

bassins versants, ainsi que la biodiversité, les déserts, des indices sur la sécurité écologique, l'érosion des sols et l'héritage culturel. Utilisées avec les images satellites, elles révèlent les bouleversements paysagers de la Chine à mesure que l'urbanisation gagne du terrain et que les estuaires et les deltas s'ensavent. De la sorte, l'architecte peut repérer des zones prioritaires où les projets auront un impact plus important. Niall Kirkwood compare cela à de l'acupuncture: «Travailler en un endroit précis a des incidences sur d'autres zones. C'est une approche plus holistique.»

Malgré des principes généraux, la conception de chaque ville éponge doit être unique, et prendre en compte la composition des sols, l'hydrogéologie et le climat local. Il serait dangereux que, dans leur hâte, les planificateurs chinois l'ignorent. Le cas échéant, l'attraction des villes éponges s'affaiblirait, estime Chris Zevenbergen, de l'Institut IHE, à Delft, aux Pays-Bas. La préférence pour des solutions «toutes faites» ces vingt dernières années n'a pas laissé aux constructeurs suffisamment de temps pour comprendre les défauts de conception des projets, ni pour les corriger. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle tant de villes ont aujourd'hui des problèmes avec les inondations. L'installation de villes éponges évitera-t-elle cet écueil? Les délais très courts imposés par Xi Jinping ne rendent pas Chris Zevenbergen optimiste. Autre défi des villes éponges, des investissements privés seront nécessaires pour mener à bien le plan national. Or, pour les entreprises, les digues et les tuyaux – des choses qu'elles peuvent facturer – sont plus attractifs que des systèmes naturels.

Les enjeux de cette vision vont au-delà du contrôle des inondations et des sécheresses, car Xi Jinping souhaite que les villes éponges règlent aussi le problème de la pollution. En effet, les eaux de surface chinoises charrient souvent des métaux lourds, des pesticides et des microplastiques, détaille Randy Dahlgren, de l'université de Californie, à Davis. «Si cette eau s'infiltre dans le sol, une partie de ces contaminants sera retenue dans les marais, les bassins de rétention et les noues paysagères», s'inquiète-t-il.

Des marais ne doivent pas être installés sans suivi, car du phosphore, des métaux lourds et de l'azote accumulés dans les plantes retourneraient dans les sols à la mort de ces végétaux. «Il importe de les récolter», insiste Randy Dahlgren, et, pourquoi pas, de les transformer en biocombustibles en prenant garde d'éliminer les polluants restant dans les cendres. «Une bonne gestion des marécages est impérative pour en faire des dépollueurs efficaces, dit-il. Sinon, la pollution des eaux de surface risque d'être aussi transférée aux eaux souterraines et pourrait y persister des décennies, voire des siècles.»

Lorsque ces obstacles sont franchis, les bénéfices sont parfois considérables. C'est le cas à Philadelphie, aux États-Unis, où, comme dans



Le parc à eaux pluviales à Harbin, en Chine, fait de cette cité une ville éponge.

beaucoup de villes américaines, les eaux pluviales sont filtrées dans des stations d'épuration, saturées lors de grosses tempêtes, les eaux usées se déversant alors dans les rivières. Par le biais du programme Ville verte, eaux propres, la cité a acquis des terrains le long des cours d'eau pour absorber les excès d'eau pluviale et construit des parcs inondables si nécessaire. En outre, Philadelphie incite financièrement les propriétaires à développer des jardins de pluie, des toitures végétalisées, des fermes urbaines et des revêtements perméables. Après plus de cinq ans, la ville a «verti» 339 hectares, assez pour réduire les débordements des stations d'épuration de plus de 5,7 millions de mètres cubes par an.

L'ESTHÉTIQUE DES GRANDS PIEDS

Les systèmes naturels de gestion des eaux ne sont pas statiques ni prévisibles comme le sont les infrastructures grises: la nature est chaotique. Les niveaux d'eau varient. Les plantes poussent, vivent et meurent. Le goût des résidents pour ces espaces varie. Pour que l'idée de ville éponge se propage, on doit accepter que l'environnement soit dynamique.

Yu Kongjian parle d'«esthétique des grands pieds», en référence à l'époque où les Chinois trouvaient beaux, car inutiles, les petits pieds comprimés des femmes aristocrates. Le message était qu'elles étaient trop riches pour avoir besoin de travailler. «Aujourd'hui, nous devons apprécier les grands pieds, plaide-t-il. Nous devons changer notre regard pour voir la beauté des infrastructures vertes utiles.»

