

Sous la direction de
Julien Prud'homme et Molly Kao

Faire preuve

Comment nos sociétés
distinguent le vrai du faux



Les Presses de l'Université de Montréal

**FAIRE PREUVE : COMMENT NOS SOCIÉTÉS
DISTINGUENT LE VRAI DU FAUX**

Faire preuve : comment nos sociétés distinguent le vrai du faux

Sous la direction de
Julien Prud'homme et Molly Kao

Les Presses de l'Université de Montréal

Mise en page : Chantal Poisson

**Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives nationales du Québec et
Bibliothèque et Archives Canada**

Titre : Faire preuve : comment nos sociétés distinguent le vrai du faux /
Julien Prud'homme, Molly Kao.

Noms : Prud'homme, Julien, 1978- auteur. | Kao, Molly, 1986- auteur.

Description : Comprend des références bibliographiques.

Identifiants : Canadiana (livre imprimé) 20250023245 | Canadiana (livre numérique)
20250023253 | ISBN 9782760652064 | ISBN 9782760652071 (PDF) | ISBN
9782760652088 (EPUB)

Vedettes-matière : RVM : Évidence. | RVM : Évidence—Aspect social.

Classification : LCC BC173.P78 2025 | CDD 121/.65—dc23

Dépôt légal : 2^e trimestre 2025

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

© Les Presses de l'Université de Montréal, 2025

*Cet ouvrage a été publié grâce à une subvention de la Fédération des sciences humaines de
concert avec le Prix d'auteurs pour l'édition savante, dont les fonds proviennent du Conseil
de recherches en sciences humaines du Canada.*

Les PUM remercient également de leur soutien financier le Conseil des arts du
Canada, le Fonds du livre du Canada et la Société de développement des entreprises
culturelles du Québec (SODEC).



Conseil des arts
du Canada

Financé par le
gouvernement
du Canada

Canada

SODEC

Québec

IMPRIMÉ AU CANADA

Introduction

Ce que « prouver » veut dire

Molly Kao et Julien Prud'homme

Doit-on donner un placebo à un malade ? Vers 1990, la réponse des chercheurs était un « oui » convaincu. Administrer un faux médicament à un groupe témoin, tout en donnant en parallèle le vrai traitement à d'autres patients, apparaissait comme un critère de preuve nécessaire pour la recherche pharmaceutique. Comment, autrement, déterminer si un médicament fonctionne ?

Depuis, les choses sont devenues moins claires. D'une part, des observateurs ont montré des dérives de la recherche avec placebo : ainsi, cette équipe sur le traitement du VIH qui laissait des patients ougandais, sans soins réels ni filet préventif, répandre le virus pendant des mois (Angell, 2000). D'autre part, des joueurs sérieux, dont la Food and Drug Administration (FDA) et l'Office for Human Research Protections, aux États-Unis, ont mis en doute la nécessité intellectuelle du placebo comme dispositif de preuve et en recommandent un usage moins systématique (FDA, 2019 ; Gupta et Verma, 2013). Sur ce front, toutefois, la pente est plus ardue, car le placebo reste perçu comme une composante clé du « *golden standard* » de la recherche pharmaceutique qui s'est imposé depuis 1970.

Comment les sciences humaines peuvent-elles contribuer à un tel débat ? L'historien de la santé Othmar Keel (2011) a écrit l'histoire de

l'invention de ce fameux « étalon-or » entre 1940 et 1970. Il établit que l'histoire des critères de preuve est plus complexe qu'on ne le raconte. Avec force détails, Keel montre que le placebo n'a jamais fait partie de l'étalon-or : les chercheurs qui ont construit les modèles de mise à l'épreuve de l'efficacité des médicaments insistaient bien davantage sur d'autres critères, comme la randomisation et la dispersion des sujets sur plusieurs lieux (« multicentriques »), et pas vraiment sur le placebo ni même sur la procédure en double aveugle (*voir le chapitre de M. Kao*), considérés à l'époque comme des enjeux mineurs et facultatifs. Selon Keel, c'est l'industrie privée qui, après 1970, a accompli un « véritable détournement » (p. 137) des méthodologies en érigeant le placebo en standard, car il correspondait mieux à ses intérêts financiers – notamment parce qu'il est plus facile de « prouver » l'efficacité d'un nouveau produit en l'opposant à une pilule de sucre plutôt qu'à un traitement existant.

La discussion sur le placebo n'est pas terminée. Mais la démonstration de Keel révèle trois facettes importantes de ce qu'on peut appeler les « politiques de la preuve ». D'une part, Keel souligne que c'est le contexte particulier de la Seconde Guerre mondiale et de l'après-guerre, et une coordination étroite entre des savants, des politiques et des industriels, qui a rendu possibles les recherches à grande échelle et, à leur suite, les longues délibérations qui ont vu naître, officialiser et diffuser de nouveaux standards de preuve. D'autre part, Keel montre que les critères de preuve, c'est-à-dire les conditions qui autorisent à décréter qu'une chose est vraie, évoluent dans le temps. D'importants progrès de la pharmaceutique, comme la pénicilline, l'aspirine et la streptomycine, précèdent d'ailleurs le fameux étalon-or qui s'est imposé dans l'après-guerre. En troisième lieu, Keel rappelle tout de même que, au-delà de l'importance des facteurs sociaux, politiques et économiques, il demeure que certaines formes de preuve sont meilleures que d'autres, et qu'on peut les reconnaître. La déconstruction historique proposée par Keel ne vise donc pas à délégitimer « la science » : elle montre, au contraire,

que prendre la science au sérieux nous impose d'en explorer aussi les composantes sociales, pour comprendre ce qui lui arrive.

Qu'est-ce que prouver veut dire ?

Qu'est-ce qu'une preuve ? Pour paraphraser le sociologue Howard Becker (2017), une preuve n'est pas une chose : c'est un moyen. Selon Becker, les preuves sont d'abord des arguments, c'est-à-dire des objets qui « deviennent des preuves » à partir du moment où un chercheur ou un autre acteur social « les mobilise pour défendre une thèse » (p. 15). Une preuve est ainsi un élément accepté à l'appui d'une thèse. Cette définition pragmatique annonce le propos des prochains chapitres. Elle attribue à une preuve trois grandes caractéristiques, qui peuvent toutes poser problème et qui mêlent toutes des dimensions sociales et épistémologiques.

Premièrement, une preuve se présente comme un objet. Il peut s'agir d'un objet matériel (par exemple, un fossile ou une goutte de sang), d'une trace reconstruite (une réponse à un questionnaire ou une valeur statistique) ou d'un énoncé (une solution mathématique), bref, de tout ce qui peut être glané, construit et présenté comme une « donnée ».

Deuxièmement, une telle donnée ne constitue une preuve valable que si un auditoire l'approuve, c'est-à-dire l'accueille comme un fait valide – comme une « chose qui tient », selon le mot d'Alain Desrosières (1993). Desrosières, qui a travaillé sur l'histoire des classifications statistiques, a beaucoup insisté sur le rôle des conventions, ces normes partagées qui permettent à un auditoire de déterminer un fait qui « tient » : selon lui, il faut aborder une construction statistique à la fois comme le reflet d'une réalité empirique et comme le fruit d'une convention. En science, les paradigmes, tels que les a définis Thomas Kuhn, servent en bonne partie à créer des consensus sur de telles conventions parmi les savants.

Troisièmement, ces objets ou données deviennent des preuves lorsqu'on les mobilise à l'appui d'une thèse. Une preuve sert donc un but, qui est de rendre une idée valide dans un espace donné, qu'il s'agisse d'une communauté scientifique ou d'un espace public. Or, tous les espaces sociaux ne sont pas régis par les mêmes règles. Par exemple, tout le monde ne s'entend pas sur le degré de certitude attendu d'une thèse, et, donc, des preuves qui la sous-tendent. Dans le champ scientifique, l'incertitude est non seulement tolérée, mais, en principe, valorisée : une thèse est jugée valide, c'est-à-dire raisonnablement prouvée, si elle apparaît plausible, mais aussi si sa marge d'erreur, loin d'être gommée, est à la fois bien admise et circonscrite (« repérée et mesurée », écrit Becker). Dans l'espace public, par contre, la moindre incertitude peut apparaître comme une faiblesse et mener au rejet de la thèse, voire au discrédit de son porteur ou même de la science en général. Dans les deux cas, le défi n'est plus de juger en noir et blanc si une preuve est « valide » ou non, mais plutôt de choisir à quelles conditions une preuve imparfaite sera acceptée comme suffisante. Or choisir est un geste politique.

Ces trois visages de la preuve, à savoir qu'une preuve est une construction épistémologique, que la validité qu'on lui reconnaît dépend de conventions, et que son but est de soutenir une thèse dans un espace donné, expliquent la complexité des débats au sujet de notre habileté à « prouver ». Le caractère historique, c'est-à-dire transitoire et sans cesse changeant, des idées, des normes et des rapports entre les acteurs sociaux, comme l'a illustré le cas du placebo, complique encore les choses. La quête de solutions n'est pas plus simple. Des solutions à quels problèmes, d'ailleurs ? Peut-on réellement espérer un consensus sur ce qui devrait avoir valeur probante, sur ce qui devrait l'emporter lors de décisions dans les espaces scientifiques, politiques ou professionnels ? Le souhaite-t-on ? Pour réduire l'effet des malentendus, on peut sans doute, à tout le moins, viser une meilleure compréhension partagée des diverses significations que prend l'idée de preuve dans différents

espaces. On peut aussi se servir avec plus de finesse des outils qu'offrent les sciences humaines pour décrire les défis intellectuels et politiques de la preuve, et y suggérer des solutions.

La preuve, concept polysémique

La notion de preuve est utilisée couramment et donc dans une multitude de contextes. C'est le cas même à l'intérieur des sciences : « prouver un théorème » mathématique ne signifie pas la même chose qu'apporter des preuves à l'appui d'une théorie physique. La différence est encore plus grande entre la preuve scientifique et la preuve comme on l'entend dans un contexte judiciaire, où il faut persuader en présentant tant des arguments de droit que des données empiriques.

Malgré ces différences importantes, il existe un point commun entre ces usages : lorsqu'on affirme qu'une idée fait la preuve d'une autre, on affirme un lien probant entre les deux. C'est la nature précise de ce lien qui varie fortement selon le contexte, selon qu'on argumente dans un laboratoire, au tribunal ou dans un média d'information. Or, cette polysémie est source de confusion quant à ce qui peut ou non faire office de preuve dans tel ou tel contexte.

Dans certains domaines, le mot « preuve » désigne une chaîne d'argumentation qui nous permet de démontrer un résultat. C'est le cas en logique et en mathématiques, où une preuve commence souvent par l'énoncé de définitions pertinentes et d'axiomes de base, puis recourt à des règles de raisonnement formelles pour faire des inférences à partir de ces points de départ et arriver à une conclusion. Ce type de preuve implique un certain degré de certitude : quiconque accepte les axiomes et les règles d'inférence posés au départ ne peut pas en rejeter le résultat, tant que les étapes de la preuve respectent les règles postulées. Certes, les « bonnes » règles de preuve ne font pas toujours l'unanimité, mais, lorsque c'est le cas, ce type de preuve jouit d'une infaillibilité qu'on ne trouve pas dans

les autres domaines (*voir les chapitres de Y. Gingras et de M. Marion*). Il en va tout autrement dans des contextes où les preuves sont plutôt de nature empirique. Dans ces situations, c'est l'invocation de phénomènes ou d'observations qui sert de preuve pour faire accepter une théorie ou une hypothèse. C'est notamment le cas dans un contexte scientifique. Par exemple, on considère que l'observation, en 1919, de la courbure de la lumière autour du Soleil constitue une preuve forte de la théorie de la relativité générale. Des faits empiriques jouent ainsi le rôle de preuves parce que l'on considère qu'ils rendent une hypothèse plus plausible (*voir le chapitre de M. Kao*), quoique sans prétendre à la certitude des démonstrations mathématiques.

La notion de preuve est nécessairement relationnelle: on parle toujours d'une preuve *de* quelque chose. Par conséquent, l'objectif visé détermine en partie ce qui peut jouer le rôle de preuve. Ce point est important, car il explique que, même à l'intérieur des sciences physiques, le verbe «prouver» peut désigner plusieurs fins différentes. On peut tenter, par exemple, d'établir des corrélations entre deux phénomènes, afin de fournir une base à des prédictions, mais on peut aussi tenter de repérer des mécanismes causaux sous-jacents, afin d'en montrer plutôt le «comment». Les données qui permettent d'atteindre le premier objectif (constater une corrélation de cause à effet) ne sont pas nécessairement suffisantes pour parvenir au second (expliquer le mécanisme en cause).

Enfin, ce qui «fait preuve» dépend du domaine d'activité. Le rôle de la preuve n'est pas le même en science ou au tribunal. Au cours d'un procès pénal, une variété de preuves peuvent mener à la condamnation d'un accusé: un témoignage d'expert (par exemple, en psychiatrie) peut servir à déterminer la plausibilité d'un scénario, tandis qu'une preuve physique, comme un échantillon d'ADN, peut placer un suspect sur la scène du crime. Plusieurs facteurs organisationnels, juridiques et idéologiques peuvent contribuer à déterminer ce qui compte ou non comme preuve dans un contexte donné (*voir*

le chapitre de J. Larregue). Il en va de même pour déterminer ce qui constitue une bonne pratique, « bien prouvée », dans les secteurs de la santé, de l'éducation ou d'autres domaines professionnels (*voir les chapitres de J. Prud'homme et de A. Bandini*).

Étudier les pratiques de la preuve : approches descriptives et approches normatives

On l'a dit, « prouver » implique tant des mécanismes intellectuels (des méthodes, des règles de raisonnement) que des mécanismes sociaux (des rapports de force, des usages institutionnels). Peu importe le mécanisme qui nous intéresse, il existe deux grandes approches pour étudier les façons dont les gens prouvent. La première est descriptive : on veut comprendre, sans jugement *a priori*, ce que des acteurs tiennent pour probant dans un contexte donné. Comment décide-t-on du vrai au tribunal ou dans un laboratoire de biologie ? Qu'est-ce que les acteurs de ces milieux considèrent, de leur point de vue, comme réellement probant et comment agissent-ils concrètement ? Bref, on observe les choses telles qu'elles se passent. La seconde approche est normative : cette fois, on veut non seulement observer, mais aussi déterminer ce qui *devrait* être jugé comme une preuve dans telle ou telle situation, indépendamment de ce qu'en pensent les acteurs sociaux.

Dans une approche descriptive, la démarche vise à identifier ce que des acteurs donnés dans un contexte donné perçoivent et utilisent comme probant. Il existe plusieurs façons de procéder : l'une est de faire l'histoire des pratiques de la preuve dans tel contexte ; une autre est d'observer directement les acteurs à l'œuvre. Le but est de relever non seulement les critères, y compris les critères implicites, les informations, les conflits, les usages, mais aussi les croyances qui orientent la manière dont les membres d'une communauté arrivent à des conclusions. En effet, des croyances d'arrière-plan peuvent influencer sur la manière de juger des preuves.

Prenons l'exemple du lever et du coucher du Soleil : une personne peut y voir une preuve que le Soleil tourne autour de la Terre, tandis qu'une autre, probablement dans un autre contexte, y verra au contraire une preuve de la rotation de la Terre sur son axe. Le jugement de chacun dépend de facteurs autres que le contenu de la « preuve » elle-même, ce qui montre à quel point le contexte est déterminant. Ce qui influence les certitudes des acteurs peut relever de facteurs qu'on n'associe pas intuitivement à l'idée de preuve, comme des engagements politiques, des émotions et des visions du monde (*voir les chapitres de M. Kao et de É. Montpetit et A. Lemor*). Le but des analyses descriptives est d'aider à distinguer ces facteurs qui restent souvent dans l'angle mort des acteurs eux-mêmes.

L'analyse historique, tout particulièrement, joue un rôle important en éclairant la transformation, au fil du temps, des critères et des types d'arguments jugés recevables. Par exemple, dans le monde occidental, on a rejeté des preuves classiques et jugées suffisantes de l'existence de Dieu après l'introduction de nouvelles exigences (*voir le chapitre de G. Beauchamp et M. Turbide*). On pourrait croire qu'une discipline « pure », comme les mathématiques, serait à l'abri de tels bouleversements, mais il s'avère que la définition d'une preuve légitime en mathématiques fait aussi l'objet de débats récurrents (*voir les chapitres de M. Marion et de Y. Gingras*).

Une approche normative, pour sa part, vise à énoncer les propriétés d'une « bonne » preuve. Qu'est-ce qu'une preuve digne de ce nom ? On peut répondre à cette question en établissant des critères formels pour évaluer en toute transparence le caractère probant d'une preuve. Parfois, c'est la nature même de ce qui constitue une preuve qui est remise en cause. Par exemple, est-ce que le fait d'avoir vécu certaines expériences confère à un patient un savoir sur son état (*voir le chapitre de A. Bandini*) ? Est-ce que des engagements éthiques peuvent constituer un argument recevable (*voir les chapitres de M. Kao ou de G. Beauchamp et M. Turbide*) ? Dans d'autres cas, c'est le fonctionnement même du champ scientifique qui est en

cause : les règles de la science sont-elles dérégées au point de ne plus permettre l'évaluation des preuves (*voir le chapitre de J. M. Moisan et V. Larivière*) ?

Enfin, et toujours sous un angle normatif, examiner la nature des preuves peut nous mener à améliorer nos méthodes de recherche, voire à proposer des méthodes mieux à même de transformer des données en preuves de qualité. Cette réflexion est importante, car la nature du lien probant entre un énoncé et ses preuves se complexifie à mesure qu'on introduit de nouveaux outils pour générer et analyser les données ; par exemple, des outils de collecte massive toujours plus puissants, qui rendent possible la création de bases de données gigantesques, mais qui nous laissent avec des problèmes délicats de traitement et d'interprétation de ces données, ne font la preuve de rien sans un travail d'analyse par les chercheurs (*voir les chapitres de L. Delias et al. et de K. Kaiser et al.*).

Malgré l'utilité de cette distinction entre descriptif et normatif, la frontière entre les deux reste souvent floue. Par exemple, lorsqu'une compréhension renouvelée des preuves modifie les standards de raisonnement, cela a souvent un effet domino sur des pratiques et des relations de pouvoir (*voir les chapitres de J. Prud'homme, de F. Claveau et J. Dion et de A. Bandini*). Ce qui est sûr, c'est que les preuves ne sont pas simplement données : il faut choisir ce qui constitue une preuve, et cela dépend du contexte et des finalités que se donnent les acteurs.

Les pratiques et les politiques de la preuve : un objet pour les sciences humaines

Déterminer qui peut prouver quoi et comment est un enjeu fondamental dans des sociétés qui se veulent à la fois rationnelles et démocratiques. Peu de sphères d'activité échappent, en vérité, aux tensions qui en découlent.

Pour cette raison, les pratiques et les politiques de la preuve attirent l'attention d'une multitude de disciplines des sciences humaines, que ce soit en philosophie, en science politique, en histoire, en sociologie et dans les sciences de l'information, de la gestion et de la communication. Le champ STS (pour « science, technologie et société ») est, depuis plusieurs années, le lieu désigné pour favoriser la rencontre entre les points de vue disciplinaires. Il en résulte un dialogue très riche, tant sur le plan des méthodologies qu'en ce qui concerne les façons de poser les problèmes et d'y proposer des solutions.

Pour les chercheurs, les étudiants, les décideurs et les nombreux observateurs, il devient essentiel de pouvoir accéder aux différentes perspectives afin de se donner une vue d'ensemble plus complète et équilibrée. C'est l'objet de ce livre, qui se veut à la fois un ouvrage de référence et une fenêtre transdisciplinaire sur des chantiers de pointe. La première partie brosse un panorama des façons d'aborder les ambiguïtés de la preuve à partir de problèmes centraux de l'épistémologie (M. Kao), de la sociohistoire (Y. Gingras) et des mathématiques (M. Marion). La deuxième partie présente des problèmes concrets qui se posent à l'ensemble de la communauté scientifique, comme la crise de la reproductibilité (J. M. Moisan et V. Larivière), la capture et l'analyse des traces numériques (L. Delias *et al.*) et l'utilisation des immenses corpus textuels que permettent les technologies récentes de numérisation et de mise en banque (K. Kaiser *et al.*). La troisième partie explore les sujets chauds qui concernent les usages de la preuve dans une variété d'espaces publics : les usages de la preuve par les experts du monde judiciaire (J. Larregue) et ceux de la santé et de l'éducation (J. Prud'homme), les balises du vrai sur Internet (F. Claveau et J. Dion) ou dans la décision politique (É. Montpetit et A. Lemor) ou encore la situation tendue des paroles des patients auprès des médecins (A. Bandini) et des croyants sur la place publique (G. Beauchamp et M. Turbide). Afin d'attirer l'attention sur les dialogues transdisciplinaires et sur l'interdépendance

des enjeux abordés, chaque chapitre propose des renvois à d'autres textes de l'ouvrage. Le livre peut ainsi se lire d'un trait, se consulter selon les besoins du moment ou être parcouru en suivant les renvois d'un texte à l'autre. Chaque chapitre se termine par une courte bibliographie.

Cet ouvrage lance un double appel. Un appel à la curiosité, un préalable nécessaire pour aller au-delà des certitudes ou des lieux communs. Et un appel à la rigueur, à la quête de la précision requise pour rendre intelligibles les pratiques et les politiques de la preuve – qui ne sont rien d'autre que les pratiques et les politiques qui déterminent le vrai.

Références

- Angell, Marcia, « Investigators' responsibilities for human subjects in developing countries », *New England Journal of Medicine*, vol. 342, n° 13, p. 967-969, 2000.
- Becker, Howard S., *Evidence*, Chicago, University of Chicago Press, 2017.
- Desrosières, Alain, *La politique des grands nombres. Histoire de la raison statistique*, Paris, La Découverte, 1993.
- Food and Drug Administration Oncology Center of Excellence, « Alternatives to using placebos in cancer clinical trials », <https://www.fda.gov/media/138004/download>, 2019.
- Gupta, Usha et Menka Verma, « Placebo in clinical trials », *Perspectives in Clinical Research*, vol. 4, n° 1, p. 49-52, 2013.
- Keel, Othmar, *La médecine des preuves. Une histoire de l'expérimentation thérapeutique par essais contrôlés*, Montréal, Presses de l'Université de Montréal, 2011.
- Kuhn, Thomas S., *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, University of Chicago Press, 1962.

PARTIE I

Les approches théoriques de la preuve

1 Sociologie historique des preuves en science

Yves Gingras

Quand on pense au mot « preuve », on pense d'abord aux mathématiques, souvent considérées (à tort) comme une discipline dont le travail essentiel des praticiens consiste à « prouver » des théorèmes. Le mathématicien Stanislaw Ulam a même écrit au milieu des années 1970 que 200 000 théorèmes sont prouvés chaque année (De Millo, Lipton et Perlis, 1979)! Le concept de preuve est d'ailleurs fortement associé à la géométrie grecque incarnée dans les fameux *Éléments* d'Euclide qui ont servi de modèle idéal d'une preuve irréfutable, obtenue par déduction logique à partir d'axiomes, au moins jusqu'au XIX^e siècle. La physique a aussi été influencée par ce modèle par le biais d'un traité d'optique, attribué aussi à Euclide, et qui prend également la forme de démonstrations mathématiques à partir d'axiomes énonçant les propriétés de propagation de la lumière (Raynaud, 2024). Lorsque la physique se mathématise au XVII^e siècle, Galilée et Newton s'inspirent encore des canons fournis par Euclide et Archimède, leurs ouvrages fourmillant de « théorèmes » et de « lemmes ». Leurs postulats sont désormais physiques et non plus mathématiques, mais leurs déductions à partir de ces axiomes se veulent tout aussi rigoureuses et démonstratives que celles des géomètres. À côté de ces démonstrations ou preuves mathématiques, les sciences empiriques de la nature usent aussi de « preuves empiriques ».

Il s'agit alors plutôt de *montrer* que de démontrer. Prouver l'existence d'un phénomène peut en effet simplement consister à l'exhiber, à le montrer aux personnes qui douteraient de son existence. Ainsi, prouver qu'il a bel et bien existé des dinosaures consiste à en déterrer quelque part pour ensuite les exhiber dans un musée d'histoire naturelle.

On peut de façon générale distinguer trois grands types de preuves qui peuvent se combiner différemment selon les disciplines qui les invoquent : les preuves logiques, les preuves mathématiques et les preuves empiriques. Chaque discipline peut définir des types particuliers, comme on distingue en logique les preuves dites directes, par induction, par l'absurde (*voir le chapitre de M. Marion*), etc.

Les réflexions sur l'idée de preuve ont longtemps été l'apanage des logiciens et des philosophes : les premiers sociologues de la connaissance, dont Karl Mannheim dans les années 1920, considérant que, la logique étant universelle, les déductions logiques et mathématiques n'avaient rien de vraiment social. Il faut attendre les années 1960 et 1970 pour voir des philosophes, des historiens et des sociologues des sciences, souvent influencés par des philosophes comme Pierre Duhem, Willard V. O. Quine et Ludwig Wittgenstein, remettre en question cette idée reçue et considérer que des notions comme « rigueur » et « preuve », tant en mathématiques que dans les sciences physiques et naturelles, ne relèvent pas seulement de la logique formelle et d'une rationalité désincarnée, invariante dans le temps, mais comportent aussi des aspects conventionnels qui peuvent dès lors être associés à des normes sociales et culturelles, des conventions et des traditions disciplinaires qui évoluent dans le temps. La sociologie historique historicise ainsi des questions jusque-là considérées comme seulement philosophiques. Ce genre d'analyse se déploie surtout à travers des études de cas, les historiens et sociologues des sciences allant souvent, pour cela, à la chasse aux controverses.

Comme c'est souvent le cas en sociologie, la meilleure (et parfois la seule) façon de rendre visibles des normes et des conventions implicites et, donc, non discutées est d'observer ce qui se passe lors d'une controverse. C'est en effet dans ces moments que les protagonistes doivent expliciter des pratiques jusque-là tenues pour acquises et qui semblent alors remises en cause. Pour observer comment fonctionne en pratique la notion de preuve et ce qu'elle signifie vraiment, les historiens et sociologues des sciences se sont donc mis à la recherche de controverses impliquant l'idée de preuve. On a recensé de nombreux exemples, concernant autant des preuves d'existence de phénomènes ou d'entités naturelles que des théorèmes. Dans ce qui suit, nous donnerons quelques exemples choisis en mathématiques et en physique. Ces travaux se fondent sur des documents d'archives et des textes publiés, pour les cas plus anciens, ou sur des entretiens avec des chercheurs pour les cas contemporains. Combinant ainsi histoire et sociologie, ces travaux permettent de voir comment la notion de preuve a évolué dans le temps et comment les scientifiques en arrivent à accepter – ou non – une preuve (logique, théorique ou empirique) présentée par d'autres chercheurs en fonction de leurs intérêts sociocognitifs.

Tout comme l'ouvrage classique de l'historien des sciences Thomas Kuhn, *La structure des révolutions scientifiques*, paru en anglais en 1962, a fortement stimulé le développement de la sociologie historique des connaissances scientifiques, on peut affirmer que le travail qui ouvre la voie à une approche sociologique des preuves mathématiques est l'ouvrage du philosophe des sciences Imre Lakatos, *Preuves et réfutations*, publié en anglais en quatre parties sous forme d'articles dans le *British Journal for the Philosophy of Science* en 1963 et 1964, puis sous forme de volume en 1976. Comme on le verra plus loin, Lakatos y analyse la controverse entourant la démonstration d'un théorème du mathématicien Leonard Euler portant sur les polyèdres.

Niveau d'abstraction et flexibilité interprétative

Pour bien comprendre les controverses qui agitent souvent le monde scientifique sur des questions observationnelles, expérimentales ou théoriques et qui montrent que la notion de « preuve » n'est ni simple ni univoque, il est utile de faire appel à la notion de « flexibilité interprétative » introduite en sociologie des sciences au début des années 1980 (Collins, 1981).

On comprend intuitivement que certains énoncés sont plus difficiles à croire que d'autres, notamment parce qu'on peut toujours leur trouver des explications alternatives (*voir le chapitre de M. Kao*). Tout particulièrement, plus un phénomène s'éloigne de l'observation directe et n'est détectable que par une série de manipulations d'instruments plus ou moins complexes, plus il sera possible de mettre en question un ou plusieurs des raisonnements qui servent à démontrer la réalité du phénomène. On peut ainsi classer les phénomènes selon ce qu'on peut appeler un « niveau d'abstraction » (Pinch, 1985)¹. Plus le phénomène s'éloigne du sens commun et de l'observation directe, plus son niveau d'abstraction est élevé et plus il exige d'arguments pour le justifier. Ces « arguments » peuvent être de diverses natures : observationnels, logiques, mathématiques, instrumentaux. On peut ainsi imaginer que plus on monte dans cette échelle d'abstraction pour atteindre un phénomène donné, disons des « ondes gravitationnelles », plus il faut admettre une variété d'arguments dont chacun peut être critiqué. En somme, la flexibilité interprétative s'accroît à mesure que le niveau d'abstraction des phénomènes augmente. Par conséquent, il sera toujours possible à un esprit sceptique de remettre en cause un énoncé sur un phéno-

1. Pinch parle de « *degree of externality* » pour décrire l'éloignement du sens commun et de ce qui est « observable ». Mais le mot « externalité » étant vague et un haut degré d'externalité signifiant un énoncé éloigné de l'observation directe, le terme « abstraction » me semble mieux convenir pour décrire cet éloignement de ce qui est *directement* observable.

mène qui lui déplaît en « bloquant », en quelque sorte, la montée vers ce phénomène, en remettant en cause la validité d'un ou de plusieurs des arguments utilisés pour justifier son existence. Par analogie, on peut dire que, pour prouver l'existence d'un phénomène, il faut monter une échelle argumentative jusqu'au niveau approprié.

Or, comme on le verra par divers exemples, toutes les communautés scientifiques n'ont pas les mêmes critères de preuve. De plus, ces critères peuvent évoluer en raison même des controverses concernant les types de preuve acceptés, puisque la cohésion de la communauté scientifique ne peut exister que si les critères de preuve sont admis par tous. Par contraste, en dehors des situations de controverse, un consensus au moins apparent peut être facilité, dans une communauté scientifique donnée, par la polysémie de mots jamais clairement définis mais dont l'usage partagé donne l'impression d'un accord sur leur signification.

Ce qui fait preuve en mathématiques

Les mathématiques étant généralement considérées comme la discipline la plus rigoureuse, on pourrait penser qu'il ne devrait pas être trop difficile de savoir si une preuve d'un théorème relevant de la géométrie euclidienne est valide ou non. C'est à cette question que Lakatos a tenté de répondre en analysant la controverse entourant le théorème d'Euler censé prouver que, pour tout polyèdre, l'équation suivante reliant le nombre de sommets (s), d'arêtes (a) et de faces (f) est valide: $s - a + f = 2$. Or, confrontés à une « réfutation » fondée sur la construction de polyèdres particuliers ne répondant pas à cette équation, les partisans d'Euler ont conclu que les contre-exemples n'étaient pas de *vrais* polyèdres ! La flexibilité interprétative est ainsi déjà à l'œuvre dans un cas qui peut pourtant paraître simple et qui concerne le sens à donner au mot « polyèdre ». Cet exemple classique montre bien que ce que l'on considère comme acceptable ou non est le fait de communautés scientifiques particu-

lières, qui adoptent ou non une certaine conception de leur objet et des méthodes de preuve admissibles. Lakatos distingue ainsi les mathématiciens selon qu'ils ont tendance à réagir aux contre-preuves en cherchant à les éviter (« *monster-barring* ») ou en les acceptant pour étendre le sens du concept initial (« *monster-embracing* »). Ce faisant, il ouvre la voie à une approche sociologique qui pourrait montrer que ces prises de position dépendent de facteurs comme la formation disciplinaire du chercheur ou ses intérêts cognitifs et institutionnels.

On a aussi étudié d'un point de vue sociologique des controverses entourant des démonstrations qui relevaient non plus de la géométrie, mais de la logique. Ainsi, Claude Rosental (2003) a analysé avec force détails les débats sur la validité d'un théorème qu'a proposé Charles Elkan en 1993 et qui prétend démontrer l'incohérence logique de la logique floue. Rosental a reconstruit les multiples étapes de l'élaboration, mais aussi de la révision de la preuve proposée par Elkan au fil des objections qui lui ont été opposées par les partisans de la logique floue. Cette analyse a bien mis en évidence le fait que non seulement « la » preuve n'est pas acceptée par tous, mais aussi que sa signification précise et sa portée font l'objet d'interprétations variables, notamment en raison de l'absence de consensus sur des éléments comme l'usage ou non de la règle du tiers exclu ou même la distributivité des connecteurs logiques « et » et « ou ». L'idée même de « logique floue » au singulier est ainsi remise en cause, car toutes ces logiques n'acceptent pas les mêmes postulats (Rosental, 2003).

Un autre cas de figure intéressant et éclairé par le regard sociologique est celui où une preuve peut être tellement longue et complexe que très peu de personnes peuvent vraiment la vérifier. Entrent alors en jeu des variables liées à la crédibilité des personnes qui ont produit la preuve et aux formes légitimes d'application de la norme de ce que le sociologue américain Robert K. Merton a appelé le « scepticisme organisé ». Composante implicite de toute commu-

nauté scientifique, cette norme sociale enjoint de vérifier la validité des énoncés présentés avant de les considérer comme acceptés par la communauté. Cette vérification est bien sûr souvent difficile et n'est pas infaillible. Elle peut aussi prendre des années. Un exemple bien connu est la démonstration supposée, par Alfred Kempe, du « théorème des quatre couleurs » en cartographie, publiée en 1879 dans l'*American Journal of Mathematics* : ce n'est que onze ans plus tard qu'un autre mathématicien a découvert une erreur rendant la démonstration invalide.

Même si, en principe, tout énoncé devrait être vérifié, les énoncés les moins surprenants et qui s'intègrent facilement aux théories existantes ne sont pas toujours revérifiés en détail, les chercheurs accordant de la crédibilité à des résultats produits par des chercheurs déjà reconnus ou travaillant dans des institutions reconnues. Même quand la vérification est effectuée, elle ne peut l'être que par une infime minorité de personnes spécialisées, qui doivent alors être crues sur parole. Bien que cela soit difficile à quantifier, il est en effet probable que la majorité des énoncés contenus dans des publications scientifiques ne soient en fait jamais vérifiés et reproduits (*voir le chapitre de J. Moisan et V. Larivière*). D'ailleurs, selon certains mathématiciens, un bon nombre des théorèmes publiés seront contredits ou autrement rejetés, d'autres seront mis en doute et « la plupart [seront] ignorés », tandis que seulement « une infime fraction » sera réellement « comprise et crue par n'importe quel groupe important de mathématiciens » (De Millo, Lipton et Perlis, 1979, p. 272). Un autre problème serait moins que les erreurs sont difficiles à trouver que le fait que « les mathématiques pures contemporaines sont devenues si abstraites et fragmentées que peu de gens se donnent la peine de chercher attentivement les erreurs » (Zahler, 1976, p. 98).

L'idée formaliste, qui veut que chaque étape d'une preuve puisse être vérifiée pour assurer la validité d'un théorème, a en fait été ébranlée par les travaux d'informaticiens, dans les années 1960, qui

visaient à programmer des ordinateurs pour vérifier si d'autres programmes ne contenaient pas d'erreurs de programmation. Par extension, on a aussi utilisé ces programmes pour vérifier (ou même découvrir) des preuves de théorèmes mathématiques. Ces travaux ont montré que le temps requis pour vérifier certaines preuves simples augmentait de manière exponentielle, rendant pratiquement impossible une vérification en un temps fini.

Même les démonstrations semi-automatisées, dans lesquelles l'ordinateur n'accomplit que certaines étapes d'une preuve par ailleurs produite par un mathématicien, peuvent être problématiques, car la vérification par des humains de ces parties confiées à des algorithmes peut devenir impossible à effectuer. Ainsi, la nouvelle démonstration du théorème des quatre couleurs, proposé par les mathématiciens Kenneth Appel et Wolfgang Haken en 1976, se fonde en partie sur des calculs réalisés par un ordinateur. Or, pour considérer cette preuve comme valide, il faut admettre que l'ordinateur a été programmé correctement et n'a commis aucune erreur, ce qui est en pratique impossible à vérifier, car une vie entière ne suffirait pas pour lire la version imprimée des calculs de l'ordinateur et ainsi vérifier que cette partie de la preuve est correcte. En raison de ce problème, plusieurs mathématiciens estiment qu'une preuve produite par ordinateur n'est pas une « vraie » preuve, car celle-ci doit pouvoir être scrutée dans toutes ses étapes. D'autres, comme le mathématicien Michael Rabin, considèrent plutôt qu'il faut admettre une nouvelle notion de preuve, de nature probabiliste, et développer des algorithmes de vérification qui, sans toujours pouvoir confirmer la preuve à 100 %, peuvent conclure à une très forte probabilité qu'elle soit vraie. D'autres, enfin, sont d'avis que l'acceptation ou non de la validité d'une preuve ne dépend pas d'une analyse mécanique de chaque étape, mais plutôt d'une sorte de compréhension globale. Ils ont une vision plus intuitive, moins formaliste, et considèrent qu'un mathématicien « n'atteint pas une compréhension d'une preuve simplement en vérifiant que toutes les étapes individuelles

ont été enfilées ensemble selon les règles. Au contraire, un tel travail mécanique laborieux n'est ni nécessaire ni suffisant. Ce qui est crucial, c'est de voir au-delà des détails techniques pour saisir les idées et intuitions sous-jacentes, qui peuvent souvent être exprimées de manière concise et même visuelle. Une fois que cette forme (*gestalt*) est perçue, le technicien compétent peut combler autant de détails formels que nécessaire » (Chernoff, 1976, p. 276).

Cette flexibilité interprétative de la notion de preuve permet donc d'étendre au cas des preuves par ordinateur, qui dépassent la possibilité d'une vérification humaine étape par étape, le sens donné à l'idée qu'une preuve doit être « vérifiée » ou « confirmée ». Ainsi, les mathématiciens qui acceptent la preuve offerte par Appel et Haken considèrent l'avoir vérifiée en utilisant des programmes différents exécutés par des ordinateurs différents. Ils appliquent ainsi de manière inédite la norme mertonienne du scepticisme organisé, qui exige que les théorèmes, comme les autres découvertes, soient analysés de manière critique par d'autres membres de la communauté. En théorie, il existe un danger de régression infinie, un sceptique pouvant dire que la vérification de l'ordinateur A par l'ordinateur B ne suffit pas et qu'il faudrait que B soit vérifié par un ordinateur C, et ainsi de suite. Mais cet argument sceptique, qui s'applique aussi à tout appareil de mesure, se heurte en fait à une convention pragmatique selon laquelle il est improbable que tous ces ordinateurs fassent erreur ou que tous les appareils de mesure aient les mêmes biais (Godin et Gingras, 2002).

Les nombreux cas de controverse sur la validité des preuves de certains théorèmes ont ainsi amené les mathématiciens à repenser le sens qu'ils donnent au mot « preuve ». Tous n'ayant pas la même conception d'une preuve valide et, donc, légitime, le terme est apparu plus polysémique qu'il n'y paraissait à première vue. Lakatos étant un philosophe dans la lignée de Karl Popper et de sa conception de la science comme une suite de « conjectures et réfutations », il laisse implicites les aspects sociologiques de la forma-

tion du consensus. Il conçoit un progrès mathématique qui modifie ses objets de manière dialectique par des théorèmes qui, réfutés, exigent alors d'étendre le concept de l'objet mathématique original, comme celui de polyèdre. Or, selon le sociologue David Bloor (1978), on peut associer ces différences d'interprétation à des sous-communautés de chercheurs : d'un côté, ceux qui considèrent les exceptions comme un nouvel objet légitime qui ouvre la voie à de nouveaux théorèmes ou à une réinterprétation de l'objet et, de l'autre, ceux pour qui les « vrais » polyèdres obéissent à la relation d'Euler. De ce point de vue, on peut rattacher un « style » de recherche à une communauté scientifique donnée, liée par des conventions définissant les pratiques légitimes. Ainsi, les chercheurs en logique formelle et les informaticiens ont pu voir dans l'ordinateur un bel instrument pour produire des preuves (Mackenzie, 1995), tandis qu'à l'opposé un mathématicien ayant une conception plus intuitionniste de sa discipline, comme Chernoff, ne sera pas porté à accorder beaucoup de crédibilité à des preuves par ordinateur. Enfin, même si les relations entre physique et mathématique sont parfois étroites, cela n'implique pas que tous les mathématiciens vont admettre qu'on puisse faire la preuve d'un théorème en utilisant des exemples tirés de la physique. Comme le note le mathématicien Saunders MacLane, « les physiciens théoriciens peuvent résoudre des énigmes mathématiques sans fournir de preuve » (1997, p. 148).

En plus des mathématiciens, des philosophes ont également discuté des conséquences de l'usage d'ordinateurs sur les concepts de « preuve » et de « vérification ». C'est intéressant, car cela renforce l'idée que de nouveaux instruments influent non seulement sur la pratique scientifique, mais aussi sur le sens des concepts utilisés. Thomas Kuhn notait d'ailleurs que, durant les périodes de « crise », les scientifiques soulèvent souvent des débats philosophiques, comme ce fut le cas pour la notion de causalité en mécanique quantique. Les instruments étant particulièrement utilisés dans les

sciences expérimentales, voyons comment les scientifiques arrivent à prouver leurs énoncés auprès de leurs pairs.

Ce qui fait preuve dans les sciences expérimentales

Bien que des « preuves » mathématiques, qui se déploient le plus souvent sur le papier, soient parfois employées en physique théorique et mathématique, les méthodes et les critères de preuve en sciences expérimentales diffèrent largement de ceux qu'admettent les mathématiciens. En effet, les méthodes et les critères employés en sciences expérimentales concernent, en principe, non pas des objets formels, tels les nombres ou des formes idéales comme en géométrie, mais des objets en quelque sorte matériels, supposés présents dans la nature et non pas totalement « construits » comme le sont les « objets » mathématiques.

Les preuves dans les sciences expérimentales sont parfois assez faciles à valider quand elles relèvent de l'observation directe, mais le développement d'instruments de mesure de plus en plus complexes, eux-mêmes inspirés de théories souvent abstraites, a rendu les preuves de l'existence de certains phénomènes physiques moins évidentes qu'on ne le croirait à première vue et, donc, plus susceptibles de faire l'objet de désaccords.

Dans les cas d'observation directe de phénomènes, les critères de preuve sont fondamentalement les mêmes que ceux qu'on admet depuis des siècles dans les cours de justice et reposent ultimement sur la crédibilité de l'observateur. Comme l'explique Charles Guérin, historien du droit romain, la preuve « dépend d'un ensemble d'évaluations formulées par l'auditoire sur la personne du témoin, sa manière de déposer et le contenu de sa déposition » (2015, p. 25-26). L'idée qu'un témoin doit être crédible remonte en fait à la plus haute antiquité. Comme le note Georges Boyer à propos des civilisations sumériennes et akkadiennes, « [p]reuve écrite et preuve testimoniale furent [...] les modes normaux d'administration de la preuve depuis

le III^e millénaire jusqu'au temps des Achéménides» (1964, p. 79). Jacques Pirenne rapporte que, dans un procès datant de l'Ancien Empire égyptien et concernant la validité d'un testament, il fut demandé au défenseur, qui prétendait avoir hérité, de «faire comparaître trois témoins honorables en lesquels on puisse avoir confiance» et qui pourraient confirmer ses dires contre ceux du fils qui affirmait plutôt que son père n'avait jamais rédigé un tel testament et que le document produit était un faux (1964, p. 22).

La notion de preuve en science ne fait pas exception. Comme le notent les historiens Steven Shapin et Simon Schaffer en parlant des savants anglais du XVII^e siècle, «l'évaluation de la fiabilité des témoins et de la confiance à leur accorder suivait les conventions tacites de l'époque en ce qui a trait à la crédibilité des témoins: on considérait que les professeurs d'Oxford étaient des témoins plus fiables que les paysans du comté d'Oxford» (1993, p. 58).

Prenons le cas de l'observation d'une «nouvelle étoile» avant l'invention du télescope. Le hasard fait en sorte qu'en novembre 1572, une nouvelle étoile apparaît soudainement dans la constellation de Cassiopée. Visible pendant dix-huit mois, elle permet à l'astronome danois Tycho Brahe de l'observer avec ses instruments de mesure jusqu'à ce qu'elle disparaisse du ciel en mars 1574. Il constate alors que la distance angulaire entre elle et les autres étoiles ne change pas au cours du temps. Il en conclut qu'il s'agit bien d'une étoile et non d'une comète, car cette dernière se serait déplacée dans le ciel. La «preuve» est ainsi faite de l'existence d'une nouvelle étoile, observée à l'œil nu par de nombreux astronomes de l'époque. Si l'existence de cette étoile est rapidement admise, le problème d'interprétation demeure: selon la cosmologie d'Aristote, le ciel est immuable au-delà de l'orbe de la Lune. Comment alors expliquer qu'une nouvelle étoile puisse ainsi apparaître soudainement? La réponse de Tycho Brahe est simple: c'est un miracle! L'étoile étant disparue, la cosmologie d'Aristote demeure donc vraie. Un autre grand astronome de l'époque, Michael Maestlin – qui est le profes-

seur de Johannes Kepler – publie lui aussi ses observations sur la nouvelle étoile et conclut également qu’il s’agit d’un prodige par lequel Dieu envoie un signal à l’humanité, qu’il croit proche de la fin du monde selon l’eschatologie alors en vigueur dans le monde protestant (Granada, 2007). On le voit : alors que la « preuve » d’existence n’a pas posé problème, l’interprétation du phénomène est plus problématique et potentiellement controversée, car elle relève de la théorie, et non pas de l’observation directe ; il y a par conséquent place pour une certaine flexibilité interprétative. Tycho Brahe ayant aussi observé et noté avec précision l’évolution de la couleur et de l’intensité de l’étoile au fil des mois, les astronomes modernes ont pu utiliser ces informations pour conclure qu’il avait en fait observé une supernova, c’est-à-dire l’explosion d’une étoile. Cette interprétation moderne rend compte à la fois de son apparition et de sa disparition, en offrant une explication possible seulement dans la cosmologie post-aristotélicienne et même post-copernicienne.

Le fait que l’observation directe facilite en principe le consensus sur l’existence de certains phénomènes n’atténue toutefois pas le caractère social de la perception. On sait, en effet, que les astronomes occidentaux ne semblent avoir jamais observé de changements importants dans le ciel avant la fin du xvi^e siècle, alors même que de tels phénomènes étaient au contraire souvent répertoriés en Extrême-Orient. Comme le note l’historien de l’astronomie Jean-Pierre Verdet, « autant les archives extrême-orientales abondent en descriptions d’astres nouveaux, qu’ils soient des comètes, des météores ou des novae, autant celles de l’occident restent muettes sur ce type d’événements », qui échappent « à ceux qui ne veulent pas voir que les cieux changent » (1993, p. 241). Cette différence peut en effet s’expliquer, selon Thomas Kuhn, par le fait que l’observation dépend de cadres conceptuels : comme dans la cosmologie d’Aristote le ciel est immuable, il ne sert à rien de l’observer attentivement, et toute apparition pourra même sembler bizarre et ne pas retenir l’attention outre mesure. L’observation de 1572 survient d’ailleurs

justement à une époque où la cosmologie d'Aristote fait l'objet de nombreuses critiques depuis quelques décennies.

Les mathématiques étant au fondement de nombreuses théories physiques, des physiciens mathématiciens ou théoriciens ont proposé des théorèmes visant à prouver logiquement ou mathématiquement qu'un certain type de théorie physique était impossible. Comme l'ont montré les historiens et sociologues des sciences, de telles preuves peuvent donner lieu à des controverses. Un cas intéressant est celui des débats sur la validité de la preuve qu'a présentée en 1932 le grand mathématicien John von Neumann, selon laquelle des « variables cachées » ne peuvent pas exister si la mécanique quantique est valide. Ce cas constitue un bel exemple de la manière dont une preuve logico-mathématique peut être acceptée ou non par des physiciens. Se plaçant dans la lignée inaugurée par Lakatos, le sociologue Trevor Pinch (1977) s'est ainsi demandé, à propos du théorème de von Neumann : « Qu'est-ce qu'une preuve fait quand elle ne prouve pas ? » Son analyse fait ressortir que, en raison du grand respect qu'ils avaient pour le génie de John von Neumann, la plupart des physiciens ont simplement accepté la preuve comme valide sans jamais la vérifier, faute de bien maîtriser les mathématiques intervenant dans la démonstration et étant déjà eux-mêmes convaincus que la mécanique quantique était « complète ». Il est intéressant de constater que les seules critiques sur la validité du théorème viennent alors de philosophes et non de physiciens, et sont simplement ignorées par ces derniers.

Il faut en effet attendre le début des années 1950 pour voir un physicien, David Bohm, porter un regard plus critique sur l'interprétation dominante de la mécanique quantique. Un peu à la manière des mathématiciens construisant des contre-exemples d'un théorème, il n'a pas tenté de trouver une faille dans la démonstration mathématique de von Neumann ; il s'est plutôt contenté de produire un contre-exemple, soit une théorie à variables cachées logiquement cohérente et reproduisant les mêmes résultats que la mécanique

quantique. Confrontées à la théorie de Bohm, les physiciens se sont contentés d'invoquer des raisons philosophiques pour ne pas en tenir compte. Comme le note Pinch, on n'a alors pas employé les façons habituelles qui auraient dû être utilisées pour rejeter la théorie de Bohm, à savoir essayer de « démontrer qu'elle est logiquement incohérente ou empiriquement inadéquate » (p. 183). Il a fallu attendre encore plus d'une douzaine d'années avant que le physicien John S. Bell s'attaque vraiment à la preuve de von Neumann et montre, en 1966, qu'elle contient des axiomes qui ne correspondent pas à ce qu'est une théorie à variables cachées. En somme, bien que la preuve originale de von Neumann n'ait rien prouvé, elle a par contre longtemps servi à renforcer l'interprétation alors dominante de la mécanique quantique et bloqué tout progrès en direction de théories à variables cachées.

Cela dit, et bien que des discussions portant sur des démonstrations mathématiques aient cours dans les sciences expérimentales les plus formalisées, comme on vient de le voir dans le cas de la physique quantique, il demeure que, dans les disciplines expérimentales, les méthodes de preuve menant à l'acceptation d'un phénomène font plutôt intervenir des instruments de mesure et de calibration. La cohésion d'une communauté scientifique dépend d'ailleurs de cet accord sur les instruments et les méthodes de mesure, de telle sorte que les controverses sont plus vives lorsque le même phénomène est appréhendé par des disciplines différentes, qui ont souvent des instruments et des pratiques de mesure différents.

« Excès de chaleur » et « fusion nucléaire »

La controverse autour du phénomène de « fusion froide » montre comment deux disciplines différentes, confrontées au même phénomène, appliquent des raisonnements différents pour arriver à des conclusions différentes sur le sens à donner à leurs observations

(Huizenga, 1992). L'intérêt de cet épisode tient aussi au fait que l'instrumentation impliquée est relativement simple, car elle consiste essentiellement en un circuit d'électrolyse de l'eau, expérience banale souvent effectuée dans un cours élémentaire de chimie ou de physique, les seules différences étant que l'eau ordinaire (H_2O) est remplacée par de l'eau lourde (D_2O , qui contient du deutérium au lieu de l'hydrogène) et que la cathode (l'électrode négative) est en palladium, un métal réputé pour sa capacité à absorber beaucoup d'hydrogène (ou de deutérium). L'anode (positive) est en platine. En somme, l'électrolyse de l'eau lourde libère les ions positifs de deutérium, qui sont ensuite absorbés dans le palladium branché au pôle négatif de la pile.

Tout cela est donc relativement simple et bien connu, jusqu'à ce que les électro-chimistes Martin Fleischmann et Stanley Pons annoncent en grande pompe, en conférence de presse le 23 mars 1989 – avec l'appui de l'Université de l'Utah, l'employeur de Stanley Pons –, qu'ils ont réussi une expérience étonnante : produire une réaction de fusion nucléaire par ce simple montage à température ambiante ! Quand on sait que les physiciens armés d'appareils gigantesques coûtant des centaines de millions de dollars n'y sont pas parvenus après des décennies de recherche, on comprend que l'annonce ait fait du bruit... D'autant plus que les physiciens ont toujours été convaincus que, pour réaliser une fusion nucléaire, il fallait atteindre la température du Soleil, soit quelque 50 millions de degrés Celsius.

Le raisonnement des chimistes pour affirmer que leur système produisait bien la fusion de noyaux de deutérium était fondamentalement le suivant : une fois admis qu'on avait observé un fort excès d'énergie et que la réaction chimique de dissociation de l'eau ne pouvait produire qu'une énergie de quelques électrons-volts, cette forte énergie devait donc provenir d'ailleurs. Or, étant donné la loi de conservation de l'énergie, la seule possibilité était, selon eux, une réaction impliquant le noyau de l'atome lui-même, c'est-à-dire une

fusion nucléaire. Les chimistes ont alors raisonné par exclusion : l'énergie ne pouvant pas provenir d'une réaction chimique – c'est leur domaine d'expertise –, elle doit donc être nucléaire, ce qui relève toutefois du domaine des physiciens. Pour rendre plausible leur interprétation, des chimistes ont proposé une explication simple fondée sur une analogie avec une éponge. En effet, le palladium est reconnu pour sa capacité à absorber beaucoup d'hydrogène dans son réseau métallique, tout comme une éponge absorbe l'eau dans ses alvéoles. L'analogie consiste alors à supposer que la forte densité de deutérium augmente la « pression » à l'intérieur du réseau du palladium et diminue la distance entre les noyaux de deutérium, ce qui entraîne une fusion spontanée. Bien que purement qualitatif, ce modèle fournissait une façon intuitive de rendre compte de ce qui semblait se passer dans cette expérience.

Bien sûr, les physiciens ont raisonné très différemment : la fusion nucléaire demandant beaucoup d'énergie, il est impossible qu'elle survienne dans un milieu excité par une simple batterie de quelques volts. Conclusion des physiciens : le prétendu surplus de chaleur ne pouvait être que le fruit d'une erreur de mesure ou un artefact du montage expérimental ! De plus, s'il y avait vraiment fusion, la théorie nucléaire standard prédit l'émission de noyaux d'hélium de forte énergie. Or l'expérience des chimistes n'utilisait aucun détecteur de neutrons. Pis encore, vu la quantité d'énergie que l'expérience aurait produite, la réaction de fusion nucléaire aurait dû émettre des doses mortelles d'irradiation. En somme, les physiciens, ayant raisonné à partir de prémisses radicalement différentes de celle des chimistes, ont conclu que la « fusion froide » n'existe pas.

Il faut dire que le scepticisme des physiciens était entretenu par le fait que, parmi les nombreux essais effectués dans d'autres laboratoires pour reproduire le phénomène dans les mois suivant l'annonce publique de la « fusion froide », certains étaient positifs et d'autres négatifs. Reproduire un phénomène n'est pas toujours facile et demande en fait une certaine expertise. Conceptuellement,

l'appareil peut sembler rudimentaire, car il mesure une simple différence de température avant et pendant l'électrolyse. Cependant, le calibrage de l'appareil nécessite non seulement certaines habiletés particulières, mais également une bonne connaissance de la calorimétrie.

La preuve des chimistes étant obtenue par déduction à la lumière de faits chimiques et ne tenant pas compte de la théorie nucléaire, et la physique étant considérée comme plus fondamentale que la chimie et, donc, plus crédible, la controverse s'est terminée en faveur des physiciens, qui ont ainsi imposé l'idée que la seule preuve véritable de fusion serait la détection de neutrons. Pourtant, pour montrer que cet argument n'est pas absolument contraignant, des physiciens théoriciens reconnus, dont le Nobel de physique Julian Schwinger, n'hésiteront pas à proposer une théorie pouvant expliquer le phénomène, en suggérant que le réseau de palladium peut en fait absorber une partie de l'énergie produite sans que des neutrons soient produits. Ils raisonnent alors à l'inverse de leurs collègues : supposant que le surplus d'énergie est réel et ne produit pas de neutrons, ils imaginent des interactions ayant lieu dans le réseau de palladium pour expliquer cette absence de neutrons. Après tout, imaginer une théorie nouvelle pour rendre compte de phénomènes nouveaux est la fonction sociale des théoriciens. Ils seront cependant fortement critiqués et même stigmatisés par leurs confrères pour avoir ainsi donné une certaine crédibilité à l'idée de « fusion froide », ce qui illustre la forte tendance à la défense du paradigme dominant face à une « anomalie », comme l'a bien montré Thomas Kuhn.

