotechnologies : une coopération modèle ? Expériences et sens politique des scientifiques », *Terrain*, n° 58, p. 44-63.
- Jouvenet, M., 2013, « Boundary Work between Research Communities: Culture and Power in a French Nanosciences and Nanotechnology Hub », *Social Science Information / Informations sur les sciences sociales*, vol. 52, n° 1, p. 134-158.
- Jouzel, J.-N., 2013, *Des toxiques invisibles. Sociologie d'une affaire sanitaire oubliée*, Éditions de l'EHESS, Paris.
- Knorr-Cetina, K., 1981, *The Manufacture of Knowledge: An Essay on the Constructivist and Contextual Nature of Science*, Pergamon Press, Oxford.
- Knorr-Cetina, K., 1999, *Epistemic Cultures: How the Science makes Knowledge*, Harvard University Press, Cambridge.
- Lacour, S., 2014, « Les effets de la complexité et de l'incertitude sur l'élaboration des normes juridiques. Le cas des nanotechnologies », in Girel, M., Chevallier le Guyader, M.-F. (dir.), *Les sciences face au droit et à l'éthique*, Actes Sud, Paris.
- Latour, B., 1987 [1985], « Les “vues” de l'esprit », *Réseaux*, vol. 5, n° 27, p. 79-96.
- Latour, B., 2002, *La Fabrique du droit. Une ethnographie du conseil d'État*, La Découverte, Paris.
- Latour, B., Woolgar, S., 1988 [1979], *La vie de laboratoire : la production des faits scientifiques*, La Découverte, Paris.
- Laurent, B., 2013, « Les espaces politiques des substances chimiques. Définir des nanomatériaux internationaux, européens et français », *Revue d'anthropologie des connaissances*, vol. 7, n° 1, p. 195-221.
- Lenglet, R., 2014, *Nanotoxiques. Une enquête*, Actes Sud, Paris.
- Louvel, S., 2011, *Des patrons aux managers : les laboratoires de la recherche publique depuis les années 1970*, Presses universitaires de Rennes, Rennes.
- Louvel, S., 2015, « Ce que l'interdisciplinarité fait aux disciplines. Une enquête sur la nanomédecine en France et en Californie », *Revue française de sociologie*, vol. 56, n° 1, p. 75-103.
- Marcovich, A., Shinn, T., 2015, « Quelle disciplinarité pour la recherche à l'échelle nano ? La “nouvelle disciplinarité”, aux “confins” des disciplines », *Actes de la recherche en sciences sociales*, n° 210, p. 50-59.
- Mauss, M., 1936, « Les techniques du corps. Communication présentée à la Société de Psychologie le 17 mai 1934 », *Journal de psychologie*, vol. 32, n° 3-4, http://classiques.uqac.ca/classiques/mauss_marcel/socio_et_anthro/6_Techniques_corps/techniques_corps.pdf
- Mody, C., 2001, « A little dirt never hurt anyone: Knowledge-making and Contamination in Materials Science », *Social Studies of Science*, vol. 31, n° 1, p. 7-36.

- C. Borelle, J. Pélisse, « “Ça sent bizarre, ici”. La sécurité dans les laboratoires de nano-médecine (France, États-Unis) »
- Ottman, J.-Y., 2015, « Bien-être et mal-être au travail dans les métiers scientifiques : le cas du CEA », Thèse de doctorat en sciences de gestion, Université Paris Dauphine.
- Pélisse, J., 2014, « Before the Lab: Safety Management and Perceptions of Nano Risks by Scientific Workers », Communication au colloque Law and Society (panel: Safety on the front lines, CR5), Minneapolis, 29 mai 2014.
- Polanyi, M., 2009 [1966], *The Tacit Dimension*, University of Chicago Press, Chicago.
- Sarfati, F., Waser, A.-M., 2013, « Les risques professionnels et la santé : une affaire d’expérience, d’occultation, de reconnaissance », *Sociologies pratiques*, n° 26, p. 1-10.
- Schepens, F., 2013, « Se réaliser au mépris du corps : les entrepreneurs de travaux forestiers », *Sociologies pratiques*, n° 26, p. 57-69.
- Silbey, S., 2008, « Introduction », in Silbey, S. (dir.), *Law and Science – Vol. II*, Ashgate, p. 24-36.
- Silbey, S., Agrawal, T., 2011, « The Illusion of Accountability: Information Management and Organizational Culture », *Droit et société*, n° 77, p. 69-86.
- Sims, B., 1999, « Concrete Practices: Testing in an Earthquake-Engineering Laboratory », *Social Studies of Science*, vol. 29, n° 4, p. 483-518.
- Sims, B., 2005, « Safe Science: Material and Social Order in Laboratory Work », *Social Studies of Science*, vol. 35, n° 3, p. 333-366.
- Vinck, D., 2007, *Sciences et société. Sociologie du travail scientifique*, Armand Colin, Paris.
- Vinck, D., 2009, *Les nanotechnologies*, Le Cavalier Bleu, Paris.