Des conceptions différentes de la preuve expérimentale peuvent aussi cohabiter à l'intérieur d'une même spécialité de recherche, du moins pendant une certaine période. Ainsi, l'historien de la physique Peter Galison (1997) a fait état de deux traditions expérimentales en physique des particules élémentaires pour prouver l'existence de nouvelles particules. La première s'appuie sur les

images photographiques produites dans les chambres à bulles, qui rendent visibles les trajectoires des particules. Pour prouver l'existence d'une particule, il suffit alors de produire une seule image de qualité présentant les caractéristiques prédites par la théorie. La seconde tradition, plus récente et fondée sur des techniques numériques plus avancées, se base plutôt sur l'analyse statistique des milliards d'interactions qui se produisent lors des collisions dans un accélérateur de particules. La preuve qu'une nouvelle particule est produite repose alors plutôt sur le rapport « signal sur bruit », lequel doit être d'au moins cinq écarts-types par rapport au signal de base. De ce point de vue, un événement unique, aussi « pur » soit-il, ne peut en aucun cas être considéré comme une preuve qu'une nouvelle particule a été « observée » ou, plutôt, « détectée ». Comme le note Galison, « chacun trouve sa propre forme d'argumentation convaincante et estime la forme rivale fautive à certains égards » (cité dans Soler, 2019, p. 277-278). Cela étant dit, l'évolution des technologies peut aussi réconcilier des traditions différentes et Galison (1997) observe que le perfectionnement des méthodes électroniques permet de nos jours de reconstruire des images de trajectoire par ordinateur, faisant ainsi dissoudre l'opposition initiale entre « image » et « logique ».

Comme dans tous les cas précédents, les types de démonstration sont associés à des paradigmes, lesquels définissent les contours d'une communauté scientifique. Ces paradigmes sont quant à eux acquis au cours de la socialisation dans un champ scientifique, trajectoire de formation qui inculque un habitus disciplinaire, c'est-à-dire un ensemble de schèmes de perception et d'évaluation des pratiques scientifiques jugées légitimes (Gingras, 2012).

* * *

Ce que l'on peut considérer comme un acquis de la sociologie historique des sciences qui se déploie depuis les années 1970 est la

démonstration que, quel que soit le domaine des sciences, il existe une certaine *flexibilité interprétative* des concepts et des pratiques, qui fait que l'univocité apparente de certains termes, dont celui de « preuve », cache en fait une diversité de compréhensions dont le caractère parfois contradictoire n'apparaît que lors de controverses qui obligent à expliciter et à adapter, au besoin, le sens de notions que, jusque-là, personne ne remettait en question et que chacun présumait généralement acceptées au sein de la communauté scientifique considérée. La cohésion sociale d'une communauté scientifique dépend d'ailleurs en partie de la polysémie de termes qui semblent faire consensus à la surface mais qui, une fois analysés en détail, font apparaître des conceptions très différentes du contenu de ces mots, objets, concepts ou théories, censés donner corps au groupe. Aussi paradoxal que cela puisse paraître, le flou ou l'ambiguïté même de certaines notions contribue à la cohésion sociale d'une communauté, qui risquerait de se désagréger en multiples factions concurrentes s'il fallait toujours être certain que chacun des membres accorde exactement le même sens aux différentes notions utilisées dans sa discipline.

Références

- Bloor, David, « Polyhedra and the Abominations of Leviticus », *British Journal for the History of Science*, vol. 11, n° 3, 1978, p. 245-272.
- Boyer, Georges, « La preuve dans les anciens droits du Proche-Orient », dans Société Jean Bodin, *Recueils de la Société Jean Bodin pour l'histoire comparative des institutions*, tome XVI, *La preuve. Première partie. Antiquité*, Bruxelles, Éditions de la librairie encyclopédique, 1964, p. 61-87.
- Chernoff, Paul R., « Understanding Mathematical Proofs: Conceptual Barriers », *Science*, vol. 193, n° 4250, 23 juillet 1976, p. 276.
- Collins, Harry M., « Introduction: Stages in the Empirical Programme of Relativism », *Social Studies of Science*, vol. 11, n° 1, 1981, p. 3-10.
- De Millo, Richard A., Richard J. Lipton et Alan J. Perlis, « Social processes and proofs of theorems and programs », *Communications of the Association of Computing Machinery*, vol. 22, n° 5, 1979, p. 271-280.
- Galison, Peter, *Image and Logic. A Material Culture of Microphysics*, Chicago, Chicago University Press, 1997.

- Godin, Benoit et Yves Gingras, «The experimenters' regress: from skepticism to argumentation», *Studies in History and Philosophy of Science*, vol. 33, 2002, p. 137-152.
- Gingras, Yves, «Le champ scientifique», dans Frédéric Lebaron et Gérard Mauger (dir.), *Lectures de Bourdieu*, Paris, Ellipses, 2012, p. 279-294.
- Granada, Miguel A., «Michael Maestlin and the New Star of 1572», *Journal for the History of Astronomy*, vol. 38, n° 1, 2007, p. 99-124.
- Guérin, Charles, *La voix de la vérité. Témoignage et témoignage dans les tribunaux romains du 1er siècle avant J.-C.*, Paris, Les Belles Lettres, 2015.
- Huizenga, John R., *Cold Fusion: The Scientific Fiasco of the Century*, Oxford, Oxford University Press, 1992.
- Lakatos, Imre, *Preuves et réfutations. Essai sur la logique de la découverte mathématique*, Paris, Hermann, 1984.
- Mackenzie, Donald, «The Automation of Proof: a Historical and Sociological Exploration», *IEEE Annals of the History of Computing*, vol. 17, n° 3, 1995, p. 7-29.
- MacLane, Saunders, «Despite physicists, proof is essential in mathematics», *Synthese*, vol. 11, n° 2, 1997, p. 147-154.
- Pinch, Trevor J., «What does a proof do when it does not prove», dans Everett Menselsohn, Peter Weingart et Richard Whitley (dir.), *The Social Production of Scientific Knowledge*, Dordrecht, D. Reidel Publishing, 1977, p. 171-215.
- Pinch, Trevor J., «Towards an Analysis of Scientific Observation: The Externality and Evidential Significance of Observational Reports in Physics», *Social Studies of Science*, vol. 15, n° 1, 1985, p. 3-36.
- Pirenne, Jacques, «La preuve dans la civilisation de l'Égypte antique», dans Société Jean Bodin, *Recueils de la Société Jean Bodin pour l'histoire comparative des institutions*, tome XVI, *La preuve. Première partie. Antiquité*, Bruxelles, Éditions de la librairie encyclopédique, 1964, p. 9-42.
- Shapin, Steven et Simon Schaffer, *Léviathan et la pompe à air: Hobbes et Boyle entre science et politique*, traduit de l'anglais par Thierry Piélat avec la collaboration de Sylvie Barjansky, Paris, La Découverte, 1993.
- Soler, Léna, *Introduction à l'épistémologie*, 3^e édition, Paris, Ellipses, 2019.
- Raynaud, Dominique, «Les erreurs de démonstration de l'Optique et ce qu'elles nous apprennent d'Euclide. Défense de l'internalisme», *Archives internationales d'histoire des sciences*, vol. 94, n° 193, 2024.
- Rosental, Claude, *La trame de l'évidence. Sociologie de la démonstration en logique*, Paris, Presses universitaires de France, 2003.
- Verdet, Jean-Pierre, *Astronomie et astrophysique. Textes essentiels*, Paris, Larousse, 1993.
- Zahler, Raphael, «Errors in Mathematical Proofs», *Science*, vol. 193, n° 4248, 9 juillet, 1976, p. 98.

2 La sous-détermination, les biais et les valeurs

Molly Kao

Un des objectifs de la philosophie des sciences est d'expliquer ce qu'est une bonne preuve, apte à soutenir une théorie ou une hypothèse scientifique. Dans le passé, des philosophes ont voulu fournir une justification absolue des théories scientifiques, dans l'espoir qu'on pourrait fonder de telles certitudes absolues sur l'objectivité des observations empiriques. Cependant, il est devenu clair qu'aucune quantité d'observations brutes ne suffirait à rendre possible un tel degré de certitude. Un problème classique de la philosophie des sciences a exprimé cette impossibilité, soit le problème de la sous-détermination.

Selon cet argument, une théorie scientifique ne peut jamais être entièrement « spécifiée », c'est-à-dire qu'elle ne peut jamais être entièrement établie ni démontrée uniquement à partir des preuves empiriques disponibles. Essentiellement, il existerait toujours un écart entre les données dont on dispose et les conclusions qu'on peut en tirer. Ce constat fait naître la possibilité que des facteurs tiers, autres que les facteurs strictement probants, contribuent à l'atteinte d'une conclusion finale, ou à l'adoption de telle ou telle théorie à un moment donné. Certains philosophes soutiennent que les « valeurs » jouent un rôle essentiel pour combler ces espaces d'incertitude, tandis que d'autres ne partagent pas cet avis. Quoi qu'il en soit, les

philosophes des sciences s'accordent généralement sur le fait que cet espace découlant de la sous-détermination ouvre la porte à des biais, qu'il faudrait réduire ou domestiquer d'une quelconque façon.

La sous-détermination

Supposons que je sache que vous appartenez à une fratrie de cinq individus et que vous avez au moins un frère. À partir de cette seule information, je ne pourrais pas déterminer le nombre exact de frères que vous avez, puisque cette information est compatible avec un nombre allant de un à quatre. Le nombre précis de frères reste donc « sous-déterminé » : les données disponibles ne permettent pas de justifier une réponse définitive. Or ce genre de situation est omniprésent en science.

Un exemple classique est notre compréhension de l'univers et, en particulier, de notre système planétaire. Supposons que nous vivions à une époque antérieure aux télescopes. Grâce à des observations étalées sur plusieurs années, nous avons des informations abondantes sur les positions et les mouvements apparents des étoiles et des planètes, mais ces observations, à elles seules, tracent une voie épistémologique ouverte à plusieurs embranchements. Dans le meilleur des cas, nous découvririons des règles ou des régularités nous permettant de prédire les déplacements des astres. Mais quels mouvements sous-jacents devrions-nous attribuer aux planètes ? À partir des informations disponibles, nous aurions plusieurs possibilités. Nous pourrions postuler qu'elles se déplacent autour de la Terre dans un arrangement complexe d'orbites circulaires. Une autre option serait qu'elles se meuvent autour du Soleil, qui orbite lui-même autour de la Terre. Enfin, nous pourrions aussi suggérer que ce sont la Terre et les autres planètes qui tournent autour du Soleil. Il reste qu'en nous appuyant seulement sur les observations disponibles, nous ne pourrions exclure aucune de ces possibilités. Chacune de ces possibilités a été proposée à un moment dans l'his-

toire. Autrement dit, la description appropriée du mouvement des corps célestes de notre système planétaire resterait sous-déterminée par les preuves disponibles.

Types de sous-détermination

On présente habituellement de deux façons le problème général de la sous-détermination. La première, associée au philosophe Willard V. O. Quine, s'appuie sur une vision holiste du monde, selon laquelle toutes les croyances d'un agent sont interconnectées. L'idée centrale est que toute preuve peut devenir compatible avec toute théorie, pour autant qu'on demeure prêt à changer un autre élément dans l'ensemble complet de nos croyances.

Revenons au cas de la description de l'univers et de notre système planétaire. Quand Ptolémée a proposé son modèle de l'univers au II^e siècle de notre ère, il travaillait à partir de la vision aristotélienne du monde, qui plaçait la Terre au centre de l'univers et qui attribuait aux objets du ciel un mouvement parfaitement circulaire. Cependant, parce que le mouvement des planètes était prédictible mais incompatible avec des orbites parfaitement circulaires autour de la Terre, Ptolémée a dû proposer une hypothèse additionnelle afin d'expliquer ce fait tout en préservant les deux idées précédentes. Cette exigence l'a conduit à concevoir un assemblage complexe d'orbites enchevêtrées, chacune incorporant des cercles parfaits. Ainsi, plutôt que de réviser l'obligation de décrire les orbites comme des cercles, Ptolémée a choisi d'ajouter plusieurs mouvements circulaires supplémentaires pour l'harmoniser avec ses observations empiriques. Cet exemple montre que les données probantes ne peuvent pas déterminer à elles seules quelles déclarations théoriques doivent être changées. Nous pouvons toujours conserver une croyance particulière en révisant d'autres énoncés.

La seconde façon de poser le problème de la sous-détermination repose quant à elle sur l'idée générale que tout ensemble de données

probantes est compatible avec plusieurs théories. Par exemple, le modèle standard de la physique des particules est aujourd'hui la théorie qui décrit et qui unifie le mieux un large groupe de phénomènes physiques. Les physiciens sont toutefois conscients que cette théorie devra tôt ou tard être étendue ou révisée si l'on veut rendre compte de la totalité des phénomènes connus. Pourtant, l'information que nous avons actuellement ne nous permet pas de déterminer quelles extensions théoriques du modèle standard seraient correctes : elle ne peut pas nous indiquer laquelle, parmi toutes les candidates actuelles, est la bonne. De plus, et considérant l'ensemble disponible des données probantes, nous resterions à bien des égards incertains que la théorie acceptée soit en fait la bonne. Après tout, il pourrait exister d'autres possibilités, dont certaines demeurent inconnues.

Risque inductif

Il existe donc deux lectures du problème de la sous-détermination. La première pose que le rejet d'une théorie admise n'est jamais exigé, tandis que la seconde demeure sceptique quant à l'exactitude de toute théorie provisoirement acceptée. Dans tous les cas, le fait est qu'en science nous introduisons un risque inductif chaque fois que nous faisons des inférences à partir de données. Cela signifie que, lorsque nous inférons que des données commandent de réviser une théorie, il demeure toujours une possibilité d'erreur, puisque les données probantes ne déterminent pas à elles seules les théories à privilégier.

Ce risque inductif s'applique dans un contexte d'expérimentation scientifique, et il est important d'en tenir compte. Considérons un exemple simple qui concerne le raisonnement statistique, qu'on utilise dans toutes les sciences (*voir le chapitre de Y. Gingras*). Cet exemple montre qu'en raison de la sous-détermination la décision d'accepter ou de rejeter une hypothèse préliminaire ne peut pas

s'appuyer uniquement sur les données. Supposons qu'on veuille mesurer la quantité moyenne de plomb présente dans l'eau d'un secteur urbain, afin de vérifier si cette quantité est sécuritaire pour la consommation humaine (en présumant que ce qui constitue un niveau sécuritaire ne fait pas l'objet de débat). La tâche des scientifiques est de confirmer une de ces conclusions : soit la quantité de plomb est acceptable, soit elle est inacceptable. Pour déterminer la quantité de plomb dans l'eau, il faut prélever des échantillons. Comme la mesure peut varier d'un échantillon à l'autre, les scientifiques ne peuvent pas se fier à un seul échantillon pour décider si la concentration de plomb est acceptable et ils devront donc en analyser plusieurs. Imaginons que, sur dix échantillons prélevés, sept contiennent une quantité de plomb inférieure au seuil acceptable. Quelle conclusion devraient-ils tirer de ces données ?

Cette étude peut se terminer de quatre façons : 1) on conclut que la concentration de plomb est acceptable, et cela est vrai ; 2) on conclut que la concentration de plomb est acceptable, et cela est faux ; 3) on conclut que la concentration de plomb est inacceptable, et cela est vrai ; 4) on conclut que la concentration de plomb est inacceptable, et cela est faux.

Il est logiquement possible que tous les échantillons indiquent une concentration sécuritaire de plomb dans l'eau, mais qu'ils soient tous non représentatifs pour une raison quelconque : peut-être que si l'on prélevait d'autres échantillons, la quantité moyenne observée de plomb deviendrait beaucoup plus élevée, une situation peu probable mais possible. Plus fondamentalement, puisque l'étude ne peut pas déterminer avec une certitude absolue la teneur globale en plomb de l'eau, il existe toujours un risque qu'elle arrive à la mauvaise conclusion (scénarios 2 et 4). Afin d'éviter cela, nous pourrions mettre en cause la méthodologie de l'expérience et, peut-être, opérer des choix différents. Par exemple, combien d'échantillons devrions-nous prélever ? Pour limiter les erreurs, nous pourrions exiger plus d'échantillons, puisqu'un nombre accru devrait fournir

une estimation plus précise. Procéder ainsi comporte toutefois le risque d'utiliser inutilement des ressources. Nous pourrions aussi réfléchir à notre marge de manœuvre compte tenu de la moyenne obtenue avec tous les échantillons : si cette moyenne s'approche du seuil d'acceptabilité, concluons-nous qu'elle se trouve à l'intérieur du seuil d'erreur raisonnable et que la concentration de plomb est donc sécuritaire ? Ce serait un choix, car nous pourrions aussi juger que la priorité est d'éviter de déclarer que l'eau est sans danger si elle ne l'est pas et que, par conséquent, nous devrions être extrêmement stricts. Ce qu'il faut noter, ici, c'est que tous ces choix seraient informés par d'autres critères que les données strictement probantes. Ainsi, pour décider d'une méthode et des règles de raisonnement statistique qui mènent à une conclusion, il faut nécessairement faire place à des considérations qui se situent en marge de la preuve proprement dite.

Biais et valeurs

Nous avons donc établi que le processus scientifique comporte des circonstances face auxquelles les preuves et les données probantes ne peuvent entièrement déterminer nos conclusions. Nous pouvons maintenant nous demander quels sont les autres facteurs susceptibles d'influer sur la décision d'accepter ou de rejeter des hypothèses. Tous ces facteurs ne sont pas envisagés de la même manière par les scientifiques et les philosophes.

Certains facteurs sont perçus comme essentiellement négatifs, comme des nuisances dont on souhaite se débarrasser. C'est le cas, par exemple, des biais cognitifs qui peuvent orienter une recherche vers un résultat plutôt que vers un autre. Un exemple connu est le biais de confirmation, qui peut mener des chercheurs à accepter un résultat déjà attendu. Ce biais se manifesterait par le rejet des données divergentes, jugées non pertinentes dès qu'elles apparaissent anormales. Un autre biais cognitif est l'effet de mode, qui dissuade

les chercheurs de remettre en question un résultat qui s'accorde avec des conclusions préexistantes lorsque celles-ci sont partagées par plusieurs autres chercheurs. Peu importe le type de biais, il est généralement admis qu'il faut les éviter, car ils « interfèrent » avec l'inférence jugée appropriée. Les chercheurs seraient bien réticents à admettre qu'un biais a influencé leurs conclusions.

Toutefois, il existe d'autres facteurs, qu'on appelle fréquemment des « valeurs », qui ne font pas l'objet d'un tel jugement négatif. Les valeurs ont toujours joué un rôle en science, qu'il soit bon ou mauvais, et elles continuent à le faire. Bien qu'il existe plusieurs façons de définir les valeurs, on peut les considérer comme des idées que les chercheurs tiennent, implicitement ou explicitement, pour importantes. Nous parlons souvent de « valeurs non épistémiques » pour désigner des préférences qu'on n'associe pas typiquement à la vérité ou à l'adéquation empirique des théories. Par exemple, un chercheur pourrait s'engager dans telle recherche plutôt que dans telle autre parce que sa vision du monde et de la science est façonnée par des convictions égalitaires. Ces valeurs non épistémiques font partie d'une variété de croyances d'arrière-plan qui influent sur le raisonnement des scientifiques.

Des philosophes féministes des sciences ont donné des exemples classiques de théories scientifiques qui se voulaient objectives, mais qui reposaient en fait sur des présuppositions. Helen Longino a écrit, entre autres, sur le rapport de dépendance qui existe, dans les sciences biologiques et médicales, entre le traitement des sujets humains et le pouvoir interprétatif des chercheurs (Longino et Doell, 1983). Parmi les divers exemples que fournit le domaine médical, on peut mentionner des études de grande envergure sur le vieillissement ou sur les maladies cardiaques qui n'ont porté que sur des hommes : la généralisation des résultats obtenus à tous les humains a entraîné de réelles difficultés pour le diagnostic et le traitement des femmes présentant un risque accru de crise cardiaque (Schiebinger, 2003). Or, cette inférence reposait sur des

présuppositions concernant ce qui constitue un corps humain standard : on a tacitement jugé qu'un éventail de données que des médecins occidentaux avaient recueillies durant certaines décennies du ^{xx}e siècle auprès d'un groupe démographique relativement homogène était assez représentatif pour inspirer des politiques publiques, des recommandations cliniques et d'autres projets de recherche.

Ces exemples laissent entendre que les valeurs, souvent de façon implicite, influent négativement sur la pratique scientifique, à la manière des biais cognitifs. Toutefois, la présence de valeurs visant autre chose que la seule vérité n'est pas toujours un problème. Dans notre exemple du plomb dans l'eau, il était même nécessaire de choisir ce qu'on voulait privilégier afin de parvenir à une conclusion.

Dans d'autres contextes, des valeurs peuvent influencer notre façon de considérer des données comme des preuves. Heather Douglas (2000) en présente un bon exemple. Elle décrit comment des scientifiques tentent de déterminer le degré de toxicité d'une substance donnée afin d'établir si elle est cancérigène. Ces scientifiques analysent, sur des lames de microscope, des échantillons de tissus de rongeurs qui ont été exposés à la substance en question. Un certain nombre d'échantillons déclarés positifs mènera à une conclusion quant à la présence ou non de cancer chez les sujets étudiés. Cependant, l'évaluation elle-même de chaque échantillon reste sous-déterminée : il n'existe aucun moyen absolument certain de classer hors de tout doute un échantillon individuel comme cancéreux ou non. Il revient alors aux scientifiques de formuler, dès cette étape, des jugements à partir d'un ensemble de facteurs pointus : or, des études où plusieurs scientifiques analysaient les mêmes lames ont montré qu'il y avait rarement consensus. Les critères employés pour orienter ces jugements ambigus impliquent des valeurs : d'évidence, choisir de classer les échantillons ambigus comme positifs influence la conclusion en faveur d'un contrôle strict, au risque d'augmenter le nombre de faux positifs, tandis

qu'opter pour l'attitude inverse peut faciliter la circulation de substances cancérogènes.

Les réponses au problème

La sous-détermination reste, dans certains contextes, un problème épineux. Cela dit, nous sommes capables, d'un point de vue pragmatique, de résoudre un bon nombre de difficultés en nous appuyant sur certains modes de raisonnement plutôt que sur d'autres. La capacité à contourner l'écueil de la sous-détermination constitue d'ailleurs un bon critère pour préférer une technique de raisonnement à une autre.

En gros, on peut diviser les outils de contrôle de la sous-détermination en trois niveaux : le niveau de l'expérimentation (en évitant les biais expérimentaux) ; le niveau de l'interprétation ou des raisonnements sur les résultats expérimentaux (en privilégiant les déterminations multiples) ; le niveau des pratiques sociales, qui informent l'entreprise scientifique (en intégrant explicitement les valeurs à la fabrique de la science).

Éviter les biais expérimentaux

Lorsqu'ils conçoivent leurs expériences, les scientifiques utilisent diverses techniques pour réduire l'effet des biais (*voir le chapitre de J. M. Moisan et V. Larivière*). Ici, je distinguerai délibérément les biais et les valeurs. Je définirai le biais comme un élément négatif, en cela qu'il contribue à fausser un résultat. *A contrario*, les valeurs ne sont pas nécessairement négatives.

Un exemple connu d'outil expérimental propre à prévenir les biais est l'étude randomisée en double aveugle, à laquelle on a souvent recours en médecine. Dans les études qui visent à déterminer l'efficacité d'un médicament, on sépare les sujets en deux groupes : le premier groupe reçoit un placebo, tandis que le second groupe

reçoit le médicament en question, et tant les sujets et que les chercheurs ignorent à quel groupe appartient chaque sujet. Cette pratique permet d'éviter divers biais. D'une part, elle soumet tous les patients à un effet placebo égal, puisqu'ils ignorent tous s'ils sont réellement traités ou non. D'autre part, elle met les expérimentateurs à l'abri de la tentation de fausser les données, pour une variété de raisons (parce qu'ils veulent favoriser le médicament, parce qu'ils veulent orienter leur patient favori vers le vrai remède, etc.). Enfin, elle prévient aussi des influences subtiles sur le comportement des chercheurs et du personnel soignant envers les sujets, qui pourraient influencer sur la thérapie ou sur la collecte des données.

On utilise une technique analogue, nommée l'« analyse aveugle », en physique des particules. Vu l'énorme quantité de données que produisent les expérimentations en physique des hautes énergies, cette discipline emploie des méthodes statistiques avancées pour analyser les observations, dans le but d'évaluer la manifestation ou non de phénomènes rares, comme les interactions entre certaines particules ou la présence de particules que prédit la théorie. Ici, le résultat scientifiquement adéquat reste sous-déterminé, car les données strictement observationnelles ne peuvent pas, logiquement, déterminer une conclusion exclusive, tandis que les analyses statistiques qui rendent l'interprétation possible requièrent, quant à elles, une multitude de choix. L'« analyse aveugle » consiste à masquer certaines informations lors de la conception de ces analyses statistiques, afin d'éviter que ces informations n'influencent les choix des analystes.

Considérons une expérience réalisée au moyen d'un accélérateur de particules. Les physiciens cherchent à prouver, parmi les milliards d'interactions qui surviennent durant une seule expérience, la présence d'un type spécifique et très rare de réaction nucléaire. Le modèle standard prédit, avec une grande précision, la fréquence à laquelle devrait avoir lieu cette réaction lorsque tel dispositif expérimental est configuré de telle façon. La théorie prédit aussi la valeur

d'énergie que produira la réaction dans ce contexte, et c'est cette valeur d'énergie qui servira en quelque sorte de marqueur pour déterminer la présence de la réaction recherchée. Le problème est que cette réaction très rare, qui ne surviendra que dans une infime fraction des interactions de particules provoquées par l'expérience, se mélangera à un océan d'autres interactions variées ainsi qu'à d'innombrables effets environnementaux et instrumentaux, dont plusieurs produiront des résultats semblables à la réaction étudiée, ce qui surchargera la collecte de données. La tâche des physiciens sera d'établir si un signal observé est suffisant pour faire office de preuve de la présence de la réaction prédite.

On doit faire des choix à différents moments de cette démarche. Par exemple, les physiciens doivent estimer ce que serait l'arrière-plan attendu des phénomènes actifs dans la zone observée, afin de pouvoir décider, le moment venu, s'il y a ou non une preuve d'interactions additionnelles. Cette détermination de l'arrière-plan, puis le jugement sur la présence ou non de la réaction étudiée reposent sur des méthodes statistiques. Le risque de biais vient du fait qu'on n'a pas déterminé de manière univoque les formules créées pour utiliser ces méthodes: les chercheurs doivent faire des choix concernant les valeurs des paramètres qui guideront l'analyse. Or, un physicien qui connaîtrait à l'avance l'ensemble des données observationnelles pourrait s'en trouver influencé au moment de prendre ses décisions statistiques, un peu comme le médecin pourrait être influencé s'il pouvait distinguer les sujets qui reçoivent un placebo. Les physiciens emploient donc diverses méthodes pour masquer une partie des données, afin d'éviter de faire des choix sur la procédure statistique en fonction de ce qu'ils ont déjà observé.

On relève des considérations similaires dans d'autres contextes de la physique. Chaque fois, on estime que concevoir la procédure d'analyse statistique tout en connaissant les données introduit la possibilité d'un biais, conscient ou non. L'analyse aveugle aide donc à empêcher que ces biais n'influencent l'interprétation des résultats.

La stratégie des déterminations multiples

Par-delà le niveau expérimental, on peut aussi chercher à contrer la sous-détermination en réduisant l'incertitude qui est inhérente au raisonnement inductif lui-même. Les philosophes ont esquissé pour cela différentes stratégies. L'une des plus importantes consiste à utiliser plusieurs sources indépendantes de données probantes pour soutenir la même conclusion. Ce type de stratégie est parfois qualifié d'« argument à déterminations multiples », qu'on définit comme la recherche d'une robustesse qui se fonde sur la « consilience » des preuves. Ce dernier terme, habituellement attribué à William Whewell, renvoie à la convergence des preuves : il exprime l'idée que notre adhésion à une hypothèse se renforce lorsque cette hypothèse est d'abord développée dans un certain contexte, puis soutenue par des données issues d'un autre contexte. Intuitivement, on estime qu'une telle convergence de preuves indépendantes doit être convaincante, car la coïncidence serait trop grande pour que l'hypothèse soit fausse. Cela dit, ce saut logique comporte une part de naïveté et même les philosophes qui admettent l'importance de la consilience ne considèrent pas qu'elle constitue une justification suffisante du principe.

Malgré cette réserve formelle, ce type de raisonnement est omniprésent en science. On en trouve des exemples aussi bien en physique qu'en biologie et en géologie. Eran Tal (2017), dans son travail sur la calibration des instruments, affirme que le processus de mesure d'une quantité inclut un argument implicite de « cohérence » proche de la consilience. Selon lui, la calibration d'un instrument est une activité de modélisation : les scientifiques élaborent une ou plusieurs représentations théoriques abstraites du processus physique de mesure, puis utilisent ces modèles pour faire des prédictions sur ce qu'ils devraient observer avec divers instruments de mesure. Ces prédictions sont ensuite testées et les résultats servent à peaufiner les modèles. Décider si un instrument est « précis » ou non est un jugement qui s'appuie souvent sur la correspondance

entre les résultats de sa propre procédure de mesure et les résultats tirés d'autres procédures, qui peuvent avoir été différemment modélisées. Alisa Bokulich (2020) fait état d'une pratique analogue dans les ajustements apportés à l'échelle des temps géologiques (l'échelle de mesure qui situe les événements géologiques de l'histoire de la Terre). Bokulich décrit comme un « test de cohérence » l'application comparée de différentes méthodes de datation à un même événement géologique dans le but de décider si l'on devra ajuster les pré-supposés théoriques mis en cause par l'événement. On n'utilise pas nécessairement ces tests pour parvenir à un accord, mais plutôt pour dégager les disparités entre différentes méthodes et les évaluer plus en profondeur.

Dans tous ces cas, l'idée principale est que la comparaison de plusieurs résultats issus de méthodes différentes contribue à prévenir les erreurs et à réduire la sous-détermination. Cela est surtout efficace lorsqu'il existe un bon degré d'indépendance entre les pré-supposés théoriques ou les techniques utilisées. En recoupant les informations, on peut considérer avec confiance avoir correctement établi un résultat digne d'intérêt et avoir atténué les biais qui auraient pu provenir de tel ou tel contexte individuel.

Inclure les valeurs dans la pratique scientifique

Les stratégies évoquées jusqu'ici ont en commun de viser l'élimination et l'atténuation des biais. Cependant, on l'a dit, il existe des facteurs non scientifiques qui, même s'ils agissent parfois comme des biais, devraient tout de même, du moins selon certains philosophes, être admis dans notre conception d'une bonne pratique scientifique. C'est ce que nous appelons ici des valeurs.

Il existe différents types de valeurs : on considère certaines comme des valeurs « épistémiques » et d'autres comme des valeurs « non épistémiques ». Douglas (2000) et Steel (2010) ont défendu, chacun à sa façon, cette distinction entre deux types de valeurs,

tandis que d'autres sont moins convaincus de l'utilité d'une distinction nette (Rooney, 1992). Sans adhérer à une stricte dichotomie, on trouvera quand même utile de caractériser grossièrement ces deux types. Les valeurs épistémiques désignent un attachement à des propriétés qui influencent la vérité d'une théorie. Parmi ces propriétés, on trouve, par exemple, l'adéquation empirique et la précision des prédictions: bien que ces propriétés ne garantissent pas à elles seules la vérité d'une théorie, on considère généralement qu'elles sont de bons indicateurs de vérité. L'attachement à ces propriétés est une valeur épistémique. Cela les distingue d'autres propriétés, comme la possibilité de tester facilement une théorie à partir de ressources existantes, pour réduire les dépenses financières: cette propriété d'économie peut certainement avoir une incidence sur les choix de méthodes ou sur la décision de conserver ou d'abandonner une théorie, mais cette propriété n'indique pas la vérité potentielle de la théorie en question. L'attachement terre-à-terre aux propriétés économiques d'une théorie est donc une valeur non épistémique.

La question est de savoir dans quelle mesure les valeurs non épistémiques interviennent en science. Certains usages des valeurs non épistémiques sont universellement reconnus (*voir les chapitres de G. Beauchamp et M. Turbide et de É. Montpetit et A. Lemor*). Par exemple, décider quoi rechercher ou de quelle façon appliquer des résultats à une politique publique sont, de toute évidence, des étapes du processus scientifique qui engagent des valeurs. En outre, comme le montre l'exemple du plomb dans l'eau, certaines étapes apparemment techniques du processus scientifique font, elles aussi, intervenir des valeurs. Les universitaires féministes, on l'a vu, ont signalé de nombreux cas dans lesquels une science jadis considérée comme neutre et objective subissait en réalité l'influence de croyances d'arrière-plan. Elisabeth Lloyd (2006) a montré comment les présuppositions androcentriques de biologistes évolutionnistes les avaient menés à ignorer des explications concurrentes sur l'évolution de l'orgasme féminin. De tels constats

ont fait admettre qu'il est impossible d'éliminer complètement les valeurs de la pratique scientifique.

En guise de solution, certains proposent d'accepter la présence des valeurs en science, y compris des valeurs non épistémiques. Notre compréhension commune des sciences devrait intégrer le rôle que jouent les valeurs non épistémiques et nous devrions nous préoccuper de la manière dont les sciences procèdent à cette intégration.

De ce point de vue, un des rôles des valeurs non épistémiques peut être de combler les vides laissés par le problème de la sous-détermination, comme le soutient Helen Longino (2001). En effet, si les présuppositions d'arrière-plan des chercheurs reposent en partie sur la théorie scientifique, certaines découlent aussi de visions du monde élargies. Plutôt que de se désespérer de l'inévitable présence de valeurs non épistémiques dans le raisonnement de tout agent, Longino propose de considérer la structure sociale plus large qui organise la connaissance : un scientifique devrait être vu comme un agent dans un réseau complexe, qui englobe autant le monde physique qu'il étudie que le monde social qui l'influence. Longino suggère donc une liste de normes sociales afin de régir la production du savoir. Ces normes incluent l'existence d'espaces publics destinés à des discussions critiques que les choix scientifiques devraient prendre en compte. Il devrait aussi exister des standards publics, eux-mêmes soumis à la critique, à partir desquels on pourrait évaluer les idées scientifiques. Pour régir ces délibérations, Longino met en avant une norme d'« égalité tempérée » : bien que le débat soit ouvert, les membres d'une communauté scientifique donnée devraient bénéficier d'une attention et d'une considération critique particulières. En retour, il est spécialement important que la communauté épistémique s'assure d'être ouverte à la diversité des points de vue, afin d'enrichir l'examen critique. Même si une telle proposition ne résout pas le problème de la sous-détermination, elle demeure intéressante en ce qu'elle vise à recontextualiser la présence

de valeurs non épistémiques chez les scientifiques et à en faire une ressource à laquelle puiser, plutôt qu'une simple source de biais à éliminer.

* * *

Il n'existe pas de moyen unique permettant de combler complètement un écart inductif : la sous-détermination de la théorie par la preuve est inévitable, tant sur le plan théorique que sur le plan pratique. Cette limite ouvre la porte à l'influence des facteurs extra-épistémiques, ce qu'on a appelé ici des biais et des valeurs. Il existe cependant des moyens pour essayer de diminuer nos risques et de raisonner sur nos connaissances, à différents niveaux de la pratique scientifique. D'une part, on peut recourir à des techniques d'expérimentation appropriées et à des raisonnements de consilience afin de réduire l'effet des biais cognitifs et d'augmenter notre confiance envers le résultat des expériences. D'autre part, on peut prendre acte du rôle inévitable des valeurs dans le raisonnement scientifique et reconsidérer la structure sociale de la science pour leur faire jouer un rôle constructif.

Références

- Bokulich, Alisa, « Calibration, coherence, and consilience in radiometric measures of geologic time », *Philosophy of Science*, vol. 87, 2020, p. 425-456.
- Douglas, Heather, « Inductive risk and values in science », *Philosophy of Science*, vol. 67, n° 4, 2000, p. 559-579.
- Klein, Joshua R. et Aaron Roodman, « Blind analysis in nuclear and particle physics », *Annual Review of Nuclear and Particle Science*, vol. 55, 2005, p. 141-163.
- Lloyd, Elisabeth A., *The Case of the Female Orgasm: Bias in the Science of Evolution*, Cambridge, Harvard University Press, 2006.
- Longino, Helen E., *The Fate of Knowledge*, Princeton University Press, 2001.
- Longino, Helen E. et Ruth Doell, « Body, Bias, and Behavior: A Comparative Analysis of Reasoning in Two Areas of Biological Science », *Signs*, vol. 9, n° 2, 1983, p. 206-227.

- Rooney, Phyllis. « On values in science: Is the epistemic/non-epistemic distinction useful? », *Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, vol. 1, 1992, p. 13-22.
- Schiebinger, Londa, « Women's health and clinical trials », *The Journal of Clinical Investigation*, vol. 112, n° 7, 2003, p. 973-977.
- Steel, Daniel, « Epistemic values and the argument from inductive risk », *Philosophy of Science*, vol. 77, 2010, p. 14-34.
- Tal, Eran, « Calibration: Modelling the measurement process », *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, vol. 65-66, 2017, p. 33-45.
- Whewell, William, *Theory of Scientific Method*, textes réunis et édités par Robert E. Butts, Indianapolis, Hackett, 1989.

3 La controverse autour de la preuve par l'absurde en mathématiques

Mathieu Marion

On associe volontiers à la notion de preuve un caractère normatif, en ceci que la preuve devrait pouvoir servir à arbitrer nos débats comme elle le fait dans une cour de justice : entre deux opinions divergentes, si la preuve penche d'un côté, nous devrions nous y ranger. Pourtant, les controverses socioscientifiques des dernières années, sur le réchauffement climatique, la vaccination ou encore l'efficacité de mesures comme le port du masque pour prévenir la transmission du virus responsable de la COVID-19, ont montré les limites de cet idéal normatif : il suffit, pour l'anéantir, de ne pas s'entendre sur « ce qui fait preuve » (voir les chapitres de É. Montpetit et A. Lemor et de J. Prud'homme). Comment expliquer ce phénomène ? Un réflexe consiste à blâmer le manque d'éducation d'une des parties (Bodmer, 1985) : c'est qu'on appelle aujourd'hui le « *deficit model* », qui persiste malgré de nombreuses critiques (Simis *et al.*, 2016). En réalité, pour que tous puissent reconnaître la validité d'une preuve, on doit présupposer plus qu'une simple capacité acquise par l'éducation : il faut aussi partager au préalable ce qu'on peut appeler une « conception du monde » (ou « *world-view* », Kahan, Jenkins-Smith et Braman, 2011). Ce serait donc plutôt parce qu'ils ne partagent pas la même « vision du monde »

que les participants à un débat ne s'entendent pas sur « ce qui fait preuve ».

Paul Boghossian fournit un exemple de cela dans l'introduction de son ouvrage *La peur du savoir*. Il y traite du conflit entre la preuve amassée par les archéologues à propos de l'origine des peuples autochtones d'Amérique du Nord, qui seraient passés par le détroit de Bering, et le récit complètement différent de leurs origines par les Sioux Lakotas de la rivière Cheyenne. (La question de savoir si on doit tenir compte du savoir autochtone dans le cadre de fouilles archéologiques a une dimension politique dont rien de ce qui suit ne préjuge.) J'aimerais illustrer ici cette idée en montrant que de tels conflits surviennent même au sujet des preuves mathématiques et à l'intérieur même de la communauté mathématique, en présentant un débat qui oppose deux « visions » ou, plus précisément, deux thèses divergentes sur la nature des objets et de la réalité mathématiques.

Les preuves mathématiques ont un statut particulier : non seulement toute personne compétente pour suivre les étapes d'une preuve *doit* reconnaître la vérité de la conclusion, mais aussi l'énoncé mathématique ainsi prouvé est reconnu « nécessaire », en ceci qu'il ne souffre aucune exception, la preuve ne lui fournissant pas qu'un simple soutien uniquement statistique ou probabiliste (*voir le chapitre de Y. Gingras*). En termes simples, s'il est prouvé que deux et deux font quatre, alors vous pouvez additionner deux et deux autant de fois que vous voudrez, vous n'obtiendrez jamais trois ni cinq, à moins d'avoir fait une erreur. On reconnaît aussi à l'énoncé mathématique prouvé un statut définitif : lorsqu'une preuve est formulée, elle est soumise à un processus de vérification par les pairs et, le cas échéant, acceptée comme stable et irrévocable ; il est très rare qu'on n'y découvre des failles qu'après plusieurs années. Les preuves ayant passé ce test sont reconnues sans faille : on peut les simplifier, en étendre la portée ou établir une nouvelle preuve procédant par un nouveau chemin (le théorème de Pythagore a pour l'instant près de 370 preuves), mais elles ne sont pas « révisables ». Comme le disait le

philosophe Wittgenstein, l'énoncé mathématique est « archivé » : il est prouvé une fois pour toutes et pourra servir de « lemme » dans la preuve d'autres énoncés. C'est ce qu'on appelle la propriété de « monotonie » des preuves.

Ce statut particulier des preuves et des énoncés mathématiques en fait un cas paradigmatique pour nos débats publics, qu'illustre le personnage de Winston dans *1984*, de George Orwell, lorsqu'il craint que le Parti ne finisse par lui imposer que deux et deux font cinq. D'où son mot célèbre, à la toute fin du chapitre VII de la première partie, que « [l]a liberté, c'est la liberté de dire que deux et deux font quatre. Lorsque cela est accordé, le reste suit ». Il ne sera question, dans ce qui suit, ni du relativisme et de ses dangers présumés ni d'arithmétique élémentaire comme « deux et deux font quatre », mais d'un débat déjà plus que centenaire sur le principe de la « réduction à l'absurde » (*reductio ad absurdum*), qui a l'avantage de mettre en évidence un conflit entre des « visions » sous-jacentes. Nous examinerons la question des preuves mathématiques sous l'angle de la logique mathématique, plus précisément de la « théorie des démonstrations » ou « théorie de la preuve », dont le concept central est celui d'« inférence déductive »¹.

Le tiers exclu

Le premier système de « logique mathématique » dans l'histoire est *L'idéographie*, de Gottlob Frege, publiée en 1879. Son but était d'établir un système de logique dans lequel on pourrait transcrire les preuves de l'arithmétique pour les présenter étape par étape, un peu

1. Pour une introduction à ce sujet, le lecteur pourra consulter avec profit les travaux de Wagner (2014) et, dans le cas d'ouvrages plus avancés, ceux de David, Nour et Raffalli (2003) ou de Mancosu, Galvan et Zach (2022). Il existe une autre approche en logique mathématique, celle de la « théorie des modèles », fondée sur le concept de « conséquence logique », mais nous la laissons de côté ici afin de garder le propos le plus simple possible.

comme une chaîne dont chaque maillon correspond à une inférence. Dans sa préface, Frege ajoute qu'il veut aussi fournir des preuves « sans lacunes » (Frege, 1999, [1879], p. 6), c'est-à-dire sans ces interstices entre deux maillons de la chaîne dans lesquels pourrait s'insérer une intuition, voire une erreur. Les inférences correspondent à l'application de règles de logique (codifiées par Frege sous forme d'axiomes), par exemple lorsqu'on met bout à bout une preuve de A et une preuve de B pour former « A & B », « & » étant le symbole logique pour la conjonction « et ». Frege voyait aussi son système comme une étape dans la réalisation du rêve de Leibniz d'établir un langage symbolique pour l'expression des pensées rationnelles, la *characteristica universalis*, et une sorte d'abaque, le *calculus ratiocinator*, qui pourrait évaluer la vérité ou la fausseté de chacune d'entre elles. Les projets plus contemporains d'une mécanisation des mathématiques, tels que les projets QED ou Flyspeck, sont des tentatives de réaliser ce *calculus ratiocinator* pour les énoncés mathématiques (Avigad, 2018). Si un objectif à long terme est de mécaniser la découverte de nouvelles preuves, il y a pour l'instant encore loin de la coupe aux lèvres et les sceptiques sont nombreux. Mais les mathématiques sont au moins « formalisables », en ce sens que les systèmes d'assistant (*proof assistant*) ou de vérification des preuves (*proof checking*), tels que Coq, HOL, Isabelle et Mizar, sont d'usage courant pour vérifier des preuves et pour détecter des erreurs dans des preuves qui seraient particulièrement longues à vérifier « à la mitaine », même pour une équipe de mathématiciens. Pour ne prendre qu'un seul exemple, la preuve à l'aide de Coq, par Georges Gonthier, du théorème des quatre couleurs (qui énonce que quatre couleurs suffisent pour colorier n'importe quelle carte plane découpée en régions connexes) a mis fin à une controverse sur une preuve informatique des années 1970, qui testait un million de coloriage à l'aide d'un programme IBM (Gonthier, 2008).

Il existe cependant des désaccords sur les preuves en mathématiques, qui ne portent pas sur leur longueur ni sur l'usage de l'infor-

matique, mais plutôt sur les règles ou les principes employés dans certaines preuves. Le désaccord le mieux connu de ce genre concerne le « principe du tiers exclu » ou *tertium non datur*, dont on doit la première formulation explicite à Aristote : « il n'est pas possible [...] qu'il y ait un intermédiaire entre des énoncés contradictoires : il faut nécessairement soit affirmer, soit nier un seul prédicat, quel qu'il soit, d'un seul sujet » (*Métaphysique*, livre IV, 1011b, 23-25). Autrement dit, pour un objet et un prédicat quelconques, soit c'est le cas que l'objet possède cette propriété, soit ce n'est pas le cas : il n'y a pas de tierce possibilité. On peut exprimer ce principe de la façon suivante avec « $\vee$ », le symbole pour « ou », et « $\neg$ », qui est le symbole pour la négation :

$$A \vee \neg A.$$

Cette formule peut donc se lire comme suit : ou bien « c'est le cas que A » ou bien « ce n'est pas le cas que A » ; il n'y a pas d'autre possibilité.

Selon une définition plus rigoureuse, une preuve est constituée d'une suite finie de formules (elles-mêmes « bien formées ») à partir d'un ou des axiomes (tirés d'un ensemble fini de ceux-ci), dont chaque étape est une inférence qui résulte de l'usage d'une règle de logique, provenant elle-même d'un ensemble fini de règles, et se terminant par la formule prouvée. La notion de « conséquence logique » permet de définir la notion clé de « validité » : une inférence est « valide » si, dans tous les cas où les prémisses sont toutes vraies, la conclusion l'est aussi. Un cas où toutes les prémisses seraient vraies mais où la conclusion serait fausse serait un contre-exemple qui rendrait l'inférence invalide. Le désaccord qui nous intéresse oppose, d'un côté, les mathématiciens qui acceptent le principe du tiers exclu sous la forme de la réduction à l'absurde, et qui acceptent par-là les preuves faisant appel à ce principe et donc l'ensemble des mathématiques dites « classiques », et, d'un autre côté, les mathématiciens « constructivistes », qui refusent de l'utiliser.

Pour mieux comprendre l'enjeu, considérons un exemple simple et souvent cité d'une preuve *non constructive* d'un théorème selon lequel «il existe deux nombres irrationnels a et b et un rationnel c , tel que $ab = c$ ». La preuve a comme point de départ une application du tiers exclu : soit le nombre $(\sqrt{2})^{\sqrt{2}}$ est rationnel, soit il est irrationnel. Examinons ces deux cas possibles dans l'ordre. D'une part, si ce nombre est rationnel, il suffit de prendre $a = b = \sqrt{2}$, donc $c = (\sqrt{2})^{\sqrt{2}}$, et on a bien ce qu'on cherche : a et b sont irrationnels et c est rationnel. D'autre part, si $(\sqrt{2})^{\sqrt{2}}$ est irrationnel, il suffit de prendre plutôt $a = (\sqrt{2})^{\sqrt{2}}$ et $b = \sqrt{2}$. Pour $ab = c$, on a alors : $(\sqrt{2}^{\sqrt{2}})^{\sqrt{2}} = (\sqrt{2})^2 = 2$. On obtient donc encore une fois le résultat que a et b sont irrationnels et que c est rationnel, et le théorème est prouvé.

Cette preuve utilise, en vertu du principe du tiers exclu, la disjonction entre le cas où le nombre $(\sqrt{2})^{\sqrt{2}}$ est rationnel et le cas inverse où il est irrationnel, mais sans nous dire laquelle des deux propositions est la bonne, puisque ni la rationalité ni l'irrationalité de $(\sqrt{2})^{\sqrt{2}}$ ne sont prouvées. C'est ce qu'on appelle une « preuve d'existence » : elle nous confirme qu'il existe bien deux nombres irrationnels a et b et un nombre rationnel c , tel que $ab = c$, mais elle ne nous dit tout simplement pas lesquels. Parce qu'on nous dit que ces nombres doivent exister sans nous les fournir, le mathématicien Hermann Weyl comparait ce genre de preuve à une carte au trésor sans le « X » qui désignerait le lieu où il est caché. Tandis qu'un mathématicien « classique » peut se contenter de cette preuve d'existence, le constructiviste réclame que ces nombres soient fournis. On fait habituellement remonter l'origine du constructivisme mathématique au Berlinoise Leopold Kronecker et à son projet d'« arithmétisation » de l'algèbre et de la théorie des nombres réels. Pour lui, seule la suite des nombres naturels est donnée : tout le reste doit être construit en n'utilisant que des définitions de propriétés permettant de vérifier, en un nombre fini d'étapes, si un nombre quelconque possède ou non la propriété considérée. La preuve « logique » propo-

sée plus haut lui aurait déplu et il aurait très certainement demandé une preuve de la rationalité ou de l'irrationalité de $(\sqrt{2})^{\sqrt{2}}$.

La vaste majorité des mathématiciens ne sont pas constructivistes : ils répondraient donc que cette preuve est valide, même si elle peut être perçue comme insatisfaisante, et que, par ailleurs, de très nombreuses preuves non constructives sont, contrairement à cet exemple pédagogique, extrêmement difficiles et importantes. Le mathématicien hollandais L. E. J. Brouwer a cependant franchi une étape de plus dans la critique des mathématiques « classiques » en reconsidérant la logique sous-jacente aux preuves d'existence par la méthode de réduction à l'absurde, en employant un argument mettant en cause la fiabilité du principe du tiers exclu, dans un article paru en 1908 et justement intitulé « Que les principes de la logique ne sont pas fiables » (Brouwer, 2014). Cet article est à l'origine de ce qu'on appelle la « logique intuitionniste », l'intuitionnisme de Brouwer étant l'un des multiples projets de mathématiques constructivistes. Pour suivre Brouwer, il faut regarder de près le fonctionnement de la méthode de preuve par l'absurde.

La preuve par l'absurde

Nous avons vu que la preuve par l'absurde consiste à démontrer la vérité d'une proposition A en faisant plutôt l'hypothèse de sa contradictoire $\neg A$ pour ensuite déduire de cette hypothèse une contradiction. En vertu de cette contradiction, on doit conclure, à strictement parler, qu'on ne peut pas affirmer $\neg A$, c'est-à-dire que « ce n'est pas le cas que ce n'est pas le cas que A », une double négation qui s'écrit « $\neg \neg A$ ». Or, pour pouvoir affirmer A , il faut aussi que la double négation implique l'affirmation, soit que « $\neg \neg A$ implique A ». Avec « $\rightarrow$ » symbolisant l'implication logique, cette prémisse s'exprimerait donc ainsi :

$$\neg \neg A \rightarrow A.$$

C'est ce qu'on appelle l'« élimination de la double négation », qui, en vertu du raisonnement qui vient d'être exposé, est équivalente au principe du tiers exclu, $A \vee \neg A$. (La converse est aussi possible: $A \rightarrow \neg \neg A$, mais elle n'est pas problématique pour une raison que nous verrons à l'instant.) On peut aussi représenter l'élimination de la double négation sous la forme d'une règle de déduction naturelle (pour ces règles, voir Mancosu, Galvan et Zach, 2022, chap. III) où le signe de l'implication est remplacé par une barre horizontale, qui indique l'*inférence déductive* qui nous amène de « $\neg \neg A$ » à « A » :

$$\frac{\neg \neg A}{A.}$$

Enfin, en utilisant, pour la contradiction, le symbole « $\perp$ », qui signifie l'« absurdité », et les trois petits points à la verticale qui laissent une trace de l'ellipse des étapes présumées menant à la contradiction, on peut donc représenter plus exactement la preuve par l'absurde comme suit :

$$\frac{\begin{array}{c} \neg A \\ \vdots \\ \perp \end{array}}{A.}$$

En effet, cela se lit de haut en bas ainsi : de l'hypothèse que « ce n'est pas le cas que A », il s'ensuit (par des étapes représentées ici par les trois petits points) une contradiction/absurdité ; donc, je peux inférer (la barre horizontale) que « c'est le cas que A ».

Cependant, nous avons vu que le passage de l'absurdité $\perp$ à A suppose implicitement l'élimination de la double négation. Il faudrait donc lire plutôt : « de l'hypothèse que ce n'est pas le cas que A s'ensuit une contradiction/absurdité, donc, je peux inférer que ce

n'est pas le cas que ce n'est pas le cas A, et donc je peux inférer, par élimination de la double négation, que c'est le cas que A :

$$\frac{\begin{array}{c} \neg A \\ \vdots \\ \perp \\ \neg \neg A \end{array}}{A.}$$

Or, cette représentation plus précise de notre raisonnement nous montre qu'en faisant tout cela, nous n'avons pas tout à fait prouvé A. Nous avons seulement prouvé que l'hypothèse de son contraire $\neg A$ mène à l'absurdité, donc que $\neg \neg A$. L'étape suivante, soit l'élimination de la double négation, ne comporte *aucun contenu autre que logique* : elle n'implique aucune « construction » mathématique de A et n'offre qu'une affirmation en quelque sorte mathématiquement « vide » que cela *doit* être le cas que A. Brouwer, fidèle ici aux idées de Kronecker, ne peut pas admettre que l'affirmation A ait été prouvée, puisqu'on sait uniquement que « ce doit être logiquement le cas que A » sans construction explicite de A. Brouwer peut uniquement accepter cette version de la preuve par l'absurde :

$$\frac{\begin{array}{c} \neg A \\ \vdots \\ \perp \end{array}}{\neg \neg A}$$

Il est cependant hors de question pour lui d'ajouter l'inférence de $\neg \neg A$ à A. Ainsi, selon lui, si $\neg A$ mène à une contradiction/absurdité $\perp$, nous sommes justifiés d'affirmer mathématiquement que « ce n'est pas le cas que ce n'est pas le cas que A », mais pas que « c'est le cas que A », puisque que ce saut ne peut être fait que par l'application de la règle de logique de l'élimination de la double négation $\neg \neg A \rightarrow A$.

Notons que la version précédente n'est qu'un cas particulier de ce qu'on appelle la « *reductio* intuitionniste » qui s'exprime ainsi (il suffit d'enlever un signe « $\neg$ » à la prémisse et à la conclusion pour le voir) :

$$\begin{array}{c} A \\ \vdots \\ \perp \\ \hline \neg A. \end{array}$$

Une telle formulation reste « constructive » et elle est parfaitement acceptable pour Brouwer, puisque la conclusion est simplement qu'on ne peut pas prouver que ce soit le cas que A : prouver l'impossibilité d'une construction n'est pas la même chose que de prouver l'existence d'une construction du simple fait que la construction à partir de l'hypothèse contradictoire est impossible.

Les mathématiques : réalité ou construction ?

Certes, la vaste majorité des mathématiciens préfèrent en général une preuve constructive, entre autres pour l'information supplémentaire qu'elle fournit, à une preuve non constructive. Par contre, cette majorité tient aussi à la méthode de preuve par l'absurde et aux résultats qu'on ne peut obtenir que par elle, en l'absence de preuve constructive possible. Mais quelle justification, outre une forme de « pragmatisme », peut-on avancer pour maintenir ainsi le recours à la preuve par l'absurde « classique » ? C'est sur ce point que se situe le conflit entre deux « conceptions du monde », à proprement parler entre deux visions antagonistes de la « réalité mathématique ».

Il est utile, pour en parler, d'introduire la contrepartie « sémantique » du principe du tiers exclu (qui est syntaxique), soit le « principe de bivalence ». Ce principe pose que « tout énoncé est soit vrai, soit faux ». Un énoncé ne peut donc être « ni vrai ni faux » et ne peut

pas non plus être « à la fois vrai et faux ». Ces conditions impliquent que tout énoncé possède une valeur de vérité et que celle-ci doit être, de manière exclusive, soit le vrai, soit le faux. Ce principe est sémantique puisqu'il parle de la vérité, qui est une relation entre les énoncés et « ce qui les rend vrais », les « vérificateurs » (*truth-makers*). Pour les tenants des mathématiques classiques, les vérificateurs sont des faits mathématiques indépendants des constructions des mathématiciens. Pour les constructivistes, par contre, ce rôle de tels vérificateurs indépendants n'est pas possible, car ce sont seulement les « preuves » elles-mêmes, c'est-à-dire les enchaînements d'inférences, qui « rendent vrai » (Sundholm, 1994).

La bivalence, que les constructivistes rejettent avec le tiers exclu, est donc étroitement liée à une forme de « réalisme » sémantique. On peut le voir en utilisant ici une « conjecture », c'est-à-dire un énoncé mathématique qui n'est pas encore prouvé, en l'occurrence la « conjecture de Goldbach » : « Tout nombre naturel pair plus grand que 2 est la somme de deux nombres premiers. » On ne connaît pour l'instant aucun contre-exemple à cette conjecture : c'est une raison de *croire* qu'elle est vraie, mais, tant que le raisonnement employé ne résultera pas d'une preuve mathématique, nous ne pourrions pas dire que nous *savons* qu'elle est vraie. Devant cette absence d'une preuve, l'adhésion au principe de bivalence nous invite à postuler tout de même des objets et une réalité mathématiques qui rendent la conjecture vraie (ou fausse), indépendamment de l'état actuel de nos connaissances. Cette hypothèse philosophique est ce qu'on appelle depuis Poincaré le « platonisme mathématique », puisque, à l'instar des formes platoniciennes, ces objets sont considérés comme réels, bien qu'étant hors du cadre spatiotemporel de la physique. Nul besoin de dire que c'est une conception difficile à accepter pour tout « naturaliste », qui réduit « ce qui est » à ce qui existe dans ce cadre.

De même, cette réalité mathématique rend la conjecture de Goldbach vraie ou fausse indépendamment de nos connaissances,

le problème étant que nous ne sommes pas en mesure de le savoir. Si la réalité mathématique rend la conjecture vraie, une éventuelle preuve ne sera plus qu'un moyen de confirmer ce que nous pressentions. Le même raisonnement vaut pour la preuve par l'absurde en mathématiques « classiques » : le passage de $\neg \neg A$ à A , qu'on a exposé plus tôt, est considéré comme légitime parce qu'on postule l'existence d'objets mathématiques qui existent en soi, indépendamment de nos constructions mathématiques. Leur existence permet d'affirmer le principe du tiers exclu : si l'hypothèse que « ce n'est pas le cas que A » mène à une contradiction, alors l'existence d'une réalité mathématique indépendante, platonicienne, doit rendre vrai l'énoncé A .

Brouwer était plutôt inspiré par Kant, pour qui, dans sa *Critique de la raison pure*, les mathématiques procèdent « par construction de concepts » (A 713/B 741), et il ne croyait donc pas en l'existence d'une réalité mathématique indépendante de ses propres constructions. Plus précisément, Brouwer croyait que les mathématiques résulteraient de « constructions mentales » humaines mais indépendantes du langage, dans lequel on en transcrirait les résultats : le défaut de cette transcription serait qu'une fois formulées dans le langage, les preuves pourraient être en quelque sorte prolongées par des extrapolations non mathématiques en usant d'opérations logiques, comme le passage de $\neg \neg A$ à A dont nous avons parlé, qui permettraient d'accepter A sans qu'on puisse posséder la construction mentale correspondante. C'est donc en vertu d'une vision « constructiviste » de la réalité des mathématiques que Brouwer ne pouvait pas accepter le passage de $\neg \neg A$ à A par la méthode de réduction à l'absurde « classique » et qu'il rejetait, comme Kronecker, les résultats obtenus par ce type de preuve. Les intuitionnistes qui ont suivi Brouwer ont épuré sa philosophie, notamment de son « psychologisme », et en ont conservé l'idée principale, à savoir que c'est une preuve qui « rend vrai » un énoncé mathématique, et non

un « fait » ou des « objets » qui existeraient hors du cadre spatiotemporel de la physique.

Pour éviter toute méprise sur le sens du « constructivisme mathématique », il faut éviter de le confondre avec une forme de « constructivisme social » selon lequel l'accord de la communauté scientifique précéderait et *créerait* les « faits » – une erreur que ne commettait pas Ian Hacking, qui préférerait d'ailleurs l'expression « constructionnisme social » pour désigner ce dernier, afin de réserver l'expression « constructivisme » au constructivisme mathématique (Hacking 2001, p. 73 ; voir le chapitre de L. Delias et al.). Pour illustrer la différence, on pourrait paraphraser la question de Socrate qui est à la source du « dilemme d'Euthyphron » : « Le pieux est-il aimé des dieux parce qu'il est pieux, ou est-il pieux parce qu'il est aimé des dieux ? », et demander à notre tour « une preuve est-elle reconnue valide par la communauté mathématique parce qu'elle est valide, ou est-elle valide parce que la communauté mathématique la reconnaît valide ? » Tout comme Socrate, pour qui « le pieux est aimé des dieux parce qu'il est pieux », les participants au débat sur le principe du tiers exclu reconnaissent tous « qu'une preuve est reconnue valide par la communauté mathématique parce qu'elle est valide » et non l'inverse. Cela est tout aussi vrai des défenseurs des mathématiques « classiques » que des constructivistes, qui reconnaissent tous l'« objectivité » des preuves. En ce sens, la porte reste fermée au « relativisme » concomitant à toute forme de constructionnisme social, dont celui contre lequel Boghossian (2009) argumente dans *La peur du savoir*.

* * *

Le fait qu'une des parties de cette controverse, les constructivistes, est fortement minoritaire ne démontre pas par lui-même qu'elle est dans l'erreur. Quoi qu'il en soit de la résolution de cette controverse, le but de ce texte est de montrer une opposition entre deux visions

incompatibles de la réalité mathématique, dont la conséquence est le rejet par les uns de certaines preuves mathématiques qui sont acceptées par les autres. Or, pour revenir à notre point de départ, la dispute n'a assurément rien à voir avec le manque d'éducation d'une des deux parties (*voir le chapitre de M. Kao*).

Références

- Avigad, Jeremy, « The Mechanization of Mathematics », *Notices of the American Mathematical Society*, vol. 65, n° 6, 2018, p. 681-690.
- Bodmer, Walter, *Public Understanding of Science: Report of the Royal Society's Ad Hoc Group*, Londres, Royal Society, 1985.
- Boghossian, Paul, *La peur du savoir. Sur le relativisme et le constructivisme de la connaissance*, Marseille, Agone, 2009.
- Brouwer, L. E. J., « "Que les principes de la logique ne sont pas fiables". Nouvelle traduction française annotée et commentée de l'article de 1908 de L. E. J. Brouwer », *Revue d'histoire des sciences*, vol. 67, n° 2, 2014, p. 257-281.
- Kahan, Dan M., Hank Jenkins-Smith et Donald Braman, « Cultural Cognition of Scientific Consensus », *Journal of Risk Research*, vol. 14, n° 2, 2011, p. 147-174.
- David, René, Karim Nour et Christophe Raffalli, *Introduction à la logique. Théorie de la démonstration*. 2^e éd., Paris, Dunod, 2003.
- Frege, Gottlob, *L'idéographie*, traduction de Corinne Besson, Paris, Vrin, 1999.
- Gonthier, Georges, « Formal Proof – The Four Colour Theorem », *Notices of the American Mathematical Society*, vol. 55, n° 11, 2008, p. 1382-1393.
- Hacking, Ian, *Entre science et réalité: la construction sociale de quoi ?*, Paris, La Découverte, 2001.
- Mancosu, Paolo, Sergio Galvan et Richard Zach, *Introduction à la théorie de la démonstration*, Paris, Vrin, 2022.
- Simis, Molly J., Haley Madden, Michael A. Cacciatore et Sara K. Yeo, « The Lure of Rationality: Why does the Deficit Model Persists in Science Communication? », *Public Understanding of Science*, vol. 25, n° 4, 2016, p. 400-414.
- Sundholm, Göran, « Existence, Proof and Truth-Making: A Perspective on the Intuitionistic Conception of Truth », *Topoi*, vol. 13, 1994, p. 117-126.
- Wagner, Pierre, *Logique et philosophie. Manuel d'introduction pour les étudiants du supérieur*, Paris, Ellipses, 2014.

PARTIE II

Les grands problèmes de la recherche

4 La reproductibilité en science

Jade Maria Moisan et Vincent Larivière

La science connaît une croissance exponentielle qui s'est accélérée depuis 1990, principalement en raison de l'émergence d'Internet. La transmission plus rapide des connaissances joue un rôle déterminant dans le processus de mondialisation de la science (*voir le chapitre de F. Claveau et J. Dion*). Cette mondialisation accentue une compétition à l'échelle internationale, qu'incarnent par exemple les classements d'universités. Dans ce contexte, les chercheurs se retrouvent généralement pris dans une course à la publication rapide, souvent résumée par l'expression « *publish or perish* ». Divers processus d'évaluation exercent sur la communauté scientifique une pression qu'exacerbent d'importants incitatifs financiers. Dans un contexte pareil, on peut facilement imaginer que des chercheurs soient tentés de privilégier la quantité (mesurée en nombre de publications) au détriment de la rigueur de leurs travaux, ce qui peut conduire à des erreurs, des biais ou à une faible reproductibilité des résultats.

Or la reproductibilité est un élément crucial du progrès scientifique. En principe, on doit pouvoir reproduire les résultats d'une étude en suivant les méthodologies d'origine. L'impossibilité de les reproduire devrait soulever des questions quant à leur fiabilité et à leur crédibilité. En théorie, c'est la capacité à reproduire des résultats qui différencie la science d'autres modes de connaissance : la

confiance dans les affirmations proposées ne repose pas sur une confiance dans la source, mais sur l'évaluation des preuves elles-mêmes (Nosek et Lakens, 2014). Malheureusement, le système scientifique actuel tend à encourager divers biais, en récompensant les chercheurs en fonction des résultats annoncés de leurs travaux plutôt que de la qualité de leurs méthodes (Hardwicke et Wagenmakers, 2023).

Cette tendance peut entraîner des conséquences négatives sur la qualité de la recherche. Au cours des dernières années, nous avons assisté à une série d'épisodes où des résultats scientifiques considérés comme robustes ont été remis en question.

Qu'est-ce que la reproductibilité en science ?

Selon un sous-comité de la National Science Foundation, « la reproductibilité renvoie à la possibilité pour un chercheur de reproduire les résultats d'une étude passée en utilisant les mêmes matériaux et procédures que le chercheur original » (Bollen *et al.*, 2015). Cette pratique consistant à reproduire la recherche ou à s'assurer de la rendre reproductible est inhérente au progrès scientifique : elle renforce la fiabilité et la validité des découvertes, tout en accordant plus de valeur aux résultats qui ont été obtenus par plusieurs équipes. En toute logique, il importe donc de diffuser les résultats de reproductions d'études, qu'ils soient positifs ou négatifs.

Des chercheurs ont proposé des paramètres pour définir précisément ce qu'est une étude reproductible, mais aucun consensus n'a encore émergé. En 2016, Goodman, Fanelli et Ioannidis ont même réagi à ces débats en affirmant qu'envisager la reproductibilité comme une finalité en soi contribuait en partie au chaos terminologique et opérationnel entourant la discussion. En effet, si on examine la terminologie utilisée, on constate des variations importantes et même des contradictions entre les concepts proposés. On peut les expliquer en partie par le fait qu'une bonne part de la terminologie

associée à la reproductibilité provient du domaine des sciences computationnelles et visait au départ, dans les années 1980 et 1990, à faire correspondre une publication avec son analyse informatique sous-jacente. À cette époque, on ne faisait aucune distinction entre la « reproductibilité » et la « répliquabilité », aujourd'hui considérées comme deux concepts distincts (Barba, 2018). Pour la plupart des observateurs, la reproductibilité d'une étude renvoie à la possibilité d'en reproduire les résultats à l'identique en utilisant les mêmes méthodologies et le même ensemble de données que les chercheurs initiaux. La répliquabilité, elle, est l'emploi d'une méthodologie semblable pour générer de nouvelles données dans le but d'obtenir des résultats, non pas identiques, mais similaires. Malheureusement, des terminologies contradictoires se sont répandues ces dernières années et il devient difficile de s'y retrouver. On peut ainsi voir la reproductibilité en science comme un continuum, et non comme une notion binaire, étant donné l'absence d'un seuil standard universellement accepté permettant de conclure qu'une étude est reproductible ou non. Bien que l'intérêt récent pour la reproductibilité de la recherche ait eu des retombées positives, il devient impératif que nous avançons vers une compréhension approfondie de la relation entre reproductibilité, accumulation de preuves et validité des affirmations scientifiques (Goodman, Fanelli et Ioannidis, 2016).

Les origines et le contexte de la crise

Bien que la crise de la reproductibilité s'amplifie depuis 2010, des inquiétudes reliant la qualité des résultats scientifiques à leur reproductibilité ont été exprimées bien avant cela. Dès les années 1960, des chercheurs s'intéressent à la rigueur méthodologique, à la validité des résultats et, surtout, à l'importance de publier les études ayant obtenu des résultats non significatifs. En 1962, Jacob Cohen publie un travail révolutionnaire dans le domaine de la psychologie statistique, qui aura des incidences sur la manière dont on conçoit

les expériences en psychologie. Il introduit, entre autres, les concepts de « taille de l'effet » et de « pouvoir statistique », qui servent à évaluer la robustesse de résultats de recherche. Or, Cohen tisse un lien entre ces questions et la transparence des résultats. En analysant 70 articles parus dans une même revue, il observe, d'une part, que les chercheurs ont peu tendance à « rejeter l'hypothèse nulle » (c'est-à-dire qu'ils négligent de tester la signification statistique de leur jeu de données) et, d'autre part, que les articles publiés présentent tous des résultats significatifs (ce qui ne correspond pas à la réalité du travail de recherche). Cohen est ainsi parmi les premiers, avec Theodore D. Sterling en 1959, à observer la propension des chercheurs à privilégier l'étude de phénomènes plus susceptibles de produire des effets significatifs. Cohen critique les biais éditoriaux associés à cette préférence, en notant que les pratiques qu'il dénonce ne se limitent pas à la psychologie et qu'on les rencontre aussi dans les revues de biologie, de chimie, de médecine et de sociologie. Rosenthal (1979) désignera ce biais défavorable aux résultats négatifs par l'expression « *the file drawer problem* », qui désigne le fait que les résultats non significatifs ou négatifs ne sont généralement pas publiés ou sont négligés, relégués au fond du tiroir. Rosenthal souligne que cette tendance à la publication sélective, qu'il estime en croissance, peut entraîner une distorsion des conclusions rapportées dans la littérature scientifique. Il recommande une diffusion accrue des résultats négatifs, car ils fournissent des informations cruciales sur les limites d'une théorie ou d'une hypothèse. De plus, il enjoint donc aux revues scientifiques de publier de tels résultats, afin d'éviter de créer une représentation distordue de l'état des connaissances.

L'ouvrage *Conjectures et réfutations*, de Karl Popper, qui paraît en 1963, donne matière à ces réflexions méthodologiques, car il ramène à l'avant-scène l'idée fondatrice de l'auteur, formulée en 1934, selon laquelle la qualité d'une proposition scientifique tient à sa possibilité d'être réfutée au besoin – ce qui implique qu'elle soit

reproductible, du moins dans une certaine mesure. Cela montre que les préoccupations reliant la fiabilité des résultats scientifiques à leur reproductibilité s'inscrivent dans une longue filiation remontant au moins au début du xx^e siècle.

Certains attribuent la racine de la crise de la reproductibilité à un article en particulier, publié en 2005 par Ioannidis et intitulé « Why most published research findings are false ». Ioannidis remet en question la validité et la fiabilité des résultats scientifiques publiés et explore les facteurs qui contribuent à la production de résultats erronés ou trompeurs. En raffinant le calcul de la « *positive predictive value* » (PPV), il tente de mieux estimer la probabilité qu'un résultat statistique positif soit véritablement juste. Ioannidis démontre que l'augmentation des biais chez les chercheurs, même à un niveau minimal, réduit l'impact probant d'une étude. Cette approche le conduit à conclure que la majorité des résultats publiés sont faux. Bien que cette dernière affirmation ait été jugée excessive, ses arguments de fond ont été largement reconnus, contribuant à rehausser les discussions sur la reproductibilité et à appeler à des réformes méthodologiques pour améliorer la qualité des recherches.

L'affaire Diederik Stapel, qui éclate en 2011, contribue à cette remise en question. Stapel est un chercheur en psychologie sociale, radié de l'Université de Tilburg pour avoir trafiqué les résultats de 55 de ses 137 publications scientifiques. L'affaire, qui s'ajoute à d'autres, annonce le début d'une crise réelle, du moins dans le domaine de la psychologie. Parmi les chercheurs qui remettent en question la qualité des travaux publiés en science, plusieurs s'intéressent à la question de la reproductibilité.

L'initiative la plus connue en ce sens est celle du réseau Open Science Collaboration. Ce réseau étendu, qui regroupe 270 chercheurs, a pour but de reproduire une centaine d'expériences en psychologie. Publiés dans la revue *Science* en 2015, les premiers résultats paraissent alarmants : alors que 97 % des études originales avaient donné des résultats statistiquement significatifs, seulement

36 % des reproductions ont obtenu des résultats significatifs à leur tour. Bien que ce décalage soit préoccupant, on doit le nuancer en considérant le fait qu'aucun indicateur ne permet à lui seul d'évaluer le succès de la reproductibilité. Il faut donc interpréter ces résultats avec prudence. Une autre initiative majeure est celle du Many Labs Replication Project, qui se penche aussi sur la reproductibilité des résultats de recherches en psychologie selon une approche collaborative. L'une des premières études publiées teste la variation de la répliquabilité de 13 effets parmi 36 échantillons indépendants totalisant plus de 6300 participants. Dans l'ensemble, dix de ces effets ont bien été reproduits avec succès. L'expérience a aussi permis de nuancer l'écart entre reproductibilité et répliquabilité : la capacité des chercheurs à reproduire un effet et à prévoir le résultat dépend moins de la méthode employée (par exemple, une expérience menée en ligne ou en laboratoire) que de l'effet lui-même, plus ou moins robuste (Klein *et al.*, 2014).

Les moteurs de la non-reproductibilité

La littérature scientifique abonde en hypothèses sur les causes des conduites déviantes en recherche, dont une tolérance induite pour le manque de reproductibilité. Nous en retiendrons six : la pression pour publier, la publication sélective, l'omniprésence des biais de confirmation (voir le chapitre de M. Kao), des méthodologies inadéquates, la fraude et, enfin, un manque plus structurel de transparence et de transmission des données.

On impute une part considérable des pratiques déviantes à la pression pour publier – le fameux « publish or perish ». Les chercheurs sont soumis à une pression considérable pour faire publier leurs travaux, ce qui peut avoir des répercussions significatives sur le choix de leurs sujets d'étude et sur la rigueur de leurs méthodes et analyses. Cette pression découle du contexte compétitif qui entoure l'activité scientifique. Certains soutiennent que la rivalité

entre scientifiques, par exemple pour l'obtention de financement, de postes et de prestige, est une force motrice bénéfique pour la science. Pourtant, il faut s'interroger sur ses effets sur le contenu des travaux de recherche. Une étude fondée sur des entretiens avec 51 scientifiques a toutefois suggéré que la dynamique de compétition a des conséquences négatives sur le progrès, l'efficacité et l'intégrité de la science, en diminuant la transmission libre et ouverte des données et des méthodes, et en incitant à des conduites de recherche négligentes (Anderson et al., 2007). Fanelli (2010b) a voulu vérifier cette hypothèse. Il a supposé que si la pression pour publier augmente la présence de certains biais, alors la fréquence des résultats positifs dans les publications devrait être plus élevée dans les environnements universitaires les plus compétitifs. Ses résultats ont confirmé cette hypothèse, en montrant que les environnements universitaires hautement compétitifs accroissent non seulement la productivité des scientifiques, mais aussi la présence de biais en faveur des résultats positifs plutôt que négatifs.

Une deuxième cause est justement cette tendance à la publication sélective. Comme le pressentaient Cohen et Rosenthal, la culture scientifique actuelle encourage la publication des résultats positifs et originaux et pousse à négliger les études aux résultats nuls ou non significatifs. À grande échelle, cette tendance entraîne une surreprésentation des résultats positifs, rendant la littérature scientifique publiée plus attrayante que la science réelle. Cette tendance serait à la hausse : une analyse de 4600 articles a révélé qu'entre 1990 et 2007 la fréquence des résultats positifs a connu une augmentation de plus de 22 %, avec des variations significatives selon les domaines de recherche et les pays (Fanelli, 2012). La hausse serait particulièrement marquée en sciences sociales et en sciences biomédicales. Par ailleurs, les publications étasuniennes tendent à contenir moins de résultats positifs que les publications japonaises, mais plus que les publications européennes. Deux facteurs contribuent aux biais de publication : d'une part, la propension des revues académiques à

privilégier les articles confirmant des hypothèses et apportant des nouveautés; d'autre part, l'octroi de fonds et de distinctions prestigieuses qui incitent les scientifiques à produire des résultats impressionnants, au détriment de leur robustesse. En ce qui concerne l'action des revues, les études ayant examiné le rôle des éditeurs dans l'exclusion des résultats négatifs ont obtenu des résultats divergents: si certaines études appuient cette hypothèse, d'autres n'ont pas détecté une telle tendance chez les éditeurs. Ce dernier constat peut indiquer que le biais de publication survient en amont de la soumission des manuscrits: les chercheurs s'attendent à ce que leurs articles soient moins bien reçus lorsqu'ils obtiennent des résultats non significatifs, ce qui les décourage de poursuivre des projets «infructueux» ou d'essayer de les faire publier. Pour résoudre ce problème, il faudrait mieux comprendre les motivations des chercheurs qui choisissent de poursuivre ou d'abandonner des projets selon les résultats, car la sous-représentation et l'exclusion des résultats négatifs traduisent une dévalorisation de fait des démarches de reproduction des résultats.

Une troisième cause de conduites déviantes préjudiciables à la reproductibilité serait l'inévitable prédisposition aux biais qui caractérise l'humain en général. Nous serions, par nature, enclins à privilégier les informations qui confirment notre manière de penser plutôt que celles qui s'en éloignent et nous contrarient – c'est ce qu'on appelle le biais de confirmation. La présence de ce biais serait donc inévitable dans le processus scientifique et pourrait compromettre la fiabilité des connaissances produites. Une méta-analyse (Fanelli, Costas, et Ioannidis, 2017) montre ainsi que la tendance à surestimer la portée des résultats obtenus serait plus marquée dans les petites études et dans les études exploratoires ainsi que dans les études qui finissent par devenir très citées.

Les méthodologies déficientes comptent aussi parmi les causes des problèmes de reproductibilité. Évidemment, des erreurs dans la conception de l'expérience, l'échantillonnage, l'analyse ou la

manipulation des données peuvent influencer sur la fiabilité des résultats de différentes manières. Deux aspects de la méthodologie affectent en particulier la reproductibilité, soit les procédures statistiques et la taille des échantillons. Une puissance statistique élevée est essentielle pour établir la validité et la fiabilité des résultats d'une étude, car cette « puissance » correspond à la capacité de détecter des effets réels. Une puissance faible signifie un risque plus élevé de mal détecter les effets, ce qui peut entraîner des conclusions erronées. Malheureusement, plusieurs études souffrent d'un manque de puissance statistique, qui rend leurs conclusions moins convaincantes et entrave la reproductibilité des résultats. Or un facteur clé de la puissance statistique est la taille des échantillons, et il existerait un lien entre la réduction de celle-ci et la pression pour publier des résultats rapidement. Sur ce point, il est important de rappeler que les chercheurs sont constamment limités par des contraintes structurelles, comme un financement restreint ou un accès difficile à la population ciblée, qui amoindrissent leur capacité à bâtir des échantillons aussi vastes qu'ils le souhaiteraient. Il est donc approprié de considérer la taille des échantillons comme un enjeu structurel de la science contemporaine, plutôt que d'en placer la responsabilité entièrement sur les épaules des chercheurs individuels.

Une cinquième cause tient à ce que, comme l'a si bien dit Ronald H. Coase, « si vous torturez vos données assez longtemps, elles vous diront tout ce que vous voulez entendre » (cité dans Mills, 1993). Cela nous amène aux cas de fraude, depuis longtemps une source de préoccupation pour les chercheurs. Patricia Woolf attribuait ces problèmes à des attentes irréalistes par rapport au progrès scientifique, qui subordonnent le financement à une exigence de résultats rapides et garantis. Mais au-delà des opinions, il demeure ardu de déterminer les causes des inconduites scientifiques. La manipulation ou même la fabrication frauduleuse de données sont difficiles à quantifier et à expliquer. Le cas de Diederik Stapel, évoqué plus

haut, a donné lieu à des discussions non seulement sur l'importance de la reproductibilité, mais aussi sur la culture de la recherche en général. Stapel affirmait lui-même au *New York Times* que « ce que le public ne réalise pas, c'est que la science universitaire, elle aussi, devient un business [...] Les ressources sont rares, vous avez besoin de subventions, vous avez besoin d'argent, il y a de la compétition » (cité dans Bhattacharjee, 2013).

Un aspect troublant du cas Stapel est la quantité d'occasions de frauder et d'incitations à le faire auxquelles sont exposés les chercheurs : Stapel affirmait que c'était comme si la boîte à biscuits était sur la table sans couvercle (Bhattacharjee, 2013). Cela dit, il paraît évident que le cas de Diederik Stapel est extrême et que les inconduites de ce genre tiennent en grande partie à des prédispositions personnelles. En vérité, et bien que d'autres fraudes scientifiques aient été divulguées au fil des ans, nous ne disposons pas d'informations précises sur la prévalence réelle de l'inconduite scientifique. La plupart des informations proviennent d'enquêtes dans lesquelles on demande aux chercheurs, sous l'anonymat, s'ils ont déjà commis des fraudes en matière de recherche. Dans une méta-analyse portant sur 18 enquêtes, Fanelli (2009) a conclu qu'environ 2 % des personnes interrogées ont admis avoir fabriqué ou falsifié des données à un moment ou à un autre. On doit reconnaître les limites de ces enquêtes sur des questions délicates. Toutefois, une enquête publiée en 2008 par l'organisation Gallup donne une estimation assez fiable. Plutôt que d'interroger les chercheurs sur leur propre inconduite, on leur a demandé de signaler les cas d'inconduite qu'ils ont observés dans leur propre département au cours des trois années précédentes. Selon ce rapport, environ 1,5 % de toutes les recherches menées chaque année seraient frauduleuses, ce qui surpasse considérablement le nombre d'inconduites rapportées à l'Office of Research Integrity (Stroebe, Postmes et Spears, 2012). Enfin, une méthode récente consiste à inventorier les articles rétractés pour évaluer le taux d'inconduites scientifiques. Cependant, les rétractions sont des

signaux ambigus, car elles peuvent résulter d'erreurs plutôt que d'inconduites intentionnelles.

Une mesure préventive contre la fraude consiste justement à mener des études de reproductibilité. L'incapacité persistante à reproduire les résultats d'un chercheur devrait donner l'alarme, même si la reproduction réussie d'une étude ne garantit pas l'absence de fraude. Il faut cependant garder à l'esprit que les cas avérés de fabrication de données restent rares et ne représentent qu'un pourcentage marginal des difficultés de reproductibilité.

La sixième cause, plus structurelle, est le manque de transparence dans les publications. Il est fréquent qu'un article publié ne fournisse pas de détails méthodologiques suffisamment précis pour permettre à d'autres chercheurs de reproduire l'étude. La transmission limitée des données brutes peut aussi entraver les tentatives de reproduction. Errington et ses collègues (2014) signalent les obstacles qu'ils ont rencontrés dans leur effort pour élaborer des protocoles de réplication pour 193 études en biologie du cancer en se fondant sur les informations disponibles dans les articles d'origine. Dans tous les cas, ils ont dû demander des clarifications auprès des auteurs, et ils n'ont pu concevoir un seul protocole complet sans échanges additionnels. Cette situation, en partie liée à la compétitivité de la recherche, souligne l'importance de promouvoir la transparence et la disponibilité des données pour renforcer la reproductibilité de la recherche scientifique. Plusieurs des solutions proposées pour répondre à la crise actuelle empruntent cette voie.

Le portrait actuel de la crise

La crise de la reproductibilité demeure un sujet controversé. Selon un sondage de la revue *Nature* en 2016, environ la moitié des chercheurs interrogés considère qu'une « crise de reproductibilité » sérieuse existe dans la recherche scientifique. L'autre moitié ne partage pas cette perception, ou, du moins, l'exprime de manière moins

tranchée. Environ 7 % de l'ensemble admet ne pas savoir si une telle crise de reproductibilité existe (Baker, 2016).

Il est difficile de déterminer quels domaines de la science sont les plus sérieusement touchés par cette crise. Par exemple, bien que la crise ait été associée à la psychologie, ce serait en réalité la recherche biomédicale qui compterait le plus de cas de fraudes. De toute manière, les problèmes de reproductibilité inquiètent à peu près toutes les disciplines scientifiques. En 2016, Goodman, Fanelli et Ioannidis ont inventorié les publications répertoriées dans Scopus, dont le titre ou le résumé contenait au moins une expression liée à la reproductibilité. Parmi les 20 disciplines examinées, les mathématiques semblaient les moins préoccupées par les questions de reproductibilité, tandis que les « arts et humanités » étaient les plus touchés et que les sciences environnementales se situaient à un rang intermédiaire. Ces résultats ne reflètent toutefois que les inquiétudes des chercheurs, sans fournir de données sur les taux de répliquabilité ou de reproductibilité réels spécifiques à chaque domaine. Fanelli (2010a) a émis l'hypothèse que les chercheurs en sciences sociales et humaines sont soumis à moins de contraintes visant à brider leurs biais cognitifs et rapportaient par conséquent plus de résultats positifs que les chercheurs en sciences naturelles. Ainsi, la probabilité de rapporter des résultats positifs dans une publication est significativement plus élevée en psychologie, en psychiatrie et en économie que dans les sciences spatiales, elle est plus élevée dans les sciences sociales que dans les sciences physiques, et plus élevée dans les études comportementales et sociales portant sur des individus que dans les études physiques et chimiques portant sur des matériaux non vivants. Doit-on penser que les chercheurs en sciences sociales ont une plus forte propension à valider leurs hypothèses initiales, ce qui signifierait une plus grande influence potentielle des biais de confirmation et une répliquabilité ou une reproductibilité moins facile de leurs études ? Cette possibilité demeure ouverte, mais il est important de noter qu'à ce

jour aucune étude empirique n'a permis de tirer de telles conclusions (*voir le chapitre de L. Delias et al.*).

Les approches pour favoriser la reproductibilité

La crise de la reproductibilité est un problème complexe pour lequel il n'existe pas de solution unique. Cela dit, plusieurs initiatives en cours pourraient avoir un effet positif.

Une première solution, de plus en plus courante, est l'enregistrement des protocoles de recherche, qui consiste à expliciter de manière exhaustive les méthodes et les étapes d'une étude avant de l'entreprendre. Cela inclut des détails tels que les questions de recherche, les hypothèses, les méthodes d'échantillonnage, les instruments de mesure, les analyses statistiques prévues, etc. En 2005, l'enregistrement des protocoles d'essais cliniques est devenu une condition de publication dans les principales revues médicales. Les États-Unis et l'Union européenne ont également adopté des lois imposant l'enregistrement des protocoles pour la plupart des essais cliniques sur des participants humains. Le préenregistrement des protocoles dans d'autres modèles de recherche, comme les études observationnelles, est moins courant et fait l'objet de controverses.

De façon générale, l'enregistrement des protocoles permet aux chercheurs tiers d'évaluer la qualité méthodologique de la recherche plutôt que ses résultats. Un exemple intéressant vient de la revue *Cortex*, qui a instauré, en 2013, un processus de publication en deux étapes : les protocoles seuls sont soumis à une première évaluation par les pairs et, si cette étape est franchie avec succès, la publication des résultats est garantie, qu'ils soient positifs ou négatifs. Selon certaines études, l'exigence d'un préenregistrement aurait amélioré la qualité de la communication des résultats, bien que son effet puisse varier selon les disciplines (Weber, Merino et Loder, 2015). Cette pratique n'échappe toutefois pas à la critique, notamment en ce qui concerne la cohérence entre les informations enregistrées et

celles qui sont rapportées dans les publications. Il semble que la divergence entre ces informations ne conduise pas systématiquement au rejet d'un article par les revues, une tolérance de la part des éditeurs qui risque de permettre que les résultats sélectifs maintiennent leur place dans les publications scientifiques. Cette limite n'empêche toutefois pas le *British Medical Journal* de décrire le préenregistrement comme « l'outil le plus précieux dont nous disposons pour présenter sans biais le résultat des recherches » (*ibid.*).

Une deuxième solution est d'amener plus globalement les chercheurs à jouer leur rôle pour assurer la transparence de leurs données, de leurs méthodologies et de leurs analyses, afin de faciliter la reproductibilité. Mona Nemer, conseillère scientifique en chef du Canada, par exemple, reconnaît que « [l]a science ouverte permet à la communauté scientifique d'évaluer la reproductibilité des résultats scientifiques » (2020, p. 5). Les recommandations FAIR (pour « Findable, Accessible, Interoperable, Reusable ») de Mark D. Wilkinson et ses collaborateurs (2016) établissent un ensemble de principes qu'ont adopté des communautés de recherche pour améliorer la qualité et l'accessibilité des données scientifiques. Les normes de présentation de l'information méthodologique dans les articles de revues scientifiques (ou JARS, pour *journal article reporting standards*) et les méthodes de diffusion ouverte de données favorisent également la publication de rapports plus complets sur la méthodologie ainsi que la clarification des données et des décisions analytiques. Il existe aussi des plateformes en ligne où les chercheurs rendent leurs protocoles de recherche publics et accessibles. Le plus répandu est celui du Center for Open Science, par l'intermédiaire de l'Open Science Framework, qui propose des services gratuits pour faciliter diverses pratiques de transparence, dont l'attribution de « badges » certifiant des pratiques de divulgation et d'archivage privé ou public conformes aux normes. Ces exemples ne constituent qu'une fraction des solutions à la disposition des chercheurs pour accroître la transparence de leurs données et protocoles.

Il est important de rappeler que les défis liés à la reproductibilité sont surtout enracinés dans les caractéristiques structurelles de la science plutôt que dans le comportement des chercheurs. La plupart d'entre eux adhèrent en principe aux valeurs fondamentales de la science, comme la transparence et le scepticisme. Il semble même que les chercheurs qui accueillent avec sérieux et intégrité l'échec d'un tiers à reproduire leurs propres résultats, en reconnaissant ouvertement cet échec voire en menant des recherches complémentaires pour mieux le comprendre, améliorent leur réputation dans la communauté scientifique, parfois même davantage que ceux dont les résultats sont reproduits avec succès (Ebersole, Axt et Nosek, 2016).

Une troisième solution consiste à encourager les études de reproductibilité, un des outils les plus importants pour la vérification des connaissances scientifiques. Les institutions de recherche, les établissements d'enseignement et les organismes de financement devraient inciter les chercheurs à entreprendre des études de reproductibilité et mieux reconnaître la valeur scientifique de celles-ci. Les revues scientifiques devraient aussi valoriser les efforts visant à reproduire des études antérieures. Or une enquête de *Nature* a révélé que de tels incitatifs sont limités. Comme l'ont bien dit Nosek et Lakens (2014), si les revues ne publient pas d'études de réplifications, pourquoi les chercheurs se donneraient-ils la peine d'en faire ?

La revue *Advances in Methods and Practices in Psychological Science* a pris une initiative intéressante en proposant une section consacrée aux « Registered Replication Reports », axés sur la reproductibilité d'études psychologiques précédemment publiées. Certains organismes de financement, tels les National Institutes of Health, aux États-Unis, envisagent de soutenir la recherche sur la reproductibilité de résultats. Toutefois, ces initiatives demeurent rares. Certaines visent à modifier la façon d'évaluer la recherche en vue de l'octroi de financement. Begley et Ioannidis (2015), par exemple, proposent que le financement devienne conditionnel à la

présentation d'un dossier certifié de conformité aux bonnes pratiques institutionnelles.

Un problème particulier tient à ce que la valeur de chaque publication, du point de vue de la carrière d'un chercheur, varie en fonction du nombre de citations dans d'autres articles. Or les études de reproductibilité reçoivent peu de citations, car les chercheurs ont tendance à citer principalement les recherches qui présentent de nouvelles découvertes. Il faudrait donc mettre en place un mécanisme supplémentaire pour garantir que les répliquions soient citées de manière proportionnelle aux études originales.

Une quatrième piste de solution consiste à sensibiliser la relève. Cela impliquerait d'intégrer des notions de reproductibilité dans les programmes universitaires : les établissements d'enseignement supérieur devraient proposer des cours et des modules portant sur ce sujet, qui mettent en avant les meilleures pratiques en recherche. Ainsi, la répliquion de recherches deviendrait un élément essentiel de l'apprentissage et permettrait aux étudiants d'acquérir de nouvelles compétences méthodologiques. Les National Institutes of Health ont déjà annoncé des mesures en ce sens. Certaines ressources sont d'ailleurs à la disposition des chercheurs en début de carrière, et même des chercheurs expérimentés, pour proposer des solutions concrètes et promouvoir la recherche reproductible.

Perspectives

La communauté scientifique est depuis longtemps préoccupée par les biais de publication, la pression pour publier et les interprétations statistiques indulgentes. Cependant, certains considèrent que ces préoccupations sont exagérées et nuisent à la confiance dans la science. L'actuelle crise serait plutôt le reflet de la nature même de la science, qui est de vivre de constantes évolutions et remises en question. La science est changeante et sujette à des révisions, parfois majeures, à mesure que de nouvelles preuves et découvertes émer-

gent. Pour cela, les chercheurs doivent rester ouverts à l'interrogation et à l'amélioration continue pour que la science progresse en parallèle avec la société.

Malgré les efforts déployés pour clarifier et mieux appréhender la reproductibilité en science, il subsiste une certaine incompréhension de ce concept au sein de la communauté scientifique. Comme on l'a vu, cette situation découle en partie de l'accent mis sur la nouveauté plutôt que sur la reproductibilité des résultats. L'innovation et la nouveauté sont indéniablement cruciales pour le progrès scientifique, mais il faut reconnaître que les idées novatrices peuvent rapidement devenir obsolètes et que la nouveauté ne suffit pas. Alors que l'innovation fait miroiter plusieurs voies possibles, les réplifications forcent à voir les voies les plus probables. Le réel progrès, en science, réside dans un équilibre entre ces deux forces (Open Science Collaboration, 2015; voir le chapitre de J. Prud'homme).

Les institutions jouent un rôle essentiel dans la promotion de la recherche reproductible. Elles doivent soutenir et récompenser les chercheurs engagés dans une science solide, et pas seulement taper à l'œil, tout en exigeant des comptes à ceux qui emploient des méthodes douteuses. Les organismes de financement et les éditeurs de revues doivent reconnaître que les résultats négatifs et les études de reproductibilité ont une valeur égale à celle des résultats positifs et aux études originales. Que la science contemporaine vive une révolution ou une crise, les efforts en faveur de la transparence et de la reproductibilité ne peuvent qu'être complètement justifiés.

Références

- Anderson, Mélissa S. Ronning, E.A., De Vries, R. Martinson, B.C., « The Perverse Effects of Competition on Scientists' Work and Relationships », *Science Engineering Ethics*, vol. 13, 2007.
- Baker, Monya, « 1,500 Scientists Lift the Lid on Reproducibility », *Nature*, vol. 533, 2016.

- Barba, Lorena, «Terminologies for Reproducible Research», *arXiv preprint arXiv*, 1802.03311, 2018.
- Begley, C. Glenn et Ioannidis, J.P.A., «Reproducibility in Science – Improving the Standard for Basic and Preclinical Research», *Circulation research*, 116, 2015.
- Bhattacharjee, Yudhijit, «The Mind of a Con Man», *The New York Times magazine*, 2013.
- Bollen, Kenneth, Cacioppo, J.T., Kaplan, R.M., Krosnick, J.A. et Olds, J.L., *Social, Behavioral and Economic Sciences Perspectives on Robust and Reliable Science. Report of the Subcommittee on Replicability in Science Advisory Committee to the National Science Foundation Directorate for Social, Behavioral and Economic Sciences*, 2015.
- Cohen, Jacob, «The Statistical Power of Abnormal Social Psychological Research: A Review», *The Journal of Abnormal and Social Psychology*, vol. 65, n° 3, 1962.
- Ebersole, Charles R., Axt, J.R. et Nosek, B.A., «Scientist's Reputations are Based on Getting It Right, Not Being Right», *PLoS Biol*, vol. 14, n° 5, 2016.
- Errington, Timothy M., Iorns, E., Gunn, W., Fraser E.T, Lomax, J., Nosek, B.A., «Science Forum: An Open Investigation of the Reproducibility of Cancer Biology Research», *eLife*, vol. 3, e04333, 2014.
- Fanelli, Daniele, «How Many Scientists Fabricate and Falsify Research? A Systematic Review and Meta-Analysis of Survey Data», *PLoS ONE*, vol. 4, n° 5, e5738, 2009.
- Fanelli, Daniele, ««Positive» Results Increase Down the Hierarchy of the Science», *PLoS ONE*, vol. 5, n° 4, 2010a.
- Fanelli, Daniele, «Do Pressure to Publish Increase Scientists' Bias? An Empirical Support from US States Data», *PLoS ONE*, vol. 5, n° 4, 2010b.
- Fanelli, Daniele, «Negative Results are Disappearing from Most Disciplines and Countries», *Scientometrics*, vol. 90, 2012.
- Fanelli, Daniele, Costas, R. et Ioannidis, J.P.A., «Meta-Assessment of Bias in Science», *PNAS*, vol. 114, n° 14, 2017.
- Goodman, Steven N., Fanelli, D. et Ioannidis, J. P.A., «What does Research Reproducibility Mean?», *Science Translational Medicine*, vol. 8, n° 341, 2016.
- Hardwicke, Tom E. et Wagenmakers, E., «Reducing Bias, Increasing Transparency, and Calibrating Confidence with Preregistration», *Nature Human Behavior*, vol. 7, 15-16, 2023.
- Ioannidis, John P. A., «Why Most Published Research Findings are False», *PLoS Medicine*, vol. 2, n° 8, 2005.
- Klein, Richard A., Ratliff, K.A., Vianello, M., Adams, R.B., Bahník, S., Bernstein, M.J., Bocian, K., Brandt, M.J., Brooks, B., Brumbaugh, C.C., Cemalcilar, Z., Chandler, J., Cheong, W., Davis, W.E., Devos, T., Eisner, M., Frankowska, N., Furrow, D., Galliani, E.M., ..., «Investigating Variation in Replicability

- A «Many Labs» Replication Project», *Social Psychology*, vol. 45, n° 3, 2014.
- Mills, James L., «Data Torturing», *N Engl J Med.*, vol. 329, n° 16, 1993.
- Nemer, Mona, *Feuille de route pour la science ouverte*. Ottawa, Bureau de la conseillère scientifique en chef du Canada, 2020.
- Nosek, Brian A., et Lakens, D., «Registered Reports. A Method to Increase the Credibility of Published Results», *Social Psychology*, vol. 45, n° 3, 2014.
- Open Science Collaboration, «Estimating the Reproducibility of Psychological Science», *Science*, vol. 349, 6251, 2015.
- Rosenthal, Robert, «The File Drawer Problem and Tolerance for Null Results», *Psychological Bulletin*, vol. 86 n° 3, 1979.
- Stroebe, Wolfgang, Postmes, T. et Spears, R., «Scientific Misconduct and the Myth of Selfcorrection in Science», *Perspectives on Psychological Science*, vol. 7, n° 6, 2012.
- Weber Wim, Merino JG, Loder E., «Trial Registration 10 Years On», *BMJ*, vol. 351, 2015.
- Wilkinson, Mark D., Dumontier, M., Aalbersberg, I. et al., «The FAIR Guiding Principles for Scientific Data Management and Stewardship», *Sci Data*, 3, 2016.

5 Des traces numériques en sciences humaines et sociales

*Lucie Delias, Claudine Bonneau,
Guillaume Latzko-Toth et Florence Millerand*

De quoi parle-t-on lorsqu'on parle de trace, de donnée et de preuve dans les études en sciences humaines et sociales qui sont menées en contexte numérique ? Le développement d'Internet et la numérisation des pratiques sociales qu'il a entraînée produisent un nombre de traces toujours plus important, contribuant à la fois à une extension de l'usage de la notion de « trace numérique » dans les recherches – notamment dans le domaine de la communication et des médias – et à un changement de la définition et du statut de la donnée dans les protocoles d'enquête (*voir le chapitre de F. Claveau et J. Dion*).

En quoi les données dites numériques viennent-elles renouveler le débat sur les conditions par lesquelles il est possible de « faire preuve » en sciences humaines et sociales ? Que désigne-t-on quand on parle de « traces », en particulier dans les recherches portant sur l'environnement numérique ? Comment s'organisent différentes postures de recherche en sciences humaines et sociales sur le continuum traces-données-preuve ?

La relation entre donnée et preuve en sciences humaines et sociales

« Donnée » est un terme relativement récent et, dès l'origine, lié au savoir et à la rhétorique : à partir du ^{xvii}^e siècle, il désigne ce qui est accordé comme donné dans une argumentation. Son usage dans les discours contemporains confirme et renforce cet aspect. Au-delà du vrai ou du faux, les données sont un élément qui vient en premier et dont l'existence est incontestable – ce qui explique l'association courante des données à une « matière brute » ou à une « ressource naturelle ».

Cependant, les études en philosophie et en sociologie des sciences ont montré que non seulement les données utilisées dans la recherche scientifique n'ont rien de brut et sont bien une construction complexe et située, mais également qu'elles interviennent sous différentes formes à tous les échelons du travail de production des connaissances. À partir du cas désormais célèbre d'une équipe de chercheurs en sciences naturelles étudiant l'avancée de la forêt amazonienne, Bruno Latour (2007) a montré que les données qu'ils mobilisent correspondent plutôt à des « obtenues ». Il décrit les opérations successives de traduction qui permettent aux chercheurs de ramener la forêt à des éléments manipulables et analysables : le sol est transformé en échantillons de matière classables et comparables, qui, mis en relation avec d'autres échantillons, deviennent des points dans un tableau.

Si cette logique fondamentale se retrouve aussi dans les pratiques des sciences humaines et sociales, les « données » y sont en revanche de nature différente. Elles sont souvent des matériaux issus de productions et de comportements humains (notamment des discours d'acteurs ou des descriptions d'interactions sociales, enregistrés sous forme d'écrits, d'images ou de sons). Au contraire des phénomènes étudiés dans d'autres disciplines, ceux qui intéressent les sciences humaines et sociales ne se produisent pas de manière régulière et on ne peut les reproduire dans des situations expérimentales

où « toutes les choses sont égales par ailleurs ». En outre, ces données recueillies sont déjà elles-mêmes une forme d'interprétation que les individus observés donnent de leurs actions et que le chercheur interprète à son tour. Celui-ci modifie également les situations qu'il étudie – et donc les données produites – lors de ses interactions avec le terrain et par ses actions quotidiennes.

Cela étant, il est indispensable de déterminer les conditions de production des données utilisées. Howard Becker (2007) montre, par exemple, que les photographies, en tant que témoignages d'une époque ou d'un mode de vie, ne peuvent servir de données dans un protocole de recherche que si l'on est conscient des biais inhérents à leur contexte de fabrication (le photographe a-t-il fait poser les sujets ? Poursuivait-il un but artistique ou politique, qui l'a poussé à montrer certaines choses et à en omettre d'autres ?). Ainsi, la question n'est pas tant de savoir si les photographies constituées en données disent la vérité, mais plutôt à quelles questions elles permettent ou non de répondre.

De plus, les photographies seules ne sauraient suffire à produire une connaissance scientifique sur le sujet en question ; il est nécessaire, pour arriver à un degré de précision acceptable, de les croiser avec d'autres types de données (par exemple, des entretiens avec les acteurs concernés). Au-delà de ce recoupement, les données isolées ne prouvent rien et on doit les articuler à d'autres outils, matériels et intellectuels, pour être en mesure de produire un savoir scientifique valide.

Dans ce processus, on emploie les données sous différentes formes. Elles sont à la fois les informations qui circulent dans notre environnement et aident à énoncer des questions de recherche, des artefacts lorsqu'on les sélectionne et qu'on les traite pour répondre à une question, et ce qui, une fois transformé en langage (texte, graphique, etc.) vient soutenir l'argumentation. Ainsi, c'est l'articulation données-preuves-idées qui permet de produire une connaissance considérée comme scientifique : les données deviennent des

preuves valables lorsqu'on les mobilise pour convaincre les pairs. Elles viennent alors « sout[enir] une affirmation sur un cas particulier d'une *idée* générale que l'on veut faire accepter » (Becker, 2020, p. 16).

Au vu du caractère hétéroclite et non reproductible des données utilisées en sciences humaines et sociales, il n'est pas possible d'en donner une démonstration sur le modèle mathématique. Dans ces disciplines, ce qui est accepté comme vrai est alors ce qui est plausible et qui répond à un double critère de validité (sont acceptées les affirmations les plus crédibles) et de pertinence (l'objet et les résultats contribuent à l'avancement du champ de recherche).

La question des données dans la recherche en sciences humaines et sociales n'est donc pas nouvelle. Cependant, le développement des technologies numériques (et, en particulier, le *big data*) a contribué à la renouveler (*voir le chapitre de K. Kaiser et al.*), notamment en associant les données numériques au concept de trace.

La notion de trace dans la recherche en contexte numérique

À l'instar de « donnée » et malgré son apparente simplicité, le terme de « trace » est polysémique et complexe. La trace a un statut ontologique paradoxal, puisqu'elle est toujours la trace de quelque chose et n'existe que par rapport à cet autre élément. En termes platoniciens, elle est la représentation présente d'une chose absente. Les traces peuvent être des empreintes laissées dans la mémoire ou la psyché, ou, sous forme physique, dans l'environnement. Selon l'historien Carlo Ginzburg, l'épistémologie des sciences humaines et sociales contemporaines se fonderait sur un « paradigme indiciaire » dans lequel la trace est l'indice d'une action, d'un processus, d'un phénomène qui se manifeste dans l'environnement et permet de saisir une réalité plus profonde. C'est leur observation et leur reconnaissance en tant qu'indices qui donnent aux empreintes un statut de trace potentiellement signifiante, à l'image de l'enquêteur qui

associe un mégot oublié sur une scène de crime au coupable ou du chasseur qui identifie l'animal grâce aux empreintes de ses pas (*voir le chapitre de J. Larregue*).

La place de plus en plus centrale des médias et des technologies numériques dans l'ensemble des activités sociales interroge à nouveaux frais le statut ontologique de la trace, dans la spécificité de sa forme numérique. De la même manière que, dans les relations interpersonnelles, « on ne peut pas ne pas communiquer », on ne peut pas ne pas laisser de traces lorsqu'on utilise le Web et ses diverses applications. En effet, l'environnement numérique enregistre, par des actions logicielles programmées, chaque interaction des utilisateurs avec le dispositif technique. Cet environnement devient alors à la fois le support de la mémoire des traces et celui de leur calcul (Bachimont et Verlaet, 2021). Cela renvoie à une autre définition : celle de la trace comme écriture qui, en tant qu'inscription, peut être archivée et suivie.

Le périmètre de ce qui est mis en traces s'étend à mesure que les activités médiées par le numérique se multiplient. En retour, les traces deviennent de plus en plus prégnantes dans la vie sociale, en s'étendant à des informations qui n'étaient pas traditionnellement documentées. Comme le souligne Dominique Cardon (2012), on ne comptait pas ses amis ni le nombre de kilomètres parcourus à pied par jour avant que les réseaux sociaux numériques et les applications de quantification de soi ne rendent ce calcul possible. Cette extension est liée à des stratégies industrielles : les entreprises dont le modèle économique repose sur l'exploitation commerciale de ces traces conçoivent des dispositifs qui poussent les internautes à en produire toujours plus, entraînant la création d'une « ombre informationnelle » des individus (O'Reilly et Battelle, cités dans Rieder, 2010). Si les traces numériques sont toujours contextuelles, elles sont néanmoins coupées du *hic et nunc* de la situation de communication dans laquelle elles ont été produites, ce qui facilite leur exploitation commerciale. Cependant, un nombre important de traces enregis-

trées dans l'environnement numérique le sont aussi sans finalité particulière, voire sans intentionnalité, ce qui amène à relativiser leur statut d'information (Cardon, 2012).

On peut distinguer deux types de traces numériques : les traces explicites, comme la publication de contenu ou encore les commentaires, que les internautes produisent délibérément et sur lesquelles ils peuvent agir, notamment en les effaçant ; et les traces implicites, que le système informatique génère de manière automatisée et à un niveau invisible de couche logicielle. La frontière entre ces deux genres de traces est parfois floue. Dans le cas de l'évaluation d'un service (par exemple, une course en voiture avec chauffeur), il n'est pas toujours possible de retirer ni de modifier la note attribuée. Ainsi, une action peut laisser des traces à différents niveaux. Lorsque les utilisateurs de Wikipédia éditent une page, les modifications apportées sont affichées dans un carnet (*log*) qui permet leur suivi. Mais ces actions produisent également des métadonnées, accessibles dans le code informatique, qui fournissent des informations supplémentaires, surtout si l'éditeur a utilisé des techniques manuelles ou semi-automatisées.

Dans les recherches en sciences humaines et sociales mobilisant les données numériques, on intègre les traces dans le processus de production de la connaissance de manière variée, notamment dans leur rapport aux données et à la preuve. Alors que certains considèrent les traces numériques comme des données, d'autres les voient comme ce qui vient « avant » les données.

De la trace numérique à la preuve

Le « déluge de données » qui rendrait caduque la méthode scientifique (Anderson, 2008) et l'entrée de la science dans un « quatrième paradigme » reposant sur des données massives ont annoncé un bouleversement total des façons de faire de la recherche. D'un modèle empirique, ensuite théorique, puis computationnel, la

recherche scientifique contemporaine passerait désormais à un modèle fondé sur l'exploration des données unifiant théorie, expérimentation et simulation, dans lequel les traces collectées sont *de facto* des données pour la recherche.

Ce passage à une épistémologie de la donnée marque une triple rupture en ce qui concerne les données, selon Bruno Bachimont (2017) : « [1] une rupture des données par rapport à leur origine et leur nature, le mode de collecte les rassemblant en dépit de leur hétérogénéité; [2] une rupture du traitement par rapport aux données; [3] une rupture de ce qui est montré par rapport à ce qui est calculé » (p. 392). En premier lieu, la conception selon laquelle les traces captées en ligne (qu'il s'agisse de documents trouvés sur le Web ou d'opinions sur les médias sociaux) constituent des données pour la recherche s'appuie sur l'idée que celles-ci sont d'une certaine manière d'origine « naturelle » (« *naturally occurring* ») dans le sens où elles ne sont pas produites par les chercheurs (Choi, 2020). Les techniques traditionnelles d'entretien, de sondage ou d'expérimentation supposent l'intervention des chercheurs dans la production des données de recherche, de même que la présence de biais dans les déclarations des enquêtés. Ainsi, les données numériques collectées automatiquement donneraient accès à une réalité plus immédiate que les méthodes traditionnelles en sciences humaines et sociales; en même temps, elles contribuent au développement d'un nouveau courant, les sciences sociales dites computationnelles.

En deuxième lieu, l'approche computationnelle de l'enquête sociale repose sur l'utilisation de grands ensembles de données (mesurés en téraoctets ou pétaoctets) sur lesquels on applique des outils informatiques pour générer des modèles et des déductions utilisés à des fins explicatives ou prédictives. En sciences humaines et sociales, on a recours à ces méthodes dans une variété de domaines, allant de l'étude de l'opinion publique à la santé publique, en passant par l'examen des événements politiques ou des mouvements sociaux. Elles permettent d'analyser ce que les gens disent et

comment ils échangent, par exemple en retraçant les arguments et les positions politiques dans la blogosphère ou encore en déduisant des données des compagnies de téléphone ou de vente en ligne des *patterns* de communication à l'échelle de la société.

Le projet Politoscope du Centre national de la recherche scientifique (CNRS) en France constitue un bon exemple d'application de cette démarche dans les études en communication (Gaumont, Panahi et Chavalarias, 2018). Ce projet de « macroscope social » s'appuie sur l'analyse de données tirées de Twitter pour cartographier les échanges de vues politiques en ligne durant l'élection présidentielle de 2017 en France. Pendant plusieurs mois, les traces des interactions de plus de 3000 comptes Twitter (élus, partis, candidats), incluant les (re)tweets, mentions, citations, etc., représentant au total plus d'un million d'utilisateurs uniques, ont été analysées. Un volet particulièrement intéressant du projet réside dans la présentation des résultats sous forme de graphiques pour le grand public.

En troisième lieu, en effet, la restitution de ces enquêtes computationnelles passe généralement par la visualisation de données, qui devient l'outil que privilégient les chercheurs pour communiquer leurs résultats et soutenir leurs affirmations.

Même si les occasions de recherche qu'offre le numérique en matière d'accès à de nouveaux types de données sont reconnues, les approches fondées sur les données massives qui considèrent *de facto* les traces numériques comme des données de recherche ont fait l'objet de nombreuses critiques. En sciences humaines et sociales, certains auteurs suggèrent de parler de « données de traces numériques » (*digital trace data*) plutôt que de données massives, dans la mesure où elles sont moins massives que non structurées et hétérogènes (textes, images, chiffres, etc. [Choi, 2020]).

En outre, des auteurs pointent les pièges récurrents dans lesquels tombent les études assimilant traces numériques et données de recherche, à savoir le piège de l'exhaustivité par opposition à la

représentativité (« *N = all* ») et le piège du miroir. Pour illustrer le premier cas, une étude collectant tous les contenus qu'une population donnée a publiés sur une plateforme peut prétendre offrir une vision exhaustive d'un phénomène, en évacuant le fait que les utilisateurs d'une plateforme ne sont pas représentatifs de l'ensemble de la population. Dans le deuxième cas, certaines études voient dans les données numériques le reflet de phénomènes sociaux généraux, aboutissant à des généralisations abusives ou à des constats décontextualisés, voire erronés, par exemple lorsque la trace d'une mention d'un parti politique sur Twitter est utilisée comme une donnée assimilée à une intention de vote – même dans le cas où la mention tourne en ridicule ou critique le parti en question.

Déconstruire la « naturalité » de la trace

En réponse aux promesses des approches computationnelles en matière d'accès direct à des données d'origine « naturelle », Geoffrey Bowker (2005) souligne que les données brutes (*raw data*) n'existent pas, puisqu'elles sont, dès leur création, déjà « cuites » et « cuisinées » par différents acteurs humains et non humains. En effet, les données ne se contentent pas d'exister, elles doivent être « générées », comme le soulignait déjà Bruno Latour au sujet des données « obtenues » dans les recherches non numériques.

De la même manière, on ne peut pas considérer les traces numériques comme le point de départ d'un processus de transformation en données de recherche, puisqu'elles proviennent déjà de quelque part. Pour poursuivre avec la métaphore culinaire, les plateformes et les usagers « cuisinent » les traces de manière particulière, affectant ce qui se retrouve dans les assiettes des chercheurs. Il importe donc de déconstruire la naturalité des traces numériques. On peut y arriver, d'une part, en examinant comment les traces sont produites et structurées, à la fois par le dispositif logiciel (la plateforme) dont elles sont originaires et par les outils et méthodes d'extraction

et de collecte mobilisés par le chercheur. D'autre part, on peut aussi examiner la façon dont les actions des utilisateurs de ces plateformes les ont modelées.

Les jeux de données numériques mobilisés en recherche n'ont pas nécessairement été construits pour ou par des chercheurs, mais proviennent de traces qui ont été sélectionnées au départ en fonction de finalités autres que la recherche scientifique, comme le ciblage publicitaire ou l'optimisation technique. Lors de la conception des plateformes, des choix sont faits à propos de la façon dont les activités humaines sont restituées sous forme de traces numériques. Ainsi, les plateformes ne se contentent pas de divulguer de manière sélective ce qui existe déjà, mais contribuent aussi à générer et à façonner ce qui devient visible, connaissable et actionnable. Mikkel Flyverbom et John Murray (2018) proposent le concept de *datastructuring* pour désigner les agencements sociotechniques qui sont le résultat d'un travail de structuration et de classification qu'effectuent les plateformes numériques pour organiser et ordonner des « configurations de traces numériques » de manière à permettre leur utilisation et leur analyse. Par exemple, on rend certaines actions des utilisateurs des plateformes visibles aux usagers (et, par le fait même, aux chercheurs), alors que d'autres ne demeurent connues que de la plateforme elle-même.

On doit donc comprendre les traces numériques à l'aune de leur contexte de production, en tant qu'assemblages structurés par les dispositifs que la plateforme a établis (par exemple, les algorithmes du fil d'actualités qui les rendent plus ou moins accessibles). Elles dépendent aussi des choix des méthodes et outils utilisés par les chercheurs pour les extraire du Web, des plateformes, des applications natives et des capteurs. Collecter les traces peut se révéler complexe, surtout lorsque les sociétés propriétaires imposent des restrictions d'accès. Lorsqu'elles sont mises à disposition, les interfaces de programmation d'application (*Application Programming Interface*, ou API) constituent des dispositifs de médiation auxquels

les chercheurs peuvent recourir, mais ces interfaces ne restituent pas l'intégralité des traces des usagers et ne les présentent pas sous une forme directement manipulable pour l'analyse. Les traces ainsi recueillies doivent subir tout un travail de nettoyage et de formatage pour être transformées en données de recherche. Les chercheurs doivent donc saisir les contraintes inhérentes à ces dispositifs pour pouvoir reconstituer l'expérience des usagers à partir de leurs traces.

Enfin, sans l'action de l'utilisateur, aucune trace n'est laissée. À l'instar de la plateforme, l'utilisateur participe aussi à la construction de dispositifs structurant ses traces. En établissant sa liste d'amis sur Facebook ou de favoris musicaux sur Spotify, l'utilisateur organise les traces en fonction des visées qu'il poursuit avec la plateforme : elles ne sont donc pas le reflet fidèle et exhaustif de son réseau de relations ou de ses intérêts. Ces actions, bien sûr, ne dépendent pas uniquement de l'intention de l'utilisateur, mais aussi de ce que la plateforme rend possible ou non (ses potentialités ou « affordances »). Les plateformes restituent, mesurent et présentent d'une façon particulière les traces numériques (par exemple, les *trending lists*). Ainsi, les usagers adaptent leurs pratiques de présence en ligne en utilisant les métriques (*analytics*) que produisent les plateformes de manière à atteindre leurs objectifs.

Les traces numériques sont ainsi façonnées à la fois par les contours fournis par la plateforme et par les choix, les contributions et les activités des usagers. Une étude des tweets géolocalisés sur Twitter a montré que les lieux les plus souvent identifiés ne sont pas nécessairement liés à de véritables parcours dans la ville (Severo et Giraud, 2019). Par exemple, Twitter place par défaut les utilisateurs qui déclarent être à Paris à l'Hôtel de Ville, même s'ils n'y sont pas ; les usagers peuvent se placer ailleurs ou oublier de désactiver la géolocalisation par la suite, ce qui va lier leurs tweets à des lieux non pertinents. En outre, les usagers peuvent détourner la fonction de géolocalisation pour construire une identité fabriquée, dans une visée performative (Schwartz et Halegoua, 2015). Ces exemples

montrent que les tweets géolocalisés ne peuvent pas être traités comme des données géographiques brutes. Le fait de prendre en compte l'influence conjointe du dispositif sociotechnique et l'action des usagers renforce donc l'argument selon lequel des traces récoltées automatiquement sur les plateformes ne sont ni transparentes ni représentatives de comportements réels.

Faire preuve

Une fois la trace dénaturalisée, c'est-à-dire remise en contexte et donc transformée en donnée de recherche, deux grandes familles d'approches permettent de convertir ces données en un matériau utilisable pour analyser et « faire preuve » en sciences humaines et sociales.

La première famille est celle des approches computationnelles. Ces approches recourent à la visualisation de données, le plus souvent sous la forme de représentations visuelles (schémas ou graphes générés par le traitement algorithmique), jusqu'à en faire un outil central de leur démarche méthodologique : le passage de la donnée à la preuve se fait notamment par des visualisations. Si la visualisation est un moyen privilégié pour mettre en image (et souvent en couleur) des concepts complexes, et ainsi en faciliter la compréhension, elle en devient ainsi un moyen de connaître – et non pas seulement de faire connaître. Dominique Cardon (2012) en parle comme d'une nouvelle étape incontournable des études fondées sur les données numériques, qui introduit un renversement temporel dans le processus de production de la connaissance : « entre la trace et l'interprétation se glisse désormais le moment de la visualisation » (p. 141). La visualisation est au cœur de l'analytique culturelle (*cultural analytics*) que Lev Manovich (2020) met en avant pour étudier la culture. Il propose le concept d'« analyse exploratoire des médias » pour désigner l'utilisation de techniques de visualisation afin d'explorer l'immensité des collections visuelles numérisées.

Alors que des millions d'artefacts culturels sont créés et partagés quotidiennement, ces techniques permettent d'embrasser la culture dans toute sa diversité, sans partir de catégories culturelles déjà établies, mais plutôt en analysant ce qu'il appelle les données culturelles « brutes » pour en dégager de nouveaux modèles d'analyse.

Cependant, la visualisation reste un outil de connaissance qui n'est pas plus neutre qu'un autre et nécessite une réflexion sur les catégories d'analyse mobilisées. Ainsi, les méthodes qu'on utilise en sciences computationnelles sont le plus souvent « quali-quantitatives », dans la mesure où elles articulent une phase d'analyse quantitative à visée exploratoire, par le truchement des visualisations, avec une phase qualitative consistant dans l'exploration, puis l'interprétation desdites visualisations.

À partir de ce point, les postures épistémologiques divergent. Tandis que certains chercheurs, dans le sillage du manifeste de Chris Anderson (2008) sur la fin de la théorie, font valoir que les hypothèses émergeant de la visualisation des données sont suffisamment robustes pour se passer de preuve, la visualisation ayant valeur confirmatoire, d'autres soulignent au contraire que les traces doivent être triangulées avec d'autres données et que les données ne peuvent se passer de concepts et de théories permettant de relier les signaux issus des données aux phénomènes sociaux et à leurs causes. Ainsi, plutôt que de se contenter d'une analyse automatisée des *big data*, les chercheurs en sciences humaines et sociales doivent valider et interpréter les traces numériques en les reliant à d'autres sources de données afin d'en tirer une signification sociologique. Pour Breiter et Hepp (2018), leurs conclusions doivent de plus s'appuyer sur une « théorie de la mesure » établissant des critères statistiques de plausibilité des hypothèses, ce qui nécessite une normalisation des traces numériques en sciences humaines et sociales afin de sortir de la rhétorique de l'exceptionnel ou de la révolution et requiert qu'elles soient traitées avec la même rigueur que les données de recherche plus classiques.

Cela rejoint jusqu'à un certain point les préoccupations de la deuxième famille, soit les approches qualitatives de l'analyse des traces. Les tenants de l'approche dite de « resocialisation des traces » (Ouakrat et Mésangeau, 2016) répondent à cette préoccupation en proposant une démarche abductive combinée à la triangulation des méthodes. D'une part, ils reconnaissent la valeur heuristique des signaux que génèrent les traces numériques, car ceux-ci permettent de faire apparaître des comportements et des logiques d'actions que les enquêtés ne peuvent pas expliciter eux-mêmes (micro-gestes ou pratiques trop enracinées dans des habitudes ou des familiarités, ou encore des normes collectives inconscientes comme les manières communes de rédiger un profil). D'autre part, ils estiment cependant essentiel de trianguler les données de traces avec les données produites par des procédés d'enquête conventionnels, tels que les questionnaires et les entretiens semi-directifs, pour obtenir des données sociodémographiques sur les usagers et éclairer les représentations et les logiques qui sous-tendent leurs pratiques.

Une approche connexe est celle de la « densification des traces » (Latzko-Toth, Bonneau et Millette, 2020). Inspirée de l'ethnographie de Clifford Geertz et ancrée dans une démarche sociologique compréhensive, elle consiste à enrichir des jeux de données de taille réduite (*small data*) en agrégeant, autour des traces recueillies, des couches d'information de diverses natures propres à leur donner du sens. Soulignons que, dans cette approche, les notions de preuve ou de conviction laissent place à celles de plausibilité et de sensibilité des interprétations. Par exemple, la pratique scientifique quasi rituelle consistant à proposer des exemples de traces en guise de preuve tend à fléchir devant le risque qu'elle conduise à l'identification des individus à l'origine des traces. À la place, l'utilisation d'un exemple composite, voire factice, devient donc de plus en plus accepté, dans un rôle illustratif plutôt que probatoire.

La pluralité des régimes de preuve, propre aux sciences humaines et sociales, se perpétue en contexte numérique : la caractérisation de la relation entre traces (numériques), données et preuve tend ainsi à varier selon les ancrages disciplinaires et paradigmatiques. Dans ce cadre, et comme d'autres l'ont déjà souligné, une clarification et un approfondissement de l'ontologie de la trace numérique sont nécessaires pour éviter les écueils d'une réification de l'artefact numérique et de sa force explicative. Cet éclaircissement passe notamment par un retour aux réflexions épistémologiques qui explorent depuis longtemps le statut de la donnée, afin de la voir comme une construction située, à interroger vis-à-vis d'un contexte toujours particulier.

Références

- Anderson, Chris, « The end of theory : The data deluge makes the scientific method obsolete », *Wired*, vol. 23, juin 2008, <https://www.wired.com>
- Bachimont, Bruno, « Le numérique comme milieu : enjeux épistémologiques et phénoménologiques. Principes pour une science des données », *Interfaces numériques*, vol. 4, n° 3, 2017, p. 385-402.
- Bachimont, Bruno et Lise Verlaet, « Traces, données et preuves en contexte numérique. Quelles acceptions interdisciplinaires? », *Revue Intelligibilité du numérique*, vol. 2, 2021.
- Becker, Howard S., « Les photographies disent-elles la vérité ? », *Ethnologie française*, vol. 37, n° 1, 2007, p. 33-42.
- Becker, Howard S., *Faire preuve. Des faits aux théories*, Paris, La Découverte, 2020.
- Bowker, Geoffrey C., *Memory Practices in the Sciences*, Cambridge, MIT Press, 2005.
- Breiter, Andreas et Andreas Hepp, « The Complexity of Datafication : Putting Digital Traces in Context », dans Andreas Hepp, Andreas Breiter et Uwe Hasebrink (dir.), *Transforming Communications Studies in Cross-Media Research*, Londres, Palgrave, 2018, p. 387-405.
- Cardon, Dominique, « Regarder les données », *Multitudes*, vol. 49, n° 2, 2012, p. 138-142.
- Choi, Sujin, « When Digital Trace Data Meet Traditional Communication Theory : Theoretical/Methodological Directions », *Social Science Computer Review*, vol. 38, n° 1, 2020, p. 91-107.

- Flyverbom, Mikkel et John Murray, « Datastructuring – Organizing and curating digital traces into action », *Big Data & Society*, vol. 5, n° 2, 2018, p. 1-12.
- Gaumont, Noé, Mazyar Panahi et David Chavalarias, « Reconstruction of the socio-semantic dynamics of political activist Twitter networks », *PLOS ONE*, vol. 13, n° 9, 2018, p. 1-38.
- Latour, Bruno, *Petites leçons de sociologie des sciences*, Paris, La Découverte, 2007.
- Latzko-Toth, Guillaume, Claudine Bonneau et Mélanie Millette, « La densification des données : revaloriser la recherche qualitative à l'ère des données massives », dans Mélanie Millette, Guillaume Latzko-Toth, Florence Millerand et David Myles (dir.), *Méthodes de recherche en contexte numérique. Une orientation qualitative*, Montréal, Presses de l'Université de Montréal, 2020, p. 181-194.
- Manovich, Lev, *Cultural Analytics*, Cambridge, The MIT Press, 2020.
- Ouakrat, Alan et Julien Mésangeau, « Resocialiser les traces d'activités numériques », *Revue française des sciences de l'information et de la communication*, vol. 8, 2016, p. 1-16.
- Rieder, Bernhard, « Pratiques informationnelles et analyse des traces numériques : de la représentation à l'intervention », *Études de communication*, vol. 35, n° 2, 2010, p. 91-104.
- Schwartz, Raz et Germaine R. Halegoua, « The spatial self : Location-based identity performance on social media », *New Media & Society*, vol. 17, n° 10, 2015, p. 1643-1660.
- Severo, Marta et Timothée Giraud, « La fabrique de la donnée géolocalisée. Une analyse sociotechnique de Twitter pour les études urbaines », *Questions de communication*, vol. 36, n° 2, 2019, p. 43-61.

6 L'analyse de corpus : démontrer par le texte

*Kevin Kaiser, Francis Lareau, Christophe Malaterre et
Davide Pulizzotto*

L'importance des outils informatiques en science n'est plus à démontrer. Ces derniers ont radicalement transformé la façon dont la preuve est faite, et ce, même dans les domaines où cette notion est centrale. Ainsi, le théorème des quatre couleurs en mathématiques, conjecture qu'a énoncée Francis Guthrie en 1852, selon lequel quatre couleurs suffisent pour colorier n'importe quelle carte découpée en régions connexes, a été, en 1976, le premier théorème à faire l'objet d'une démonstration exigeant l'utilisation d'un ordinateur (*voir le chapitre de Y. Gingras*). La contribution des outils informatiques dans l'élaboration de preuves ne se limite pas aux disciplines typiquement rattachées aux STIM (science, technologie, ingénierie et mathématiques). Les avancées spectaculaires en traitement automatique du langage naturel ont rapidement stimulé l'usage, par exemple, de l'analyse de corpus en sciences humaines et sociales pour soutenir des démonstrations dans ces domaines (*voir le chapitre de L. Delias et al.*). Un des apports du traitement automatique du langage naturel, et non des moindres, est de rendre possible l'analyse d'ensembles de textes bien trop vastes pour être examinés par une lecture humaine attentive. Un autre apport est de permettre la mise en évidence de relations latentes, non détectées jusqu'alors,

entre différents éléments textuels. C'est ainsi qu'en 1987, déjà, Don R. Swanson, spécialiste de l'information, a pu mettre à jour, grâce à une modélisation computationnelle partielle de la tâche d'analyse d'un vaste ensemble d'articles issus du domaine médical, une relation entre migraine et carence en magnésium (relation que corroboreront, par la suite, des études cliniques classiques). À cela s'ajoute le fait que l'analyse de corpus apporte des éléments quantitatifs, chiffrés, donc ouverts à la comparaison, à l'analyse statistique, mais aussi à la confirmation, et, donc, à la validation de leur statut en tant que preuve, dès lors que les outils numériques utilisés sont également eux-mêmes soumis à une évaluation.

Les méthodes numériques d'analyse de texte sont multiples. De même que la constitution d'un corpus ne peut se faire qu'en vertu de questions de recherche bien précises, de même le choix de méthodes numériques doit être avant tout dicté par ces mêmes questions de recherche, quelles que soient les disciplines dans lesquelles elles s'inscrivent (histoire, philosophie, sociologie, linguistique, sciences politiques et juridiques, communication, littérature, etc.). Dans ce contexte, deux grands types de questions coexistent : d'une part, les questions de nature hypothético-déductive, qui consistent à vérifier des hypothèses bien précises sur la présence ou non de certaines relations textuelles dans un corpus donné ; de l'autre, les questions de nature inductive ou exploratoire qui cherchent à repérer des relations textuelles inédites.

Trois grandes approches de l'analyse de corpus

Parmi les nombreuses méthodes numériques d'analyse de texte, trois nous paraissent d'une importance particulière en sciences humaines et sociales : l'analyse de concept, l'analyse de thèmes et l'analyse d'arguments. À ces méthodes s'ajoutent des analyses croisées avec un certain nombre de métadonnées : ainsi, on peut chercher à caractériser des données textuelles en fonction d'auteurs, de

périodes temporelles ou encore selon de multiples croisements de métadonnées. Bien entendu, l'analyse de corpus implique la mise en œuvre concrète des méthodes numériques d'analyse de texte, dont nous brosserons un rapide portrait.

Les analyses de concepts

L'analyse de concept est une des perspectives d'analyse de corpus les plus répandues. La formation et l'évolution des concepts constituent un des fondements de la culture humaine. Leur analyse offre donc de riches perspectives sur de nombreux phénomènes économiques, sociaux, psychologiques, cognitifs, sémantiques, etc. Pour cette raison, des chercheurs de toutes les disciplines des sciences humaines, parfois même à leur insu, utilisent l'analyse conceptuelle dans leurs recherches (Meunier, 2022). L'une des formes les plus courantes de l'analyse de concept consiste à explorer un corpus de textes afin de découvrir les différentes dimensions ou propriétés d'un concept. Il existe plusieurs méthodes et approches pour effectuer une telle analyse : le choix de l'une ou l'autre dépend notamment de la théorie des concepts que l'on retient. Quand on adopte le paradigme linguistique et l'idée que le langage naturel permet d'exprimer et de comprendre les concepts, la langue devient le lieu privilégié de l'analyse. On estime alors qu'un concept peut être véhiculé par diverses expressions différentes, lesquelles deviennent le principal objet de l'étude. Par exemple, on peut faire l'étude du concept de beauté dans les romans français du XIX^e siècle en relevant toutes les expressions linguistiques et les contextes dans lesquels ce concept est exprimé.

La première étape d'une analyse de concept consiste à repérer les segments de texte pertinents (des mots, des phrases, des paragraphes, etc.) pour l'analyse du concept à l'étude. Cette tâche, apparemment simple, cache plusieurs difficultés, qu'on peut résumer par la relation concept-langage. En effet, un mot peut tout à fait expri-

mer plusieurs concepts (polysémie) et, inversement, plusieurs mots différents peuvent exprimer un seul et même concept (synonymie). De plus, on sait qu'il existe des concepts qui n'ont pas de manifestation lexicale précise. Notons enfin que différents phénomènes de modulation contextuelle influent sur la détermination du sens d'un mot. C'est ainsi le cas de l'ellipse, qui permet l'expression d'un concept dans un segment de texte sans recourir à une forme lexicale explicite.

Dans un cadre computationnel, plusieurs approches d'analyse conceptuelle sont possibles. Une première famille d'approches s'appuie sur la *fréquence* d'utilisation des mots ou des formes lexicales choisis pour représenter le concept. Les hypothèses qui sous-tendent cette approche sont, d'une part, qu'un mot (ou une liste de mots) véhicule un concept, et, d'autre part, que la fréquence d'utilisation d'un mot dénote son importance dans un corpus. Ainsi, la fréquence relative des mots représentant un concept permet de déterminer l'importance relative de ce concept par rapport à d'autres concepts ou en relation avec des métadonnées (ce qui permet de se demander, par exemple, si le concept de beauté est plus fréquent ou non que le concept de jeunesse).

Une seconde famille d'approches utilise les *relations* entre les mots du corpus pour discerner des caractéristiques sémantiques du concept à l'étude. Ces approches exploitent notamment les relations de cooccurrence que des mots entretiennent entre eux. Dans ce contexte, le plongement de mots (*word embedding*), qui est une technique de représentation vectorielle des distributions lexicales d'un corpus, permet, par exemple, de reconnaître des synonymes grâce au calcul des similarités entre vecteurs. De telles analyses sont pertinentes dans la mesure où des mots qui se trouvent dans un contexte similaire devraient avoir un signifié similaire. L'emploi d'un algorithme de catégorisation (*clustering*) permet aussi d'exploiter le caractère distributionnel du langage afin de déterminer les propriétés du concept à l'étude, par la détection de groupes de mots

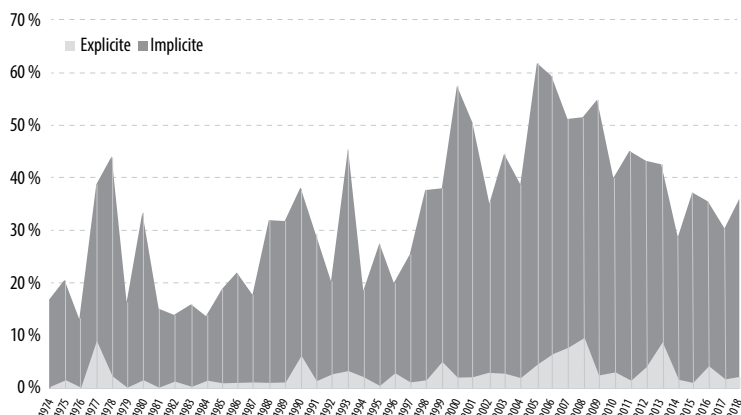
en cooccurrence avec les mots cibles de ce concept. On peut complexifier ce type d'analyse des distributions de cooccurrence en ajoutant des métadonnées comme la date, les auteurs, les éditeurs, etc. En outre, l'utilisation de méthodes venant de l'apprentissage machine rend possible la détection de paragraphes elliptiques, c'est-à-dire de segments de texte dans lesquels un concept apparaît sans qu'aucun mot ne s'y réfère explicitement. C'est là un des grands avantages d'une analyse conceptuelle assistée par ordinateur. À titre d'exemple, une approche de ce genre appliquée à 1476 articles de la revue *Philosophiques* (de 1974 à 2018) a permis de montrer qu'on y exprimait le concept de cognition surtout de manière implicite, sans l'emploi du mot « cognition » (Lareau, 2022) [fig. 1].

Les analyses de thèmes

Dans le cadre de l'analyse thématique, on peut définir un thème comme un ensemble d'énoncés ou de mots servant à décrire de

FIGURE 1

Usage du concept de cognition dans *Philosophiques*



Pourcentage des articles où le concept de cognition est exprimé de manière explicite (gris pâle) ou de manière implicite (gris foncé). Adapté de Lareau (2022, p. 429).

manière relativement synthétique une des facettes du contenu sémantique du corpus analysé. Ce faisant, on considère le corpus comme étant composé de thèmes et on vise généralement le repérage de mots ou de segments de texte particulièrement représentatifs de ces thèmes. En particulier, on peut chercher à savoir quel est le propos des textes d'un corpus, quels sujets y sont traités ou quelles thématiques s'y déploient, comment le développement d'un thème se distingue d'un texte à l'autre, ou encore quels sont les mots ou les passages les plus emblématiques de certains thèmes dans le corpus.

Il existe trois grandes méthodes, qui se présentent chacune sous différents visages, pour réaliser des analyses de thèmes assistées par ordinateur. La première est inductive et permet de détecter les thématiques principales dans les textes sans avoir une connaissance *a priori* des thèmes à découvrir. Elle utilise l'apprentissage non supervisé, par exemple l'algorithme LDA (*latent Dirichlet allocation*, « allocation de Dirichlet latente »), pour relever des régularités correspondant à des thèmes. Dans ce contexte, les informations et les catégories thématiques sont directement inférées à partir des données textuelles. La deuxième méthode est déductive et permet de repérer dans les textes des thèmes principaux qu'on connaît déjà *a priori*. Elle utilise habituellement l'apprentissage supervisé, par exemple au moyen de réseaux de neurones, pour d'abord apprendre comment les thèmes sont exprimés dans les textes d'un corpus d'apprentissage, pour en venir, dans un deuxième temps, à repérer la présence de ces thèmes dans de nouveaux textes. On l'utilise, entre autres choses, pour catégoriser des textes ou des segments de textes en fonction de thématiques données. Enfin, la troisième méthode est hybride : elle consiste, dans un premier temps, à cerner les thèmes principaux d'un corpus sans *a priori* sur ces thèmes, puis, dans un deuxième temps, à utiliser les mots ou les segments de textes représentatifs de ces thèmes pour voir si les thèmes en question sont présents ou non dans un autre corpus.

Ces différentes approches ont leurs limites, bien entendu. On notera surtout que l'approche inductive repose sur le choix des valeurs pour certains paramètres clés des outils informatiques utilisés. Un exemple notable est le choix du nombre de thèmes à découvrir. Ce choix est particulièrement délicat puisqu'il conditionne, notamment, l'interprétation des informations thématiques résultant de l'analyse. L'approche déductive, quant à elle, requiert d'avoir accès à des données textuelles annotées du point de vue de leurs thématiques et en nombre suffisant pour effectuer les opérations d'apprentissage machine, c'est-à-dire l'extraction d'informations permettant le repérage ultérieur des thèmes.

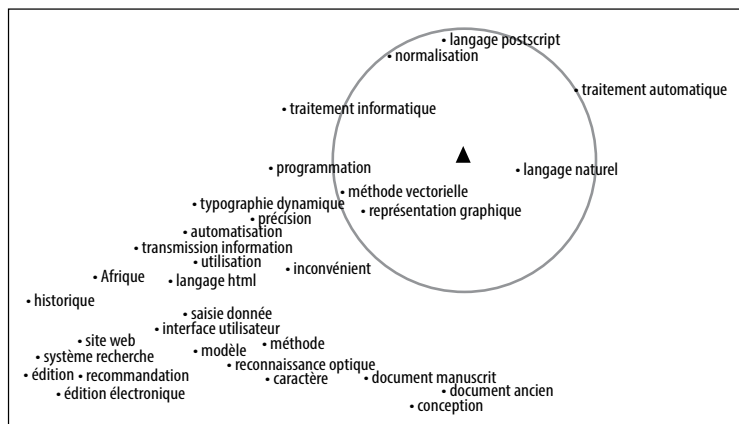
Quoi qu'il en soit, les applications sont multiples et fécondes. L'approche inductive de l'analyse de thèmes est ainsi tout à fait pertinente en histoire des idées et en analyse d'information. Elle a été utilisée pour revisiter, par exemple, des périodes charnières de l'histoire de l'économie et de la philosophie des sciences (Claveau et Gingras, 2016; Malaterre *et al.*, 2021). L'approche déductive, quant à elle, peut se révéler particulièrement efficace pour indexer des documents à l'aide de mots clés. Dans une telle application (fig. 2), les mots clés possibles apparaissent plus ou moins distants d'un document cible (représenté par un triangle), selon leur capacité à représenter le contenu thématique de ce document (Chartier et Forest, 2017). Dans cet exemple, les auteurs illustrent la notion de similarité sémantique dans un espace à deux dimensions où les mots clés et le document cible sont similaires lorsqu'ils apparaissent proches dans l'espace sémantique où ils sont projetés. Autrement dit, certains thèmes sous forme de mots clés sont corrélés à des distributions de mots similaires dans le corpus.

Les analyses d'arguments

Dans une analyse d'arguments, on considère que l'auteur adopte une posture argumentative et que le texte a pour objectif, en tout ou

FIGURE 2

Repérage de mots clés représentatifs du contenu thématique d'un document



Un espace vectoriel de mots clés, ici réduit à deux dimensions afin d'en faciliter l'interprétation, est construit à partir d'un corpus d'apprentissage lié au domaine des sciences de l'information. Un document (représenté par un triangle) est projeté dans cet espace vectoriel de manière à repérer les mots clés les plus proches de son contenu sémantique. Adapté de Chartier et Forest (2017, p. 11).

en partie, d'émporter l'adhésion de son lectorat. Dans ce contexte, on peut définir un argument comme un énoncé ou une suite d'énoncés ayant la particularité de défendre ou d'attaquer une thèse précise. En pratique, les arguments forment des structures plus ou moins complexes soutenant une thèse ou s'y opposant. Parfois nommée « fouille d'arguments » (*argument mining*), l'analyse d'arguments assistée par ordinateur vise à repérer les segments de texte jouant un tel rôle argumentatif et à préciser ce rôle, notamment en déterminant les interrelations qu'ils peuvent avoir les uns avec les autres au point de former des structures de plus haut niveau (par exemple, pour/contre l'énergie nucléaire, voir fig. 3). En particulier, on peut chercher à déterminer le contenu inférentiel d'un ensemble de textes, les thèses principales et les argumentations qui les sou-

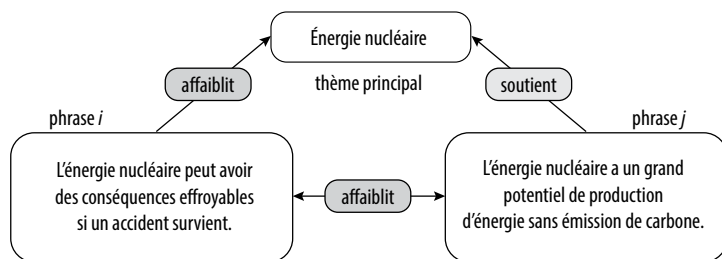
tiennent, les procédures rhétoriques qui sont employées ou la façon dont les arguments sont interreliés pour former des structures argumentatives de haut niveau.

L'analyse d'arguments peut recourir à différents moyens informatiques. Nous en retiendrons quatre. Premièrement, l'apprentissage machine offre plusieurs techniques permettant de catégoriser des composantes discursives selon leur rôle argumentatif. Deuxièmement, certaines méthodes computationnelles peuvent servir à repérer et à exploiter des marqueurs linguistiques spécifiques dont la fonction argumentative est connue (par exemple, « conséquemment », « donc », « si », « alors », etc.). Troisièmement, d'autres techniques emploient la détection d'opinion ou de sentiment de manière à établir la portée de composantes argumentatives, par exemple des rôles de critique ou d'appui. Enfin, l'analyse des citations permet de dégager des relations argumentatives entre différents textes, par exemple entre des arguments ou des structures argumentatives pour former des structures intertextuelles à un niveau plus général.

Une limite importante de l'analyse d'arguments est le caractère polysémique du terme « argument ». En effet, il existe de nombreuses théories de l'argumentation, plus ou moins compatibles entre elles, ayant, par exemple, chacune sa propre conception de ce qu'est un argument. De plus, l'argumentation est un objet complexe qui nécessite certaines ressources préalables, par exemple des ensembles suffisamment vastes de données textuelles annotées en fonction de leur rôle argumentatif (ou non), afin de satisfaire aux contraintes de l'apprentissage machine. Or, dans ce domaine, les données annotées sont encore rares et, lorsqu'elles sont disponibles, elles ne sont pas toujours compatibles avec les cadres théoriques des chercheurs.

FIGURE 3

Relations argumentatives entre des segments de textes et un thème



Le thème « Énergie nucléaire », qui correspond ici à la thèse « L'énergie nucléaire est une bonne chose », reçoit du soutien de la part de la phrase *j* tout en subissant la critique de la phrase *i*. De surcroît, les phrases *i* et *j* se critiquent mutuellement. Adapté de Trautmann *et al.* (2020).

Malgré les limites respectives des analyses de concept, de thèmes ou d'arguments, ces méthodes numériques ont en commun de transformer de façon automatisée des mots ou des groupes de mots en données. Ces données peuvent servir à caractériser de grands corpus de textes et à évaluer des thèses d'après leur contenu. En ce sens, les données construites avec ce type d'outils servent d'éléments probants – de preuves – dans l'analyse de larges volumes de textes, dont les caractéristiques sont difficilement discernables autrement. Qui plus est, on peut croiser ces données avec d'autres indicateurs pour poser des questions plus complexes.

Analyses textuelles croisées avec des métadonnées

En effet, une des richesses des analyses computationnelles de texte tient à la facilité de les coupler avec de multiples métadonnées, offrant alors autant de perspectives spécifiques sur le contenu textuel des corpus étudiés. Parmi celles-ci, les dates et les auteurs occupent une place de choix, malgré le fait que plusieurs autres

métadonnées peuvent se révéler également pertinentes, sinon plus, en fonction des questions de recherche.

L'exploitation des dates et les analyses diachroniques

Les textes étant souvent datés, on peut facilement mobiliser ces dates dans le cadre d'analyses computationnelles, ce qui rend possibles des analyses diachroniques. On notera, plus généralement, que n'importe quelle relation d'ordre existant entre des textes ou des fragments de textes, par exemple une succession de chapitres ou encore la position de certains fragments en début ou en fin de textes, peut servir de métadonnée. Dans tous les cas, l'intérêt de ces relations d'ordonnancement est qu'elles ajoutent une dimension d'analyse, à savoir une échelle de progression dans le corpus. Celle-ci revêt fréquemment une importance capitale puisqu'elle peut révéler des changements ayant lieu dans le temps, par exemple le déploiement d'un nouveau concept, puis la stabilisation progressive de sa définition.

On peut ainsi chercher à produire des données pour savoir, par exemple : à quel moment un mot ou un concept apparaît, prend ou perd de l'importance, change ou non de sens ; dans quelle mesure les thèmes abordés dans un corpus se modifient au fil du temps ou à la suite de certains événements ; quelles sont leurs relations de filiation ; ou encore si les types de raisonnement mobilisés dans les discussions sur un sujet donné sont stables dans le temps.

On peut utiliser les métadonnées directement, en l'état, comme dans le cas d'années de publication. On peut aussi les construire, par exemple en définissant des fenêtres temporelles et en agrégeant les textes en fonction de la date de leur publication. Cette dernière pratique a pour avantage de permettre la comparaison entre des périodes théoriquement motivées (par exemple, des textes issus de périodes politiques distinctes, comme les projets de loi adoptés au Québec sous les gouvernements Parizeau, Bouchard et Landry, de

1994 à 2003, d'un côté, et ceux du gouvernement Charest, de 2003 à 2012, de l'autre), mais aussi de satisfaire à des contraintes techniques (par exemple, lorsque le volume de textes est faible ou irrégulier).

Un exemple patent du potentiel des analyses diachroniques se retrouve dans l'étude de Malaterre et ses collaborateurs (2021), qui ont examiné le contenu thématique des huit principales revues de philosophie des sciences sur un peu plus de huit décennies, soit du début des années 1930 à 2017. Dans ce projet, ils ont regroupé les 15 897 articles du corpus dans des fenêtres temporelles de quatre ans, selon l'année de leur publication. Ce découpage par fenêtre temporelle visait à obtenir une granularité suffisamment fine pour observer des variations importantes au fil du temps, tout en étant suffisamment grossière pour gommer des fluctuations annuelles vraisemblablement anecdotiques (fig. 4). Leurs analyses ont révélé, entre autres, de fortes variations dans les orientations thématiques des publications en fonction des périodes temporelles.

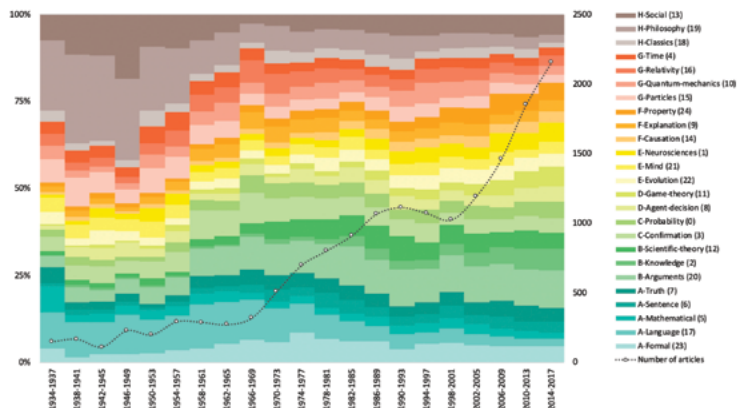
Bien que les analyses textuelles diachroniques permettent d'ajouter une dimension analytique et de répondre à des questions qui resteraient autrement sans réponse, elles présentent tout de même d'importants défis. Sur le plan interprétatif, par exemple, une connaissance fine des dynamiques sociales, historiques et épistémologiques entourant l'objet d'étude est nécessaire pour fournir une interprétation des fluctuations observées. Un autre défi concerne le choix du « pas de temps » approprié. En effet, l'utilisation d'un pas court peut révéler plus de détails, mais aussi introduire inutilement du bruit et compliquer la reconnaissance des tendances générales. *A contrario*, l'utilisation d'un pas trop long risque d'effacer des fluctuations pourtant significatives.

L'exploitation des données d'auteurs et les analyses de réseau

Lorsque les données s'y prêtent, il peut être intéressant d'analyser les textes en fonction des auteurs. Par exemple, on peut évaluer la quan-

FIGURE 4

Évolution diachronique des thèmes dans huit revues de philosophie des sciences de 1931 à 2017



Les probabilités d'occurrence de chacun des 25 thèmes dans le corpus ont été mesurées et représentées par périodes temporelles. Pour chaque période temporelle, la hauteur de chaque segment bande est fonction de la probabilité d'occurrence du thème correspondant dans le corpus (échelle de gauche). Le nombre d'articles par période est représenté en pointillé (échelle de droite). Tiré de Malaterre *et al.* (2021).

tité relative de segments de textes ou de documents produits par une ou plusieurs personnes en particulier dans un corpus donné, ou encore examiner les différents usages de certains concepts d'un auteur à un autre. De même, on peut s'intéresser au contenu thématique des textes en fonction de leurs auteurs afin de déterminer les thèmes propres à certains auteurs ou groupes d'auteurs.

De telles analyses nécessitent un corpus dans lequel les textes sont attribués à des auteurs: une métadonnée de « nom d'auteur » doit caractériser chaque texte. De plus, en fonction des questions de recherche, il peut être pertinent d'analyser d'autres métadonnées associées aux auteurs lorsqu'elles sont disponibles, par exemple l'institution d'attache, la localisation géographique, le genre, l'âge, la formation, la langue, etc. Les métadonnées choisies vont alors constituer des dimensions particulières d'analyse.

Dans le cas le plus simple d'analyses en fonction des noms d'auteurs, on cherchera d'abord à agréger les données d'analyse textuelle par auteur. On pourra, par exemple, calculer les fréquences moyennes de certains termes dans les textes selon les auteurs. Si une analyse de thèmes a été effectuée sur le corpus entier, la prise en compte des métadonnées d'auteurs permettra de calculer le poids moyen des thèmes dans tous les textes d'un même auteur, de sorte qu'on pourra déterminer, pour ainsi dire, le profil thématique de chaque auteur représenté dans le corpus. Il deviendra même possible de catégoriser les auteurs selon leurs profils thématiques, faisant ainsi ressortir des groupes d'auteurs dont les textes comportent les mêmes thèmes. Les degrés de similarité des profils peuvent ensuite servir de base pour construire des réseaux d'auteurs selon leur proximité thématique, afin de repérer des communautés latentes d'auteurs ayant les mêmes champs d'intérêt.

Dans une étude sur la revue *Biometrika*, une des revues fondatrices des sciences statistiques, créée par Karl Pearson au début du xx^e siècle, Bertoldi et ses collaborateurs (2024) proposent une analyse de thèmes portant sur le corpus complet de la revue, soit les 5596 articles publiés entre 1901 et 2020. Leur analyse dresse d'abord un panorama thématique d'ensemble de la revue et de son évolution au cours du siècle passé. La prise en compte des métadonnées d'auteurs conduit ensuite au calcul des profils thématiques des auteurs, puis à leur représentation en réseau selon leur proximité thématique et enfin à leur regroupement en classes, caractérisées par certains thèmes particulièrement dominants (fig. 5).

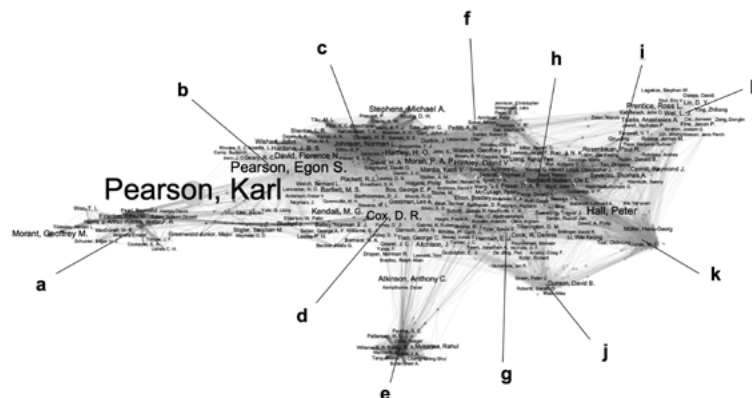
L'analyse de corpus à partir des métadonnées d'auteurs présente tout de même certains défis. D'une part, pour les textes écrits à plusieurs, il peut être nécessaire de choisir une règle qui détermine la contribution respective de chaque auteur (contribution équitable, contribution en fonction de l'ordination des auteurs, etc.). D'autre part, il faut s'attendre à devoir nettoyer et harmoniser les métadonnées d'auteurs. En effet, il est fréquent que les corpus constitués à

partir d'articles scientifiques, pour ne nommer qu'eux, mentionnent certains noms d'auteurs avec des orthographes légèrement différentes, qu'il faut alors rectifier avec soin.

Un grand apport de ces approches est de permettre de comprendre la spécificité de certains auteurs par rapport à d'autres en fonction du contenu de leurs textes respectifs. Elles permettent aussi de faire ressortir des groupes d'auteurs qui partagent les mêmes caractéristiques textuelles et de les organiser en réseaux sans avoir à recourir à des mesures d'interaction sociale et donc sans avoir besoin, par exemple, de données bibliométriques. Elles permettent enfin de faire de la catégorisation d'auteurs et de comprendre les spécificités des groupes selon les caractéristiques de leurs ensembles de textes respectifs.

FIGURE 5

Exemple de réseau d'auteurs selon leur proximité thématique dans la revue *Biometrika* (1901-2020)



Les nœuds représentent les auteurs; la taille des nœuds et celle des noms sont proportionnelles à la contribution des auteurs en nombre d'articles (1924 auteurs sont représentés, soit les 42 % d'auteurs les plus prolifiques, à l'origine de 4477 articles, soit 80 % du corpus). Les couleurs des nœuds correspondent aux thèmes dominants des auteurs. L'épaisseur des arêtes est proportionnelle au degré de corrélation des auteurs en fonction de leurs thèmes. Les lettres correspondent aux différentes communautés thématiques d'auteurs. Tiré de Bertoldi *et al.* (2024).

Autres métadonnées pour d'autres analyses croisées possibles

On peut aussi réaliser des analyses textuelles en couplant plusieurs métadonnées. Ce sera le cas si l'on souhaite analyser l'évolution temporelle de communautés thématiques d'auteurs, l'évolution temporelle des distributions de thèmes dans certaines revues spécifiques (ou plus généralement dans un sous-ensemble tiré du corpus cible), l'utilisation de certains concepts par certains groupes d'auteurs, par exemple selon leur genre ou leur localisation géographique, ou encore l'utilisation préférentielle de certains types d'arguments par certains groupes d'auteurs, etc.

De telles analyses croisées requièrent, bien entendu, la disponibilité de plusieurs métadonnées pour chacun des segments de textes constituant le corpus. Ces métadonnées sont des données non contenues dans le texte, mais qui décrivent des propriétés du texte ou des différents documents du corpus. Les plus fréquentes sont les données de noms d'auteurs et de dates de publication, mais de nombreuses autres métadonnées sont possibles : noms des revues dans lesquelles sont publiés les textes, lieux de publication, éditeurs, langues des textes, mots clés associés aux textes, catégorisation des textes (par exemple, selon des champs disciplinaires prédéfinis par les revues), données sur le genre des auteurs, leur affiliation institutionnelle, leur pays, etc. Notons qu'on peut également construire des métadonnées en se référant aussi bien à d'autres métadonnées qu'à des résultats d'analyses textuelles préliminaires : on peut ainsi, entre autres choses, catégoriser les documents selon certaines de leurs caractéristiques textuelles (par exemple, selon la similitude des termes employés) et utiliser cette catégorisation comme métadonnée.

Une fois les métadonnées choisies, de nombreuses analyses sont possibles, notamment en agrégeant les données textuelles selon les croisements des métadonnées choisies ou en examinant les corréla-

tions entre données textuelles, d'une part, et jeux de métadonnées, d'autre part. On pourra ainsi dégager des corrélations entre la fréquence d'occurrence de certains termes et les années de publications des documents, ou encore étudier l'évolution dans le temps du profil thématique des différentes revues d'un corpus en agrégeant les distributions de thèmes par fenêtre temporelle et par revue. On a déjà évoqué l'exemple de la caractérisation, par Malaterre *et al.* (2021), des principales revues de philosophie des sciences selon leur profil thématique au fil du temps. D'autres exemples concernent la caractérisation de l'interdisciplinarité d'auteurs en fonction de la proximité de leurs textes avec des textes ayant été au préalable désignés comme représentatifs de disciplines spécifiques (Evans, 2016) ou encore la mise au jour de relations entre les caractéristiques des chercheurs et leurs thématiques de recherche (Kozłowski *et al.*, 2022). Mentionnons un dernier exemple, qui montre la possibilité d'établir, au moyen de régressions linéaires, la relation étroite entre certaines technologies dans le domaine de la 5G, recensées grâce à une analyse thématique, et des fabricants de semi-conducteurs, illustrant la guerre industrielle entre les États-Unis et la Chine pour le développement de la 5G (Rhaïem *et al.*, 2022).

Un des avantages que présente le croisement des données textuelles avec plusieurs jeux de métadonnées réside, bien entendu, dans la richesse possible des analyses. Cela nécessite néanmoins que de telles métadonnées soient à la fois disponibles et de qualité. Il est en effet fréquent que des métadonnées s'avèrent, après examen, requérir un nettoyage systématique et minutieux, ou se révèlent même inutilisables du fait de leur piètre qualité. Notons aussi que les analyses croisées peuvent exiger, dans certains cas, une très bonne maîtrise des outils d'analyse statistique multivariée. De très riches analyses sont donc possibles, mais avec la contrepartie d'efforts plus importants. En somme, la rançon du succès.

La mise en œuvre d'un projet d'analyse de texte

Si les méthodes d'analyse computationnelle de texte sont particulièrement puissantes, il n'en demeure pas moins que leur mise en œuvre requiert une attention toute particulière. La réalisation d'un tel projet présente en effet une complexité certaine. Sans entrer ici dans le détail, trois grandes phases méritent d'être distinguées : la phase de conception de la recherche, la phase de réalisation et la phase de diffusion.

Dans la phase de conception, un des premiers éléments à déterminer est la question de recherche. Quels objectifs se donne-t-on ? Que cherche-t-on à montrer ? Quels types de résultats s'attend-on à découvrir ? Comme nous l'avons vu, les approches computationnelles d'analyse de texte se révèlent pertinentes pour des questions qui appellent des réponses quantifiables, mesurables à l'aide d'échelles numériques. De telles questions vont naturellement présenter une composante empirique, qu'il s'agisse de confirmer ou d'infirmer des hypothèses formulées en amont, ou de faire émerger de façon inductive des structures latentes aux données. Enfin, ces questions vont, bien entendu, concerner des données textuelles comme des articles scientifiques, des livres, mais aussi des rapports, des documents gouvernementaux, des séries d'échanges dans des médias sociaux, etc. (*voir le chapitre de L. Delias et al.*). C'est pour cette raison que la spécification d'une question de recherche va de pair avec le choix d'un corpus : le corpus doit permettre, du fait de sa représentativité, de répondre à la question de recherche. Il y est donc intrinsèquement lié, ainsi qu'au cadre théorique en arrière-plan. Le choix du corpus répond aussi à des considérations pratiques, liées à l'accessibilité des documents sous forme numérique, aux droits qui y sont associés ou encore à la qualité de la numérisation. Des considérations méthodologiques peuvent s'imposer, notamment en lien avec les méthodes de collecte des documents (par le moissonnage de sites Internet, par exemple). Notons enfin la

nécessité, dans certains contextes, de considérations éthiques, concernant, par exemple, la gestion confidentielle des données de recherche.

Un deuxième volet clé de la phase de conception consiste à traduire la question de recherche en une chaîne d'opérations à réaliser sur le corpus choisi. Autrement dit, il s'agit de fournir une formulation algorithmique de la question de recherche, afin de rendre possible son opérationnalisation. C'est à ce moment qu'on doit définir précisément quels éléments concrets du texte on cherche à quantifier et comment on compte le faire. Souhaite-t-on analyser tous les termes potentiellement pertinents ou seulement certains d'entre eux, et ce, pour chaque document, ou plus finement, par exemple à l'échelle de chaque paragraphe ? Souhaite-t-on faire une analyse de thèmes ? Avec une granularité plutôt fine ou grossière ? Certaines métadonnées doivent-elles jouer un rôle particulier ? Lequel ? Dans l'idéal, on devrait pouvoir schématiser chaque opération en précisant ses intrants, les actions posées et les extrants qui en découlent, qui pourront servir ensuite d'intrants à une opération ultérieure.

Enfin, un troisième moment important de la phase de conception concerne les choix au sujet de l'implémentation concrète de la chaîne d'opérations : quel ordinateur prévoit-on d'utiliser et pour quelles opérations ? Dans quel environnement de programmation, avec quels algorithmes, quelle paramétrisation ? Quelles opérations doivent au contraire être effectuées manuellement ? Qui s'en charge ? Comment s'assure-t-on que les intrants et les extrants sont bien les bons, que les processus fonctionnent correctement ? Comment stocke-t-on toutes les données intermédiaires ? La phase de conception donne souvent lieu à plusieurs itérations, certaines contraintes n'émergeant qu'au fur et à mesure de l'étude. Ainsi, il n'est pas rare que la décomposition de la question de recherche en une chaîne d'opérations impose de réviser la portée du projet, ou que des problèmes de mise en œuvre exigent d'apporter des changements à la chaîne d'opérations.

La deuxième grande phase d'un projet d'analyse computationnelle de texte est la phase de réalisation. On peut découper cette phase en trois étapes: la préparation des données ou le décodage, l'analyse des données et, enfin, la représentation des résultats d'analyse (fig. 6). L'étape de préparation des données consiste à extraire des documents à la fois les données purement textuelles et les métadonnées (ces dernières pouvant aussi provenir d'autres sources). Les données textuelles comme les métadonnées doivent souvent être uniformisées, notamment lorsque les documents proviennent de plusieurs sources, et nettoyées. Il est, en effet, fréquent de trouver des « éléments parasites » dans le texte, comme des anomalies liées à des problèmes de reconnaissance de caractère ou d'encodage, ainsi que des erreurs dans les métadonnées, par exemple des orthographes légèrement différentes de noms d'auteurs. Les données textuelles font alors l'objet d'une décomposition à plusieurs niveaux: le corpus est généralement découpé en segments de texte (qu'on peut nommer « domaines d'information »), lesquels peuvent correspondre, par exemple, à des articles, des paragraphes ou des phrases, selon la question de recherche; les segments de texte sont à leur tour découpés en unités linguistiques atomiques (ou encore « unités d'information »), lesquelles peuvent correspondre à des caractères, des mots ou des groupes de mots (bigrammes, *n*-grammes). Un certain nombre de traitements peuvent alors être réalisés. Ainsi, on peut souhaiter étiqueter chaque mot en indiquant sa catégorie grammaticale (nom, verbe, adjectif, etc.) ainsi que son lemme (la forme du mot retenue comme entrée dans un dictionnaire, par exemple l'infinitif pour un verbe conjugué). Grâce à ces traitements, on pourra centrer l'analyse sur les unités d'information d'intérêt, par exemple en se limitant aux noms, adjectifs et verbes. On peut également vouloir filtrer les unités d'information très rares (et donc peu représentatives) ou, au contraire, trop fréquentes (et, par conséquent, peu informatives). À cette fin, on peut appliquer des seuils de fréquences ou encore avoir recours à des méthodes de

pondération (comme le tf-idf ou *term frequency-inverse document frequency*). Les données qui résultent de ces opérations sont enfin assemblées en des objets informatiques que différents algorithmes d'analyse pourront manipuler. Ces objets sont, par exemple, des matrices documents-termes (ou DTM pour *document term matrix*) qui comptabilisent le nombre d'unités d'information présentes dans chaque domaine d'information.

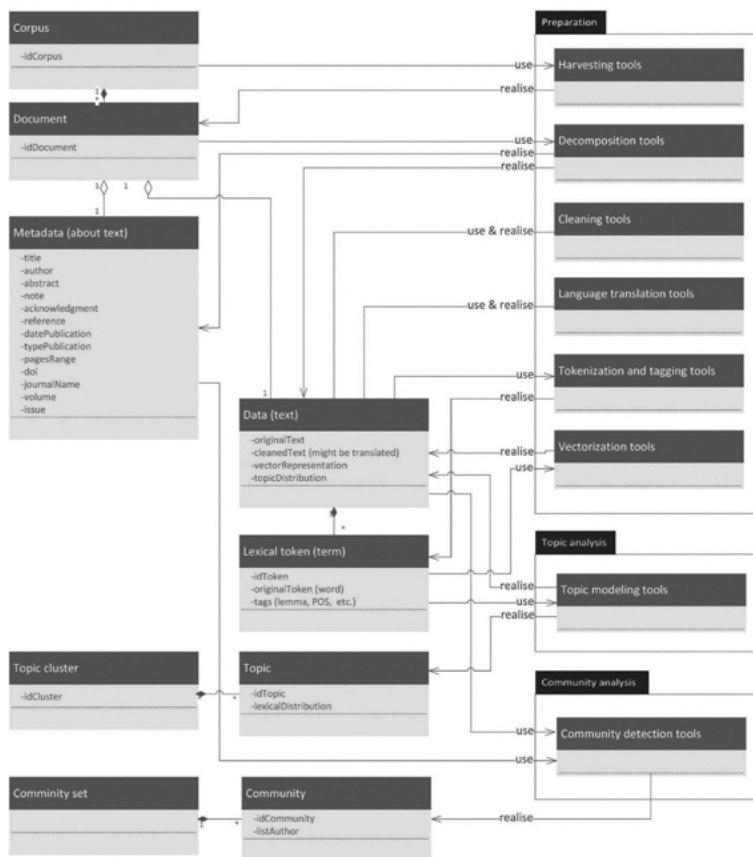
L'étape d'analyse à proprement parler consiste à mettre en œuvre des algorithmes capables de reconnaître des régularités ou des caractéristiques statistiques pertinentes. Bien entendu, ces algorithmes seront spécifiquement adaptés à la question de recherche et, donc, au type souhaité d'analyse, qu'il s'agisse d'une analyse conceptuelle, thématique ou d'arguments. C'est à cette étape qu'on utilise le plus souvent les métadonnées, afin de multiplier les perspectives sur les données textuelles. Cette étape implique souvent des allers-retours entre les données, les outils, leur paramétrisation et les résultats obtenus. Ainsi, à la lumière de résultats préliminaires, on pourra juger nécessaire de paramétrer différemment les algorithmes utilisés (par exemple, le nombre de thèmes dans une analyse thématique) ou encore de changer de métrique. Un recul critique par rapport aux résultats est donc toujours nécessaire.

Une manière de faciliter ce recul critique, mais aussi de rendre possibles l'interprétation et l'exploitation des résultats, est de recourir à des outils de représentation. Ces outils, en effet, permettent de créer des visualisations synthétiques plus parlantes que les données brutes. C'est là l'objet de la troisième étape, orientée vers l'interprétation des résultats à la lumière du cadre théorique du projet. Les divers éléments quantitatifs sont alors exprimés en langage naturel et souvent étayés par des retours au texte (par des extraits ou des références).

La phase de diffusion, comme dans tout projet de recherche, consiste à faire partager les résultats finaux. Cette phase n'est pas propre aux approches computationnelles, mais celles-ci présentent

FIGURE 6

Principaux éléments de la phase de réalisation d'un projet d'analyse computationnelle de texte



Trois types d'objets y sont représentés (boîtes grises foncées): les utilisateurs, les objets informationnels et les outils permettant de manipuler ces objets. Ces derniers sont classés en trois sous-groupes en fonction des étapes de la réalisation où ils interviennent (boîtes noires): décodage, analyse ou représentation. (Figure utilisant des codes graphiques inspirés du langage unifié de modélisation [UML, pour *unified modeling language*]; l'UML est un langage de modélisation permettant la visualisation des objets en jeu lors du développement logiciel et de la conception orientée objet. Tiré de Lareau (2022, p. 417).

des particularités. Une de ces particularités est l'importance accordée à l'exposition des méthodes et des choix sous-jacents. En effet, la qualité des résultats étant directement liée à la qualité de la méthodologie, la présentation de cette dernière sert, encore plus directement qu'ailleurs, en partie d'argument pour la validité du propos et des conclusions. Une autre particularité, et non des moindres, concerne l'archivage et la mise à disposition des objets de la recherche, notamment des données et des outils utilisés, qu'on rend accessibles dans des dépôts de données de recherche (Zenodo, Github, etc.). Un des objectifs de cette pratique est de permettre que d'autres travaux soient menés sur les mêmes données, afin d'apporter des éclairages supplémentaires sur les textes étudiés, mais aussi, et surtout, de faciliter la réplication des analyses. Dans tous les cas, une documentation rigoureuse est nécessaire.

La preuve par le texte

Pour peu qu'elles soient mises en œuvre dans la perspective d'une question de recherche appropriée et de manière précautionneuse, les approches numériques de l'analyse de texte peuvent faire mieux comprendre comment certains concepts sont utilisés dans un corpus de textes, quels thèmes le traversent et quels arguments y sont développés. Croisées avec des métadonnées, ces analyses sont susceptibles de révéler des variations ou des spécificités parfois inattendues. De surcroît, parce qu'elles reposent sur des algorithmes informatiques, de telles analyses sont d'autant plus pertinentes que la quantité de données textuelles est considérable et se prête difficilement à une lecture manuelle. Lorsqu'elles sont déployées, ces approches numériques conduisent à des résultats qui aident à justifier certaines thèses sur les contenus des corpus étudiés et jouent donc un rôle de preuve. Cinq grandes caractéristiques contribuent à leur conférer un tel « rôle probant ».

Les approches numériques fonctionnent, tout d'abord, selon un processus algorithmique clairement décomposable et qu'il est possible de suivre pas à pas, tout comme une démonstration mathématique. Cette transparence de la démarche facilite l'acceptation des résultats, qu'on perçoit alors comme en découlant logiquement. Cette même transparence assure aussi la reproductibilité des résultats et, donc, leur fiabilité (*voir le chapitre de J. Moisan et V. Larivière*). La deuxième caractéristique qui contribue au rôle probant des approches numériques est la robustesse des résultats. En effet, il est fréquent que, pour une même question, on puisse recourir à plusieurs variantes algorithmiques d'une même approche (par exemple, plusieurs manières de réaliser un modèle thématique) et que celles-ci conduisent toutes aux mêmes types de résultats. Cette robustesse apporte aux résultats la solidité qu'on attend d'une preuve. Une troisième caractéristique est leur dimension quantitative, mathématique, qui répond à la forme souvent attendue d'une preuve. Le quatrième attribut réside dans l'exhaustivité des approches numériques, qui sont systématiques et dont les résultats portent sur l'entièreté d'un corpus dans ses moindres recoins. Enfin, parce qu'elles permettent d'analyser des ensembles très vastes de textes, leurs conclusions se rapprochent d'un certain idéal de représentativité.

Bien entendu, le caractère probant des approches numériques ne vaut que si elles sont correctement mises en œuvre. Or, cette mise en œuvre n'a rien d'aussi immédiat que la lecture d'un texte. Comme on l'a vu plus haut, elle repose sur un bon nombre d'opérations, qu'il faut réaliser avec précaution. Elle dépend aussi du corpus, choisi ou construit, de la qualité de ses données textuelles et de ses métadonnées, ou encore de sa représentativité (notons à cet égard que ce dernier point est tout aussi pertinent pour la lecture et l'analyse classiques de textes). Peut-être plus que d'autres méthodes, les approches numériques exigent des questions de recherche clairement formulées et, surtout, en adéquation avec les moyens choisis et leurs limites.

On doit appréhender les méthodes numériques d'analyse de corpus de textes comme offrant des perspectives complémentaires de celles des approches existantes, comme la lecture et l'analyse fine de textes choisis. Dans certains cas, elles permettent de confirmer des éléments déjà connus ou supputés, auxquels elles apportent une justification supplémentaire, notamment quantitative. Dans d'autres cas, elles permettent de tester des hypothèses. Mais un de leurs plus grands atouts est certainement de rendre possible l'exploration de vastes ensembles de textes, à la recherche de faits saillants et, surtout, non encore découverts. Dans tous les cas, leur transparence algorithmique, leur dimension quantitative et leur caractère systématique, de même que la robustesse et la représentativité de leurs résultats, sont autant de caractéristiques qui contribuent à leur fonction de preuve.

Références

- Bertoldi, Nicola, Francis Lareau, Charles H. Pence et Christophe Malaterre, « A quantitative window on the history of statistics: Topic-modelling 120 years of *Biometrika* », *Digital Scholarship in the Humanities*, vol. 39, n° 1, p. 13-29, 2024.
- Chartier, Jean-François et Dominic Forest, « Les espaces sémantiques de mots-clés : Une méthode d'indexation automatique de documents par assignation de mots-clés », *Recherche d'information, document et web sémantique*, vol. 1, n° 1, p. 1-24, 2017.
- Claveau, François et Yves Gingras, « Macrodynamics of Economics: A Bibliometric History », *History of Political Economy*, vol. 48, n° 4, p. 551-592, 2016.
- Evans, Eliza D., « Measuring Interdisciplinarity Using Text », *Socius*, vol. 2, p. 1-18, 2016.
- Kozłowski, Diego, Vincent Larivière, Cassidy R. Sugimoto et Thema Monroe-White, « Intersectional inequalities in science », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 119, n° 2, 2022.
- Lareau, Francis, « Approche computationnelle de l'analyse conceptuelle. Présentation opérationnelle et approfondissement méthodologique de la détection de concept dans des extraits textuels », *Philosophiques*, vol. 49, n° 2, p. 413-431, 2022.

Malaterre, Christophe, Francis Lareau, Davide Pulizzotto et Jonathan St-Onge, « Eight journals over eight decades: A computational topic-modeling approach to contemporary philosophy of science », *Synthese*, vol. 199, p. 2883-2923, 2021.

Meunier, Jean-Guy, *Computational Semiotics*, Bloomsbury Academics, 2022.

Rhaïem, Mehdi, Davide Pulizzotto, Anas Ramdani et Catherine Beaudry, « Patent Text Mining: Evolution Paths in 5G Industry », *XXXIII ISPIM Innovation Conference*, Copenhagen, Danemark, 2022.

Trautmann, Dietrich, Michael Fromm, Volker Tresp, Thomas Seidl et Hinrich Schütze, « Relational and Fine-Grained Argument Mining », *Datenbank-Spektrum*, vol. 20, n° 2, p. 99-105, 2020.

PARTIE III

La preuve dans la sphère publique

7 Faire la sociologie de l'expertise judiciaire

Julien Larregue

Il n'est sans doute pas de sociologie des phénomènes judiciaires possible sans la neutralisation d'un ensemble de prénotions (« expertise », « preuve », « indice », « vérité », « motivation », etc.) et de dichotomies (droit public/droit privé, procédure orale/procédure écrite, fond/forme, jugement de droit/jugement de fait) qui, parce qu'elles sont revêtues de toute la force symbolique de l'appareillage juridique, pourraient sembler évidentes et naturelles à l'observateur. Cet « effet d'imposition » que produit le droit, comme répertoire savant et comme pratique, touche tout autant le novice que les agents du champ juridique, dont la reconnaissance sociale passe en partie par leur capacité à faire valoir leur maîtrise de ces catégories. À défaut de s'y conformer, leurs productions scientifiques s'exposent au risque d'être immédiatement dénoncées au sein du champ juridique comme des impostures résultant d'une méconnaissance du droit. C'est ce qui explique, par exemple, qu'au sein des facultés de droit françaises l'exercice scientifique phare des juristes soit le commentaire d'arrêt (de la Cour de cassation, du Conseil d'État, etc.).

Suivant cette logique, les sociologues du droit, qui veulent décrire le fonctionnement concret du droit, se font régulièrement reprocher leur manque de maîtrise du corpus juridique (lois, jurisprudence, etc.) par des juristes, plus enclins à privilégier ce qui

devrait être plutôt que ce qui *est*, c'est-à-dire le droit dans les livres plutôt que le droit en action. Cette opposition entre la théorie et la pratique est à la source de diverses hiérarchies symboliques à l'intérieur du champ juridique. Ainsi les juristes universitaires qui s'aventurent trop près du côté de « la pratique » sont-ils voués à subir diverses formes de dévalorisation, par exemple en étant taxés de « sociologues » par leurs collègues (Putman et Rebstock, 2019, p. 66).

Pour autant, si « le droit est un autre monde » (Hermitte, 1999), c'est bien la tâche de la sociologie que de rendre familières ces catégories indigènes qui peuvent paraître exotiques au non-juriste. Cela impose d'accorder une attention particulière au corpus juridique, pour lui appliquer le même type de questionnement et les mêmes efforts d'historicisation qu'à tout autre objet. Nous proposons ici une réflexion sur la question de ce qui fait *preuve* dans les procédures pénales, en particulier en France, en dressant un bilan provisoire et partiel de l'état des connaissances, tout en avançant un certain nombre de propositions susceptibles de faire avancer la sociologie du droit et du travail juridique. À cette fin, nous nous concentrerons sur la question de l'expertise : cette notion a la particularité d'être d'usage courant à la fois dans le champ juridique et en sociologie, ce qui est de nature à soulever un certain nombre de questions épistémologiques, méthodologiques et conceptuelles, dont certaines ne sont pas encore pleinement résolues.

Le mythe de la séparation entre les faits et le droit

Dans un ouvrage important consacré à la figure de l'expert dans les procédures judiciaires françaises, Laurence Dumoulin (2007) a mis en avant le caractère mythique du traitement de l'expertise dans la littérature juridique. Il y aurait, d'un côté, l'éclairage technique ou savant ; de l'autre, la prise de décision judiciaire. Ou, pour le dire autrement, une séparation étanche des faits et du droit. Cette conception normative de ce que *devrait être* l'expertise est exposée,

par exemple, dans l'influent *Vocabulaire juridique* de Gérard Cornu, où la notion est définie comme une « [m]esure d'instruction consistant, pour le technicien commis par le juge, l'expert, à examiner une question de fait qui requiert ses lumières et sur laquelle des constatations ou une simple consultation ne suffiraient pas à éclairer le juge et à *donner un avis purement technique sans porter d'appréciation d'ordre juridique* » (Cornu et Association Henri Capitant, 2007, p. 391, nous soulignons).

Une conséquence de cette vision est de réifier le droit en vigueur « en reprenant implicitement l'idée d'un monde judiciaire parfaitement cohérent et normé, sans enjeux, sans rapports de force, sans ajustements » (Dumoulin 2007, p. 7). Comme le montre pourtant Laurence Dumoulin dans son ouvrage, les frontières entre les faits et le droit, entre l'office de l'expert et celui du juge, sont bien plus brouillées qu'il n'y paraît à première vue. « Parole instituante qui a le pouvoir de constituer la réalité sur laquelle le tribunal travaille » (*ibid.*, p. 108), l'expertise participe à la construction du socle juridique sur lequel la décision (de condamnation, par exemple) trouvera éventuellement appui.

Ainsi, en droit pénal français, la qualification d'une infraction repose théoriquement sur le cumul de trois éléments indépendants : un élément légal, c'est-à-dire le texte réprimant le comportement concerné ; un élément matériel, c'est-à-dire un acte concret commis par la personne accusée ; un élément moral ayant trait à l'intentionnalité de cet acte concret. Autrement dit, au stade du jugement pénal, une « rupture matérielle » reconnue comme telle par la juridiction entraînera inévitablement dans son sillage une « rupture juridique » (Weller, 2011). Or l'expertise est à même d'éclairer les éléments matériel et moral de l'infraction et, donc, de contribuer à la réunion des éléments *juridiquement* requis en vue d'une condamnation. Par exemple, lorsqu'une expertise rattache l'ADN d'un individu à un échantillon retrouvé sur les lieux d'un crime ou sur un objet saisi au cours de l'enquête, c'est de l'élément matériel de

l'infraction qu'il s'agit. De même, lorsqu'une expertise psychologique ou psychiatrique est ordonnée, celle-ci est susceptible de participer à l'établissement des éléments matériel et moral de l'infraction.

Tout cela soulève la question classique de l'autonomie professionnelle (*voir le chapitre de J. Prud'homme*). L'expertise peut constituer une ressource ou une contrainte pour les magistrats qui s'en saisissent, ce qui n'est pas sans lien avec les hiérarchies symboliques entre disciplines scientifiques : tandis que les rapports issus des sciences expérimentales et biochimiques sont difficilement discutables pour les professionnels du droit, en revanche, on contesterait davantage les expertises ancrées dans les sciences humaines et sociales, en particulier la psychologie (Dumoulin, 2007). Les travaux de Romain Juston Morival sur les usages de la médecine légale dans le cadre pénal ont confirmé cette réalité. Il montre notamment « comment la science des légistes peut non seulement épauler mais aussi supplanter le travail des juges » (2021, p. 340). En fait, avant même l'ouverture d'une instruction judiciaire ou l'engagement de poursuites, le travail policier se trouve fortement influencé par les conclusions des médecins légistes, notamment dans le domaine des infractions sexuelles (Pérona, 2017).

Le procès judiciaire comme configuration

Bien entendu, les hiérarchies disciplinaires n'expliquent pas tout. Le contenu du dossier – par exemple, les autres preuves rassemblées – ainsi que les relations entre les divers intervenants influent à leur façon sur l'issue des procédures judiciaires. Plusieurs recherches récentes ont ainsi recouru à la notion éliásienne de « configuration » pour saisir ce qui se joue dans le cadre judiciaire (Larregue, 2020 ; Bargeau, 2021 ; Juston Morival, 2021). Les procédures pénales, en particulier, mettent en jeu un réseau plus ou moins étendu de relations interdépendantes qui intègrent notamment des éléments

matériels (les preuves), des intervenants professionnels (magistrats, policiers, avocats, experts) et profanes (personnes poursuivies, victimes), ainsi que les propriétés sociales qui caractérisent les acteurs et les placent dans une certaine position les uns par rapport aux autres, à la fois dans le champ juridique et dans le monde social plus généralement (rapports de classe, de genre, de race, etc.). En somme, le contexte particulier de la preuve dans le champ juridique est de nature à jouer un rôle non négligeable dans le déroulement des événements judiciaires.

Une illustration de la pertinence de la notion de configuration a trait au travail policier et à son évolution récente. En France, la technologisation de l'activité policière est l'une des transformations les plus notables de ces dernières décennies. L'ADN, tout particulièrement, a joué un rôle important dans la crédibilisation du travail de la police, qui a dès lors été perçu comme scientifique et objectif. Ce rendement social de l'expertise est crucial, car il permet de comprendre pourquoi certains professionnels décident de recourir à des techniques qui ne font pas encore l'objet d'un consensus parmi les scientifiques. Par exemple, dans le contexte du nouveau management public, les grilles actuarielles de prédiction de la récidive sont parfois appréciées des professionnels, moins parce que leurs résultats se révèlent toujours vrais que parce qu'elles leur permettent d'établir leurs priorités et de concentrer des moyens par ailleurs limités sur une petite proportion d'individus jugés dangereux (Sallée, 2020).

Or, de la même façon, on ne saurait comprendre le recours croissant à la police technique et scientifique sans prendre en compte l'évolution des conditions sociales d'exercice de ce métier, qui s'est trouvé touché, comme beaucoup d'autres services publics, par des réformes inspirées des doctrines du nouveau management public. Précisément, le rôle croissant que jouent, dans les commissariats et les brigades de gendarmerie, les indicateurs d'évaluation quantitatifs a fait des bases de données génétiques, comme le Fichier natio-

nal automatisé des empreintes génétiques (FNAEG), des outils d'«élucidation» particulièrement appréciés des enquêteurs (Vailly et Krikorian, 2018).

Plus récemment encore, des évolutions du droit pénal français ont été à la source de reconfigurations importantes dans la pratique professionnelle des policiers. Depuis une réforme du 14 avril 2011, les avocats sont en effet autorisés à assister aux interrogatoires de leurs clients en garde à vue, ce qui leur était auparavant impossible. Cette modification du droit a exercé, et exerce encore, une influence non négligeable sur les pratiques policières. Comme l'a montré Adélaïde Bargeau (2021), cela a notamment conduit à l'apparition d'un ensemble de stratégies destinées à contourner la présence de l'avocat, par exemple en incitant la personne en garde à vue à renoncer à son droit. Le succès de ces stratégies dépend en partie du savoir pratique que possède la personne interrogée : les «habitué» de la justice pénale seront moins enclins à suivre les conseils intéressés des policiers, contrairement à ceux qui, n'ayant jamais eu affaire à la justice, se fieront davantage à l'avis de ces professionnels auxquels ils se trouvent soudainement confrontés.

L'exemple du travail policier permet ainsi de toucher du doigt deux éléments majeurs que la sociologie du droit n'a encore que peu traités. Le premier élément est la question de la transition, dans le temps, entre des configurations sociales partiellement ou entièrement différentes. On l'a vu, le travail d'enquête de la police ne saurait se comprendre sans qu'on prête attention à l'évolution des savoirs scientifiques et juridiques, avec lesquels il se trouve en situation d'interdépendance. La découverte de l'ADN et son introduction progressive dans le domaine judiciaire, de même que des réformes juridiques comme celle qui a conduit à la présence de l'avocat aux interrogatoires, sont autant de paramètres avec lesquels les policiers ont dû composer et sous l'influence desquels leurs pratiques ont évolué. Plus récemment encore, l'introduction de modes de preuve issus de la génétique et des neurosciences appelle à faire une socio-

logie des différentes sciences qui sont mobilisées dans l'arène judiciaire. C'est la raison pour laquelle il apparaît primordial que les recherches sociologiques portant sur le travail de la preuve dans le contexte judiciaire adoptent une perspective diachronique, historique, tout en évitant autant que possible « l'émiettement analytique que favorise une science sociale raisonnant en termes de variables discrètes » (Wacquant, 2001, p. 210).

Les deux corps de l'expert

Un deuxième élément a trait à la place des savoirs experts dans les pratiques judiciaires. Alors que l'expertise est une parole instituante, le droit, de son côté, a pour effet de faire exister ce qui entre dans son périmètre tout en vouant ce qui lui est étranger à l'oubli social. Or l'un des effets performatifs du droit est précisément de déterminer ce qui relève ou non de l'*expertise*. Si l'on se réfère une nouvelle fois au *Vocabulaire juridique* de Cornu, est expert « le technicien commis par le juge en raison de ses lumières particulières, pour procéder à une expertise ». C'est aussi, selon ce même dictionnaire, le « titre des personnes inscrites sur une liste officielle comme spécialiste en telle matière » (Cornu et Association Henri Capitant 2007, p. 390).

Il est assez fréquent que la recherche sociologique ne s'intéresse à la preuve judiciaire que sous sa forme la plus noble, c'est-à-dire uniquement à l'expertise qui est reconnue comme telle dans le champ juridique, ce qui a pour conséquence que des formes de preuve très courantes demeurent sous-étudiées (témoignages, aveux, constatations, etc.). Sans doute faut-il y voir l'influence que les catégories juridiques exercent, parfois subrepticement, sur la recherche scientifique, ne serait-ce qu'en orientant les sujets de recherche des sociologues. En fournissant un objet déjà construit et prêt à l'emploi, avec ses publications, sa population à étudier (les experts) et ses procédures, le droit a, semble-t-il, orienté les

recherches menées en sciences sociales dans le sens des conceptions indigènes de l'expertise. Il en découle une confusion entre la notion d'expertise telle qu'elle peut être mobilisée en sociologie des professions et la catégorie d'expertise telle qu'on la rencontre dans les sources juridiques.

Le fait que la recherche sociologique se concentre sur la notion indigène d'expertise est préjudiciable à plus d'un titre. D'abord, d'un point de vue épistémologique, les sociologues ne sauraient adopter telles quelles les conceptions juridiques de l'expertise sans que cela influe sur la construction de leurs objets. Non pas, bien sûr, que l'on doive s'abstenir de s'intéresser à l'expertise au sens juridique. Mais là encore, si c'est du travail de la preuve que l'on se préoccupe, les travaux existants ont, chacun à leur façon, établi que la compréhension des preuves techniques et scientifiques nécessite l'analyse du rôle joué par les professionnels et les agents profanes qui, de diverses manières, contribuent à délimiter le sens et la portée de ces preuves. Policiers, avocats, magistrats, prévenus ou victimes participent directement, dans des configurations particulières susceptibles de varier d'une affaire à l'autre, au façonnage de la preuve pénale. Les soustraire à l'analyse revient à amputer le travail sociologique d'un élément central pour comprendre les processus judiciaires.

Ensuite, proposer une sociologie de l'expertise judiciaire qui ne se limite pas à la notion *juridique* d'expertise présente en soi un intérêt scientifique. C'est ce qu'illustre, par exemple, la figure limite des interprètes-traducteurs, qui sont perçus comme des « non-experts » alors même qu'ils figurent sur les listes d'experts dressées par les cours d'appel françaises (Pélisse *et al.*, 2012). On pourrait faire un pas supplémentaire dans cette direction en accordant davantage d'attention aux savoir-faire que déploient les différents travailleurs de la preuve, professionnels du droit ou profanes, et à la façon dont ces savoir-faire évoluent, se transmettent et influent sur le cours quotidien de la justice. Il est, par exemple, révélateur que l'ouvrage pourtant très riche de Lucien Karpik (1995) sur les avocats

ne contienne qu'une petite quinzaine de pages sur les stratégies de défense et l'expertise mises en œuvre par ces derniers.

Pourtant, l'exemple du contrôle au faciès (Gauthier, 2018) montre bien que les avocats produisent et mettent en œuvre des savoirs pratiques dont l'analyse est à même d'éclairer des mécanismes essentiels des processus judiciaires. À mi-chemin entre le droit pénal et le droit administratif, le droit de la discrimination requiert des compétences singulières que ne possèdent pas toujours les avocats pénalistes. Cela a conduit à ce que des avocats spécialisés en droit du travail se saisissent de ce contentieux en y transposant certains des principes procéduraux que l'on trouve dans cette branche du droit (notamment le renversement de la charge de la preuve lorsque des salariés formulent des accusations de discrimination). De la même façon, le savoir pratique que possèdent certaines clientèles pénales, tels les trafiquants de drogue, pourrait faire l'objet d'analyses précieuses en complément de ce que l'on sait déjà à propos des stratégies de défense de membres des classes supérieures (Spire, 2017).

Aborder le sujet de l'expertise au sens sociologique, c'est-à-dire les savoir-faire que possèdent et mobilisent les différents intervenants aux procédures pénales, soulève notamment la question de savoir qui est socialement autorisé à *faire preuve* ainsi que celle, liée, de la crédibilité différenciée de ces divers intervenants. Par l'étude de quatre procès pour fraude fiscale impliquant des personnalités du champ du pouvoir français, Alexis Spire (*ibid.*) a ainsi analysé la capacité de ces profanes dominants à faire valoir leur mérite social et, ce faisant, à tenir à distance l'institution judiciaire en échappant notamment à l'étiquetage qui atteint plus facilement le commun des délinquants. De façon intéressante, on décèle dans ces procès une proximité de classe avec les avocats et magistrats qui fait défaut à la clientèle pénale habituelle (Combessie, 2010), ce qui nous amène à nous interroger sur le degré d'autonomie des pratiques judiciaires : dans quelle mesure le procès pénal est-il la retraduction, en langage

indigène, d'oppositions et d'inégalités que l'on retrouve dans d'autres sphères sociales ?

* * *

De cela, on peut tirer quelques observations visant à faire progresser l'état actuel du savoir. Une difficulté immédiate des travaux portant sur la preuve dans le contexte judiciaire réside dans le caractère indéterminé de cet objet, ce qui est sans doute le lot des concepts juridiques abstraits. Les recherches que nous avons passées en revue montrent toutes, à leur façon, que la preuve est le *résultat* de processus sociaux entrelacés. Autrement dit, la preuve ne peut exister que par l'action des agents qui, lui donnant vie, la font *agir* en retour sur les procédures judiciaires. Cela signifie que la preuve judiciaire est un produit singulier et historiquement situé (*voir le chapitre de Y. Gingras*). La preuve génétique n'existait pas avant que le généticien Alec Jeffreys ne mette au point, en 1984, à l'Université de Leicester, une méthode permettant d'identifier un individu à partir des variations de son ADN, puis qu'elle soit introduite dans les pratiques judiciaires et employée dans des affaires concrètes. À l'inverse, d'autres preuves cessent tout simplement d'être : ainsi des ordalies, si importantes à l'époque médiévale, qu'on présente fréquemment comme le fait de sociétés « archaïques », alors même qu'elles résultaient d'un processus de rationalisation (Bartlett, 1986). La conséquence est qu'on ne saurait déterminer *a priori* ce qui est, ou non, susceptible de constituer une preuve judiciaire.

Le caractère indéterminé de la notion de preuve est également lié aux distinctions linguistiques que font les juristes, que les sciences sociales n'ont pas suffisamment interrogées. En particulier, on sait que la preuve ne se confond pas, pour les juristes français du moins, avec les indices : la preuve n'existe juridiquement qu'à partir du moment où un jugement de condamnation définitif a été prononcé. Cela soulève la question – sociologique – de savoir comment

un indice devient une preuve, autrement dit de ce qui est de nature à entraîner ou non une condamnation pénale. Comment varie, par exemple, la nature des preuves d'un type d'infractions à l'autre ? Ou encore, peut-on observer une corrélation entre les exigences subjectives des magistrats et la gravité pénale objective ? Autrement dit, demande-t-on des preuves plus solides à mesure que l'on grimpe dans l'échelle des peines ?

Enfin, mentionnons un dernier problème, qui peut nous en dire long pour notre compréhension des processus judiciaires : l'administration de la preuve. Une recherche portant sur le rôle de l'état de santé des personnes accusées dans les décisions de condamnation pénale a mis en évidence l'importance des distinctions que les juges effectuent entre ce qui est tolérable et ce qui ne l'est pas, notamment lors des audiences publiques : « [...] il n'est par exemple pas toléré d'apporter la preuve d'un problème de santé par la démonstration physique de stigmates corporels » (Mahi, 2015, p. 717-718). Cette question est cruciale, car elle fait directement écho au principe de loyauté bien connu des juristes français, lequel impose certaines règles dont le non-respect entraîne le refus d'un élément de preuve dans l'arène judiciaire. On ne se demande plus alors seulement *qui* est socialement autorisé à faire preuve, mais aussi *comment* il est autorisé de faire preuve et avec quelles conséquences. Parmi les nombreuses questions que cela soulève, il y a, par exemple, celle du degré de tolérance des magistrats à l'égard de justiciables différemment positionnés dans l'espace social, du fait de leur genre, de leur classe, de leurs origines, de leur apparence physique ou de leur religion réelle ou supposée.

Ce que souligne, enfin, la question de l'administration de la preuve, c'est qu'on ne saurait maintenir une séparation étanche entre les processus judiciaires et ceux qui, tout en s'inscrivant dans le champ juridique, apparaissent à première vue détachés des considérations propres aux procédures pénales. Par exemple, ce sont des universitaires qui ont formalisé, après les avoir dégagées de la juris-

prudence, les règles du droit français relatives à la «loyauté de la preuve» (ces règles imposant des limites aux ruses et stratagèmes qu'on pourrait imaginer pour récolter la preuve d'un fait), qui varient pourtant d'une branche du droit à l'autre (les exigences de loyauté ne sont pas les mêmes en droit pénal et en droit du travail, par exemple). Il n'existe pas, à notre connaissance, d'études sociologiques sur ce travail de formalisation, qui survient notamment dans les revues juridiques, alors même qu'il peut influencer sur l'issue des affaires dont se saisissent les juridictions pénales. On pourrait notamment s'interroger sur la construction des codes (pénal, civil, etc.) qui, sous leur naturalité apparente, sont le produit d'une véritable mise en forme. Quels critères et choix éditoriaux guident la sélection des jurisprudences et des articles de doctrine qui précisent et explicitent les articles de loi, bien après leur adoption par le législateur ? Ces choix sont-ils les mêmes d'un éditeur à l'autre ? Qu'est-ce qu'on rend visible et quels éléments, à l'inverse, laisse-t-on dans l'ombre dans l'intérêt d'une plus grande cohérence du droit comme corpus logique ? Voilà quelques-unes des questions susceptibles de mobiliser l'expertise sociologique.

Références

- Bargeau, Adélaïde, « S'opposer ou se servir. Les effets inattendus de la présence des avocats lors des interrogatoires policiers », *Sociétés contemporaines*, vol. 122, n° 2, 2021, p. 77-100.
- Bartlett, Robert, *Trial by Fire and Water: The Medieval Judicial Ordeal*, Oxford, Clarendon Press, 1986.
- Combessie, Philippe, *Sociologie de la prison*, Paris, La Découverte, 2010.
- Cornu, Gérard et Association Henri Capitant, *Vocabulaire juridique*, 8^e édition, Paris, Presses Universitaires de France, 2007.
- Dumoulin, Laurence, *L'expert dans la justice. De la genèse d'une figure à ses usages*, Paris, Economica, 2007.
- Gauthier, Jérémie, « Le contrôle au faciès devant le tribunal. Entretien avec Slim Ben Achour », dans Jérémie Gauthier et Fabien Jobard (dir.), *Police. Questions sensibles*, Paris, Presses Universitaires de France, 2018, p. 65-75.

- Hermitte, Marie-Angèle, « Le droit est un autre monde », *Enquête. Archives de la revue Enquête*, vol. 7, 1999, p. 17-37.
- Juston Morival, Romain, « Autonomie des juges ou automatisme des jugements ? La qualification judiciaire à l'épreuve des expertises médico-légales », *Sociologie*, vol. 12, n° 4, 2021, p. 333-349.
- Karpik, Lucien, *Les avocats. Entre l'État, le public et le marché, XIII^e-XX^e siècle*, Paris, Gallimard, 1995.
- Larregue, Julien, « La «vérité», l'ADN et l'avocat pénaliste. La mise en scène de la crédibilité dans le champ juridique », *Sociétés contemporaines*, n° 118, 2020, p. 133-165.
- Mahi, Lara, « Une sanitarisaiton du pénal ? », *Revue française de sociologie*, vol. 56, n° 4, 2015, p. 697-733.
- Pélisse, Jérôme, Caroline Protais, Keltoume Larchet et Emmanuel Charrier, *Des chiffres, des maux et des lettres. Une sociologie de l'expertise judiciaire en économie, psychiatrie et traduction*, Paris, Armand Colin, 2012.
- Pérona, Océane, « Médecins légistes et policiers face aux expertises médico-légales des victimes de violences sexuelles », *Déviance et Société*, vol. 41, n° 3, 2017, p. 415-443.
- Putman, Emmanuel et Bruno Rebstock, « De la pertinence de la distinction théorie/pratique dans l'enseignement du droit. Entretien croisé », *Les Cahiers Portalis*, vol. 6, n° 1, 2019, p. 61-88.
- Sallée, Nicolas, « Le nouvel âge de la réhabilitation. Jeunesse délinquante et gestion des risques au tournant du 21^e siècle » (mémoire pour l'habilitation à diriger des recherches), EHESS, Paris, 2020.
- Spire, Alexis, « Des dominants à la barre. Stratégies de défense dans les procès pour fraude fiscale », *Sociétés contemporaines*, vol. 108, n° 4, 2017, p. 41-67.
- Vailly, Joëlle (dir.), *Sur la trace des suspects. L'incorporation de la preuve et de l'indice à l'ère de la génétique*, Paris, Éditions de la Maison des Sciences de l'Homme, 2021.
- Vailly, Joëlle et Gaëlle Krikorian, « Durabilité et extension du soupçon. Catégorisations et usages policiers du fichier d'empreintes génétiques en France », *Revue française de sociologie*, vol. 59, n° 4, 2018, p. 707-733.
- Wacquant, Loïc, « Elias dans le ghetto noir », *Politix. Revue des sciences sociales du politique*, vol. 14, n° 56, 2001, p. 209-217.
- Weller, Jean-Marc, « Comment décrire ce qu'on ne voit pas ? Le devoir d'hésitation des juges de proximité au travail », *Sociologie du travail*, vol. 53, n° 3, 2011, p. 349-368.

8 Qu'est-ce qu'une donnée « probante » ? Les débats sur l'*evidence-based* en médecine et en éducation

Julien Prud'homme

En 2013, l'éleveur de bétail Allan Savory affirmait, dans une conférence TED, avoir démontré, par son expérience personnelle, qu'on pourrait vaincre la désertification et réduire nos émissions de carbone en augmentant considérablement la quantité de bétail sur la planète, à condition d'adopter son approche de « gestion holistique » des pâturages. Le débat s'est polarisé, opposant des scientifiques sceptiques à des éleveurs professionnels pro-Savory. Les gens de terrain pro-Savory brandissaient leur expérience et des études de cas qui penchaient de leur côté ; les universitaires, quant à eux, publiaient des bilans de littérature savante montrant plutôt que : *a*) si la « gestion holistique » avait un effet positif sur certains sols (dont, peut-être, le ranch zimbabwéen de Savory), ce n'était généralement pas le cas pour d'autres ; *b*) même des expériences que leurs promoteurs locaux percevaient subjectivement comme satisfaisantes ne montraient pas, objectivement, de bénéfices réels. Sur le site de son institut, en 2014, puis dans le documentaire *Return to Eden*, en 2020, Savory arguait que sa méthode varie tellement selon les contextes qu'on ne peut pas l'évaluer avec des bilans de littérature

savante, que les scientifiques n'avaient qu'à visiter sa terre et que leur refus d'être ainsi persuadés constituait un échec de la science : « Ces gens arrivent de l'université avec un doctorat, on les amène sur le terrain et ils refusent de croire ce qu'ils voient de leurs yeux ; un article révisé par les pairs est la seule chose qu'ils acceptent » (dans Poels, 2020).

Ce débat illustre le dilemme des praticiens de terrain en agriculture, en santé, en éducation et dans mille autres métiers. La science est-elle utile ? Un résultat « prouvé » par un protocole scientifique doit-il faire autorité dans la vraie vie, sur le plancher des vaches ? L'intuition et l'expérience du terrain n'offrent-elles pas des preuves aussi recevables, voire meilleures, sur ce qui fonctionne ou pas ? Qui décide de ce qui « marche » et des preuves requises (expérience personnelle, cas particuliers, études randomisées, bilans de littérature) pour en juger ?

Cette vieille tension entre science et pratique est importante pour les « professionnels », ces experts de proximité et de terrain (Prud'homme, 2018) dont nous sollicitons les compétences pour notre santé (médecins, psychologues), notre cadre de vie (ingénieurs, architectes) ou l'éducation de nos enfants. Or, la façon dont les professions vivent la tension entre science et pratique connaît, au ^{xxi}^e siècle, une évolution rapide, profonde et pas toujours aisée, sous l'effet du courant dit « *evidence-based* » ou « fondé sur des données probantes ». Ce courant repose, en gros, sur la production de guides et de normes fondés sur les « meilleures preuves » pour orienter les professionnels. Il amplifie des enjeux épistémiques (que valent les savoirs ?), pratiques (quels savoirs utiliser ?) et politiques (qui décide ?). La naissance et la maturation du courant *evidence-based* en médecine ont permis des pratiques qui se veulent fondées sur des preuves, avant qu'il ne se diffuse progressivement dans le secteur de l'éducation. Dans chacun de ces deux domaines, la « pratique fondée sur les données probantes » s'articule autour de ce que l'on considère comme « probant », parfois en dépit de diverses objections. L'état

actuel des lieux montre que les expériences concrètes, en médecine comme en éducation, invitent à une réflexion apaisée plutôt qu'alarmiste sur cette question (*voir aussi les chapitres de J. Larregue et de A. Bandini*).

La révolution circonstanciée de l'*evidence-based medicine* : des standards sans standardisation ?

Les professionnels de la santé se réclament depuis longtemps de la science : chacun s'affirme capable d'incorporer les progrès scientifiques à sa pratique tout au long de sa carrière. Ce qui évolue, c'est la façon d'atteindre ce but. Traditionnellement, il incombe au praticien individuel de « se tenir au courant ». Certaines professions, comme l'ergothérapie, privilégient les formations continues ou les ateliers. En médecine, les praticiens lisent directement les articles savants, de façon routinière ou quand se présentent des cas difficiles. Depuis 1990, cependant, les administrations de la santé (ministères, hôpitaux, ordres professionnels) exigent une approche plus organisée. C'est à cette demande que répond l'approche dite « *evidence-based medicine* » (EBM), traduite en français par « médecine fondée sur les preuves », « médecine fondée sur les données probantes » ou par le barbarisme « médecine factuelle ».

Les racines du projet EBM

L'idée de l'EBM est que les administrations orientent plus activement le transfert des savoirs scientifiques vers la clinique en fournissant aux cliniciens des outils standardisés d'aide à la décision – par exemple, un guide de pratique clinique en oncologie pulmonaire ou un arbre décisionnel sur la prescription d'antibiotiques en gériatrie. Les grandes initiatives du *xxi*^e siècle en transfert des connaissances adoptent ce modèle. Les États créent des organismes publics chargés de produire, d'adopter ou de diffuser de tels guides, sur le modèle

du National Institute for Health and Care Excellence (NICE) britannique, créé en 1999. Au Québec, l'Institut national d'excellence en santé et en services sociaux (INESSS), qui a succédé, en 2011, à une agence existante, remplit un mandat semblable. Les facultés de médecine intègrent les notions EBM à leurs programmes pour habituer les étudiants à appliquer des normes standardisées, et c'est le but que poursuit une bonne part de l'innovation pédagogique.

Cette orientation générale vers l'EBM peut prendre plusieurs formes. La première incarnation de l'*evidence-based medicine* vient d'un groupe de spécialistes en épidémiologie clinique des universités britanniques Oxford et McMaster, qui publie, en 1992, un article-manifeste dans le *Journal of the American Medical Association*. Il déclenche un large débat, que concluent provisoirement des synthèses parues dans le *British Medical Journal* en 1995-1996. Ces textes établissent trois grandes caractéristiques d'une médecine fondée sur les preuves, qui portent la marque de leurs racines en épidémiologie clinique.

La première caractéristique se pose comme une exigence : toute décision clinique doit s'appuyer sur les « meilleures preuves disponibles ». Cet impératif implique une relative uniformisation des pratiques ou, plus exactement, une réduction de la variation de celles-ci entre les médecins. Il s'inspire d'études ayant révélé des pratiques très hétérogènes d'un endroit à l'autre. Fondé en 1992 à Toronto, l'Institute for Clinical Evaluative Sciences montrait des écarts régionaux inexplicables entre des régions de l'Ontario, concernant, par exemple, les taux d'ablation de la vésicule biliaire ou les durées de séjour après une arthroplastie de la hanche. En 1999, le *Dartmouth Atlas of Health Care* cartographiait, aux États-Unis, des variations difficiles à justifier entre les pratiques de chirurgie cardiovasculaire, selon la région ou l'hôpital. Certaines variations de volume s'expliquaient par des inégalités d'accès, par la démographie ou par des préférences médicales légitimes. Mais plusieurs découlaient de considérations économiques ou de croyances

obsoletés des médecins, compromettant la qualité des soins et la crédibilité de la profession.

La deuxième caractéristique concerne la définition des « meilleures » preuves. L'EBM hiérarchise les résultats de recherche selon leur qualité et selon leur potentiel de généralisation. Un bilan de la littérature savante selon les normes EBM s'organise donc en « niveaux de preuve » : elle hiérarchise les études selon un coefficient de robustesse. Par exemple, pour le problème clinique X, une preuve « forte » soutiendrait le recours à la procédure A, tandis que la procédure B ne serait soutenue que par une preuve « modérée » (tout en restant peut-être préférable dans certains cas). Cette hiérarchisation distingue la démarche EBM des bilans de littérature savante plus classiques. L'intention est de conseiller, mais aussi de réduire la capacité discrétionnaire du praticien à faire un tri opportuniste (*cherry-picking*) de ses pratiques favorites sans s'en justifier. On appelle « méta-analyse » ce type particulier de bilan systématique hiérarchisé, qui porte sur un problème précis (par exemple, la sclérose en plaques chez les femmes de moins de 50 ans) et qui classe les pratiques selon la fiabilité des preuves (forte, modérée ou faible).

En EBM, les méthodologies jugées les plus « fiables » sont les plus généralisables, c'est-à-dire celles dont les résultats sont, statistiquement, les plus susceptibles de se reproduire dans la réalité. Les pionniers de l'EBM expriment donc une préférence pour les études randomisées menées sur de grandes populations avec placebo et en double aveugle. Ce standard pharmaceutique était déjà devenu, après 1970, l'étalon en recherche médicale (*voir l'introduction*). Pour cette raison, la représentation la plus courante de la « hiérarchie EBM » prend la forme d'une pyramide au sommet de laquelle trône la méta-analyse, suivie de l'étude randomisée en double aveugle, puis, par ordre décroissant de fiabilité, l'étude non randomisée en double aveugle, l'étude observationnelle avec groupe témoin (incluant des méthodes longitudinales) et, tout au bas de la pyramide, l'étude de cas et l'opinion d'expérience du praticien.

La troisième caractéristique de l'EBM est son produit final, soit la publication de « guides de pratique clinique » pour orienter le soin aux patients. Les auteurs de ces guides s'appuient sur les méta-analyses pour formuler des recommandations cliniques, fondées sur des cas types. Ils suggèrent des protocoles d'intervention (« dans telle situation, prescrire tel médicament afin d'obtenir tel résultat », etc.) et, parfois, des corridors de soin (« diriger le patient vers tel spécialiste à telle fin », etc.), se présentant souvent à peu près comme des algorithmes de décision. Des organismes publics, tel le NICE, ou des groupes privés, comme la Cochrane Library (autrefois la Cochrane Database of Systematic Reviews), assurent la diffusion de ces guides. Il arrive que des regroupements professionnels prennent l'initiative: Castel (2009) décrit l'entreprise d'un réseau de centres d'oncologie français qui, par le truchement de comités de pairs, a engagé des centaines de médecins dans la production de 46 guides et arbres décisionnels entre 1997 et 2007. La production de guides EBM devient une spécialité en soi: le premier congrès international sur les « *guidelines* » s'est tenu en 2002 à Berlin et a inspiré la naissance du Guidelines International Network, qui diffuse des « guides de production des guides » et des standards pour la réalisation de méta-analyses.

Sur le terrain : de la polémique à l'apaisement

La médecine fondée sur les preuves soulève des réticences. En effet, l'EBM implique une transformation si majeure qu'il est difficile d'en anticiper les avantages et les inconvénients. Le changement va au-delà de la simple logistique: l'EBM éloigne le raisonnement médical de l'expérience sensible, de l'art individuel et de l'observation physiologique *in situ*, au profit de jugements algorithmiques ou actuariels tirés de la recherche sur de grandes populations. Comme l'écrivent Timmermans et Kolker (2004, p. 184), « plutôt que d'ouvrir quelques cadavres, les étudiants en médecine devront désor-

mais digérer quelques chiffres (*crunch a few numbers*) pour apprendre leur métier». De plus, l'EBM est polémique, car elle se construit, dans les années 1990, contre les savoirs expérientiels des médecins praticiens, c'est-à-dire contre leur tendance à privilégier leur expérience personnelle. L'EBM veut explicitement réduire la variabilité des pratiques en « aidant » les médecins à abandonner des idées fausses ou à neutraliser leurs biais. L'objectif se défend : les biais du terrain sont bien étayés et mènent souvent les praticiens et les hôpitaux à adopter des conduites discutables. Il reste que la posture anti-expérience et le ton impérieux des promoteurs de l'EBM sont mal accueillis.

Les débats qui secouent le monde médical deviennent particulièrement virulents entre 1995 et 2010. Les arguments contre l'EBM sont de trois ordres : intellectuels, éthiques et professionnels.

La première catégorie d'objections met en doute la validité intellectuelle de l'EBM. La critique porte surtout sur la hiérarchisation des « niveaux de preuve », qui donne la primauté aux études randomisées en double aveugle. Cette préférence induirait une compréhension étroite de la médecine, pour trois raisons. Premièrement, elle gaverait les médecins de certitudes générales, statistiques, peu adaptables aux cas particuliers qui sont souvent plus complexes et multifactoriels. Par exemple, un traitement de l'asthme validé sur une population souffrant uniquement d'asthme peut se révéler inadéquat pour un patient âgé atteint de plusieurs maladies. La dépendance aux guides EBM rendrait ainsi le médecin inapte à gérer les cas complexes. Deuxièmement, la hiérarchie EBM survaloriserait les types de soins qui se prêtent bien aux études en double aveugle, comme la recherche pharmaceutique, tout en dévaluant ceux qui s'y prêtent moins, tels que les interventions diététiques, plus individualisées et qu'on ne peut pas réaliser en double aveugle. Troisièmement, l'EBM appauvrirait la recherche en marginalisant des méthodes non expérimentales, mais tout de même valables, comme l'enquête qualitative ou l'étude de cas.

Cette critique émane souvent de chercheurs qui s'estiment menacés ou exclus par la hiérarchisation EBM.

La deuxième catégorie d'objections tient à la crainte d'une perte éthique. Le désintérêt que manifestent les guides de pratique pour la singularité de chaque patient entraînerait une déshumanisation des soins et dégraderait la relation subjective entre soignant et soigné. Ils inciteraient les médecins à étouffer leurs habiletés relationnelles : ces derniers y perdraient une source d'information clinique, mais aussi une sensibilité aux particularités physiques et émotionnelles des individus qui serait au cœur de l'« art » médical. De plus, ce déficit éthique, jumelé au biais pro-pharmaceutique de l'EBM, encouragerait la surmédicalisation, car le manque d'écoute est associé à une tendance à médicamenter et à diagnostiquer plutôt qu'à comprendre le patient.

La troisième catégorie d'objections concerne le statut professionnel des médecins. Les normes standardisées de l'EBM déprofessionnaliseraient le clinicien pour le transformer en simple exécutant, en « robot ». Cette crainte s'est vite répandue ; ainsi, dès 2003, Mykhalovskiy constatait que « le spectre du protocole comme texte autoritaire qui restreint les actions des cliniciens individuels est à l'origine de nombreuses critiques de l'EBM » (p. 334). En plus de saper l'autonomie du médecin, les guides le rendraient vulnérable aux poursuites judiciaires et à des projets néolibéraux de rationalisation gestionnaire. Ces objections reflètent l'appréhension des médecins devant le pouvoir croissant des bureaucraties. Elles seront reprises par des sociologues critiques, comme Hanemaayer (2019), eux-mêmes habitués à décrire la science comme un dispositif d'oppression et qui tendent à présumer que les guides sont imposés unilatéralement pour servir des préférences néolibérales.

Vers 2000, l'EBM, qui a le vent dans les voiles, suscite donc ces trois craintes : les données probantes risquent de plonger la médecine dans un abîme intellectuel, éthique et professionnel. Mais, avec le temps, des sociologues commencent à se demander si ces craintes

se confirment bel et bien dans la réalité. En 2004, Mykhalovskiy et Weir suggèrent de garder la tête froide : « Les sociologues sont devenus bons pour laisser entendre à quel point la pensée gestionnaire peut détourner l'EBM [...] Nous sommes passés maîtres dans l'art de tirer la sonnette d'alarme quant au possible effacement du patient. Une analyse énergique de l'EBM exigera d'aller au-delà de ces problématiques qui dérivent de préoccupations préexistantes » et, pour cela, « nous plaidons contre la critique abstraite et pour une recherche empirique qui s'intéresse à la spécificité de l'EBM » (p. 1067). Timmermans note aussi que les critiques reposent sur des présomptions qui tardent à se confirmer : « À la lumière du bilan mitigé des prédictions [...] nous estimons nécessaire une “sociologie basée sur les preuves” et une réévaluation de nos prémisses » (Timmermans et Kolker, 2004, p. 177).

De 2005 à 2015, les sociologues multiplient donc les recherches empiriques. Les résultats montrent que l'EBM requiert en réalité des évaluations nuancées et que ses conséquences, sur les plans intellectuel, éthique et professionnel, quoique réelles, ne sont pas vraiment celles qu'on redoutait.

La crainte intellectuelle était que l'EBM impose une hégémonie de l'étude randomisée en double aveugle, qui aurait appauvri la recherche et rendu la médecine incapable de faire face aux situations complexes de la vraie vie. Des sociologues des sciences ont donc analysé sous cet angle le contenu et la production des guides de pratique. Ils ont constaté que la production de guides est une vaste entreprise qui intègre une grande variété de données et de modes de raisonnement : « Les outils “evidence-based” reposent sur bien plus que ce que l'EBM appelle une preuve de haute qualité : les directives cliniques, leur application à des sous-populations et le tri de ce qui compte comme preuve s'appuient sur une diversité pragmatique de savoirs et de justifications » (Knaapen, 2014, p. 828). Bref, la hiérarchisation n'entraîne ni une hégémonie ni une exclusion, et les guides offrent aux cliniciens des options cliniques ouvertes, étayées sur une variété de données. Ce

pluralisme méthodologique ne découle pas de la seule vertu des acteurs sociaux : il résulte de l'ampleur du travail requis, de la variété des milieux qui y sont engagés et du fait que les guides jouent justement un rôle, bien compris sur le terrain, de médiation entre les différents registres de connaissances (Knaapen *et al.*, 2010).

Sur le plan éthique, plusieurs anticipaient une déshumanisation et une surmédicalisation. Les sociologues se sont penchés sur les guides et sur les pratiques et leurs constats sont, là aussi, assez clairs : empiriquement, rien n'indique que les pratiques EBM soient moins centrées sur le patient que ne l'est la médecine classique, elle-même d'ailleurs fort peu exemplaire sur ce point. En ce qui concerne le risque de surmédicalisation, on constate même souvent l'inverse : dans plusieurs champs d'activité, les données probantes sont devenues un fer de lance des luttes pour la démedicalisation, notamment en obstétrique, en santé respiratoire, dans le dépistage du cancer du sein ou contre la surprescription d'antibiotiques. En témoignent des campagnes comme *Choosing Wisely / Choisir avec soin*, une initiative canadienne « pour la réduction des examens et des traitements inutiles » en santé et qui a désigné les données EBM comme le meilleur outil à cette fin.

Enfin, le spectre de la déprofessionnalisation annoncée de la pratique médicale a grandement intéressé la sociologie des professions. Or, cette crainte s'est apaisée, à mesure que médecins et sociologues constataient empiriquement qu'« un monde de standards n'est pas un monde standardisé » (Timmermans et Epstein, 2010) et qu'il n'entraîne pas la déqualification des professionnels. Dans la réalité, la mise en œuvre de recommandations EBM suppose un travail d'interprétation, des jugements situés et des savoirs tacites, ce qui laisse une grande marge de manœuvre aux praticiens. La principale constatation des sociologues est que des médecins utilisent même cette souplesse à leur avantage, en incorporant l'EBM d'une manière qui sert leurs intérêts professionnels. Les études de Céline Borelle (2016) sur l'autisme, de Patrick Castel (2005) sur

l'oncologie et de Nicky Wilson et ses collaborateurs (2014) sur la douleur lombaire montrent que les médecins les plus prompts à adopter l'EBM y gagnent de l'autonomie au travail, de l'autorité parmi leurs pairs et des avantages sur leurs concurrents. Des regroupements professionnels ont d'ailleurs entrepris ou encouragé des démarches EBM, y voyant une façon de maîtriser le changement et même de négocier avec l'État : l'Agency for Health Care Policy and Research (créée en 1989), aux États-Unis, et l'Institut de la pertinence des actes médicaux (en 2020), au Québec, par exemple, sont tous deux des organismes publics orientés par les données probantes et dont la création a été négociée avec la profession médicale. Bref, les guides EBM se présentent plus comme des ressources que comme des contraintes pour les professionnels de la santé, qui se révèlent souvent habiles à se les approprier.

En définitive, les craintes les plus stridentes vis-à-vis de la médecine fondée sur les preuves étaient exagérées. Cela ne signifie pas que l'EBM ne pose aucun problème : ça signifie plutôt qu'il est nécessaire de déterminer ces problèmes plus soigneusement. Les sociologues qui ont le plus étudié cette question ont ainsi invité, dans des termes d'ailleurs assez secs, les opposants à cesser de pousser des cris d'orfraie et à privilégier les pistes que la recherche sociologique a tracées (Timmermans et Epstein, 2010 ; Knaapen *et al.*, 2010). Il faut notamment reconnaître que des enjeux comme l'humanité du soin, la surmédicalisation ou l'influence des lobbys posaient problème bien avant l'EBM et que ce qui importe est de voir ce que l'EBM y change ou pas. Pour l'avenir, il conviendra donc d'explorer la façon dont les outils EBM rassemblent cliniciens, chercheurs et décideurs dans un dispositif plus serré de « production collective de la preuve » (Cambrosio *et al.*, 2009) et de constater la souplesse avérée de ce dispositif, en comprenant comment cohabitent, en pratique, les vues de tous les acteurs et quels sont les effets, prévus ou imprévus, de cette cohabitation (Harrison et Checkland, 2009 ; voir le chapitre de A. Bandini).

L'évolution pas du tout tranquille de l'« éducation fondée sur les données probantes »

Plusieurs groupes de santé ont adopté l'EBM, dont l'Association américaine des psychologues en 2006. Le principe de la pratique fondée sur les preuves a aussi gagné d'autres secteurs d'activité. Ainsi, en politique publique, l'*evidence-based policy* ou politique fondée sur les preuves (voir le chapitre de É. Montpetit et A. Lemor) devient le credo des fougueux technocrates du New Labour anglais et de leurs épigones d'autres pays, faisant naître une petite industrie de la consultation à la jonction de l'administration et de l'université, comme en témoigne la naissance de la revue *Evidence and Policy* en 2005.

L'idée perce plus lentement dans le secteur de l'éducation. Encore en 2020, le titre d'un article-manifeste de Robert Slavin (« How evidence-based reform will transform research and practice in education ») indique que l'*evidence-based education* (éducation fondée sur les données probantes) reste à l'état de projet. Celui-ci prend toutefois de l'élan depuis 2010. Il profite de promoteurs vedettes comme Slavin ou encore John Hattie, qui publie, en 2008, *Visible Learning*, une méta-analyse de méta-analyses qui recense et classe les pratiques d'enseignement « probantes ». L'éducation fondée sur les preuves s'appuie alors déjà, comme en santé, sur des répertoires de méta-analyses comme What Works Clearinghouse et Evidence for ESSA. En 2019, l'Unesco lance un projet de balises internationales, l'International Science and Evidence Based Education Assessment, dont les travaux s'amorcent à Montréal sous les auspices du scientifique en chef du Québec. Des pratiques éducatives dites probantes sont implantées dans plusieurs écoles dans le monde, soit par le truchement de politiques publiques, comme le Pacte pour un enseignement d'excellence en Belgique francophone en 2015, soit sur l'initiative de directions scolaires locales : au Québec, des centres de service scolaires servent de vitrines aux « données probantes » et, surtout après 2018, font valoir l'amélioration de leurs taux de réussite. Peut-être à cause de ce décollage à la

fois tardif et rapide, l'*evidence-based education* (EBE) se révèle encore plus polémique qu'en santé.

L'EBE : semblable, mais différente

L'EBE s'inspire de l'EBM de trois façons. Premièrement, elle repose aussi sur des méta-analyses qui hiérarchisent les résultats de recherche selon leur potentiel de généralisation, avec la même prédilection pour les études randomisées avec groupe témoin : ces études jugées idéales testent l'effet d'une pratique pédagogique donnée dans des classes que l'on compare à des classes « placebos » (Duraiappah *et al.*, 2022). Comme le double aveugle est impossible et que l'unité d'analyse est le groupe scolaire plutôt que l'individu, garantir l'équivalence des groupes étudiés et des groupes témoins impose cependant une réflexion méthodologique adaptée à l'éducation. Par exemple, après 2010, on recommande d'étendre une expérimentation à des dizaines de groupes (de 40 à 50) et d'utiliser comme mesure de validité l'écart-type entre ces groupes plutôt que leur moyenne globale. Comme ce modèle est coûteux et complexe, les études moins exigeantes (non randomisées, « quasi expérimentales », etc.) prennent plus de place en éducation qu'en santé. Du point de vue des normes EBE, cependant, il ne s'agit que d'un compromis pratique qui ne modifie pas la hiérarchie des préférences.

Deuxièmement, l'EBE se rapproche du modèle médical en ce qu'elle vise l'action individuelle des praticiens, soit, dans son cas, l'enseignement en classe. La plupart des résultats dits probants portent sur l'effet comparé de telle ou telle modalité pédagogique dans une discipline donnée : par exemple, l'étude d'Oliver, McConney et Woods-McConney (2021), qui porte sur l'enseignement des sciences auprès d'élèves de six pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), montre que les élèves obtiennent des résultats PISA supérieurs lorsqu'ils sont exposés à un apprentissage dirigé et inférieurs lors-

qu'ils sont exposés à une pédagogie « par la découverte ». Certes, certaines analyses EBE portent sur l'action des directions scolaires, mais elles visent alors souvent à évaluer l'aptitude des directions à « implémenter » des pratiques pédagogiques chez les enseignantes sur une base individuelle, plutôt qu'à réaliser des réformes structurelles (comme offrir des repas à prix modique ou améliorer l'environnement physique de l'école).

Troisièmement, l'EBE se veut un antidote contre la persistance d'idées obsolètes, par exemple les théories des styles d'apprentissage ou des intelligences multiples, qu'on sait en effet influencer encore la réalité des classes. À l'instar de l'EBM, l'EBE se présente donc, sur le plan rhétorique, comme un remède aux biais du terrain ou à la difficulté des enseignantes à « rester à jour ». Par contre, l'éducation se distingue sur un point : les promoteurs de l'EBE combattent souvent des approches pédagogiques, comme le socioconstructivisme, qui ont été implantées, à la fin du xx^e siècle, sur l'initiative des États ou des facultés universitaires, et non des enseignantes.

Ce dernier trait révèle une différence importante : régir la pratique, par les données probantes ou autrement, est une affaire bien plus politique en éducation qu'en santé, et ce, pour plusieurs raisons. À l'école, la distinction est moins nette entre ce qui relève de la compétence technique et ce qui relève de préférences éthiques ou politiques. Par exemple, la finalité de l'école est-elle de transmettre des habiletés ou de former des êtres moraux ? Et quelles habiletés, quelle morale ? Par ailleurs, le rapport de force entre le corps enseignant et les décideurs publics est plus frontal et davantage campé comme une relation syndicale-patronale. Enfin, le parcours de l'élève s'étendant sur des années, l'enseignant apparaît, plus que le médecin, comme le rouage d'une mécanique plus ample qui ne lui appartient pas entièrement et dont les décideurs politiques, ainsi que les parents, sont au moins aussi imputables.

Ces propriétés de l'éducation ont éloigné l'EBE du modèle médical de deux façons. Premièrement, l'EBE se présente souvent sous la

forme, non pas de guides, mais de « programmes », c'est-à-dire de « kits » intégrés réunissant pratiques pédagogiques, matériel et formation de l'enseignante. Les études randomisées ne peuvent d'ailleurs porter que sur de tels programmes complets. Même quand les documents EBE sont qualifiés de « guides », il ne s'agit pas d'algorithmes décisionnels, comme en médecine, mais plutôt de cadres de référence assortis de recommandations, d'exemples et d'outils pratiques – bref, des quasi-programmes. C'est la forme qu'adoptent des guides répandus comme le *Foundational Skills to Support Reading for Understanding in Kindergarten Through 3rd Grade*, de What Works Clearinghouse, ou le *Positive Behavioral Support Intervention*, un cadre de pratiques visant à prévenir et gérer les écarts de conduite dans une école.

Deuxièmement, plusieurs programmes sont implantés sur l'initiative des directions d'école, et non des enseignantes. On attend des directions d'école ou des autorités scolaires régionales qu'elles lancent le mouvement, soutiennent l'adoption des « bonnes pratiques » par les enseignantes (en fournissant le matériel, en organisant des communautés de pratique, etc.) et collectent les données administratives que requièrent certains programmes (par exemple, en identifiant en amont, à des fins prédictives, les élèves souvent absents, qui ne reçoivent pas de soutien parental ou ont des notes limites). Plusieurs méta-analyses insistent sur l'effet du « leadership scolaire » sur le succès des élèves : cette valorisation du rôle des gestionnaires dans l'orientation pédagogique des écoles est, par exemple, un fondement des réformes réalisées en Ontario de 2003 à 2013.

Des États adoptent ainsi des politiques incitatives qui s'adressent plus particulièrement aux directions d'école. Aux États-Unis, l'*Every Student Succeeds Act* de 2015 prévoit des subventions pour les écoles ayant un faible taux de réussite qui se tournent vers des programmes EBE, et le gouvernement fédéral subventionne, depuis 2010, la fondation Success for All, à hauteur de millions de dollars,

pour aider des centaines d'écoles à implanter des programmes EBE d'enseignement de la lecture. Le Royaume-Uni et l'Australie ont des mécanismes semblables, tandis que d'autres pays, comme la Finlande et les Pays-Bas, confient ce rôle à des organismes publics. Contrairement à la santé, les regroupements professionnels d'enseignantes prennent peu d'initiatives sur ce plan.

Les arguments pro-EBE promettent aux décideurs politiques des résultats mesurables. Comme l'indique Slavin (2020), la recherche randomisée « n'est pas la seule voie vers la sagesse », mais elle augmente la probabilité de voir les élèves améliorer leurs résultats sur des échelles quantifiables. Au Québec, les décideurs ayant pris le virage EBE font valoir des améliorations chiffrées, réelles, mais également faciles à communiquer. *Ainsi, un dirigeant scolaire des Laurentides pourra se vanter : « [...] notre taux de sortie sans diplôme ni qualification était de 43 %. En milieu défavorisé, c'était plus important encore. Actuellement, il est d'environ 16 %. [...] l'écart entre les milieux favorisés et les milieux défavorisés est négligeable »* (Calvé, 2020). De même, un centre de services scolaire de l'ouest de Montréal souligne, outre le taux de réussite accru parmi ses élèves défavorisés, le progrès d'autres indicateurs mesurables, comme le nombre annuel d'expulsions de classe, qui chute de 1509 à 108 entre 2017 et 2020 (Bain, 2021). On fait souvent état de l'atténuation mesurable des écarts entre les élèves vulnérables et les autres, un graal des politiques scolaires. Toutefois, ces résultats, quoique bien réels, ne suffisent pas à aplanir les oppositions, parfois très senties.

L'état du débat : comme un retour dans le temps

Depuis 2015, les oppositions à l'EBE se multiplient. Plusieurs n'y voient qu'une mode scientifique de plus. La méfiance du corps enseignant est vive dans plusieurs pays, exacerbée par les conflits de travail et les politiques de l'ère néolibérale (compressions, précarisation, pénalités aux écoles moins « performantes », etc.), qui ont

réduit à très peu de choses la relation de confiance entre les dirigeants et les syndicats. Aux réserves des enseignantes s'ajoutent celles de plusieurs chercheurs qui ne se reconnaissent pas dans l'EBE. En effet, les facultés d'éducation hébergent beaucoup de recherche qualitative ou non expérimentale, et la rivalité entre « quali » et « quanti » y atteint d'étonnants sommets. Des chercheurs non expérimentaux se perçoivent ainsi comme des remparts contre une EBE qui menacerait l'art éducatif et l'autonomie des enseignantes. Claude Lessard et Suzanne-G. Chartrand, sur un ton qui n'a rien d'atypique, l'expriment vertement : « Chroniqueurs en éducation, formateurs [...], gestionnaires, universitaires de renom nous exhortent à nous alimenter à LA science et à mettre de côté nos valeurs, nos convictions, nos intuitions, nos savoirs d'expérience et à nous fier qu'à ce qu'ils nomment les données probantes, expression issue d'un important courant de recherche dans le monde anglo-saxon » (2022, p. 184).

Le débat donne l'impression d'un retour dans le temps, car il reprend plusieurs des arguments formulés à l'encontre de l'EBM vingt-cinq ans plus tôt. Il existe certes des arguments plus originaux et tout à fait valables (par exemple, on peut soupçonner les décideurs politiques d'exploiter la rhétorique des données probantes pour faire oublier le partage inéquitable des ressources scolaires), mais on les entend somme toute rarement.

À la place, les critiques scolaires recyclent les objections faites à l'EBM dans les années 1990. Les quatre arguments les plus fréquents sont de cette nature. Le premier est que l'*evidence-based* serait inapte à éclairer des situations complexes à cause du réductionnisme qu'entraînerait la hiérarchisation des preuves. Ce travers serait même pire dans l'EBE, car l'éducation serait, par nature, trop complexe et trop contextualisée pour se prêter à la généralisation. Selon cet argument, la hiérarchisation des résultats inhiberait absolument toute curiosité pour les situations locales ou les mécanismes causaux (Draelants et Revaz, 2022). Le deuxième argument est qu'enseigner

des programmes probants dénaturerait la dimension affective, relationnelle, de l'art éducatif, qu'on juge apparemment trop riche ou personnelle pour cohabiter avec des savoirs généralisables. Le troisième argument est que l'EBE entraînerait la surmédicalisation de la difficulté scolaire : quantifier la performance des enfants induirait une pédagogie « normative » et, donc, une catégorisation des élèves faibles qui mènerait à leur étiquetage abusif et au surdiagnostic. Au Québec, Jean-Yves Lévesque (2021) s'oppose pour cette raison à l'introduction de l'apprentissage des lettres de l'alphabet au préscolaire : même si les données existantes indiquent que cet apprentissage est un prédicteur fort de la trajectoire future de l'élève, Lévesque présume qu'introduire un standard de réussite à cet âge servira surtout à stigmatiser les enfants moins précoces. Le quatrième argument est que l'EBE sert une stratégie néolibérale visant à abolir l'autonomie des enseignantes, à standardiser leur travail et à nier leur expérience, « les soumettant à l'impératif d'une efficience » (Lessard et Chartrand, 2022, p. 200). Comme pour l'EBM, cette analyse se mêle souvent à une critique de la science en général et de la statistique en particulier comme dispositifs d'oppression (McKnight et Morgan, 2020 ; Draelants et Revaz, 2022).

Toutes ces critiques font abondamment référence à l'« expérience de la médecine », présumée malheureuse. Toutefois, elles se bornent souvent à des textes des années 1990, elles évoquent peu l'évolution de l'EBM après 2000 et, surtout, elles négligent complètement les observations empiriques de la sociologie sur ce point.

Comme l'EBM, l'EBE évolue, sous l'effet conjoint des critiques et des réalités du terrain. Une évolution importante concerne l'autonomie professionnelle : de plus en plus de programmes EBE requièrent désormais l'assentiment du corps enseignant. Cet assentiment est une exigence pratique, puisque le succès du programme dépend de la mobilisation de l'équipe-école. Par exemple, le programme Positive Behavioral Interventions and Supports, implanté dans 18 000 écoles étasuniennes et dans 140 écoles au Québec sous

le nom de Soutien au comportement positif, requiert une consultation du personnel et un taux d'adhésion de 80 % avant sa mise en œuvre, sous la houlette d'un comité où sont représentés tous les corps d'emploi. Des études restent à faire pour déterminer si ces programmes augmentent ou réduisent l'autonomie et le statut professionnel des enseignantes, mais l'exemple de la santé laisse envisager une réponse nuancée.

Une autre évolution concerne le pluralisme en recherche. Comme en santé, il existe des différences entre l'EBE de la première heure et celle de seconde génération. La principale différence anticipée est l'ajout d'une étape de recherche qui portera sur l'implantation des programmes. Cette étape changera la donne, car on privilégiera les méthodes qualitatives, les études observationnelles et les études de cas : la mission du chercheur consistera à analyser les contextes locaux pour aider les décideurs à sélectionner des programmes adaptés à leurs écoles et à déterminer les facteurs de succès ou d'échec à considérer durant l'implantation (Joyce et Cartwright, 2020), qu'il s'agisse de facteurs sociaux (la population scolaire, le contexte socioculturel ou politique) ou pédagogiques (les conditions matérielles et professionnelles qui touchent l'enseignement). Ce modèle propose, en quelque sorte, une division des tâches entre les chercheurs : il laisse aux études expérimentales le soin de repérer les programmes les plus susceptibles d'être généralisés et il donne plus de place aux études non expérimentales dans les répertoires EBE et les implantations de programmes. Duraïappah et ses collaborateurs (2022) proposent même l'ajout d'une seconde « pyramide des preuves », qui porterait exclusivement sur l'étape d'implantation et qui placerait les études qualitatives au sommet. Il reste à voir si ce modèle s'imposera dans l'avenir, mais le fait est qu'il semble répondre aux revendications de certains critiques, même parmi les plus virulents comme Draelants et Revaz (2022).

L'*evidence-based* est au cœur de la « politique des preuves », qui doit déterminer ce qu'est une « bonne pratique » en santé, en éducation ou dans l'élevage de bétail. Les enjeux varient selon le secteur d'activité, mais certains sont invariants : la tension entre le savoir général et des contextes particuliers (chaque métier se croyant spécial sur ce point !), la crainte qu'un savoir de référence ne déqualifie les gens de terrain (ce que la sociologie tend à réfuter, l'« art » du professionnel étant justement d'assurer la médiation entre un savoir fiable et des cas singuliers), des préoccupations quant au risque que des outils normalisés inhibent l'empathie ou exacerbent la surmédicalisation (une inquiétude mal fondée, vu l'échec déjà avéré des approches classiques) ou la peur que des groupes d'intérêts (vendeurs de programmes, de médicaments ou d'études randomisées) n'accaparent le marché du savoir à leur profit.

En réalité, ces soucis sont intrinsèques à toute politique de l'expertise. La pratique fondée sur les preuves ne les a pas inventés et ce ne sera pas son rôle de les faire disparaître. Ce qui importe, c'est de comprendre en quoi elle pose ces vieux problèmes différemment. C'est par des enquêtes empiriques qu'on peut établir le bénéfice réel des pratiques probantes (qu'il serait immoral d'ignorer), qu'on peut connaître leurs effets pervers véritables (souvent imprévus) et, finalement, qu'on peut cerner comment l'*evidence-based* réorganise concrètement les rapports de pouvoir. En ces matières, la critique a certes un rôle à jouer, mais elle ne le jouera correctement que si elle renonce à chasser des fantômes et qu'elle s'applique à des choses qui existent.

Références

- Bain, Valérie-Micaela, « L'enseignement efficace, une méthode qui donne des résultats », *ICI Nouvelles*, 5 mars 2021, <https://ici.radio-canada.ca>
- Borelle, Céline, « Montée des outils standardisés et transformations des formes d'autorité professionnelle. Le cas des pédopsychiatres dans le champ de l'autisme », *Sociologie*, vol. 7, n° 2, p. 153-168, 2016.

- Calvé, Daniel, « Palmarès des commissions scolaires: Rivière-du-Nord se classe au deuxième rang », *Journal Le Nord*, 14 janvier 2020, <https://www.journallenord.com>
- Cambrosio, Alberto, Peter Keating, Thomas Schlich and George Weisz, « Biomedical Conventions and Regulatory Objectivity: A Few Introductory Remarks », *Social Studies of Science*, vol. 39, n° 5, p. 651-664, 2009.
- Castel, Patrick, « Le médecin, son patient et ses pairs. Une nouvelle approche de la relation thérapeutique », *Revue française de sociologie*, vol. 46, n° 3, p. 443-467, 2005.
- Castel, Patrick, « What's Behind a Guideline? Authority, Competition and Collaboration in the French Oncology Sector », *Social Studies of Science*, vol. 39, n° 5, p. 743-764, 2009.
- Draelants, Hugues et Sonia Revaz, *L'évidence des faits. La politique des preuves en éducation*, Paris, Presses universitaires de France, 2022.
- Duraiappah, Anantha, Nienke van Atteveldt et al. (dir.), *Synopsis, Reimagining Education: The International Science and Evidence based Education Assessment*. New Delhi: UNESCO / Mahatma Gandhi Institute of Education for Peace and Sustainable Development, 2022.
- Hanemaayer, Ariane, *The Impossible Clinic. A Critical Sociology of Evidence-Based Medicine*, Vancouver, UBC Press, 2019.
- Harrison, Stephen et Kath Checkland, « Evidence-based practice in UK health policy », dans Jonathan Gabe et Michael Calnan (dir.), *The New Sociology of Health Service*, New York, Routledge, p. 121-142, 2009.
- Joyce, Kathryn et Nancy Cartwright, « Bridging the gap between research and practice: predicting what will work locally », *American Educational Research Journal*, vol. 57, n° 3, p. 1045-1082, 2020.
- Knaapen, Loes, « Evidence-Based Medicine or Cookbook Medicine? Addressing Concerns over the Standardization of Care », *Sociology Compass*, vol. 8, n° 6, p. 823-836, 2014.
- Knaapen, Loes, Hervé Cazeneuve, Alberto Cambrosio, Patrick Castel et Béatrice Fervers, « Pragmatic evidence and textual arrangements: A case study of French clinical cancer guidelines », *Social Science & Medicine*, vol. 71, n° 44, p. 685-692, 2010.
- Lessard, Claude et Suzanne-G. Chartrand, « La nécessaire diversité des recherches en éducation et la pertinence de la pluralité des approches pédagogiques », dans Collectif Debout pour l'école (dir.), *Une autre école est possible et nécessaire*, Montréal, Del Busso, p. 184-200, 2022.
- Lévesque, Jean-Yves, « Le Programme-cycle de l'éducation préscolaire: un mélange de possibilités de développement, de confusion et de nouvelles obligations », *Revue professionnelle de l'Association d'éducation préscolaire du Québec*, vol. 59, n° 3, p. 17-28, 2021.
- McKnight, Lucinda et Andy Morgan, « A broken paradigm? What education needs to learn from evidence-based medicine », *Journal of Education Policy*, vol. 35, n° 5, p. 648-664, 2020.

- Mykhalovskiy, Eric, « Evidence-based medicine: ambivalent reading and the clinical recontextualization of science », *Health : Interdisciplinary Journal for the Social Study of Health, Illness and Medicine*, vol. 7, n° 3, p. 331-352, 2003.
- Mykhalovskiy, Eric et Lorna Weir, « The problem of evidence-based medicine: directions for social science », *Social Science & Medicine*, vol. 59, n° 5, p. 1059-1069, 2004.
- Oliver, Mary, Andrew McConney et Amanda Woods-McConney, « The Efficacy of Inquiry-Based Instruction in Science: a Comparative Analysis of Six Countries Using PISA 2015 », *Research in Science Education*, vol. 51, n° 2, p. S595-S616, 2021.
- Poels, Marijn (réalisateur), *Return to Eden, It's All About Coming Home*, Pays-Bas, 2020, 104 min.
- Prud'homme, Julien, « Les professionnels, ces experts », dans François Claveau et Julien Prud'homme (dir.), *Experts, sciences et sociétés*, Montréal, Presses de l'Université de Montréal, p. 175-195, 2018.
- Slavin, Robert, « How evidence based reform will transform research and practice in education », *Educational Psychologist*, vol. 55, n° 1, p. 21-31, 2020.
- Timmermans, Stefan et Steven Epstein, « A world of standards but not a standard world: toward a sociology of standards and standardization », *Annual Review of Sociology*, vol. 36, p. 69-89, 2010.
- Timmermans, Stefan et Emily S. Kolker, « Evidence-Based Medicine and the Reconfiguration of Medical Knowledge », *Journal of Health and Social Behavior*, vol. 45, p. 177-193, 2004.
- Wilson, Nicky, Catherine Pope, Lisa Roberts et Robert Crouch, « Governing healthcare: Finding meaning in a clinical practice guideline for the management of non-specific low back pain », *Social Science and Medicine*, vol. 102, p. 138-145, 2014.

9 « Je l'ai lu sur Internet » : Pourquoi se fier aux contenus en ligne

François Claveau et Jérémie Dion

Quel est l'élément chimique de numéro 100 ? Si vous ne connaissez pas le tableau périodique sur le bout des doigts, une petite requête sur votre moteur de recherche préféré vous donnera la réponse en vous dirigeant probablement sur la page pertinente de Wikipédia. Mais pourquoi devriez-vous vous fier à cette réponse ? Pourquoi le résultat du moteur de recherche ne serait-il pas erroné ? En nous fiant de façon routinière à différentes composantes d'Internet pour former ou modifier nos croyances, nous reconnaissons implicitement que ces composantes, sous certaines conditions et à un certain degré, font preuve.

Les résultats de systèmes comme Internet et ses différentes composantes font preuve en deux sens. Premièrement, ces résultats *convainquent* bien souvent : ils convainquent l'utilisateur qui consulte directement le résultat et ils deviennent une ressource pour cet utilisateur afin de convaincre autrui. Quand Wikipédia nous dit que le fermium est l'élément chimique recherché, peu mettent cette affirmation en doute. Deuxièmement, ces résultats sont générés par des processus *fiabls*. Ils sont dès lors dignes d'être tenus pour vrais. Ce deuxième caractère probant d'Internet n'est pas de l'ordre de la description sociale, comme le premier point, mais de la norme

épistémique: quelqu'un se montrerait déraisonnable s'il refusait de considérer sérieusement le fermium comme l'élément de numéro 100 après avoir lu l'extrait pertinent de Wikipédia. Il serait déraisonnable d'un point de vue de la quête de connaissances, c'est-à-dire d'un point de vue épistémique (*voir le chapitre de M. Kao*). En affirmant cela, nous reconnaissons qu'Internet et ses différentes composantes, sous certaines conditions et dans une certaine mesure, peuvent représenter des sources fiables, au sens où ajuster nos croyances avec les résultats fournis par Internet peut nous faire éviter l'erreur et trouver la vérité.

Bien entendu, de nombreuses propositions présentées par l'entremise d'Internet ne méritent pas d'être crues. Cela est vrai au point que différents générateurs de foutaises sur Internet n'ont même pas la prétention de fournir des phrases qui devraient être crues, tout au contraire. C'est le cas, par exemple, de pipotronic.com, qui initie les jeunes entrepreneurs au vocabulaire « corpo », et du New Age Bullshit Generator (sebpearce.com/bullshit/) dont le nom décrit bien la vocation. C'est pourquoi, lorsqu'on dit que les composantes d'Internet sont fiables, il faut s'empresse d'ajouter qu'il y a des conditions à cette fiabilité et que celle-ci vient en degrés. Ainsi, ce qui convainc sur Internet n'est pas nécessairement produit par un processus fiable, et vice versa.

En fait, la fiabilité des composantes d'Internet résulte d'un agencement complexe d'aspects technologiques et humains, ainsi que de normes régissant les comportements. C'est pourquoi nous parlerons de « configurations sociotechniques » (*voir le chapitre de Delias et al.*). Certaines configurations parviennent à réduire l'écart entre ce qui convainc sur Internet et ce qui devrait être cru. Toutefois, il faut noter l'existence de limites à ces solutions tout comme les pressions qui peuvent mener dans la direction inverse. L'idéal poursuivi (et loin d'être pleinement atteint) consiste à faire en sorte, par une configuration appropriée des différentes composantes d'Internet, que les utilisateurs d'Internet tendent à croire ce qui mérite d'être cru et à douter du reste.

Le jeune Internet et la démocratisation de la production d'information

Du point de vue de la recherche de la connaissance, le jeune Internet des années 1990 promettait une démocratisation de la production d'information, afin de dépasser l'état préexistant du système d'information, que certains percevaient comme noyauté par des intérêts puissants.

Quel était ce modèle pré-Internet ? Il combinait trois caractéristiques. Premièrement, la liberté d'expression, formellement garantie dans les démocraties modernes, donnait à toutes et tous la possibilité théorique de se faire entendre. Deuxièmement, le contrôle du monde de l'édition et des médias d'information par un nombre réduit de grandes organisations impliquait toutefois que ces joueurs exerçaient une influence prépondérante pour déterminer qui se faisait entendre largement et qui demeurerait dans un relatif anonymat. Troisièmement, les grandes organisations et leur personnel avaient des mécanismes d'autorégulation plus ou moins formalisés visant à produire du contenu de qualité.

Ce modèle attirait des critiques. Une des plus célèbres est celle d'Herman et Chomsky, qui, tout en visant spécifiquement les médias d'information aux États-Unis, est révélatrice d'un malaise plus généralisé à l'époque face au noyautage de la diffusion de l'information grand public par un nombre limité d'organisations : « Pour résumer, les mass médias américains sont des institutions idéologiques puissantes et efficaces, qui assument une fonction de propagande en faveur du système, du fait des forces du marché (dont elles dépendent), d'idées reçues assimilées et de réflexes d'auto-censure, mais sans véritable coercition ouverte » (Herman et Chomsky, 2018 [1988], chap. 7, p. 557).

Pour reprendre les termes employés au début du chapitre, cette critique soutenait que les médias d'information dominant la scène médiatique pré-Internet étaient convaincants, mais peu fiables. Plus précisément, ils n'auraient pas dû être crus autant qu'ils l'étaient

puisque leur couverture des enjeux était biaisée en faveur d'intérêts puissants.

Pour celles et ceux qui adhéraient dans une certaine mesure à cette critique, le jeune Internet offrait une raison d'être optimiste. Par exemple, les médias dits « alternatifs » avaient un nouvel outil pour que leurs contributions atteignent un plus large auditoire : s'ils avaient les capacités techniques pour maintenir un site Web, ils pouvaient potentiellement se faire entendre par des millions d'individus. Le changement technologique laissait donc espérer un environnement médiatique moins biaisé, où des points de vue différents se feraient mieux entendre. Plus généralement, le jeune Internet promettait une production de la connaissance socialement distribuée, chaque individu ou organisation pouvant créer, à un coût raisonnable, un site pour communiquer son savoir (*voir le chapitre de A. Bandini*).

Par défaut, ce modèle de démocratisation de la production de l'information n'incluait toutefois pas de mécanismes visant à réduire l'écart entre ce qui convainc et ce qui mérite d'être cru. Des agents aux prétentions informatives douteuses ont le champ libre sur Internet. Un exemple parmi d'autres est le site *globalresearch.ca*, lancé en septembre 2001 par Michel Chossudovsky, alors professeur à l'Université d'Ottawa. Le site prétendait « révéler la vérité et désarmer les mensonges véhiculés par les médias corporatifs contrôlés ». Dès ses premières semaines d'activité, il relayait la théorie selon laquelle la CIA était derrière les attentats du 11 septembre 2001. Depuis lors, le site a publié des articles soutenant une variété de théories du complot, y compris, plus récemment, la thèse affirmant qu'il n'y avait pas de pandémie de COVID-19. Le département d'État des États-Unis considère aujourd'hui ce site comme un pilier du système de désinformation russe (Global Engagement Center, 2020). Global Research bénéficiait néanmoins jusqu'à très récemment d'un trafic intense : au milieu de 2020, sa page Facebook était suivie par près de 280 000 usagers et son site Web recevait environ

quatre millions de visites par mois (environ le trafic Web du quotidien québécois *Le Devoir*). Depuis vingt ans, le site convainc donc de nombreux internautes.

Trois défis pour la fiabilité d'Internet

Il est utile de distinguer trois défis à relever quant à la fiabilité des processus de communication sur Internet. On peut associer chaque défi à l'une des composantes du schéma usuel de la communication, soit un agent émetteur, un agent récepteur et un canal qui connecte les deux.

Le premier défi a trait à la fiabilité : les émetteurs de messages sur Internet ne sont pas tous fiables. Il y a évidemment beaucoup d'agents qui produisent du contenu de bonne foi, pour faire partager leurs connaissances, leurs expériences et leurs opinions. Il existe toutefois des agents qui produisent du contenu délibérément trompeur ou indifférent à la vérité, afin d'attirer des clics, extraire des informations monnayables des usagers ou propager de fausses informations. Avec la possibilité d'automatiser la production de pages Web, de courriels et de publications sur les réseaux sociaux, une faible proportion d'agents malveillants peut produire une proportion élevée du contenu total. Google dit découvrir plus de vingt-cinq milliards de pages malveillantes (*webspam*) par jour, soit l'équivalent de vingt millions d'exemplaires du roman *Guerre et paix*.

Une réponse usuelle à cette prolifération de contenu trompeur ou indifférent à la vérité est de demander de la vigilance de la part des agents récepteurs (c'est-à-dire des utilisateurs d'Internet, dans leur rôle de destinataires et non de producteurs de contenu). On ne compte plus les initiatives pour accroître les capacités des internautes à douter de façon raisonnable du contenu consulté. Par contre, et ceci constitue le deuxième défi, les internautes ont des contraintes de temps et de cognition qui font qu'ils ne déploient que rarement des stratégies raffinées pour valider la fiabilité d'une

source. Au moment d'évaluer celle-ci, des heuristiques sont à l'œuvre, c'est-à-dire des stratégies cognitives peu exigeantes. En particulier, les internautes ont tendance à tenir un rendu visuel professionnel ou une réputation positive préalable pour des indicateurs de fiabilité.

Le troisième défi relève du volume d'Internet. Le canal de communication qu'est l'infrastructure du Web doit connecter efficacement des agents ayant des besoins d'information à des sources fiables et pertinentes, dans un contexte où les sources abondent plus que jamais. L'expérience des utilisateurs serait particulièrement frustrante s'ils étaient forcés de sauter de façon aléatoire d'un site à l'autre à la recherche d'informations pertinentes. Leur expérience serait aussi singulièrement limitée s'ils devaient arpenter la Toile uniquement par l'entremise des hyperliens qui lient un site connu à un site à découvrir, sans pouvoir sauter d'un coin à un autre de ce vaste réseau.

Les trois défis que sont la fiabilité très variable des producteurs, la vigilance limitée des utilisateurs et l'abondance de contenu font que la démocratisation de la production de l'information rendue possible par Internet ne débouche pas automatiquement sur un gain de connaissances à l'échelle collective. Des configurations socio-techniques peuvent relever de façon plus ou moins efficace ces défis. Nous en retiendrons trois, qui répondent, chacune, plus directement à un type de défi et qui contribuent aussi indirectement à atténuer d'autres éléments du problème.

Configuration pour une production décentralisée et fiable de contenu

Le premier type de configuration structure une production fiable de contenu par l'interaction en coulisses d'une foule d'internautes, sans processus centralisé d'édition.

L'archétype de ce type de configuration est l'encyclopédie Wikipédia, créée en 2001. La version française de Wikipédia compte, en 2022, plus de 2,4 millions d'articles et elle cohabite avec d'autres versions en plus de 300 langues (incluant l'édition anglaise, avec plus de 6,5 millions d'articles). Notons que ces nombres ne concernent que la portion émergée de l'iceberg, car les articles ne représentent qu'une partie des pages Wikipédia, dont le total s'élève à près de 55,5 millions si l'on additionne les pages de documentation, de désambiguïsation et de redirection. En 2021, une moyenne de 1,8 milliard d'appareils uniques ont accédé chaque mois à l'encyclopédie Wikipédia, toutes langues confondues, ce qui la situe aisément parmi les 10 sites les plus consultés au monde.

Toute personne pourvue d'une connexion Internet peut contribuer à Wikipédia et beaucoup le font : en 2021, une moyenne mensuelle de plus de 600 000 personnes a contribué à l'édition française de Wikipédia et environ 3,5 millions à la version anglaise. Pour assurer le bon fonctionnement de ce projet collectif, les pratiques wikipédiennes de production de connaissances sont caractérisées par une structure complexe de politiques, de mécanismes automatisés et d'espaces argumentatifs.

Une caractéristique fondamentale de Wikipédia est l'existence de pages « Discussion » concernant la quasi-entière du contenu consultable. Il est possible d'améliorer le contenu encyclopédique, les profils d'utilisateur, les rubriques d'aide et même les politiques éditoriales par le truchement de ces pages destinées à la discussion. Elles permettent aux membres de la communauté de se répartir les tâches, de suggérer des reformulations au texte, d'y ajouter des éléments, de signaler du vandalisme, de poser des questions, etc. Ainsi, il s'agit d'espaces de résolution de conflits et de coordination au sein desquels les producteurs malveillants peuvent être repérés et modérés (ce qui répond au premier défi que nous avons exposé plus haut). Ce travail permet aussi d'ajouter des mentions de précaution aux articles qui manquent de références, qui sont incomplets, qui

contiennent du matériel inédit ou qui présentent d'autres caractéristiques potentiellement litigieuses. De telles mentions aident les utilisateurs à la vigilance limitée à ajuster leur confiance par rapport au contenu (ce qui répond au deuxième défi).

Les contributeurs n'ont pas besoin de s'inscrire pour participer et un clic seulement sépare la consultation et la modification des textes. Cette configuration fortement décentralisée de production de contenu a d'abord reçu un accueil sceptique. Pourtant, les études soulignant la fiabilité généralement élevée de l'encyclopédie libre n'ont pas tardé. Dès la fin de 2005, un article paru dans la revue scientifique *Nature* soutenait que le nombre moyen d'erreurs dans les articles Wikipédia sur la science était similaire à celui de la version en ligne de l'encyclopédie *Britannica*, qui jouit d'une solide réputation savante depuis plus de deux siècles (Giles, 2005). D'autres études ont depuis confirmé que les mécanismes de correction rapide et de protection contre le vandalisme de Wikipédia restreignent la propagation de l'erreur. Les études ont aussi souligné que cette configuration sociotechnique excelle dans d'autres dimensions : elle permet notamment à plusieurs d'acquérir beaucoup de connaissances de façon rapide et aisée (Fallis, 2008).

Bien entendu, Wikipédia présente aussi des faiblesses, tout particulièrement en ce qui concerne les questions de couverture et de diversité : certains thèmes sont surreprésentés, tandis que d'autres peinent à trouver une place. À titre d'exemple, seulement 19 % des pages biographiques sur Wikipédia portent sur des femmes et la création de pages sur des éléments culturels non occidentaux est fréquemment rejetée (Frost-Arnold, 2019). Deux facteurs principaux se combinent pour engendrer des problèmes de ce type : le profil type des personnes qui éditent Wikipédia et les politiques qu'elles se donnent à cette fin. D'une part, environ 45 % des modifications proviennent de cinq pays seulement, en l'occurrence les États-Unis, l'Allemagne, le Royaume-Uni, la France et l'Italie (Graham, Straumann et Hogan, 2015). Les données montrent aussi

un déséquilibre important sur le plan du genre : un sondage de la Fondation Wikimedia publié en 2011 évaluait à 9 % la proportion d'éditrices. D'autre part, les politiques de Wikipédia balisent le contenu publiable sur l'encyclopédie, mais une interprétation est requise pour déterminer, entre autres, si la notoriété d'un sujet est suffisante pour justifier de lui consacrer une page. La communauté de Wikipédia est consciente de ces défis et a lancé plusieurs initiatives pour diversifier l'encyclopédie, tout en préservant ses forces. Par exemple, Wikipedia Education est une organisation caritative qui veut combler les vides thématiques sur l'encyclopédie libre et corriger les déséquilibres dans le profil des contributeurs en collaborant avec le milieu de l'enseignement supérieur. Au trimestre d'automne 2021, 329 activités pédagogiques participantes ont permis d'éditer près de 6500 articles et d'en créer 500 nouveaux. L'organisation rapporte que 70 % des contributeurs de Wikipédia qui participent à ses programmes sont des femmes ou des personnes non binaires.

Configuration nourrissant les heuristiques de fiabilité des internautes

Rappelons qu'une heuristique est une stratégie cognitive peu exigeante. Le deuxième type de configuration sert principalement à augmenter l'efficacité de celle-ci en se fondant sur des comportements que les internautes adoptent réellement lorsque vient temps d'évaluer la fiabilité de sources.

Que ce soit en ligne ou hors ligne, un type d'heuristique couramment utilisé exploite la relation dynamique qu'on présume entre la réputation et la performance d'un producteur de contenu : un agent producteur de contenu gagne une réputation positive en démontrant sa compétence, et le maintien de cette réputation devient ensuite un incitatif pour maintenir son haut niveau de performance. Si ce mécanisme fonctionne bien, le récepteur du contenu

peut souvent se contenter de prendre note de la réputation de l'agent producteur pour établir son degré de confiance.

Le relatif anonymat d'Internet ne favorise pas cette heuristique réputationnelle, car le contenu consulté vient fréquemment de sources que l'utilisateur ne connaît pas au préalable. Pour remédier à ce problème, des configurations en ligne permettent de créer de puissants indicateurs réputationnels, en agrégeant automatiquement les évaluations individuelles de contenu. Les internautes peuvent ensuite s'appuyer spontanément sur ces indicateurs.

Les forums questions et réponses avec des dispositifs de notation sont un archétype d'une telle configuration sociotechnique. Pensons à l'écosystème Stack Exchange, composé d'un peu plus de 170 sous-communautés portant sur un éventail de sujets, ou encore à plusieurs communautés Reddit ayant pour objectif de répondre à des besoins d'information des utilisateurs. Avec ces configurations, les internautes sont récompensés lorsqu'ils produisent des contenus que les autres jugent de bonne qualité. Un tel système fonctionne généralement à l'aide d'un double dispositif de notation : les mentions d'approbation ou de désapprobation et le « karma » d'une source.

Les mentions reflètent l'assentiment de la communauté concernant une contribution spécifique. Si une réponse reçoit beaucoup de mentions positives, le nombre de mentions indiqué à côté de la réponse signale aux usagers que la contribution est digne de confiance. Les utilisateurs peuvent aussi attribuer des mentions aux questions, signalant ainsi une question pertinente ou, au contraire, une question mal posée (ou qui ne montre pas un effort minimal pour vérifier si la réponse est déjà accessible). Les sites ordonnent de façon prioritaire les contenus en fonction du nombre de mentions. L'utilisateur en quête d'information peut donc, sans trop d'effort, ajuster sa confiance à la lumière de l'indicateur d'approbation.

L'indicateur de karma nous renseigne sur la réputation d'une source, le plus souvent mesurée par l'addition des mentions d'appro-

bation et de désapprobation qu'a obtenues l'ensemble de ses interactions avec la communauté. Acquérir et maintenir un haut karma est une motivation non négligeable pour les personnes contributrices. De plus, le système attribue automatiquement des privilèges aux personnes qui atteignent certains seuils de karma, ce qui permet de distribuer des tâches importantes et sensibles à des personnes qui ont déjà fait leurs preuves. Sur Stack Overflow, par exemple, un utilisateur gagne le privilège de signaler son approbation dès qu'il atteint un karma de 15, mais il doit attendre d'avoir un karma de 125 pour pouvoir signaler sa désapprobation. Pour avoir le privilège d'éditer directement les contenus d'autrui, il lui faut franchir le seuil des 2000 points.

Ces dispositifs de notation dans un forum de type questions et réponses constituent une configuration sociotechnique qui répond aux trois défis qui nous intéressent. La quête d'un karma élevé favorise la production de contenu de qualité (premier défi). La hiérarchisation des contenus en fonction du nombre d'approbations répond au défi du volume d'information (troisième défi). C'est toutefois par sa réponse au deuxième défi, soit la vigilance limitée des internautes, que cette configuration se démarque le plus. La notation d'un contenu ou d'un utilisateur est un indicateur extrêmement simple et susceptible d'activer l'heuristique réputationnelle lorsqu'il est mis à l'avant-plan. Il permet donc à un utilisateur de faire converger sans trop d'effort ce qui le convainc et ce qui est fiable.

Bien entendu, on ne peut pas attendre de cette pondération qu'elle soit infaillible, c'est-à-dire qu'elle réussisse à tout coup. En fait, dans certaines circonstances, un score avantageux est tout sauf un indicateur de contenus vrais ou de sources fiables. Un premier exemple a trait à l'usage communément fait des mentions et des repartages sur Facebook et sur X (autrefois Twitter). Sur ces plateformes, les actions individuelles des internautes qui servent à construire des indicateurs agrégés peuvent signifier plusieurs choses. Elles n'expriment pas seulement – voire parfois aucunement

– une évaluation de la qualité informationnelle. On pourrait même dire que la popularité sur ce genre de média repose fortement sur le ludique et le charmant.

Un autre exemple est la communauté Reddit *r/The_Donald*. Comme son nom le laisse entendre, ce forum a encensé les actions controversées de Donald Trump jusqu'à sa fermeture forcée en 2020. Certains membres de cette communauté étaient manifestement crédules : pris dans une chambre d'écho, ils n'étaient plus compétents pour détecter les contenus faux. Leur vote, même s'il visait à signaler ce qui les convainquait, n'était pas un indicateur de vérité. De plus, les membres de cette communauté employaient fréquemment des techniques de manipulation des votes (*vote brigading*) afin d'influer sur les indicateurs de karma et la visibilité des contenus à la fois sur Reddit et ailleurs sur Internet.

Ces exemples nous signalent donc trois conditions nécessaires pour qu'un mécanisme décentralisé de notation sur Internet produise un indicateur valide pour l'heuristique réputationnelle. Premièrement, la plateforme doit être en mesure de détecter et de bloquer les tentatives de manipulation concertée des votes. Deuxièmement, les personnes attribuant les notes doivent vouloir principalement signaler par là la qualité informationnelle du contenu ou de la source. Troisièmement, ces mêmes personnes doivent elles-mêmes être relativement fiables dans leurs jugements sur la qualité informationnelle.

Configuration connectant les contenus aux utilisateurs

Le troisième type de configuration se concentre sur la gestion de l'abondance. De la recherche sur Google à la consultation d'un fil Instagram, les internautes sont aujourd'hui mis en contact avec des contenus par le truchement d'un processus de sélection qui est régi par des algorithmes. Cette sélection ne peut pas être « neutre ».

Comme les internautes ont une vigilance limitée, ils ont tendance à croire le contenu qu'ils rencontrent au hasard d'une navigation. Les algorithmes de hiérarchisation de contenu sont donc des déterminants majeurs de l'écart entre ce qui convainc et ce qui devrait être cru sur Internet. Par exemple, en décembre 2021, Facebook et Twitter ont suspendu les comptes de Global Research, le site non fiable dont il a été question plus haut. Ces actions ont probablement contribué à la chute de la fréquentation du site, qui ne recevait déjà plus que 35 % du trafic qu'il accueillait 18 mois plus tôt.

Ce genre de filtrage des producteurs selon leur fiabilité ne repose pas uniquement sur la fermeture de comptes. On le voit bien en regardant de plus près l'évolution de la gestion des contenus que privilégie Google, un moteur de recherche qui s'est toujours donné comme mission d'« organiser l'information ».

Les moteurs de recherche modernes sont issus du champ de la « recherche d'information » (*information retrieval*). Dans ce domaine, l'évaluation s'est historiquement appuyée sur le critère de « pertinence » (*relevance*) des résultats retournés à la suite d'une requête. L'idéal visé est le suivant : les contenus proposés à la personne qui a lancé une requête doivent être thématiquement liés à son besoin d'information. Par exemple, si quelqu'un entre la requête « développement python » dans un moteur de recherche en ayant pour objectif de consulter des ressources éducatives sur le langage de programmation Python, la pertinence des résultats sera faible si ceux-ci incluent plusieurs pages Web sur la croissance du python royal.

Ce critère de pertinence a fait l'objet de nombreuses interprétations, mais le débat a mis en relief l'importance de la distinction entre une entrée pertinente et une entrée vraie. Par exemple, dans une des premières tentatives de formalisation du critère de pertinence, en 1971, W. S. Cooper affirme :

La vérité ou la fausseté d'un énoncé enregistré n'a rien à voir avec sa pertinence (logique). Par exemple, l'énoncé « L'hydrogène est un halogène » serait certainement pertinent au besoin de savoir si l'hydrogène est un halogène. La fausseté de l'énoncé n'altère en rien le fait qu'il soit pertinent. Ma définition reflète cela en ne mentionnant pas le caractère correct ou trompeur de l'information enregistrée (1971, p. 26; notre traduction).

On peut donc dire qu'historiquement une forme d'agnosticisme par rapport à la vérité d'une entrée ou à la fiabilité de sa source a longtemps régné dans la communauté responsable du développement des algorithmes de sélection et de hiérarchisation des contenus. Cette communauté ne se donnait pas pour tâche de faire correspondre le convaincant et le fiable.

Dès ses débuts à la fin des années 1990, Google s'est distingué en ajoutant la « qualité » à la « pertinence » comme critère pour évaluer le résultat d'une recherche. Sa grande innovation initiale a été l'algorithme PageRank, qui attribue à un site un indicateur de qualité en fonction du nombre et de la qualité des hyperliens dirigés vers lui. L'idée générale est que les sites de « grande qualité » seront plus fréquemment référencés par d'autres sites, parmi lesquels des sites de grande qualité. Bien que Google n'ait pas utilisé explicitement le terme de « fiabilité » à l'époque, on peut voir en PageRank une tentative pour établir une hiérarchie selon la fiabilité. Celui-ci comportait une similitude avec le mécanisme de notation de karma que vous avons vu plus haut : le cumul des mentions ou des approbations déterminait, de façon décentralisée, l'indicateur de fiabilité.

L'histoire ne s'arrête pas là : comme les producteurs de contenu ont intérêt à être placés tout au haut de la liste des résultats, certains ont tenté d'instrumentaliser PageRank, nous ramenant d'une nouvelle manière à notre premier défi. Cela a entraîné une dynamique de course à l'armement. Au début des années 2010, les techniques de manipulation des résultats sont devenues si performantes que des observateurs affirmaient que l'on devrait délaisser l'approche algo-

rithmique et retourner à une édition manuelle des sites. Google répliquait en février 2011 avec Panda, une « amélioration algorithmique assez importante » touchant 11,8 % des requêtes sur son moteur aux États-Unis et visant à pénaliser les sites de « faible qualité » (Google, 2011). Depuis, Google n'a cessé de modifier son algorithme tout en le gardant secret, officiellement pour rendre plus ardu le travail d'agents malveillants. De leur côté, les producteurs de contenu demeurent continuellement en quête de moyens pour augmenter leur visibilité sur Google et une véritable industrie de conseillers et de techniciens a vu le jour pour répondre à leur demande (on l'appelle l'industrie de la SEO, pour « *search engine optimization* »).

La configuration sociotechnique de Google a connu d'autres changements importants. Deux sont particulièrement notables. Premièrement, l'approche de Google n'est plus purement algorithmique. Dès 2005, l'entreprise emploie des personnes pour évaluer la qualité des sites que recommande son moteur de recherche. Google utilise les notes que donnent ces travailleurs pour évaluer la performance de son algorithme et le modifier au besoin. Les différentes versions du guide fourni aux évaluateurs nous permettent d'analyser la trajectoire de Google. En 2012, le guide ne comptait que 43 pages, puis il a gonflé à 160 pages en 2015, pour se stabiliser dans cet ordre de grandeur par la suite. À partir de la version de 2015, le langage de Google sur la « qualité » devient aussi plus précis. L'objectif affiché est de privilégier les informations les « plus fiables », définies comme les pages Web qui ont démontré de l'« expertise », qui « font autorité » et qui sont « dignes de confiance ». L'acronyme de Google pour désigner ces propriétés est E-A-T, pour « *expertise, authoritativeness, and trustworthiness* » (Google, 2015, p. 21).

Les évaluateurs doivent donc noter la « qualité » des contenus en fonction de ces critères E-A-T. Ils doivent aussi établir si certaines pages appartiennent à la catégorie « votre argent ou votre vie » (YMYL pour « *your money or your life* »), comme c'est le cas des

conseils financiers, médicaux ou juridiques. L'évaluation de la fiabilité doit alors être rehaussée et devenir particulièrement rigoureuse puisque des erreurs pourraient avoir « une conséquence négative sur le bonheur, la santé ou les finances de l'utilisateur » (Google, 2015, p. 9).

Ce travail d'évaluation demande un degré de vigilance bien plus élevé que celui de l'internaute typique. Dans la section des questions fréquentes du guide, on lit :

Question : Devons-nous simplement attribuer la note « qualité élevée » à une page qui a l'air bien ? (*that "looks" good?*)

Réponse : Non ! Le but est de faire exactement l'inverse. Ces étapes sont pensées pour vous aider à analyser la page sans utiliser l'approche superficielle « est-ce qu'elle a l'air bien ? » (Google, 2015, p. 65).

L'espoir est que, en intégrant les résultats d'une telle étude vigilante, on pourra filtrer le contenu en amont pour éviter à l'internaute typique de se faire bernier par une page qui a « l'air bien » (une réponse à notre deuxième défi).

Le deuxième changement notable pour Google commence avec le lancement, en 2012, de son Knowledge Graph (graphe de connaissances), présenté comme une énorme base de données relatant des milliards de faits sur des individus, des lieux et des choses. Dès 2015, on estimait qu'environ 25 % des requêtes Google donnaient de l'information extraite du Knowledge Graph. Avec cet ajout, Google répond donc aux demandes d'information des utilisateurs directement plutôt qu'en les redirigeant vers des pages. Sur l'écran de l'utilisateur, les contenus issus du Knowledge Graph précèdent la liste des résultats de recherche et s'affichent dans un format distinct, par exemple une réponse directe à la requête, un encadré comportant des questions additionnelles ou encore des visualisations de données. Le centre d'aide aux recherches de Google indique qu'on peut considérer ces résultats comme de meilleure qualité que les résultats Web.

Le système a toutefois des vulnérabilités et il est possible de produire certaines formes de contenus faux à l'aide du Knowledge Graph, au grand plaisir des internautes satiriques : jusqu'à récemment, des questions farfelues pouvaient générer des extraits de réponse et il a fallu attendre quelques années pour que Google cesse de suggérer que Snoopy avait assassiné Abraham Lincoln en 1865 ou que Barack Obama planifiait un coup d'État communiste. Pour éviter de mettre en avant des faussetés, l'entreprise emploie une variété de stratégies pour écarter les contenus problématiques. D'abord, elle privilégie les sources reconnues comme faisant autorité, telles que Wikipédia ou des agences gouvernementales. Elle met également en avant des contenus dans lesquels les individus ou les organismes fournissent de l'information sur eux-mêmes. La notion de consensus scientifique joue aussi un rôle, puisque, selon Google, les résultats ne devraient pas contredire les consensus établis par les experts. Finalement, Google permet aux internautes de signaler des erreurs et promet que ces rapports mèneront à des corrections.

On voit donc que l'histoire de Google est marquée par une volonté de donner accès en premier lieu à du contenu vrai. Bien entendu, les motivations de cette entreprise sont plus complexes. Comme les autres géants d'Internet (Meta, Twitter, etc.), Google vise aussi à maximiser l'utilisation de son site pour en tirer des revenus publicitaires. Le modèle d'affaires de ces géants est d'offrir des utilisateurs à des annonceurs. Une stratégie qui a fait ses preuves pour maintenir l'attention de chaque utilisateur est la personnalisation des résultats : or, rien ne garantit qu'une hiérarchisation de contenus visant à maintenir le plus possible l'attention des internautes réalise l'idéal de faire correspondre ce qui convainc et ce qui devrait être cru. Au contraire, on sait que les faussetés ont généralement l'avantage de la nouveauté et une résonance émotive plus puissante, qui contribuent, par exemple, à leur diffusion plus abondante sur les médias sociaux (Vosoughi, Roy et Aral, 2018).

* * *

Une des forces motrices de la jeune histoire d'Internet est la volonté de faire correspondre ce qui convainc et ce qui devrait être cru. Après les promesses candides d'une diffusion sans friction de la connaissance, les configurations sociotechniques ont évolué pour relever trois défis qui se sont révélés majeurs : la présence de producteurs de contenu non fiables, la vigilance limitée des internautes et l'énorme volume d'information. On a vu que certaines transformations ont des effets positifs manifestes sur le caractère probant d'Internet, mais que notre évaluation doit demeurer nuancée. En plus des limites déjà exposées, on ne saurait passer sous silence deux enjeux qui ont gagné en visibilité dans les dernières années.

D'abord, les critiques adressées à la « post-vérité » et aux « fausses nouvelles » ont abondamment accusé les réseaux sociaux de contribuer à la création de chambres d'écho, où des individus ayant des idées semblables construisent ensemble une vision du monde imperméable aux contenus vrais venant d'autres perspectives. La recherche empirique sur cet enjeu est déjà abondante. Le constat qui semble se dégager est que le potentiel de polarisation par le canal des réseaux sociaux existe, mais que des choix judicieux de configuration peuvent limiter ce problème (Cinelli *et al.*, 2021).

Ensuite, les géants du Web, craignant pour leur propre modèle d'affaires, ont déjà modifié certaines de leurs pratiques pour éviter qu'on les accuse d'être complices de la désinformation. Leurs actions les plus visibles sont les avertissements associés à des publications suspectes et les suspensions ou fermetures de comptes (comme celle qu'a subie Global Research), mais les mises à jour de leurs algorithmes de hiérarchisation sont tout aussi significatives. Ces mesures ont ravivé une inquiétude de l'ère pré-Internet : quelques grosses organisations exercent une influence disproportionnée sur l'information que consultent les citoyens.

La relation tendue entre Google et la Chambre des communes du Canada au début des années 2020 illustre bien la fragilité de ce système. Certaines estimations portant sur l'année 2020 chiffrent à près de 300 millions de dollars les revenus publicitaires que rapporte le partage de contenus journalistiques canadiens. En réaction au projet de loi C-18 sur les nouvelles en ligne, visant à forcer les géants du Web à partager ces recettes avec les médias d'information, Google Canada a lancé des « tests de produits » qui ont comme résultat de limiter l'accès aux nouvelles des médias canadiens. Témoignant devant le Comité permanent du patrimoine canadien le 10 mars 2023, la vice-présidente de Google Canada, Sabrina Geremia, a essuyé un feu roulant de questions de la part des parlementaires, qui estimaient que les actions en apparence techniques de l'entreprise n'étaient rien de moins qu'une tactique d'intimidation pour les inciter à amender le projet de loi. Après s'être fait imposer de prêter serment en raison de ses réponses évasives, la représentante de Google a même été rappelée à l'ordre en ce qui concerne le célèbre code de conduite de Google, « ne soyez pas malveillant » (*don't be evil*) :

Votre patron, vous, et ceux de qui vous relevez étiez tous au courant que 4 % des Canadiens, qui comptent sur l'accès aux nouvelles et à du contenu de qualité, étaient intentionnellement ciblés par un algorithme – dont vous ne révélez rien, j'en suis convaincu – et ont vu leur accès à certains contenus être bloqué intentionnellement. Pour vous, en tant qu'employée de Google, que signifie l'expression « don't be evil » ? (Michael Coteau, député, dans « Témoignages », Comité permanent du patrimoine canadien n° 069, 10 mars 2023)

La *Loi sur les nouvelles en lignes* a finalement été adoptée par les parlementaires canadiens le 22 juin 2023, mais son application donne encore lieu, au moment d'écrire ces lignes, à un bras de fer avec plusieurs géants du Web. Des épisodes similaires, notamment en Australie et aux États-Unis, révèlent aussi le choc entre les intérêts financiers d'une entreprise comme Google et sa mission d'orga-

niser l'information. Plus généralement, ces exemples signalent à quel point les utilisateurs d'Internet sont dépendants de normes établies par une poignée d'organisations.

La dualité entre les développements pernicieux et vertueux qui touchent le caractère probant de ce qu'on trouve sur Internet n'est pas près de disparaître. Les transformations que nous avons évoquées ici montrent qu'il existe des possibilités d'amélioration, notamment sous la forme de configurations sociotechniques qui répondent, à tout le moins mieux que d'autres, au souhait qu'Internet fournisse des sources fiables. Par contre, dans un système complexe comme Internet, des efforts d'ingénierie sociotechnique mal avisés pourraient augmenter l'écart entre ce qui convainc et ce qui devrait être cru. On peut saluer certaines propriétés informationnelles remarquables d'Internet tout en reconnaissant qu'il reste des problèmes non résolus et des risques de dérapage.

Références

- Cinelli, Matteo, Gianmarco De Francisci Morales, Alessandro Galeazzi, Walter Quattrociocchi et Michele Starnini, « The echo chamber effect on social media *Proceedings of the National Academy of Sciences* », vol. 118, n° 9, p. 1-8, 2021.
- Cooper, William S., « A definition of relevance for information retrieval », *Information Storage and Retrieval*, vol. 7, n° 1, p. 19-37, 1971.
- Coteau, Michel, « Témoignages », Comité permanent du patrimoine canadien n° 069, 10 mars 2023 <https://www.ourcommons.ca/DocumentViewer/fr/44-1/CHPC/reunion-69/temoignages>
- Fallis, Don, « Toward an epistemology of Wikipedia », *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 59, n° 10, p. 1662-1674, 2008.
- Frost-Arnold, Karen, « Wikipedia », dans David Coady et James Chase (dir.), *The Routledge Handbook of Applied Epistemology*, New York, Routledge, p. 28-40, 2019.
- Giles, Jim, « Internet encyclopaedias go head to head », *Nature*, n° 438, 14 décembre 2005, p. 900-901.
- Global Engagement Center, *Pillars of Russia's Disinformation and Propaganda Ecosystem*, Washington, DC, United States Department of State, 2020.

- Google, « Finding more high-quality sites in search », *Official Google Blog*, 2011 [consulté le 8 juillet 2022], <https://googleblog.blogspot.com/2011/02/finding-more-high-quality-sites-in.html>
- Google, « General Guidelines. Search Quality Rating Program », 2015 (via The Wayback Machine), <https://web.archive.org/web/20151120015330/http://static.googleusercontent.com/media/www.google.com/en//inside-search/howsearchworks/assets/searchqualityevaluatorguidelines.pdf>
- Graham, Mark, Ralph K. Straumann et Bernie Hogan, « Digital Divisions of Labor and Informational Magnetism: Mapping Participation in Wikipedia », *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 105, n° 6, p. 1158-1178, 2015.
- Herman, Edward et Noam Chomsky, *Fabriquer un consentement. La gestion politique des médias de masse*, Bruxelles, Investig'Action, 2018 [1988].
- Hern, Alex, « Revealed: how TikTok censors videos that do not please Beijing », *The Guardian*, 25 septembre 2019, <https://www.theguardian.com>
- Vosoughi, Soroush, Deb Roy et Sinan Aral, « The spread of true and false news online », *Science*, vol. 359, n° 6380, 9 mars 2018, p. 1146-1151.

10 Science, jugement humain et décisions de politiques publiques en temps de COVID-19

Éric Montpetit et Antoine Lemor

Alors qu'il rencontrait *La Presse* pendant la campagne électorale fédérale de l'automne 2021, Justin Trudeau aurait laissé entendre que « gouverner, c'est aussi réagir aux crises comme la COVID-19 en se fiant à son instinct, trancher vite à partir d'hypothèses invérifiables, dans la solitude du pouvoir » (Journet, 2021). Attaqué sur son bilan par les partis d'opposition, Justin Trudeau voulait sans doute montrer, par ces propos, qu'il aurait difficilement pu faire mieux compte tenu de l'étendue de la crise qui a marqué le mandat que l'électorat lui avait confié en 2019. Son discours étonne néanmoins dans un contexte où les gouvernements affirmaient haut et fort que leurs décisions reposaient sur la science. Loin de servir d'échappatoire, la COVID-19 n'a fait qu'accentuer cette rhétorique d'une science qui guide les décisions gouvernementales (Van Dooren et Noordegraaf, 2020). Quelques mois après sa réélection, en 2021, pour défendre ses décisions face à un convoi de manifestants anti-mesures sanitaires, Trudeau lui-même déclarait : « Les Canadiens savent que la seule façon d'en sortir [de la pandémie] c'est de continuer d'écouter la science » (Agence France-Presse, 2022).

Alors, qu'en est-il ? Les décideurs se fient-ils à leur instinct ou se laissent-ils guider par la science ? En fait, l'un et l'autre ne sont pas aussi incompatibles qu'il n'y paraît. Si les preuves scientifiques jouent un rôle important dans la décision politique, il reste que l'utilisation de ces preuves passe inévitablement par le débat politique et les caractéristiques du jugement humain, telles que l'instinct, les croyances et les attitudes individuelles (*voir les chapitres de M. Kao et de G. Beauchamp et M. Turbide*). Des exemples tirés de la gestion de la crise de COVID-19 illustreront notre propos.

Preuve, vérité et décision

Dans le langage courant, lorsqu'une personne affirme avoir la preuve de quelque chose, elle veut souvent dire qu'elle en détient la vérité. En science, on parle plutôt de données probantes, c'est-à-dire des données qui nous rapprochent de propositions vraies. Mais pourquoi accordons-nous une telle importance aux preuves et à la vérité ? Parce que la vérité et les preuves scientifiques nous permettent d'agir adéquatement dans le réel, soutiennent O'Connor et Weatherall (2019). En agissant sans croyances avérées et à partir de croyances fausses, nous nous exposons à ce que le réel « nous heurte ». Par exemple, si nous conduisons sans ceinture de sécurité en nous croyant suffisamment protégés, un accident de voiture pourrait nous rappeler le contraire. De façon semblable, si un décideur agit sans preuve ou en se fondant sur des croyances fausses, ses actions ou ses décisions pourraient entraîner d'importantes conséquences négatives pour la population. C'est pourquoi tout un courant d'étude des politiques publiques vise précisément à informer la décision publique au moyen de preuves scientifiques de sorte que les actions soient adéquates et efficaces (*voir le chapitre de J. Prud'homme*).

Une certitude scientifique fondée sur des preuves suffit-elle à entraîner une décision ?

Les connaissances scientifiques sont parfois encore fragiles au moment où des décisions de politiques publiques sont requises. Malgré l'ambiguïté et l'incertitude des connaissances, les décideurs vont néanmoins souvent invoquer la science pour justifier leurs choix, car celle-ci apporte au public une certaine assurance que le réel ne va pas le « heurter ». En témoignent notamment des dossiers comme l'épandage de pesticides sur les terres agricoles, la consommation de viande, l'utilisation de plastiques, les coupes forestières, la sécurité de l'énergie nucléaire, autant de domaines à propos desquels les décideurs jugent utile d'affirmer que leurs décisions, quelles qu'elles soient, reposent sur des connaissances scientifiques. Pourtant, chacun de ces sujets est source de désaccords entre scientifiques en raison de certains facteurs, comme la qualité discutable des études publiées ou leur faible nombre, qui entretiennent l'incertitude. Choisir d'invoquer la science pour justifier des décisions sur ces sujets exige donc l'exercice du jugement humain. Le décideur doit en effet déterminer si le degré de certitude de la preuve scientifique est suffisant pour servir d'assurance auprès du public (Parkhurst et Abeysinghe, 2016).

Certains sujets font l'objet de certitudes scientifiques plutôt bien établies. Lorsque de telles certitudes existent, il n'est alors plus besoin de rappeler les preuves sur lesquelles ces certitudes reposent, celles-ci appartenant désormais au sens commun. À l'exception de quelques excentriques, tout le monde sait que la Terre est sphérique. De la même façon, certains domaines techniques de politiques publiques, tels que l'énergie nucléaire, disposent d'aussi solides fondements scientifiques. On sait, par exemple, que la production d'énergie par fission nucléaire contribue peu au réchauffement climatique. Le caractère relativement bien établi, et donc presque évident, de cette preuve rend moins probable qu'un décideur se sente

obligé de l'invoquer pour justifier l'ouverture d'une centrale. Mais de telles preuves scientifiques n'entraînent pas nécessairement de consensus entre les différents acteurs. Face à l'ouverture d'une centrale, les opposants au nucléaire ne manqueront pas l'occasion de souligner le problème de la gestion des déchets, et ce, même si les décideurs sont susceptibles de répliquer en fournissant certaines preuves qui indiquent qu'elle peut être bien menée. Cet exemple rappelle qu'une vérité scientifique, même bien établie, met rarement fin à un débat politique et que des acteurs peuvent toujours recadrer les problèmes pour avancer de nouvelles preuves plus controversées (Montpetit, 2016).

Ainsi que le fait remarquer Cairney (2016), de tels constats tendent à montrer que des caractéristiques politiques conditionnent l'utilisation de preuves scientifiques. Cela peut mener à certaines instrumentalisations, par exemple lorsque les décideurs et les administrations font référence à la science dans le simple but de légitimer leurs décisions (Van Dooren et Noordegraaf, 2020), ou, pire, lorsqu'ils l'exploitent pour manipuler l'opinion publique en leur faveur (Oreskes et Conway, 2010; Muggli, Hurt et Blanke, 2003). Cependant, la rhétorique scientifique et l'invocation des preuves par les décideurs ne peuvent être uniquement ramenées à un usage aussi cynique. Face à un problème pour lequel ils n'ont pas de solution prédéterminée et à propos duquel des zones d'incertitude demeurent, les décideurs sont comme la plupart des individus : ils souhaitent bénéficier des lumières des scientifiques avant d'arrêter leur opinion. C'est pourquoi on invite habituellement un grand nombre d'experts à participer à l'élaboration des politiques publiques. Mais en dépit d'une telle volonté, la science n'apporte parfois pas de vérités suffisamment bien établies ou ces vérités, en elles-mêmes, ne suffisent pas à susciter de consensus. Dans ce contexte, les individus comme les décideurs se contentent souvent d'un seuil de preuve qu'ils jugent satisfaisant pour prendre une décision. Or ce seuil varie d'un individu à

l'autre et subit l'influence des dimensions psychologiques du jugement humain.

Comment le jugement humain influe-t-il sur l'utilisation des preuves scientifiques ?

Le raisonnement motivé, bien connu en psychologie politique, est l'un des facteurs qui pourraient expliquer que certains décideurs se satisfont d'un niveau de preuve relativement faible. Bien résumée par Bolsen et Palm (2021), cette thèse repose sur l'idée selon laquelle les connaissances scientifiques ne sont pas aisément dissociables des croyances et des identités des individus, ce qui biaiserait les perceptions de ces connaissances. Pour fin d'illustration, imaginons une étude qui montrerait que la consommation de viande rouge a des effets néfastes sur la santé. Cette étude aurait des chances d'être bien accueillie par les végétariens et les écologistes, car l'élevage est souvent critiqué pour ses répercussions environnementales. Toutefois, cette même étude serait susceptible d'être rapidement rejetée par les individus qui, croyant à la libre entreprise, redouteraient de nouvelles ingérences gouvernementales. Le groupe pro-environnement serait plus enclin à conclure que le niveau de preuve de l'étude est suffisant pour justifier des décisions gouvernementales visant la réduction de la consommation de viande rouge. En revanche, le groupe pro-entreprise pourrait se montrer plus sceptique face à la preuve présentée par l'étude. Il pourrait non seulement avancer qu'une seule étude est loin de suffire, mais aussi remettre en cause sa méthodologie.

Les variations entre individus quant au niveau de preuve acceptable ne procèdent pas uniquement du raisonnement motivé. Elles sont également liées aux caractéristiques de la science (*voir le chapitre de Y. Gingras*). Elles peuvent découler de l'absence d'une méthode acceptée qui permettrait de valider ce qui serait assurément un niveau de preuve pouvant justifier une décision de politiques publiques.

Puisqu'une telle méthode n'existe pas, la détermination d'un niveau de preuve acceptable doit nécessairement reposer sur le jugement humain. Même entre eux, les scientifiques ne s'entendent pas parfaitement sur la question de la preuve nécessaire pour qu'il soit admis qu'une hypothèse causale est vraie. Il y a certes une littérature scientifique qui classe les méthodes en fonction de leur capacité à produire les données les plus probantes, l'étude randomisée en double aveugle se classant théoriquement au premier rang (Parkhurst et Abeysinghe, 2016). Cette littérature reconnaît aussi toutefois que toutes les études randomisées en double aveugle ne se valent pas et que ce type d'étude se prête mal à certains sujets (*voir le chapitre de J. Prud'homme*). L'étude randomisée en double aveugle, comme toute étude scientifique, ne permet en effet que des observations indirectes de liens causaux généralisables, exigeant ainsi des inférences qui reposent sur le jugement humain (King, Keohane et Verba, 1994). Or le jugement humain varie d'un individu et d'un scientifique à l'autre.

Les croyances et les identités ne sont cependant pas les seuls facteurs psychologiques à influencer le jugement humain. Les individus ont des attitudes variables face aux risques, ce qui peut peser sur leur jugement lors de la prise de décision. Un décideur qui craint les risques aura tendance à exiger une preuve plus solide avant d'adopter une position, comparativement à ce qu'exigerait un décideur moins craintif. Maor et Howlett (2020) ont constaté de telles variations durant la pandémie de COVID-19 et les scientifiques eux-mêmes n'en sont pas exempts. Pouvant craindre l'erreur et l'effet possible sur leur crédibilité auprès de leurs pairs, certains scientifiques auront tendance à être plus prudents et à souligner davantage l'incertitude des connaissances scientifiques. D'autres, souvent engagés moins directement dans la production des connaissances, prennent plus de risques, se contentant parfois de quelques études pour conclure sur un sujet donné que la science laisse peu de place au doute (Collins, 2014).

La décision politique peut-elle simplement suivre la science et s'abstraire de son contexte ?

Le jugement des décideurs demeure plus complexe que ne le laissent entendre les théories de l'aversion au risque ou du raisonnement motivé. En effet, le jugement humain reste relativement incompris, imparfaitement rationnel et, donc, partiellement indéterminé. Pour expliquer cette indétermination, l'étude des décisions publiques fait parfois référence à des notions ambiguës, comme le « bon jugement » ou le « jugement pragmatique ». Ces notions servent à souligner le fait que la décision n'est pas uniquement affaire de calcul rationnel ou de preuve scientifique. Prenons, par exemple, un ensemble d'études rigoureuses qui prouveraient solidement que les émissions d'une usine ont des effets néfastes sur la santé des riverains. Il pourrait ne pas être bien avisé de faire cesser les activités d'une telle usine, même si cela va à l'encontre de la preuve. Pourquoi ? À cause, notamment, des possibles conséquences économiques, sociales et politiques qui sont souvent imprévisibles pour les décideurs. Il est en effet difficile d'anticiper la mobilisation des travailleurs que pourrait entraîner la fermeture d'une usine, l'appauvrissement qu'elle provoquerait dans la région où elle se situe, ou encore son effet sur les élus, qui risqueraient de perdre leur poste au profit de politiciens moins sensibles aux connaissances scientifiques. Si ne rien faire face à cette preuve peut relever du mauvais jugement, le bon jugement ou le jugement pragmatique ne dicte pas forcément la fermeture immédiate de l'usine, car le bon décideur ou le décideur pragmatique doit se montrer sensible au contexte social, économique et politique, même s'il ne peut l'anticiper totalement.

Au moment d'écrire ces lignes, le gouvernement du Québec détient la preuve que la fonderie Horne de Rouyn-Noranda déroge aux normes environnementales fixées par la réglementation. Sans ignorer cette preuve, celui-ci a décidé de tolérer un seuil d'émissions polluantes excédentaire, cherchant plutôt à établir des conditions d'activité qui, tout en réduisant les rejets de contaminants, sont

susceptibles de satisfaire aussi à des critères sociaux, économiques et politiques. L'imprévisibilité économique, sociale et politique rend cependant l'élaboration de compromis difficile et exige davantage d'instinct ou de flair politique que de rationalité ou de connaissances scientifiques.

Les preuves et les décisions pour affronter la COVID-19

La COVID-19 a amené les gouvernements à prendre des décisions dont l'ampleur et la sévérité ont frappé les consciences collectives. En l'espace de quelques jours, au début de 2020, plusieurs pays parmi les économies les plus avancées ont fermé leurs écoles, demandé à une majorité de travailleurs de rester à la maison, suspendu leurs activités économiques ou encore fermé leurs frontières. Certains ont même imposé des couvre-feux et accru considérablement l'endettement public afin d'offrir des aides financières conçues hâtivement pour pallier les effets des mesures instaurées. On n'avait pas vu des décisions aux conséquences socioéconomiques aussi radicales et aussi privatives de libertés dans les démocraties libérales depuis la Seconde Guerre mondiale. Dans les sociétés accordant une place prépondérante à la science et à sa capacité à fournir des solutions aux problèmes de l'heure, il n'est pas déraisonnable de supposer que les décideurs disposaient de solides preuves scientifiques pour agir. Le portrait est en réalité plus complexe. Les décisions gouvernementales prises pour combattre la COVID-19 constituent un cas d'étude intéressant pour mieux comprendre et démystifier le rôle de la science dans la conception des politiques publiques.

Comment la science a-t-elle été utilisée dans le contexte incertain du début de la pandémie de COVID-19 ?

En janvier 2020, on sait encore peu de choses sur le virus de la COVID-19, le SRAS-CoV-2, sinon qu'il se transmet entre humains.

Celui-ci a été remarqué dans un hôpital de Wuhan, en Chine, le mois précédent, alors que les médecins parlent encore d'une maladie des poumons potentiellement mortelle dont l'origine demeure inconnue. Certains indices commencent néanmoins à laisser penser que le virus se propage rapidement, ce qui amène l'Organisation mondiale de la santé (OMS) à déclarer l'état d'Urgence de santé publique de portée internationale (USPPI) le 30 janvier, après avoir hésité à le faire une semaine auparavant. Lorsque la pandémie atteindra une proportion mondiale, au printemps, certains observateurs ne manqueront pas de souligner ces hésitations; selon eux, la propagation exponentielle du virus survenue en mars aurait pu être évitée si l'OMS avait agi plus vite. Toujours est-il que, comme on l'attend de décideurs, desquels on exige des décisions fondées sur des données probantes, le comité d'urgence convoqué par le directeur général de l'OMS les 22 et 23 janvier 2020 réagit alors en fonction de la preuve qu'il a devant lui au moment de décider. Jugeant celle-ci insuffisante, le comité refuse de déclarer l'USPPI immédiatement et ne le fera que sept jours plus tard. La preuve, cependant, ne suffit pas à expliquer le retard, celle-ci étant pratiquement aussi mince le 30 janvier 2020 qu'elle ne l'était une semaine plus tôt. Le jugement humain quant au contexte politique défavorable à une décision alarmante semble donc être également intervenu.

Aux premières heures de la pandémie de COVID-19, la Chine se ferme à l'OMS et les États-Unis menacent de la quitter. Des reproches adressés par le passé à l'Organisation à la suite de la pandémie de grippe A (H1N1) de 2009-2010 semblent jouer un rôle dans les hésitations face à la COVID-19. On avait alors blâmé l'OMS pour son alarmisme et soupçonné une proximité avec l'industrie pharmaceutique, qui l'aurait incitée à déclarer l'USPPI en 2009. Si elle devait de nouveau se tromper – et le risque est grand, compte tenu de la preuve disponible au début de 2020 –, l'OMS aurait assurément à affronter une nouvelle vague de critiques. C'est ainsi qu'il faut comprendre les hésitations toutes pragmatiques dont on l'accusera

à partir du printemps 2020. Le 11 mars, l'OMS déclare finalement l'état de pandémie, une annonce dont le calendrier semble encore une fois avoir relevé tout autant du jugement humain que de l'état des connaissances scientifiques, d'autant que la déclaration de l'état de pandémie ne commande aucun mécanisme officiel comparativement à l'USPPI.

À la suite de la déclaration de pandémie, et dans une séquence très rapide, plusieurs pays d'Europe annoncent des mesures de confinement draconiennes, allant de la fermeture des écoles et des commerces aux interdictions de rassemblements. On observe des effets bien connus d'imitation entre pays, qui copient les mesures qu'ont adoptées les États précurseurs, démontrant une nouvelle fois l'influence du jugement humain parallèlement à l'état des connaissances scientifiques. Ces imitations, en effet, visent souvent à prémunir les décideurs contre la critique, surtout si les preuves scientifiques restent minces. Selon l'estimation de Sebhatu *et ses collaborateurs* (2020), en l'espace de deux semaines, 80 % des pays de l'OCDE mettent en place les quatre mêmes mesures. Le Québec n'y échappe pas. L'état d'urgence sanitaire est déclaré le 13 mars, en même temps qu'est annoncée la fermeture des écoles et des universités. Tous les rassemblements extérieurs et intérieurs sont interdits à compter du 21 mars.

En mars 2020, les connaissances sur la COVID-19 et sur le virus responsable de la maladie ont progressé rapidement. On sait alors que la maladie atteint la plupart des pays du monde et qu'elle tue davantage que la grippe saisonnière. On sait que l'âge et certains problèmes de santé augmentent la vulnérabilité. On sait que le virus a une période d'incubation et que des personnes infectées peuvent ne pas développer de symptômes. Cependant, de nombreuses incertitudes demeurent et divisent les experts. Un débat scientifique quant à savoir si les individus asymptomatiques peuvent transmettre le virus a cours et ce débat a des incidences sur la décision politique. À partir d'observations portant sur d'autres coronavirus,

certaines spécialistes espèrent que les personnes infectées bénéficient d'une immunité, dont la durée demeure cependant inconnue. Dans la foulée de ce débat, les hypothèses vont bon train à propos des possibilités que survienne ou non une immunité collective.

Comment les scientifiques ont-ils eux-mêmes interprété la preuve durant la pandémie ?

Partie prenante à cette agitation scientifique, John Ioannidis – un épidémiologiste de l'Université Stanford qui devient progressivement contesté durant la pandémie – dénonce, dans *STAT*, le 17 mars 2020, la fragilité des données probantes qui servent à justifier les mesures gouvernementales particulièrement sévères. Les chiffres sur le nombre de personnes infectées, sur l'évolution de la maladie et sur la mortalité ne sont pas fiables, dit-il. Fondés sur les cas rapportés plutôt que sur un échantillon aléatoire, ces chiffres ne peuvent, selon lui, que produire un calcul d'un taux de mortalité exagérément élevé. Dès le lendemain, Marc Lipsitch, professeur de santé publique à Harvard, publie une réplique dans la même revue (Lipsitch, 2020). D'accord avec Ioannidis sur le problème de la fiabilité des données, il argue néanmoins que le nombre de cas graves observés dans certains pays, principalement en Chine et en Italie, suffit à justifier l'adoption rapide, par les gouvernements, de mesures strictes de distanciation sociale. Avec un taux de reproduction estimé à 2 – une personne infectée en infecte deux autres –, le nombre de cas, avance-t-il, augmenterait de manière exponentielle et submergerait les hôpitaux sans ces mesures. À ce moment de la pandémie, le taux de reproduction est effectivement débattu, certains soutenant qu'il ne peut être établi avec précision. Toutefois, bien que Lipsitch reconnaisse, lui aussi, les lacunes des données disponibles, elles sont, selon lui, suffisantes pour inciter les gouvernements à agir.

Ce qui est intéressant dans le débat entre Ioannidis et Lipsitch, c'est l'objet de la discorde. En effet, bien que tous deux s'entendent sur les limites des données sur la COVID-19, ils s'opposent sur le niveau de preuve nécessaire pour justifier une intervention gouvernementale. Pour Ioannidis, compte tenu des conséquences majeures sur la société de mesures aussi sévères, le niveau de preuve concernant la gravité de la maladie devrait être particulièrement élevé pour justifier une intervention. L'épidémiologiste argue que ces mesures – distanciation sociale à grande échelle, confinement, fermeture des écoles – n'ont jamais été expérimentées et que, par conséquent, il est impossible de connaître leur efficacité réelle contre l'engorgement des hôpitaux. La preuve est donc trop mince, selon Ioannidis, pour justifier des mesures aussi draconiennes. Mais pour Lipsitch, la prudence a une tout autre signification. Le risque de défaut de prise en charge des patients lié à la surcharge des hôpitaux, bien qu'incertain, rend impérieuse l'intervention des gouvernements, et ce, en dépit de la qualité discutable des preuves. Pour lui, on ne peut courir le risque de ne pas pouvoir soigner des patients malades. Ce sont donc des attitudes et des croyances distinctes qui semblent avoir été à l'origine du désaccord entre Ioannidis et Lipsitch. Alors que le premier s'inquiète du risque que comporte une décision extrême sur l'ensemble de la société, l'autre privilégie celui qui pèse sur les hôpitaux et les patients. Sans que nous puissions l'assurer fermement, ce que ces deux scientifiques souhaitent comme niveau de preuve semble donc résulter du raisonnement motivé, des attitudes et des croyances des deux hommes plutôt que de considérations proprement scientifiques.

Dans les mois suivant la querelle Ioannidis-Lipsitch, des débats analogues sur la qualité de certaines preuves scientifiques se poursuivent. Ils portent notamment sur les modèles épidémiologiques et, en particulier, sur une projection de l'Imperial College visant à estimer l'efficacité des mesures de distanciation. Le modèle, considéré comme l'un des plus influents, est réputé avoir précipité le

changement brutal d'approche du Royaume-Uni à la fin du mois de mars 2020. Mais là encore, les scientifiques s'opposent entre eux. En dépit de l'influence qu'a ce modèle sur les gouvernements, sa qualité est remise en cause, d'abord pour ses estimations erronées de la mortalité, ensuite pour sa surestimation de l'effet des mesures prises par Londres. Finalement, le modèle provoque un débat sur le rôle de l'épidémiologie dans l'orientation des décisions gouvernementales. Pourquoi ? Parce que la qualité scientifique de la preuve fournie par l'épidémiologie est discutable, selon certains scientifiques. Dans le cas du modèle de l'Imperial College, certains soulignent les difficultés à établir avec assurance l'effet d'une mesure par rapport à une autre ou par rapport à d'autres facteurs – la transmissibilité d'un variant, par exemple –, car les gouvernements ont adopté simultanément plusieurs mesures (Soltesz *et al.*, 2020). Aussi, les hypothèses qui sous-tendent les modèles reposent parfois sur des intuitions plus que sur des connaissances avérées, induisant un seuil d'erreur que plusieurs scientifiques n'acceptent pas. Cela explique, entre autres, que des organismes de santé publique, tels que l'Agence de la santé publique du Canada, fondent leurs projections sur une moyenne de modèles plutôt que sur un modèle unique.

Quel équilibre les décideurs ont-ils trouvé entre science et politique au Québec ?

L'enjeu, pour les décideurs, est devenu rapidement de trouver un équilibre et de doser les mesures sanitaires, de sorte que leurs effets indésirables ne soient pas plus importants que leurs bénéfiques. Alors que la première vague mobilise principalement des experts en santé publique, des spécialistes d'autres champs disciplinaires se manifestent lors des vagues subséquentes. Des experts en éducation, en psychoéducation, en psychologie, en pédopsychiatrie, en gérontologie ou en travail social, pour ne nommer que ces disciplines, commencent alors à mettre en garde les gouvernements contre les effets

pervers du confinement. Parmi ces effets, les préjudices au développement, au bien-être et au parcours scolaire des enfants ou encore la détérioration de la santé psychologique des personnes âgées. Mais si, après plusieurs mois de pandémie, les estimations portant sur l'efficacité des mesures sanitaires restent controversées, comme on l'a vu plus haut, il est tout aussi difficile, voire plus, d'estimer de manière relativement exhaustive les effets indésirables de ces mesures. Néanmoins, malgré leurs limites, ces nouvelles estimations servent d'appui aux acteurs qui souhaitent un recadrage du débat, alimentant la réflexion gouvernementale quant au dosage des mesures sanitaires et à l'équilibre entre les effets souhaités et les effets pervers. La promesse du gouvernement de François Legault de tout faire pour maintenir les écoles ouvertes à l'automne 2020 est certainement le résultat d'une telle réflexion.

Ainsi, se régler sur la science à partir d'une traduction simple et exclusive des connaissances scientifiques apparaît illusoire. La décision politique s'apparente davantage à l'art de marcher sur un fil. En témoigne le directeur national de la santé publique du Québec, le Dr Horacio Arruda, qui, en décembre 2020, révèle en commission parlementaire n'avoir jamais recommandé la fermeture des restaurants et des musées, que le gouvernement a pourtant fermés au cours de l'automne précédent. Face aux nombreux débats scientifiques non résolus et aux recadrages, c'est le jugement humain qui semble avoir joué. Les propos largement répétés du premier ministre, se félicitant d'être particulièrement « prudent » et d'aller parfois « plus loin » que la santé publique, le démontrent aussi. Il n'est alors pas étonnant qu'en janvier 2021 le gouvernement du Québec devienne le seul gouvernement d'Amérique du Nord à imposer un couvre-feu, alors qu'il n'existe que peu d'études sur le sujet. Il maintient la mesure en dépit d'informations scientifiques contradictoires. En mars 2021, des chercheurs en santé publique notent que la diminution des cas au Québec ne peut être attribuée au couvre-feu, puisque des dynamiques épidémiologiques compa-

rables sont observées dans les provinces voisines qui ne sont pas sous le coup d'une telle mesure. En Europe, les résultats mitigés de certains couvre-feux lors de la première vague commencent également à être largement diffusés.

Par conséquent, l'inadéquation entre, d'une part, la sévérité des mesures au Québec de la deuxième à la cinquième vague de la pandémie et, d'autre part, la qualité des preuves disponibles semble avoir été la règle plus que l'exception. Cela montre que, bien qu'ils invoquent la science, les gouvernements se contentent parfois d'un niveau de preuve particulièrement bas pour justifier leurs choix politiques. Le raisonnement motivé et des traits de personnalité pourraient expliquer que le premier ministre semble parfois s'en être plus remis à un argumentaire de sens commun, du type « il va de soi que les mesures sévères fonctionnent », qu'à des preuves scientifiques existantes. En effet, alors qu'il dispose des données sur la surmortalité que publie l'Institut de la statistique du Québec, le premier ministre Legault se dit convaincu, en mai 2022, que des mesures sévères sont efficaces pour lutter contre la pandémie. Il est à cet égard vrai que les données de surmortalité indiquent que le Québec connaît moins de décès que les autres provinces canadiennes et que certains pays européens entre mars 2020 et mars 2022. Mais il reste toutefois impossible de conclure, à partir de cette simple statistique descriptive, que la sévérité des mesures en est véritablement la cause. Pour s'en convaincre, il suffit de constater que les différences de surmortalité sont parfois ténues entre pays dont les stratégies sont pourtant opposées, comme le montre le cas de la Suède.

Même si elle se réfère à la science, la décision politique implique le jugement des décideurs et leur flair politique. La posture du premier ministre québécois – particulièrement sensible à certaines valeurs communément partagées, telles que la protection des populations vulnérables ou du système de santé – l'atteste durant la pandémie. Si de nombreux gouvernements occidentaux perdent des

plumes à la suite de l'annonce de nouvelles mesures sanitaires, le gouvernement du Québec sait éviter les dégringolades dans les sondages durant la majeure partie de la pandémie. Entre septembre 2020 et décembre 2021, le premier ministre Legault annonce à répétition des mesures de confinement particulièrement sévères tout en maintenant une popularité élevée. Pendant plusieurs semaines, ce dernier se présente dans des conférences de presse télévisées en se montrant préoccupé par la propagation de la maladie. Au cours de ces conférences, il cherche à faire comprendre à la population québécoise que la sévérité des mesures qu'il annonce n'est qu'une forme de prudence et de bienveillance envers les gens vulnérables et le fragile système de santé. Cette prudence et cette bienveillance semblent plaire à la majorité de la population, qui récompense le gouvernement par des sondages favorables. Ici, le flair politique et le jugement pragmatique auraient donc joué un rôle crucial dans la décision. Dans de telles circonstances, un niveau bien faible de preuve scientifique peut suffire à justifier l'imposition de nouvelles mesures – dont le couvre-feu de 2021 –, car le jugement de François Legault paraît satisfaire la population.

Cependant, ni le jugement pragmatique des décideurs ni même une robuste preuve scientifique ne permettent de prévoir l'ensemble des conséquences d'une décision gouvernementale. L'équilibre qu'instaure le premier ministre entre science, jugement et décision finit par se fragiliser. Cela semble se produire après l'annonce de nouvelles mesures de confinement en réaction à l'arrivée du variant Omicron à la fin de 2021. Le retour du couvre-feu, annoncé le 30 décembre 2021, est alors vite assimilé à une erreur de jugement. Cette fois, ce n'est pas le niveau de preuve nécessaire qui est en débat, mais plus simplement l'absence de toute preuve. Le gouvernement se montre en effet incapable de fournir une preuve scientifique sur l'efficacité de la mesure martiale aux journalistes, qui se font cette fois bien plus insistants que lors de l'annonce du premier couvre-feu. Face à des sondages de moins en moins favorables, le

gouvernement lève rapidement le couvre-feu et réduit la sévérité de ses mesures. Ainsi, ce qui semble avoir satisfait la population pendant les quatre premières vagues de la COVID-19 provoque, lors de la cinquième vague, des réactions sociales et politiques qu'on pouvait difficilement anticiper. Quelques mois plus tard, la preuve scientifique que la sixième vague pourrait être semblable à la cinquième n'inspire pourtant pas les mêmes mesures sanitaires, ce qui indique que la sensibilité des décideurs à un contexte politique a changé. En outre, le dosage des mesures sanitaires au Québec semble avoir moins relevé des connaissances scientifiques elles-mêmes que de l'attitude prudente du premier ministre et, surtout, de son jugement politique.

* * *

Opposer les décisions fondées sur le jugement humain – sous ses caractéristiques politiques, psychologiques ou pragmatiques – aux décisions fondées sur la science est une erreur de raisonnement. Les preuves scientifiques sont rarement suffisamment probantes pour écarter le rôle du jugement humain. Si une preuve devait devenir indiscutablement probante, chacun agirait spontanément en conséquence sans avoir besoin de faire appel à la science. Lorsque les décideurs sentent le besoin de mentionner une preuve scientifique, le jugement humain devient nécessaire, notamment pour conclure qu'un niveau de preuve est suffisamment élevé pour justifier une décision gouvernementale.

L'argument n'est pas banal dans un contexte où l'on entend régulièrement des décideurs qui, à l'instar du premier ministre du Canada, Justin Trudeau, affirment se laisser « guider par la science ». La science joue certes un rôle considérable dans l'élaboration des politiques publiques. Sans son éclairage, la compréhension des problèmes serait limitée, les priorités seraient plus difficiles à fixer et l'éventail des solutions à envisager, plus restreint. Toutefois, avant

qu'un décideur ne puisse affirmer qu'une donnée est suffisamment probante pour justifier une décision, il aura dû porter un jugement sur le niveau de preuve qu'il estime suffisant. Comme dans tout choix humain, les croyances et les identités des individus, leurs attitudes face aux risques et un flair pour le bon jugement seront certainement intervenus. L'affirmation de Justin Trudeau selon laquelle il n'a fait qu'écouter la science était stratégiquement justifiée face aux opposants aux mesures sanitaires. Il était sans doute plus près de la vérité, cependant, lorsqu'il affirmait que gouverner exige de se fier à son instinct pour trancher entre des hypothèses invérifiables.

La part incompressible du jugement humain dans les décisions de politiques publiques, même les plus techniques, souligne l'importance de la politique. Cette activité humaine est peu appréciée de la population et plusieurs rêvent de voir l'influence de la politique réduite au minimum au profit de la science, qui jouit d'une meilleure réputation. Certains penseurs réclament même une dictature scientifique. Or nous avons montré l'impossibilité d'une telle proposition et l'importance de valoriser davantage la politique. Comme en témoigne le débat qui a opposé Ioannidis et Lipsitch en 2020, le jugement humain ne guide pas que les décideurs, il occupe une place importante dans l'activité scientifique également. Au fond, les décideurs politiques et les scientifiques, surtout ceux qui interviennent sur la place publique, ne sont pas si différents. Les scientifiques, comme les décideurs, doivent établir ce qui constitue ou non une preuve suffisante avant de se prononcer. Et puisque ce qui constitue ou non un niveau de preuve suffisant ne peut être déterminé autrement que par le jugement humain (*voir les chapitres de M. Kao et de M. Marion*), les scientifiques, comme les décideurs, font aussi un peu de politique.

Références

- Agence France-Presse, « Canada: Trudeau appelle les routiers à lever leur “siège” d'Ottawa contre les mesures sanitaires », *Le Point*, 7 février 2022, <https://www.lepoint.fr>
- Bolsen, Toby et Risa Palm, « Motivated Reasoning and Political Decision Making », dans David P. Redlawsk (dir.), *The Oxford Encyclopedia of Political Decision Making*, Oxford, Oxford University Press, 2021.
- Cairney, Paul, *The Politics of Evidence-Based Policy Making*, Berlin, Springer, 2016.
- Collins, Harry, *Are We All Scientific Experts Now?*, Hoboken (N.J.), John Wiley & Sons, 2014.
- Howlett, Michael et Ching Leong, « The “Inherent Vices” of Policy Design: Uncertainty, Maliciousness, and Noncompliance », *Risk Analysis* vol. 42, n° 5, 2022, p. 920-30.
- Ioannidis, John P.A., « A Fiasco in the Making? As the Coronavirus Pandemic Takes Hold, We Are Making Decisions without Reliable Data », *STAT*, 17 mars 2020, <https://www.statnews.com>
- Journet, Paul, « Les années Trudeau », *La Presse*, 18 septembre 2021 <https://www.lapresse.ca/>
- King, Gary, Robert Keohane et Sidney Verba. *Designing Social Inquiry: Scientific Inference in Qualitative Research*, Princeton (N.J.), Princeton University Press, 1994.
- Lemor, Antoine, Maria Costa Alejandra, Louis-Robert Guay-Beaulieu et Éric Montpetit, « La science contre le temps : érosion de l'influence des experts durant la pandémie de COVID-19 », à paraître.
- Lipsitch, Marc, « We Know Enough Now to Act Decisively against Covid-19. Social Distancing Is a Good Place to Start », *STAT*, 18 mars 2020, <https://www.statnews.com>
- Maor, Moshe et Michael Howlett, « Explaining variations in state COVID-19 responses: psychological, institutional, and strategic factors in governance and public policy-making », *Policy Design and Practice*, vol. 3, n° 3, 2020, p. 228-41.
- Montpetit, Éric, *In Defense of Pluralism: Policy Disagreement and its Media Coverage*, Cambridge, Cambridge University Press, 2016.
- Muggli, Monique E., Richard D. Hurt et D. Douglas Blanke, « Science for hire: A tobacco industry strategy to influence public opinion on secondhand smoke », *Nicotine & Tobacco Research*, vol. 5, n° 3, 2003, p. 303-14.
- O'Connor, Cailin et James Owen Weatherall, *The Misinformation Age: How False Beliefs Spread*, New Haven (Conn.), Yale University Press, 2019.
- Oreskes, Naomi et Erik M. Conway, *Merchants of Doubt: How a handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warming*, New York, Bloomsbury Press, 2010.

- Parkhurst, Justin O. et Sudeepa Abeyasinghe, « What Constitutes “Good” Evidence for Public Health and Social Policy-making? From Hierarchies to Appropriateness », *Social Epistemology*, vol. 30, n° 5-6, 2016, p. 665-79.
- Sebhatu, Abiel, Karl Wennberg, Stefan Arora-Jonsson et Staffan I. Lindberg, « Explaining the Homogeneous Diffusion of COVID-19 Nonpharmaceutical Interventions across Heterogeneous Countries », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 117, n° 35, 2020, p. 21201-21208.
- Soltész, Kristian, Fredrik Gustafsson, Toomas Timpka, Joakim Jaldén, Carl Jidling, Albin Heimerson, Thomas B. Schön *et al.*, « The Effect of Interventions on COVID-19 », *Nature*, vol. 588, n° 7839, 23 décembre 2020, p. E26-28.
- Van Dooren, Wouter et Mirko Noordegraaf, « Staging Science: Authoritativeness and Fragility of Models and Measurement in the COVID-19 Crisis », *Public Administration Review*, vol. 80, n° 4, 2020, p. 610-615.

11 Les savoirs expérientiels dans le domaine de la santé : l'autorité médicale en question

Aude Bandini

La notion de savoir expérientiel est une nouvelle venue dans la catégorisation épistémologique en philosophie. Traditionnellement, en effet, la philosophie a distingué essentiellement deux formes de savoirs ou de connaissances, soit le savoir théorique ou propositionnel (savoir que Minsk est la capitale de la Biélorussie) et le savoir pratique ou savoir-faire (savoir nager ou jouer du piano). Les savoirs expérientiels semblent relever de ces deux catégories à la fois, tout en s'en distinguant (*voir le chapitre de G. Beauchamp et M. Turbide*). Il ne s'agit pas d'une notion couramment utilisée en théorie de la connaissance, sous-discipline de la philosophie qui tend encore aujourd'hui à s'intéresser en priorité au savoir propositionnel (*voir le chapitre de Y. Gingras*). Par contre, elle est fréquemment mobilisée dans certains champs des sciences humaines et sociales, notamment en sociologie et en anthropologie de la santé. Comme on le verra, elle pourrait se révéler particulièrement pertinente pour le champ relativement récent de l'épistémologie sociale. Cependant, et en dépit de sa popularité croissante, il n'existe pas encore de définition précise ou consensuelle de ce en quoi consistent ces savoirs dits « expérientiels », et leur nature demeure entourée d'un certain halo de confusion.

Un travail de clarification conceptuelle est donc nécessaire si l'on veut rendre compte de l'autorité particulière que revêt l'expérience d'une personne sur ce qui la fait souffrir ou sur ce qui la soulage. Ce qui fait, à ses yeux, la preuve de l'efficacité d'une intervention a alors peu à voir avec un essai clinique randomisé. Quel est donc ce type de « preuves » sur lequel les individus atteints de maladies chroniques fondent une partie importante de leurs choix, alors même que la médecine dite « fondée sur les preuves » (*evidence-based medicine*) lui reconnaît peu de légitimité (*voir le chapitre de J. Prud'homme*) ?

Histoire du concept : enjeux de définition

On attribue généralement la paternité de la notion de « savoir expérientiel » à la sociologue Thomasina Borkman (1976), dans un article intitulé « Experiential Knowledge: A New Concept for the Analysis of Self-Help Groups ». L'objectif de Borkman était de caractériser le type de connaissances développées et partagées au sein de différents groupes d'entraide (notamment les Alcooliques anonymes), pour les comparer avec le type de soutien et de contenu que les usagers trouvent auprès de professionnels de la santé et des services sociaux. Un certain nombre de groupes de ce genre, ne comprenant, à titre de participants et d'animateurs, que des personnes directement concernées par un problème donné ont été historiquement constitués en réaction contre les dispositifs institutionnels existants : c'est notamment le cas des groupes dits d'« entendeurs de voix », fondés et fréquentés par des individus aux prises avec des troubles schizo-phréniques et désireux d'échapper à la « psychiatisation » de leur état.

Borkman a introduit le concept de savoir expérientiel pour décrire le genre de compétences et d'aptitudes que ces individus, qui affrontent le même type de problèmes (maladies chroniques, troubles mentaux ou, plus largement, troubles psychosociaux), par-

viennent à acquérir à partir de leur expérience vécue et du partage de cette expérience avec d'autres qu'ils reconnaissent comme leurs pairs. Une des premières caractéristiques des savoirs expérimentiels est qu'en dépit du fait qu'ils entretiennent un rapport étroit avec l'expérience individuelle, immédiate et incarnée, ils ne sont ni strictement individuels ni immédiats ou spontanés. Certes, ils ne peuvent émerger qu'à partir de l'expérience personnelle d'un individu qui fait face à un phénomène ou à une situation donnés : on ne peut pas les acquérir, pour ainsi dire, « dans les livres » ou à partir d'une position d'observateur extérieur et détaché. Ils n'en exigent cependant pas moins un effort de réflexion et de structuration de la part de l'agent, tout simplement parce qu'ils procèdent de la réponse à un problème concret et complexe, que la plupart des individus n'ont pas, *a priori*, la ressource ou le moyen de traiter. Il peut s'agir, par exemple, d'apprivoiser les structures auxquelles s'adresser en cas de perte d'emploi, de trouver des stratégies pour la gestion des symptômes d'une maladie et des effets secondaires d'une médication, d'apprendre à soigner une infection sur un site de perfusion ou d'injection, etc.

Il est difficile de proposer une définition précise de ce en quoi consistent les savoirs expérimentiels, car les types de contenus ou de performances auxquels ils renvoient sont très hétérogènes, recouvrant aussi bien des savoirs propositionnels que des savoir-faire ou des savoir-être, une connaissance de soi et de son corps comme une connaissance de son environnement et, notamment, du système de santé, des services sociaux et de leurs acteurs (Gross, 2018). C'est pourquoi il semble plus approprié de toujours en parler au pluriel, sans qu'il soit cependant facile de pointer le doigt vers ce qui pourrait faire l'unité de ce concept. Au regard des catégories de l'épistémologie traditionnelle, le moins que l'on puisse dire est que les savoirs expérimentiels prennent la plupart du temps la forme de savoirs tacites, qui sont difficiles, voire impossibles à traduire dans les termes de savoirs théoriques ou propositionnels. Ils n'en consti-

tuent pas moins une forme d'accomplissement ou de succès épistémique, peut-être moins en tant que satisfaction des intérêts des agents pour la vérité ou la connaissance en soi qu'en tant que capacité à satisfaire des intérêts pratiques et à assurer le succès d'actions, ici et maintenant. Ce sont donc des savoirs motivés, dont le but est pratique plus que théorique : le meilleur cadre conceptuel à adopter ici est celui de l'épistémologie pragmatiste, à commencer par celle de C. S. Peirce (2002 [1879]), pour qui une croyance n'est rien d'autre qu'une disposition à agir.

Les difficultés que les savoirs expérientiels permettent de surmonter sont en général d'ordre concret et particulier, mais ces savoirs sont d'autant plus susceptibles d'être partagés et enrichis qu'ils sont très souvent le résultat d'une entreprise commune et collaborative de coconstruction qui se déploie dans le temps. On a bien affaire à des savoirs, dans la mesure où la démarche qui conduit à l'acquisition de ces aptitudes ou de ces contenus est celle d'une enquête cognitive, qui implique à la fois description, explication, réflexion, expérimentation et évaluation collectives. En ce sens, les savoirs expérientiels ne sont pas fondamentalement différents des savoirs scientifiques ou institutionnels : ils mettent, eux aussi, en jeu une division du travail cognitif entre pairs. Ils ont cependant au moins deux propriétés distinctes. Tout d'abord, ceux qui les produisent ne sont pas, en principe, des professionnels ni des experts au sens académique ou professionnel du terme. S'ils se reconnaissent comme pairs, c'est en vertu des similitudes qui existent entre leurs situations et leurs difficultés respectives, par exemple le fait de vivre avec une maladie chronique. Ensuite, ces savoirs répondent directement aux nécessités de l'action individuelle ou collective. Même lorsque ce que l'on vise est une meilleure compréhension de certains contenus théoriques ou scientifiques, relatifs, par exemple, à l'état de la recherche sur une pathologie donnée, c'est ce qui « marche » ou a du sens du point de vue des agents qui donne sa valeur au savoir, davantage que des justifications théoriques objectives et indépen-

dantes du contexte (*voir le chapitre de J. Prud'homme*). Par exemple, se représenter le système nerveux comme une voiture dont le système d'alarme serait dérégulé sera plus éclairant du point de vue de la compréhension pour les personnes qui vivent avec des douleurs chroniques qu'un rapport d'imagerie médicale ou un cours de neurologie sur les circuits nocicepteurs. L'ambition de la démarche n'est pas d'enrichir la connaissance humaine en général, mais d'améliorer le bien-être physique, mental et émotionnel des individus qui l'entreprennent, *hic et nunc*. Enfin, les situations et les problèmes en réponse auxquels ces savoirs sont formés sont complexes, non pas au sens où résoudre une équation mathématique peut l'être, mais au sens où ils mettent en jeu différentes dimensions qui sont souvent difficiles à intégrer de manière cohérente. Ainsi, vivre avec une maladie chronique recouvre une pluralité d'expériences à la fois corporelles, intellectuelles, émotionnelles et sociales. Or, le plus souvent, chacun de ces enjeux est pris en charge par des professionnels différents (médecin, ergothérapeute, travailleur social, psychologue, assureur, conseiller juridique, etc.). Le caractère morcelé, partiel et parfois incohérent des discours des différents experts n'aide guère l'individu, voire l'empêche de faire sens de son expérience comme d'un tout. Au sein d'un groupe d'entraide ou de pairs, il peut alors se sentir mieux compris, au sens où la complexité et la multidimensionnalité des défis auxquels il doit faire face (comme malade, mais aussi, le cas échéant, comme conjoint, parent, employé ou sans-emploi, etc.) sont partagées.

De l'expérience vécue aux savoirs expérientiels

Une des principales difficultés, lorsqu'on s'efforce de définir ce en quoi consistent les savoirs expérientiels, vient du fait que cette expression tend à devenir populaire et à être utilisée en dehors du contexte de la recherche en sciences sociales dans lequel elle a d'abord été forgée. Les patients et les usagers de systèmes de services

sociaux, notamment, s'en sont emparés et s'en servent souvent comme d'un moyen pour réaffirmer ou défendre leur autonomie. Des professionnels et des chercheurs, militant eux-mêmes pour l'amélioration des services et la promotion d'un système centré sur l'usager (plutôt, dans le domaine médical en particulier, qu'un système centré sur la maladie), y ont eux-mêmes parfois recours pour appuyer leurs demandes pour des réformes profondes de l'organisation des soins (Richards *et al.*, 2013). Tout cela semble fort légitime. Le seul problème est que l'usage qui est alors fait de la notion de savoirs expérientiels est souvent très relâché et vague. En particulier, on tend à confondre les savoirs expérientiels avec le simple fait d'avoir une expérience vécue, subjective et incarnée de la situation dont il est question, d'avoir un sens intime de « ce que cela fait » que de vivre une telle situation sur le plan phénoménologique. Surtout, on laisse planer l'idée que la source et l'autorité de ces savoirs seraient d'abord et avant tout individuelles (Carel, 2016). Or, comme on l'a vu, la notion de savoirs expérientiels telle qu'elle a d'abord été introduite en sciences sociales renvoie à quelque chose de beaucoup plus étendu, et surtout de plus activement élaboré, qui présuppose l'inscription de l'agent au sein d'une communauté épistémique, à l'aune des normes de laquelle les savoirs en question sont construits, exposés, partagés, mis à l'épreuve et, le cas échéant, révisés.

Ainsi, avoir une expérience personnelle ou directe d'une situation donnée peut donner accès à des informations ou aider à saisir des aspects qualitatifs que personne d'autre ne peut réellement comprendre, par exemple le type de troubles sensoriels qui annoncent parfois une crise migraineuse et qu'on appelle l'aura (hypersensibilité aux odeurs, à la lumière ou aux bruits, vision déformée des objets, etc.). Cela constitue sans doute une condition nécessaire pour le développement d'un savoir expérientiel. Cependant, ce n'en est pas une condition suffisante : les savoirs expérientiels ne sont jamais de nature strictement individuelle, ils renvoient à ces dimensions de l'expérience que plusieurs personnes vivant le même type de situation

reconnaissent comme saillantes ou caractéristiques et jugent particulièrement dignes d'attention. Pour ceux qui souffrent de céphalées graves, il y a naturellement la douleur, mais aussi, au-delà de cela, les répercussions de ces crises sur le plan familial et socioprofessionnel, les tracasseries administratives et les répercussions financières qu'entraînent de fréquentes absences au travail, etc. Ce que la participation à des groupes d'entraide permet, c'est justement ce travail de reconnaissance des aspects de l'expérience subjective que l'on découvre être communs ou relativement invariants de l'un à l'autre, sans toutefois nécessairement devoir être identiques (Godrie, 2021). Cela justifie également que l'on fasse une distinction franche entre, d'une part, les savoirs expérientiels tels qu'ils peuvent être acquis et partagés et, d'autre part, l'expression et le partage de témoignages : si ces deux éléments sont importants, ils ne constituent qu'un aspect des activités réalisées, et une première étape dans un processus d'élaboration active qui s'apparente largement à un travail (Tourette-Turgis, 2015). Ainsi, des groupes de personnes atteintes du diabète de type 1 se sont récemment constitués en ligne, au sein desquels les plus expérimentés apprennent à ceux qui le sont moins comment installer sur leur ordinateur et leur téléphone mobile une application gratuite, développée par et pour les patients, qui permet d'automatiser une bonne partie de leur traitement. C'est ici la démarche de réflexion, d'expérimentation et d'évaluation collective aussi bien que personnelle qui, plus que la simple expérience vécue, est source de connaissance. Les exigences n'y sont sans doute pas celles de la théorisation et de l'expérimentation scientifique qu'on pratique dans les laboratoires ou les centres de recherche, mais chacun est invité à tester pour lui-même la validité et l'efficacité des initiatives proposées. Un tel exemple laisse penser que les savoirs expérientiels s'apparentent davantage aux compétences qui se développent et s'échangent dans les groupes d'utilisateurs et de concepteurs de solutions et de produits « DIY » (« faits maison » ou « *Do-it-yourself* ») qu'aux contenus de témoignages livrés dans des groupes de parole.

Ce caractère collaboratif et dynamique a des dimensions normatives qui permettent, elles aussi, de distinguer les savoirs expérientiels des données de l'expérience vécue, aussi riches soient-elles : en effet, tandis que l'on conviendra que toute expérience vécue est légitime et vaut autant qu'une autre, tous les savoirs expérientiels ne se valent pas. Borkman suggérait déjà en ce sens de faire une distinction entre les *savoirs expérientiels* et l'*expertise expérientielle* ou encore les *savoirs expérientiels* « *profonds* » (Borkman, 1976; Noorani, Karlsson et Borkman, 2019). Si chacun, confronté au même type de situation, peut disposer *ipso facto* d'une forme minimale de connaissance (à commencer par la familiarité avec la situation en question ou l'anticipation correcte des difficultés susceptibles de surgir), tout le monde n'a pas la même capacité à intégrer harmonieusement des informations de nature variée, la même ingéniosité dans l'élaboration de solutions ou la même habileté à les mettre en œuvre. Sans exclure la possibilité que des individus puissent se révéler de meilleurs agents épistémiques que d'autres, il faut aussi considérer que, même au sein d'un groupe d'entraide ou de pairs, certains peuvent bénéficier de circonstances plus favorables à l'exercice de l'esprit d'initiative et de la curiosité : avoir du temps, être dans une situation financière ou familiale stable, avoir reçu une éducation, etc. ; tout cela n'est sans doute pas absolument déterminant, mais contribue à forger des circonstances propices à l'élaboration de savoirs expérientiels de qualité. Enfin, des membres d'un groupe peuvent, à bon droit, s'identifier ou être reconnus par les autres comme des personnes qui sont parvenues à surmonter des difficultés particulières ou qui ont franchi une étape importante sur le chemin du rétablissement, entre autres parce qu'ils sont membres du groupe depuis plus longtemps. Comme dans de nombreuses professions (artisans, juges, ou encore cliniciens), les plus expérimentés sont ceux à qui l'on témoignera légitimement le plus de confiance, surtout lorsqu'on est un nouveau venu.

S'il n'y a généralement pas de hiérarchie institutionnalisée au sein des groupes d'entraide, les savoirs qui s'y construisent et s'y partagent ne sont pas tous de même valeur et ne sont d'ailleurs pas traités comme tels par les parties prenantes. Autrement dit, même parmi des pairs dont les contributions sont toujours bienvenues, l'autorité épistémique peut être distribuée de manière inégale et pour de bonnes raisons. Le bon fonctionnement de la communauté épistémique que constitue le groupe suppose l'adhésion à un certain nombre de règles, qui peuvent être largement non écrites et plus ou moins strictes, mais qui n'en existent pas moins et sont nécessaires pour que des savoirs expérimentiels puissent émerger et être partagés : cela va de la fréquence et de la durée des rencontres ou de leur modalité (en personne ou en ligne) à la manière d'organiser les tours de parole et aux types de comportement ou de propos considérés comme acceptables ou non. Diverses vertus épistémiques et affectives, telles que l'écoute, le respect, l'empathie, l'originalité, l'ouverture d'esprit ou l'humilité intellectuelle, peuvent ainsi être encouragées, de même que la confiance et la déférence à l'égard de ceux qui le méritent. Cette autorité de certains par rapport aux autres peut découler, non pas de leur érudition ou de leur statut socioprofessionnel, mais plutôt de compétences métacognitives construites de manière réflexive, sur, par exemple, la meilleure manière de poser ou d'appréhender les problèmes, de s'assurer que chacun ait pu se faire entendre ou encore d'arbitrer les éventuels désaccords. Comme le soulignait Borkman, l'adhésion aux groupes d'entraide est généralement libre et gratuite : certains d'entre eux se développent, voire essaient, tandis que d'autres périssent rapidement faute de membres ou d'engagement de la part de ceux-ci. Cela peut naturellement s'expliquer par d'autres raisons que la qualité des savoirs expérimentiels qu'on y trouve, mais il semble raisonnable de penser qu'elle y joue également un rôle.

Les savoirs expérimentiels sont un phénomène dont l'investigation est particulièrement pertinente pour une discipline qui, comme

l'épistémologie sociale, s'intéresse aux conditions normatives de la production et de la diffusion des savoirs en général et qui s'efforce de déterminer ce qui est susceptible de les faciliter ou, au contraire, de les entraver. Certes, ces savoirs sont de nature très diverse, mais ils tirent une grande partie de leur autorité (par contraste, notamment, avec les savoirs professionnels) de leur caractère « prêt à l'emploi » et de leur capacité à répondre, sinon entièrement du moins directement, aux besoins particuliers des personnes en tant que sujets pensant, éprouvant et agissant en contexte. On voit mal comment de tels savoirs pourraient être tirés par un individu isolé à partir de sa seule expérience. S'ils mettent bien en jeu une part de subjectivité, leur force tient aussi, et peut-être surtout, au fait qu'ils dépassent le point de vue de l'agent : ils sont élaborés par et pour une communauté et répondent à des normes qui doivent être partagées, concernant, entre autres, ce qui compte, ou non, comme un savoir ou une compétence désirable. Par conséquent, leur autorité est mixte : elle découle en partie de l'expérience immédiate et personnelle, mais elle ne s'impose réellement qu'à partir du moment où une communauté reprend, corrige et approfondit les leçons ainsi tirées de l'expérience. Cette communauté regroupe des individus qui font face à des situations comparables et qui choisissent de s'appuyer sur leurs pairs pour élaborer, de manière autonome mais collective, des moyens d'améliorer leur quotidien. Ce caractère constitutivement social est par ailleurs ce qui permet de rendre compte de la dimension souvent politique que les savoirs expérientiels, parfois qualifiés de « profanes », peuvent aussi manifester, et des relations complexes qu'ils entretiennent avec les figures traditionnelles et institutionnelles du savoir et de l'expertise (Mazanderani *et al.*, 2020).

Enjeux épistémologiques, sociaux et politiques

Prima facie, les savoirs expérientiels n'ont rien d'exclusif : comme l'histoire des sciences, et notamment de disciplines comme l'astro-

nomie, l'anthropologie ou la botanique, le met en évidence, bien des contenus et des méthodes que nous qualifions aujourd'hui sans hésiter de scientifiques ont d'abord été élaborés ou mis au point par des « amateurs » (Mahr, 2021). Aujourd'hui encore, de nombreuses initiatives de science dite « participative » reposent sur l'idée que la collaboration du public est susceptible d'enrichir la connaissance scientifique. Dans le champ de la santé en particulier, les pouvoirs publics de nombreux pays occidentaux ont pris le parti, à la fin des années 1990, sous l'influence de plusieurs associations de patients, de réformer les systèmes de soins afin qu'ils soient centrés non plus sur la maladie, mais sur les personnes malades, ce qui nécessite d'accorder beaucoup plus d'attention à leur expérience et à leur avis concernant la manière dont ils composent avec la maladie, les traitements et leurs répercussions sur leur vie en général (Richards *et al.*, 2013). Sur le plan épistémologique, cela a permis, au moins dans une certaine mesure, de repérer des angles morts dans la connaissance et la pratique médicale, comme les biais liés au genre, à la race, à l'âge ou au statut économique et social, etc., et d'essayer d'y remédier. En un mot, l'idée générale était qu'une meilleure prise en considération de la perspective des patients et des usagers des systèmes de soins conduirait à une amélioration significative de la qualité et de l'efficacité des soins.

Le paradigme de la médecine centrée sur le patient entend se substituer au paradigme paternaliste largement dominant jusqu'ici et, ce faisant, rétablir l'équilibre des pouvoirs entre ceux qui demandent et reçoivent des soins et ceux qui les prodiguent. On présuppose alors généralement que la perspective des patients peut avantageusement mais aussi assez facilement compléter et enrichir celle des professionnels de la biomédecine. C'est dans cette optique que la notion de savoirs expérientiels est aujourd'hui fréquemment mobilisée, notamment dans les sciences de l'éducation pour les programmes d'éducation thérapeutique (Tourette-Turgis, 2015) et dans les initiatives visant à promouvoir l'idéal d'une démocratie sanitaire

(Gross, 2018). Or de nombreux chercheurs en sciences sociales n'ont pas manqué de relever qu'il est en réalité loin d'aller de soi que les savoirs expérimentiels des patients et les savoirs professionnels puissent s'intégrer sans heurts, pour des raisons à la fois épistémologiques et sociopolitiques. Autrement dit, l'expertise des patients – s'il y en a une – se présente davantage comme une contre-expertise que comme une simple expertise complémentaire à l'expertise professionnelle.

Historiquement, en effet, le rapport des savoirs expérimentiels avec les savoirs professionnels a souvent été de nature critique et contestataire, si bien qu'il semble difficile d'en saisir la nature en faisant abstraction du contexte militant et de lutte politique dans lequel ils ont été élaborés (Godrie, 2021). Le cas des mouvements associatifs s'opposant à la médicalisation de certains problèmes (psychologiques, cognitifs ou physiques) est à cet égard exemplaire. De manière encore plus frappante, un certain nombre de personnes aux prises avec des troubles de santé mentale s'attribuent le statut de « survivantes », non pas parce qu'elles parviendraient à bien vivre avec la maladie mentale, mais parce qu'elles estiment être d'abord parvenues à survivre aux traitements et aux violences que l'institution médicale, et psychiatrique en particulier, a pu leur infliger : hospitalisations sous contrainte, traitements aux lourds effets secondaires, violence des thérapies de « conversion » pour les homosexuels, etc. (Faulkner, 2017; Engel *et al.*, 2021). De même, plusieurs associations de patients intersexes militent contre les mutilations génitales qui sont encore trop souvent pratiquées sur les enfants naissant avec cette spécificité. Plus largement, on discute âprement de la question de savoir si le fait de présenter un handicap physique, moteur ou cognitif constitue en soi un problème médical, ou si la situation de la personne handicapée ne découle pas plutôt de standards sociaux injustes qui définissent ce qu'est un individu normal ou déviant. Inversement, des personnes militent pour que ce qui leur arrive soit bien reconnu comme une maladie plutôt que comme une défaillance morale individuelle ou comme la manifestation de

troubles psychiatriques (syndrome de fatigue chronique, endométriose, hypersensibilité aux ondes, etc.). Dans tous ces cas, ce qui est en jeu est une réattribution de l'autorité épistémique, du savoir institutionnel et de la figure traditionnelle des experts vers les savoirs expérientiels et les personnes directement concernées.

Borkman n'avait pas manqué de relever, dès 1976, que les prétentions thérapeutiques et épistémologiques des groupes d'entraide et de pairs, dont sont en principe exclus les professionnels, sont la cible de nombreuses critiques de la part de ces derniers. Pour un certain nombre de professionnels de la santé, en effet, les savoirs expérientiels relèvent de l'amateurisme, voire du charlatanisme, et constituent une menace pour la santé de qui les fréquente (Weiste, Stevanovic et Uusitalo, 2022). La question de la validation des savoirs expérientiels et des pouvoirs que l'on peut en tirer est ainsi de nature aussi sociale et politique qu'épistémologique. En médecine, en particulier, titre et droit d'exercice ne sont accordés qu'au terme d'une formation longue et exigeante, sanctionnée par de nombreux examens et évaluations pratiques. Les ordres professionnels (comme l'Ordre des psychologues ou le Collège des médecins du Québec) et les comités de traitement des plaintes des usagers sont aussi des instances qui jouent un important rôle de contrôle et de régulation auprès des professionnels. De manière générale, l'autorité d'un expert dépend étroitement de la légitimité des dispositifs institutionnels au sein desquels cette autorité est conférée et exercée. L'université, l'hôpital, le ministère de la Santé et des Services sociaux, les comités internationaux, les régimes de sécurité sociale, etc., sont les lieux privilégiés de l'articulation entre savoir et pouvoir théorisée par Michel Foucault. Dans cette veine, on peut considérer aujourd'hui qu'en revendiquant pour elle-même le privilège de pouvoir statuer, même provisoirement, sur ce qui est normal ou pathologique, médical ou social, imputable ou non à l'individu et à son choix de « mode de vie », la médecine contemporaine fondée sur les données probantes prescrit des normes épistémologiques qui excluent en principe tout régime

de vérité concurrent, notamment celui dans lequel s'inscrivent les savoirs expérientiels (Blais, 2006). C'est alors essentiellement en réaction contre le poids et le pouvoir de contrainte de l'autorité institutionnelle que des groupes d'individus réclament la reconnaissance de leurs savoirs et de leurs expériences et entendent protéger leur autonomie.

Cependant, on ne saurait non plus réduire les savoirs expérientiels à la seule expression des valeurs et des choix de vie des personnes concernées, ainsi qu'elles sont, par exemple, invitées à les manifester dans les formulaires de consentement médical. Cela reviendrait à négliger leur valeur proprement épistémologique. Autrement dit, la reconnaissance des savoirs expérientiels peut certes soutenir l'exigence éthique que toute décision de soins et de services soit partagée entre ceux qui les prodiguent et ceux qui les reçoivent, mais cette reconnaissance ne se limite pas à cela. Elle implique aussi de prendre en considération le contenu des savoirs expérientiels, ce qui permettrait de corriger les représentations inadéquates et les présupposés contestables qui, parfois, sous-tendent les décisions de soin. Par exemple, on pourrait, théoriquement, consentir librement à recevoir un « traitement contre l'homosexualité », mais la prémisse selon laquelle l'homosexualité est une maladie étant fausse, le consentement – même libre – n'est pas correctement informé. En remettant en cause les préjugés et les stéréotypes (de genre, de race, d'orientation sexuelle, d'âge, etc.) qui les affectent, de même qu'en s'interrogeant sur les pratiques et en proposant des options, les personnes porteuses de savoirs expérientiels contribuent bien à enrichir la connaissance, cette fois de manière générale. Leur apport permet une meilleure cartographie de ce qui est, mais aussi de ce qui demande encore à être connu, par qui ou par quelle méthode. C'est ce que l'action des organisations militantes de personnes vivant avec le VIH a mis en évidence de manière particulièrement éclatante dans les années 1990, tout comme celle de plusieurs mouvements de défense des droits des

personnes en situation de handicap, sous le slogan « *Nothing about us without us* ».

* * *

À la lumière de ce que nous venons d'exposer, il semble que l'on ne puisse que se féliciter du tournant politique qui a conduit, à la toute fin du siècle dernier, les pouvoirs publics de nombreux pays à inscrire dans la loi l'obligation d'inclure les patients et les usagers à tous les étages de ce qu'on espère devenir une véritable démocratie sanitaire. Ceux-ci sont de plus en plus fréquemment invités à jouer un rôle actif de partenaires et plus seulement celui, passif, de bénéficiaires, aussi bien dans le cadre de leur propre prise en charge que, plus largement, dans l'élaboration des orientations de la recherche ou de l'administration des établissements de santé et de services sociaux (voir le chapitre de É. Montpetit et A. Lemor). Cette évolution est largement tributaire de la légitimité désormais accordée aux savoirs expérientiels, à leur valeur probante et à leur utilisation comme preuves à l'appui de certaines transformations cliniques ou politiques.

Les initiatives de cette nature ne sont cependant pas sans donner lieu à des tensions parfois vives. Elles obligent à nous demander si, et à quel prix, les savoirs expérientiels peuvent être réellement mis au service d'institutions, de structures d'attribution de la connaissance et du pouvoir, qui sont précisément celles contre lesquelles elles avaient été initialement conçues (Godrie, 2021; Akrich et Rabeharisoa, 2023; Noorani, Karlsson et Borkman, 2019).

Références

Akrich, Madeleine et Vololona Rabeharisoa, « On the Multiplicity of Lay Expertise: An Empirical and Analytical Overview of Patient Associations' Achievements and Challenges », Gil Eyal et Thomas Medvetz (dir.), *The Oxford Handbook of Expertise and Democratic Politics*, p. 103-133, 2023.

- Blais, Louise, « Savoir expert, savoirs ordinaires : qui dit vrai ? Vérité et pouvoir chez Foucault », *Sociologie et sociétés*, vol. 38, n° 2, p. 151-163, 2006.
- Borkman, Thomasina, « Experiential Knowledge: A New Concept for the Analysis of Self-Help Groups », *Social Service Review*, vol. 50, n° 3, p. 445-56, 1976.
- Carel, Havi, *Phenomenology of Illness*, London, Oxford University Press, 2016.
- Engel, Céline, Philippe Maugiron et Olivia Gross, « Sur la contention et la contrainte en psychiatrie. Évolution des idéologies, des lois et des pratiques », *Pratiques en santé mentale*, vol. 67, n° 4, p. 93-100, 2021.
- Epstein, Steven, « The Meaning and Significance of Lay Expertise », Gil Eyal et Thomas Medvetz (dir.), *The Oxford Handbook of Expertise and Democratic Politics*, p. 76-102, 2023.
- Faulkner, Alison, « Survivor research and Mad Studies: the role and value of experiential knowledge in mental health research », *Disability & Society*, vol. 32, n° 4, p. 500-520, 2017.
- Godrie, Baptiste, « Extractivisme des savoirs expérientiels et intégration des usagers. Une analyse critique à la lumière du modèle écologique des savoirs dans le champ de la santé mentale », *Participations*, vol. 30, n° 2, p. 249-273, 2021.
- Gross, Olivia, « La démocratie en santé : avec ou sans représentants d'usagers ? », Karine Lefeuve et Ollivier, Roland (dir.), *La démocratie en santé en question(s)*, Paris, Presses de l'EHESP, p. 33-43, 2018.
- Mazanderani, Fadhila, Tehseen Noorani, Farzana Dudhwala et Zara T. Kamwendo, « Knowledge, evidence, expertise ? The epistemics of experience in contemporary healthcare », *Evidence & Policy*, vol. 16, n° 2, p. 267-284, 2020.
- Mahr, Dana, *The Knowledge of Experience - Exploring epistemic diversity in digital health, participatory medicine, and environmental research*, Singapore, Palgrave Macmillan, 2021.
- Noorani, Tehseen, Magnus Karlsson et Thomasina Borkman, « Deep experiential knowledge: reflections from mutual aid groups for evidence-based practice », *Evidence & Policy*, vol. 15, n° 2, p. 217-234, 2019.
- Peirce, Charles S., « Comment rendre nos idées claires », *Pragmatisme et Pragmaticisme*, traduction et édition établie par C. Tiercelin et P. Thibaud, Paris, Cerf, p. 241-260, 2002 [1879].
- Richards Tessa, Victor M. Montori, Fiona Godlee, Peter Lapsley et Dave Paul, « Let the Patient Revolution Begin », *British Medical Journal*, 14 mai 2013.
- Tourette-Turgis, Catherine, *L'Éducation thérapeutique du patient. La maladie comme occasion d'apprentissage*, Louvain-la-Neuve, De Boeck Supérieur, 2015.
- Weiste, Elina, Melisa Stevanovic et Lise-Lotte Uusitalo, « Experiential expertise in the co-development of social and health-care services: Self-promotion and self-dismissal as interactional strategies », *Sociology of Health & Illness*, vol. 44, p. 764-780, 2022.

12 Croyances religieuses et justification publique

Gilles Beauchamp et Maëlle Turbide

La religion est parfois présentée comme le lieu d'opinions personnelles, qui échappent à la discussion ou qui sont impossibles à discuter. Pourtant, les débats théologiques ou la mobilisation de la religion dans le débat public nous forcent à aborder de manière raisonnée les désaccords sur le religieux. Pour y arriver, il est utile de mieux comprendre la riche tradition philosophique qui s'intéresse depuis des millénaires à la rationalité des croyances religieuses et de prêter attention à l'importante discussion, en philosophie politique, au sujet de l'admissibilité des raisons religieuses dans la justification publique.

Les preuves classiques de l'existence de Dieu

Dans la tradition occidentale, la croyance en un Dieu omniscient, omnipotent, parfaitement bon et créateur de l'univers, tel que le représentent les trois grandes religions monothéistes, a imprégné la réflexion philosophique. La justification rationnelle de la croyance en Dieu est un thème central qui a historiquement occupé une place importante dans les débats intellectuels. Ce thème a été particulièrement à l'avant-scène au Moyen Âge et au début des Lumières. Plusieurs auteurs de cette période s'inscrivent dans le cadre de la

théologie naturelle, qui fixe pour but d'utiliser les facultés dont l'être humain est naturellement doté – telles que la raison, les sens et l'introspection – pour examiner les questions en lien avec la divinité. Ce courant a formulé trois types de preuves classiques de l'existence de Dieu : les arguments ontologique, téléologique et cosmologique. Ces arguments, qui visent à démontrer l'existence de Dieu de manière rationnelle, ont façonné une part importante de la pensée en théologie et en philosophie de la religion. Ils continuent d'avoir une certaine influence aujourd'hui, même s'ils ont fait l'objet de nombreuses critiques.

C'est Anselme de Cantorbéry qui a popularisé l'argument ontologique au ^x^e siècle, repris de diverses manières selon les époques, notamment par Descartes qui justifiait l'existence de Dieu à partir de l'idée même de Dieu. On qualifie d'ontologique cet argument, car sa justification repose sur la définition même de ce qu'est l'être (*ontos*) de Dieu. On peut résumer de la façon suivante l'argument qu'a formulé saint Anselme :

1. Dieu est une chose telle que rien de plus grand ne peut être pensé.
2. Cette chose existe dans l'intellect de toute personne qui comprend cette chose, y compris dans l'intellect de l'athée.
3. Or, cette chose ne peut exister seulement dans l'intellect puisque, si c'était le cas, on pourrait penser plus grand que cette chose, à savoir une chose qui existe à la fois dans l'intellect et dans la réalité.
4. Mais penser plus grand que cette chose est impossible.
5. Cette chose existe donc à la fois dans l'intellect et dans la réalité, c'est-à-dire que Dieu existe réellement.

Les arguments cosmologiques, eux, tentent de prouver l'existence de Dieu à partir d'observations concernant la causalité. Une prémisses centrale de ce type d'argument s'appuie sur l'impossibilité d'une régression à l'infini dans la chaîne causale, ce qui conduit à la

conclusion qu'il existe une cause première (qui est elle-même incausée) à l'univers (*kosmos*), que l'on nomme Dieu. Dans la tradition occidentale, ce type d'argument remonte à Aristote, qui concluait à l'existence d'un premier moteur qui n'est pas lui-même mû. Thomas d'Aquin, qui s'inspire de l'aristotélisme, développera des arguments de ce type, qui marqueront la théologie chrétienne du Moyen Âge. Un des arguments thomistes se décline comme suit :

1. On constate, dans le monde sensible, un enchaînement de causes à effet.
2. Il n'est pas possible de remonter à l'infini dans l'ordre des causes.
3. Il faut donc nécessairement supposer une cause première, que tous appellent Dieu.

Quant à l'argument téléologique, aussi appelé argument du dessein divin, il explique l'existence de Dieu par la complexité et l'ordre du monde. Il en existe plusieurs variantes. En voici une, qui procède par analogie :

1. Certaines entités de la nature ont des caractéristiques semblables à des créations humaines (par exemple, une machine).
2. Ces créations humaines ont ces caractéristiques parce qu'elles sont le résultat d'un dessein intentionnel, d'une agentivité humaine intelligente.
3. Des effets semblables ont normalement des causes semblables.
4. Par conséquent, il est hautement probable que certaines entités de la nature aient des caractéristiques semblables à des créations humaines parce qu'elles sont le résultat d'un dessein intentionnel, d'une agentivité intelligente semblable à l'agentivité humaine (Ratzsch et Koperski, 2019).

L'objection évidentialiste ou l'insuffisance des preuves classiques

Depuis l'époque des Lumières, ces preuves classiques de l'existence de Dieu sont jugées insuffisantes sur la base d'objections dites « évidentialistes ». L'évidentialisme (du terme anglais *evidence* qui signifie « preuve ») pose qu'une croyance est justifiée de manière proportionnelle aux preuves que l'on possède pour la vérité de la proposition en question. Il est donc rationnel de croire une proposition avec une pleine confiance si et seulement si les preuves pour la soutenir sont concluantes. De plus, et peut-être surtout, les preuves qu'exige l'évidentialisme pour justifier des croyances doivent être indépendantes de ces dernières. Les propositions religieuses requièrent donc des preuves non religieuses. Le contenu spécifiquement religieux (par exemple, la Trinité) ou l'expérience mystique (par exemple, ressentir la présence de Dieu) ne peuvent pas servir à la justification évidentialiste d'une croyance religieuse.

Généralement, pour être valide, une preuve évidentialiste doit satisfaire au moins un de ces trois critères : elle doit être évidente pour les sens, évidente en elle-même ou être issue de la mémoire ou de l'introspection. Les preuves classiques de l'existence de Dieu ne répondent pas à ces critères évidentialistes. L'existence de Dieu n'est pas évidente pour les sens, puisque, par définition, la notion de Dieu transcende le monde matériel et les sens. Elle n'est pas non plus évidente en elle-même, puisqu'une compréhension de la notion de Dieu n'entraîne pas une croyance automatique en son existence. En effet, plusieurs ne croient pas en Dieu même s'ils en comprennent la notion. Enfin, la justification de la croyance en Dieu ne peut pas non plus provenir de l'introspection ou de la mémoire, étant donné qu'on écarte d'emblée tout contenu religieux ou mystique. Les croyances religieuses étant justifiées de manière proportionnelle aux preuves disponibles, qui sont non concluantes et non certaines, les tenants de l'évidentialisme affirment donc qu'il n'est pas justifié pour une personne d'avoir une pleine confiance en ses croyances religieuses.

Cette objection évidentialiste a transformé l'épistémologie de la religion en introduisant de nouvelles exigences à la justification des croyances. Dans la foulée, les débats contemporains continuent de porter principalement sur ce qui peut se qualifier comme une preuve permettant la justification des croyances religieuses.

Les preuves du théïsme évidentialiste contemporain

Certains auteurs théïstes contemporains ont cherché à fournir le type de preuves nécessaires à la justification d'une croyance religieuse sur des bases évidentialistes. William Lane Craig a, par exemple, repris une des preuves classiques de l'existence de Dieu en affirmant qu'il existe des preuves suffisantes pour justifier une croyance rationnelle en Dieu, même si on ne peut avoir une pleine confiance dans cette croyance. Craig (1979) a ainsi développé une nouvelle version de l'argument cosmologique, en tentant de démontrer la nécessité d'un début à l'univers avec une preuve rationnelle fondée sur une théorie de la causalité. La justification de la croyance en Dieu s'en trouve déduite de prémisses qui sont elles-mêmes justifiées selon les critères évidentialistes.

D'autres ont plutôt proposé de nouveaux types d'arguments non démonstratifs à propos de l'existence de Dieu. On considère généralement que ces auteurs fournissent des conclusions probables mais non convaincantes, car ils attribuent un haut degré de confiance à la croyance en Dieu. C'est le cas de Basil Mitchell (1973) qui, avec son approche de preuve par cumul, soutient que le poids cumulatif de plusieurs arguments convergents doit être pris en considération dans la justification rationnelle de la croyance en Dieu. Richard Swinburne (2004) fait appel, quant à lui, à une logique inférentielle et probabiliste menant à ce qu'il estime être la meilleure explication de l'existence de l'univers, c'est-à-dire l'existence de Dieu.

Le rejet des preuves de type évidentialiste

D'autres auteurs, s'inscrivant dans le courant de l'« épistémologie réformée », rejettent carrément l'évidentialisme. Ils affirment que la croyance religieuse peut être rationnelle sans recourir à des preuves ou à des arguments. Ces auteurs s'inspirent de critiques de l'évidentialisme provenant du champ général de l'épistémologie, qui accusent notamment l'évidentialisme de mettre à risque la justification d'un grand nombre de croyances ordinaires et de ne pas répondre à ses propres critères, puisqu'il n'existe aucune preuve pour justifier l'évidentialisme.

Les tenants de l'« épistémologie réformée » proposent plutôt une manière alternative de concevoir la justification de la croyance. Ils invitent à considérer la justification de la croyance comme le produit d'un processus fiable pour atteindre la vérité et éviter l'erreur, et ce, peu importe si la personne détient ou non une preuve à l'appui de sa croyance. Par exemple, on considère normalement que les sens constituent des moyens fiables pour produire des connaissances ordinaires : il est justifié de croire que son ami est devant soi si on le voit entrer dans la pièce, puisque le sens de la vue est un moyen normalement fiable pour atteindre la vérité et éviter l'erreur ; il n'est pas nécessaire de justifier cette croyance en cherchant une preuve indépendante du sens de la vue. Les auteurs du courant de l'épistémologie réformée appliquent ce type de raisonnement au cas de la croyance religieuse : celle-ci n'a pas besoin de preuves de type évidentialiste pour être rationnelle, car elle peut se justifier par l'expérience religieuse elle-même, qui résulte d'un mécanisme fiable de perception du divin. Il s'agit d'une stratégie défensive qui n'offre aucune raison positive à la croyance religieuse, mais qui l'estime justifiée *prima facie*. Même dans ce cas, cependant, pour qu'une croyance se voie accorder le statut de connaissance, elle doit néanmoins répondre rationnellement aux objections qui lui sont adressées.

Auteur majeur de ce courant, Alvin Plantinga considère la croyance en Dieu comme une croyance de base et une fonction naturelle de la condition humaine. Il s'appuie sur l'idée, héritée du réformateur protestant Jean Calvin, selon laquelle chaque individu possède un sens du divin (*sensus divinitatis*). Plantinga qualifie ce sens du divin de faculté naturelle qui donne accès à une croyance de base en Dieu, de la même manière qu'on peut envisager une croyance ordinaire dérivée d'une expérience sensible comme une croyance de base qui n'a pas besoin de justification supplémentaire. On considère ainsi la connaissance de Dieu comme une connaissance de base au même titre que notre connaissance ordinaire des autres ou du monde physique.

Dans la même veine, William Alston affirme que les êtres humains ont la faculté de percevoir Dieu directement et que la connaissance de Dieu est une connaissance perceptuelle directe qui s'acquiert par l'expérience religieuse. Il élabore une théorie des mécanismes de formation de croyances qui explique comment les êtres humains se fient à leurs perceptions pour connaître le monde. Il avance que des croyances formées à partir d'une expérience religieuse sont d'emblée aussi justifiées que d'autres croyances reposant sur la perception par les sens. Selon lui, la croyance en Dieu peut être justifiée sur la base de pratiques perceptuelles qui ont par ailleurs survécu à l'épreuve du temps en produisant des ensembles cohérents de croyances.

Alors qu'ils défendent une croyance spécifiquement chrétienne, Alston et Plantinga reconnaissent tous les deux qu'on peut utiliser leurs théories pour justifier plusieurs autres types de croyances religieuses. Cependant, même si l'on reconnaît que ces efforts de justification des croyances religieuses atteignent un certain succès, le pluralisme religieux et le désaccord qui en résulte posent un problème sérieux aux théoriciens en épistémologie de la religion.

Le problème du désaccord en épistémologie de la religion

Le problème du désaccord devient incontournable lorsqu'il oppose des personnes qui sont dans une situation de relative symétrie ou d'équivalence quant à leurs capacités cognitives et quant à leur familiarité avec l'ensemble des éléments de preuve pertinents, c'est-à-dire lorsque le désaccord survient entre pairs épistémiques. Sur le plan de l'acquisition et du maintien de la croyance religieuse, le problème du désaccord se pose ainsi : quelles sont donc les exigences de la rationalité lors d'un désaccord à propos d'une question religieuse entre deux parties qui se considèrent comme des pairs épistémiques (Lackey, 2014) ? On peut apporter deux réponses principales à ce problème, qui n'est pas propre au désaccord religieux : la position conformiste et la position non conformiste.

Selon la position *conformiste*, dans le cas d'un désaccord entre pairs épistémiques, à moins qu'un des deux n'ait une raison indépendante du désaccord lui-même pour préférer sa croyance, aucune partie ne peut rationnellement maintenir sa croyance alors que son pair épistémique croit explicitement le contraire (*ibid.*). Le désaccord n'est donc jamais raisonnable. Face au désaccord, le conformisme exige la révision de la croyance, la suspension du jugement ou, minimalement, une diminution du degré de certitude envers la croyance concernée. Ainsi, pour les conformistes, le désaccord entre pairs épistémiques pose un sérieux problème pour la justification des croyances religieuses. Par exemple, il n'est pas plus justifié de croire les principes d'une religion plutôt que d'une autre, tout comme il n'est pas plus justifié de croire que de ne pas croire en Dieu.

Selon la position *non conformiste*, il est rationnel de continuer à croire une proposition même si un pair épistémique croit explicitement le contraire, et ce, sans être en possession d'une raison indépendante au désaccord lui-même pour préférer sa propre croyance (Lackey, 2014). Les non-conformistes expliquent leur position en invoquant plusieurs raisons. Certains considèrent qu'il est justifié d'accorder un plus grand poids à nos propres croyances, soit simple-

ment parce qu'elles sont nôtres ou parce qu'elles sont le résultat de raisonnements corrects. La sous-détermination, c'est-à-dire lorsqu'un ensemble d'éléments de preuve peut rationnellement mener à l'adoption de plus d'une croyance, est une autre raison sur laquelle peut s'appuyer une position non conformiste (voir le chapitre de M. Kao). Par exemple, si nous étions en situation de sous-détermination quant à la question de l'existence de Dieu, il pourrait être tout aussi rationnel de croire que de ne pas croire à l'existence de Dieu lorsque l'on considère l'ensemble des éléments de preuve. Ainsi, le non-conformisme ne requiert ni ajustement des croyances, ni diminution de la confiance en celles-ci, ni suspension de jugement face au désaccord avec un pair épistémique.

Le vivre-ensemble à l'épreuve du désaccord religieux

Les désaccords profonds sur les questions religieuses se transposent dans l'espace public et présentent un défi pratique pour l'élaboration de politiques publiques qui permettent le vivre-ensemble de gens ayant des conceptions parfois diamétralement opposées de la vie bonne. Qu'est-ce que cela implique pour la recevabilité des raisons religieuses dans le débat public ? Celles-ci pourraient-elles jouer un rôle dans la justification de politiques publiques ?

Ces questions sont largement débattues dans les travaux sur le libéralisme en philosophie politique, où l'on s'accorde généralement pour dire que les lois et les politiques publiques doivent pouvoir être rationnellement justifiées auprès de ceux qui y sont soumis : c'est l'idée de la justification publique. Cette exigence de justification publique découle de la conception d'une société composée de citoyens libres, égaux et souverains. Plusieurs penseurs libéraux proposent la *raison publique* comme mode de raisonnement qui permettrait d'atteindre une justification publique. La raison publique exige que les raisons fournies pour justifier les lois qui gouvernent la vie en commun soient acceptables aux yeux de tous

ceux qui y sont soumis. Cet idéal de la raison publique a été largement compris comme exigeant une forme d'exclusion des raisons religieuses, soit au niveau institutionnel ou au niveau individuel, sous forme de retenue lorsque les citoyens participent à la discussion publique. Mais l'exclusion des raisons religieuses peut être plus ou moins stricte en fonction des critères qui la justifient. Il existe une variété de positions possibles sur l'exclusion ou l'inclusion des raisons religieuses dans l'espace public. Nous entendons par « raison religieuse » toute raison qui s'appuie sur du contenu religieux ou qui le mobilise. Par exemple, un organisme communautaire d'inspiration religieuse qui contribue à la justice sociale en y voyant l'expression de l'amour de Dieu s'appuierait sur une raison religieuse. Une opposition à la guerre motivée par un pacifisme religieux serait aussi un exemple de raison religieuse. Finalement, concevoir les droits humains comme découlant de la loi divine renvoie aussi à une raison religieuse mobilisée dans l'espace public.

L'exclusion des raisons religieuses au profit de la raison séculière

Premièrement, on pourrait prôner une exclusion stricte des raisons religieuses de l'espace public. Cette exclusion n'a pas nécessairement besoin d'être encadrée par la loi, mais elle peut s'opérer par une forme de retenue de la part des citoyens religieux. Ainsi, un citoyen religieux qui souhaite remplir son rôle de citoyen de façon vertueuse en témoignant à tous du respect, sans égard à leurs préférences religieuses, appuiera des lois et des politiques publiques, et particulièrement celles qui sont coercitives – c'est-à-dire qui limitent nos libertés – à l'aide de raisons que n'importe quel citoyen adulte et rationnel pourra accepter comme suffisantes et convaincantes. Ces raisons sont les raisons séculières. Les raisons religieuses, quant à elles, ne sauraient accéder à une large acceptabilité dans une société pluraliste.

Robert Audi défend une telle position. Son analyse repose sur une distinction entre les différentes sources d'obligations, qui peuvent être religieuses (par exemple, les écritures sacrées, les autorités ecclésiastiques, l'expérience religieuse, la théologie naturelle, etc.) ou séculières (c'est-à-dire tout ce qui n'est pas religieux). Ces sources sont multiples, logiquement indépendantes et parfois conflictuelles. Selon Audi, une personne religieuse, mûre et rationnelle vivant dans une démocratie libérale cherchera un certain équilibre réflexif entre ses attitudes et croyances provenant de sources d'obligations religieuses et celles provenant de sources séculières. Il arrive aussi parfois qu'un ensemble de raisons religieuses et un ensemble de raisons séculières soient tous deux suffisants pour la justification d'un principe moral, par exemple l'importance de ne pas mentir. C'est ce qu'Audi appelle la surdétermination des obligations, ce qui se produit lorsque les obligations sont justifiées plus d'une fois par des sources indépendantes.

L'existence de ces différentes sources d'obligations montre la possibilité, pour le citoyen, de faire une distinction entre les raisons religieuses et celles qui ne le sont pas. Cela lui permet d'opérer, sur le plan individuel, une certaine séparation entre le religieux et le séculier, semblable à celle que l'on retrouve dans l'appareil institutionnel dans les sociétés laïques.

Audi propose un principe de justification séculière pour guider un individu qui se conforme à la vertu civique. Ce principe de justification séculière pose « qu'un individu a une obligation *prima facie* de ne pas promouvoir et de ne pas soutenir une loi ou une politique publique qui restreindrait la conduite humaine, à moins que l'individu ait, et soit disposé à offrir, une raison séculière pour sa promotion ou son soutien » (Audi, 1997, p. 25 ; notre traduction). En d'autres termes, aucun citoyen ne peut soutenir ou promouvoir une loi ou une politique publique *uniquement* au nom de raisons religieuses. Néanmoins, l'individu est libre d'avoir des raisons religieuses *en plus* de raisons séculières suffisantes pour justifier son

soutien à la loi ou à la politique publique en question. Les obligations de cet individu seraient donc surdéterminées dans ce cas de figure puisque la justification de son soutien émane de plusieurs sources.

Qu'advierait-il d'une personne qui n'a que des raisons religieuses à donner dans le débat public à propos des principes régissant la vie commune ? Serait-elle simplement exclue de la discussion ? Le principe de justification séculière d'Audi ne l'exclut pas, mais exige que ses raisons religieuses soient invoquées d'une façon particulière. Cette personne peut indiquer comment ses raisons religieuses orientent ses opinions, mais elle ne peut pas formellement appuyer de lois qui limitent la conduite humaine en vertu de ces raisons.

L'inclusion des raisons religieuses sans restriction

À l'autre extrémité du spectre, on pourrait n'imposer aucune restriction quant à la mise en avant de raisons religieuses dans l'espace public. Les raisons des citoyens, qu'elles soient religieuses ou non, seraient ainsi les bienvenues dans la discussion publique, même sans équivalent séculier. Accueillir les raisons des citoyens dans leurs complexités, et peu importe leur nature, serait une manifestation de respect dans une société où l'on se traite comme des individus libres et égaux.

Nicholas Wolterstorff adopte une telle position. Il soutient qu'il faut apprendre à vivre dans un espace politique de communautés multiples sans rechercher de consensus fondamental à propos d'une vision de la vie bonne ou d'une raison publique commune. Wolterstorff note d'ailleurs que le consensus fondamental que souhaitent les penseurs libéraux n'existe pas dans les sociétés que l'on qualifierait tout de même de « libérales ». L'accord qui résulte d'un vote à majorité est suffisamment légitime pour justifier l'adoption de lois et de politiques publiques. Pour Wolterstorff, limiter le type de raisons qui sont acceptables dans l'espace public est une restric-

tion injustifiée à la liberté des citoyens de vivre leur vie comme bon leur semble.

De ce point de vue, la raison publique qui exige une retenue des raisons religieuses est inéquitable pour les citoyens religieux, parce qu'elle leur impose une existence divisée, en ce qu'elle les oblige à débattre politiquement en invoquant des raisons différentes de leurs réelles raisons. Si on a une véritable considération pour le citoyen qui s'applique à vivre une existence religieuse intégrée et unifiée selon sa conviction religieuse, on constate le tort que lui cause l'exigence de la raison publique. En outre, même si la restriction ne concerne pas que la religion et s'applique plus largement à toute perspective compréhensive, la raison publique demeure inéquitable parce que « la plupart du temps, nous sommes capables de reconnaître une raison religieuse très facilement [...] [mais] les raisons compréhensives séculières ne sont typiquement pas repérées » (Wolterstorff, 1997, p. 105 ; notre traduction).

Wolterstorff relève tout de même trois formes de limitation qui s'appliquent aux citoyens qui raisonnent à partir de leur religion dans l'espace public d'une démocratie libérale. Premièrement, le débat doit respecter les règles de cette vertu qu'est la civilité. Selon Wolterstorff, la civilité « exige d'*écouter* l'autre avec une disposition à apprendre et une ouverture à changer d'idée. Dans certains cas, cela demande repentance et pardon » (*ibid.*, p. 113 ; notre traduction). Deuxièmement, les débats doivent être menés dans les cadres prévus par les lois et par la Constitution. Troisièmement, les discussions doivent viser un objectif général de justice politique et non l'avancement d'intérêts personnels.

La raison publique et l'acceptabilité

C'est entre ces deux extrémités que l'on trouve la majorité des penseurs libéraux, qui admettent les raisons religieuses dans la délibération publique sous certaines conditions. Ces conditions pèsent sur

toute raison, dont les raisons religieuses, mais sans s'y limiter, dans l'entreprise de justification publique. Un auteur incontournable de ce courant est John Rawls, pour qui la justification publique s'atteint par la raison publique. Selon Rawls, il est tout à fait naturel que différentes règles s'appliquent à la recevabilité des preuves pour la justification publique, tout comme nous acceptons le fait que d'autres règles d'admissibilité de la preuve puissent varier en fonction des contextes. C'est le cas des procès criminels, où certaines règles pèsent sur les preuves admissibles dont le jugement peut tenir compte. Par exemple, un aveu obtenu sous la torture n'est pas recevable, ni les témoignages qui se fondent sur de simples oui-dire. Les preuves qui seraient obtenues lors de fouilles illégales ne sont pas non plus recevables. Ces règles visent à garantir le respect du droit de l'accusé à un procès équitable (Rawls, 2016).

Étant donné le pluralisme raisonnable et le devoir de civilité qui incombe à des citoyens libres et égaux, c'est la *raison publique* qui permet d'atteindre une justification publique qui soit réellement acceptable par tous les citoyens raisonnables. Dans la raison publique, on laisse de côté les notions de vrai et de bon pour les remplacer par la notion politique du *raisonnable* qui s'adresse aux citoyens en tant que citoyens. Le but étant que tous les citoyens raisonnables puissent accepter les raisons présentées, l'idéal de la raison publique demande que l'on s'abstienne de présenter des raisons provenant uniquement d'une doctrine compréhensive, dont les raisons religieuses. Une doctrine compréhensive est une catégorie plus large que « religion » puisqu'elle comprend aussi les visions philosophiques ou morales du monde qui seraient non religieuses mais qui s'étendent tout de même à la vie entière. Or la raison publique ne s'applique pas à tous ni dans tous les contextes; dans la vie de tous les jours, nul n'y est tenu. La raison publique n'a trait qu'à la justification publique des principes fondamentaux régissant la vie commune. On peut dire, de façon sommaire, que la raison publique s'applique à la justification des questions politiques fondamentales lorsqu'un réel pouvoir est en jeu.

Néanmoins, Rawls soutient qu'il est possible d'introduire dans la discussion publique les raisons provenant des doctrines compréhensives raisonnables, incluant les raisons religieuses, à condition qu'elles s'accordent avec les conclusions de la raison publique. Il avance que les doctrines compréhensives raisonnables peuvent être mobilisées dans la discussion publique, mais qu'elles doivent l'être pour soutenir la raison publique, jamais pour la contredire. Il faut toujours fournir des raisons proprement politiques, c'est-à-dire indépendantes de toute doctrine compréhensive raisonnable particulière, pour la justification publique ; les raisons religieuses ne sont jamais suffisantes en elles-mêmes. L'intérêt que présente alors l'introduction de ces raisons religieuses est qu'elles montrent publiquement l'engagement de la doctrine compréhensive en question envers les valeurs politiques communes, sans déroger aux exigences de la justification publique et au devoir de civilité. À certains moments historiques ou pour certains arrangements politiques, il peut être judicieux pour un groupe d'introduire dans le débat sa doctrine compréhensive raisonnable pour affirmer son engagement envers la raison publique. Par exemple, les abolitionnistes et le mouvement des droits civiques aux États-Unis respectaient la condition rawlsienne lorsqu'ils ont investi la sphère publique avec des raisons religieuses, parce que ces raisons soutenaient des valeurs constitutionnelles de base.

La traduction des raisons religieuses et l'accessibilité

Autre auteur libéral phare qui se situe au milieu du spectre, Jürgen Habermas exige quant à lui que les raisons offertes en vue d'une justification publique soient accessibles et il pose une exigence de traduction des raisons religieuses afin de satisfaire à cette exigence. Habermas inscrit sa réflexion sur la place des raisons religieuses dans l'espace public dans le cadre d'une perspective sociologique qui rend compte de la sécularisation des sociétés. La sécularisation

désigne un processus dans lequel la religion perd progressivement son importance dans la société et son emprise sur les institutions étatiques. Dans un État sécularisé, le pouvoir politique est séparé de la religion et est neutre par rapport aux différentes visions du monde. Pour Habermas, cette sécularisation n'exige pas nécessairement de chasser le religieux, mais plutôt de le transformer. Les raisons religieuses ne sont pas bannies de l'espace public, mais elles doivent être traduites pour pouvoir entrer dans la sphère publique formelle. Cette traduction permet ainsi d'exploiter le potentiel de *sens* des contenus religieux tout en l'exprimant dans un langage universel accessible à tous.

Pour être acceptables par tous les citoyens, les raisons fournies pour la justification de politiques publiques doivent être accessibles à tous, tant dans leur formulation que dans leur justification, pour respecter l'exigence de la raison publique. Les raisons religieuses n'étant pas accessibles à tous les citoyens, elles ne peuvent compter, en tant que telles, dans les justifications institutionnelles formelles sans avoir été préalablement traduites. Malgré cette exigence plutôt restrictive sur le plan institutionnel, Habermas insiste sur l'importance, dans le débat public informel, d'une pluralité des voix qui inclut les raisons religieuses comme une ressource importante pour la fondation du sens.

Afin d'éviter que le fardeau de la citoyenneté ne pèse de façon asymétrique sur les citoyens religieux qui doivent traduire leurs énoncés religieux dans une langue accessible à tous avant de les introduire dans la sphère publique formelle, Habermas suggère que les citoyens non religieux participent aussi à la tâche de traduction. Cette entreprise coopérative de traduction donne lieu à un processus complémentaire d'apprentissage dans lequel chacun se place dans la perspective de l'autre. On attend donc des citoyens non religieux « qu'ils s'ouvrent aux possibles contenus de vérité présents dans les contributions religieuses et s'engagent dans un dialogue d'où il se peut que les raisons religieuses ressortent sous la forme

modifiée d'arguments universellement accessibles» (Habermas, 2008, p. 191).

Habermas prévoit tout de même une exception à l'exigence de traduction. Si les citoyens professant une religion « ne trouvent aucune "traduction" séculière, il doit par conséquent leur être permis d'exprimer et de fonder leurs convictions dans la langue de leur religion » à la condition qu'ils « reconnaissent la clause institutionnelle de traduction » (*ibid.*, p. 189). En somme, pour Habermas, ce ne sont pas toutes les raisons religieuses qui pourront éventuellement compter dans la justification publique, parce que ce ne sont pas toutes les raisons religieuses qui pourront être traduites dans une langue universellement accessible.

Le libéralisme de la convergence et l'intelligibilité

Une autre position centriste, plus récente et plus permissive, est le libéralisme de la convergence de Kevin Vallier. Selon Vallier, on peut réaliser les valeurs libérales fondamentales de liberté, d'égalité et de respect de la diversité tout en accordant un rôle important aux raisons religieuses dans la vie publique. Vallier prend en considération deux objections à la raison publique provenant de critiques religieuses, l'une fondée sur l'intégrité, l'autre sur l'équité. Selon l'objection fondée sur l'intégrité, la raison publique, en excluant les raisons religieuses de l'espace public politique, empêche les personnes religieuses de vivre dans l'intégrité parce qu'on ne leur permet pas d'offrir *leurs propres raisons* dans le processus de justification des lois. Selon l'objection fondée sur l'équité, le fardeau de la raison publique pèse de façon disproportionnée sur les citoyens religieux parce que l'exigence de retenue ne s'applique pas aux citoyens séculiers. Vallier reconnaît la validité de ces objections, mais il soutient qu'elles laissent intact le principe de justification publique selon lequel « la coercition n'est permise que lorsque chaque membre du public a une raison suffisante d'accepter la coercition » (Vallier, 2016, p. 4; notre traduction).

La conception de la justification publique que Vallier met en avant est la justification par convergence. Contrairement au consensus qui exige un accord au chapitre des raisons ou des standards d'évaluation, comme le proposaient Rawls et Habermas, la convergence permet d'atteindre une justification publique à partir de raisons différentes et qui sont jugées suffisantes selon différents standards d'évaluation. Pour satisfaire au caractère public de la justification, Vallier argue qu'il suffit que les raisons qu'apportent les citoyens soient *intelligibles*, plutôt qu'*acceptables* ou *accessibles*.

Vallier définit l'intelligibilité comme suit : une raison est intelligible pour les membres du public seulement si ceux-ci considèrent cette raison comme épistémiquement justifiée selon les standards d'évaluation utilisés par celui qui présente cette raison. Quant à ce dernier, l'exigence d'intelligibilité est ainsi définie : une raison peut faire partie de la justification (ou du rejet) d'une loi coercitive seulement si elle est intelligible pour tous les membres du public (Vallier, 2016).

L'exigence d'intelligibilité est donc ouverte à des raisons religieuses que l'exigence de justification par consensus écarterait. Ainsi, le libéralisme de la convergence, qui ne pose que l'intelligibilité comme critère d'admissibilité des raisons dans le processus de justification publique, est plus respectueux de l'intégrité des citoyens qui peuvent sincèrement offrir leurs propres raisons dans l'espace public. Il est également plus respectueux du pluralisme raisonnable puisqu'il accueille une plus grande diversité de raisons dans l'espace public et montre ainsi un plus grand respect pour les différents jugements du public. La plus grande satisfaction de ces deux *desiderata* constitue, pour Vallier, une raison de préférer la convergence au consensus.

* * *

Comme le montre ce bref état des lieux de la littérature philosophique occidentale sur le statut de la preuve dans la justification des croyances religieuses et sur la recevabilité des raisons religieuses dans l'espace public, la complexité des enjeux impose une réflexion nuancée sur le phénomène religieux, malgré les profonds désaccords qui le traversent. Cela donne à penser que, loin d'être un cul-de-sac, le désaccord est plutôt une occasion d'apprentissage qui devrait nous pousser à adopter une position d'humilité épistémique. D'une part, l'humilité épistémique dans la quête de la vérité religieuse demande une attitude d'ouverture et une volonté de considérer avec intérêt ce que l'autre peut apporter pour éclairer notre propre compréhension de la réalité. On ne peut simplement pas se lancer dans une quête de vérité religieuse en ignorant complètement l'autre, et l'indétermination des discussions sur le statut de la preuve dans les débats théologiques peut donner un fondement à cette humilité. D'autre part, dans l'entreprise de détermination des politiques publiques dans une société pluraliste (*voir le chapitre de É. Montpetit et A. Lemor*), l'humilité épistémique exige que l'on reconnaisse la limite de nos perspectives individuelles et notre besoin de comprendre la réalité de l'autre pour construire une société plus juste. Utiliser une méthode de raisonnement commune ne suffit pas à garantir la compréhension des diverses expériences sociales qui est requise pour montrer de la reconnaissance et du respect à l'autre (*voir les chapitres de M. Kao et de A. Bandini*), bien que cela puisse demeurer nécessaire pour que des raisons religieuses soient reçues comme des preuves admissibles à l'appui d'argumentaires politiques.

Références

- Alston, William P., *Perceiving God: The Epistemology of Religious Experience*, Ithaca (N.Y.), Cornell University Press, 1991.
- Aquin, Thomas d', *Somme théologique*, Paris, Desclée & Cie, 1947.

- Audi, Robert, « Liberal democracy and the place of religion in politics », dans Robert Audi et Nicholas Wolterstorff, *Religion in the Public Square: The Place of Religious Convictions in Political Debate*, Lanham (MD), Rowman & Littlefield Publishers, 1997, p. 1-65.
- Craig, William L., *The Kalām Cosmological Argument*, New York, Macmillan, 1979.
- Habermas, Jürgen, *Entre naturalisme et religion : les défis de la démocratie*, Paris, Gallimard, 2008.
- Lackey, Jennifer, « Taking Religious Disagreement Seriously », dans Laura Frances Callahan et Timothy O'Connor (dir.), *Religious Faith and Intellectual Virtue*, Oxford, Oxford University Press, 2014, p. 299-316.
- Mitchell, Basil, *The Justification of Religious Belief*, Basingstoke, Palgrave Macmillan, 1973.
- Plantinga, Alvin, *Warranted Christian Belief*, New York, Oxford University Press, 2000.
- Ratzsch, Del et Jeffrey Koperski, « Teleological Arguments for God's Existence », dans Edward N. Zalta (dir.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Stanford University, 2019.
- Rawls, John, « The Idea of Public Reason Revisited », *The University of Chicago Law Review*, vol. 64, n° 3, 1997, p. 765-807.
- Rawls, John, *Libéralisme politique*, Paris, Presses universitaires de France, 2016.
- Swinburne, Richard, *The Existence of God*, Oxford, Clarendon Press, 2004.
- Vallier, Kevin, *Liberal Politics and Public Faith beyond Separation*. New York / London: Routledge / Taylor & Francis, 2016.
- Wolterstorff, Nicholas, « The role of religion in decision and discussion of political issue », dans Robert Audi et Nicholas Wolterstorff, *Religion in the Public Square: The Place of Religious Convictions in Political Debate*, Lanham (MD), Rowman & Littlefield Publishers, 1997, p. 67-119.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	
Ce que « prouver » veut dire	7
<i>Molly Kao et Julien Prud'homme</i>	
PARTIE I	
Les approches théoriques de la preuve	
1 Sociologie historique des preuves en science	21
<i>Yves Gingras</i>	
2 La sous-détermination, les biais et les valeurs	43
<i>Molly Kao</i>	
3 La controverse autour de la preuve par l'absurde en mathématiques	61
<i>Mathieu Marion</i>	
PARTIE II	
Les grands problèmes de la recherche	
4 La reproductibilité en science	77
<i>Jade Maria Moisan et Vincent Larivière</i>	
5 Des traces numériques en sciences humaines et sociales	97
<i>Lucie Delias, Claudine Bonneau, Guillaume Latzko-Toth et Florence Millerand</i>	
6 L'analyse de corpus: démontrer par le texte	113
<i>Kevin Kaiser, Francis Lareau, Christophe Malaterre et Davide Pulizzotto</i>	

PARTIE III
La preuve dans la sphère publique

7	Faire la sociologie de l'expertise judiciaire	141
	<i>Julien Larregue</i>	
8	Qu'est-ce qu'une donnée « probante » ? Les débats sur l'<i>evidence-based</i> en médecine et en éducation	155
	<i>Julien Prud'homme</i>	
9	« Je l'ai lu sur Internet » : Pourquoi se fier aux contenus en ligne	177
	<i>François Claveau et Jérémie Dion</i>	
10	Science, jugement humain et décisions de politiques publiques en temps de COVID-19	199
	<i>Éric Montpetit et Antoine Lemor</i>	
11	Les savoirs expérientiels dans le domaine de la santé : l'autorité médicale en question	219
	<i>Aude Bandini</i>	
12	Croyances religieuses et justification publique	235
	<i>Gilles Beauchamp et Maëlle Turbide</i>	

QU'EST-CE QU'UNE PREUVE ? Comment l'interpréter à travers le prisme de la sociologie, de la philosophie et des sciences humaines ?

Une preuve ne s'impose jamais seule : sa force dépend du cadre qui lui donne sens. Derrière la quête de vérité se joue une tension constante, et parfois sans concession, entre divers cadres normatifs et préférences politiques. Dans cet ouvrage collectif, les auteurs, issus de plusieurs disciplines, examinent sous tous les angles ce qui rend une preuve convaincante ou contestable, en explorant des enjeux cruciaux tels que la reproductibilité scientifique, l'exploitation des données numériques et le rôle de l'expertise dans l'espace public. Ils montrent que ce qui constitue une preuve n'est jamais figé, mais se forme, se conteste et évolue sous l'influence de débats scientifiques, sociaux et philosophiques.

Une réflexion indispensable pour comprendre en quoi toute preuve engage des choix, des méthodes et des interprétations.

Julien Prud'homme est professeur agrégé au Département des sciences humaines de l'Université du Québec à Trois-Rivières. Historien de l'expertise, il a écrit sur l'évolution des professions de santé et des difficultés scolaires ainsi que sur la sociologie politique des ordres professionnels.

Molly Kao est professeure agrégée au Département de philosophie à l'Université de Montréal. Elle a travaillé sur les enjeux épistémiques dans le développement des théories physiques.

Tous deux sont membres du Centre interuniversitaire de recherche sur la science et la technologie (CIRST).

29,95 \$ • 24€

Couverture : Johannes Vermeer, *La Jeune Fille à la perle*, (détail), vers 1665.

Formats numériques en accès libre
www.pum.umontreal.ca

ISBN 978-2-7606-5206-4



9 782760 652064