Cela passe par l'évolution de l'enseignement, car les écoles continuent de former des ingénieurs selon les principes du xx^e siècle. Les villes éponges ne protégeront sans doute pas tout le monde, mais selon leurs partisans leur résilience aidera à mieux faire face aux événements extrêmes que leurs alternatives en béton. Et l'environnement qu'elles offrent ne peut que rendre la vie des humains et des autres espèces vivantes plus saine. ■

BIBLIOGRAPHIE

COLL., *Letters to the leaders of China: Kongjian Yu and the future of the Chinese city*, Terreform, 2018.

World Water Development Report 2018: *Nature-Based solutions for water*, United Nations, 2018.

L'ESSENTIEL

● En 2012, des scientifiques ont été condamnés à six ans de prison ferme pour avoir sous-estimé le risque de séisme avant le tremblement de terre en avril 2009 à L'Aquila, en Italie.

● Pourtant, aucune technique ne permet de prévoir un séisme avec certitude.

● De telles controverses obligent à repenser la représentation que nous nous faisons des sciences.

● Leur responsabilité vis-à-vis de la société, une question toujours d'actualité, est au cœur de ces réflexions.

L'AUTEUR



LÉO COUTELLEC est chercheur en épistémologie et éthique des sciences contemporaines à l'université Paris-Sud et à l'Espace éthique Île-de-France.

De la responsabilité des scientifiques face à l'aléa

Les catastrophes naturelles comme les séismes sont difficiles à anticiper. Dès lors, lorsque des scientifiques se trompent dans leurs prévisions, qui est responsable ?

L

e 22 octobre 2012, un verdict très attendu a soulevé une indignation assez unanime dans la communauté scientifique. Sept scientifiques de l'Institut italien de géophysique et vulcanologie, membres de la commission italienne des grands risques, ont été condamnés à six années de prison et 9 millions d'euros d'amende pour

homicide par imprudence. Les scientifiques étaient accusés d'avoir sous-estimé le risque sismique à L'Aquila. Dans cette petite ville italienne, trois ans plus tôt, le 6 avril 2009, un tremblement de terre avait causé la mort de plus de 300 personnes, saccageant le centre historique et faisant des dizaines de milliers de sans-abri.

Or six jours avant le séisme, le 31 mars 2009, les membres de la commission, jugée compétente pour l'évaluation des risques sismiques, s'étaient réunis à L'Aquila pour donner un avis sur la probabilité qu'un tremblement de terre majeur y survienne. S'appuyant sur l'analyse d'une série de secousses ayant frappé le territoire pendant les mois précédents, la commission



Le 6 avril 2009, un tremblement de terre à L'Aquila, en Italie, fit plus de 300 morts et des dégâts considérables.

avait conclu, en substance, qu'il n'y avait pas lieu de s'affoler, qu'il n'y aurait pas de secousses plus importantes que les dernières. Six jours plus tard, l'Italie connaissait l'une de ses plus grandes catastrophes sismiques.

UNE OPINION SECOUÉE

La réaction fut très vive dans la communauté scientifique, notamment par l'intermédiaire d'une pétition qui soulignait qu'une telle condamnation était inacceptable parce qu'il était impossible de prédire un séisme avec précision, et donc que cette décision de justice ne prenait pas en compte la nature même de la connaissance scientifique.

On a aussi reproché au juge un verdict disproportionné et inapproprié: l'argument principal du réquisitoire contre les membres de la commission concernait le manquement aux vertus attendues de la communauté savante. Les sismologues auraient mal communiqué, avec peu de prudence et de nuances. Pour nombre de chercheurs, en convoquant ainsi l'éthique des vertus du scientifique, en se faisant police des vertus, la justice dépassait ses attributions.

Le 10 novembre 2014, les sept inculpés ont été acquittés en appel et, un an plus tard, la Cour de cassation a appuyé cette décision. Cependant, quelle que soit l'issue du procès, la responsabilité des scientifiques est à ➤

- repenser. En effet, étant donné la portée de la science sur nos existences, cette dernière ne peut plus être vue comme une entreprise désintéressée et unifiée dont le seul objectif est l'avancement des connaissances.

QUELLE RESPONSABILITÉ ?

La responsabilité des scientifiques est engagée. Mais de quoi s'agit-il ? Au-delà de sa dimension juridique ou morale, la responsabilité comporte aussi une part éthique. Et être éthiquement responsable, c'est être en capacité d'une part de «répondre de», c'est-à-dire de rendre des comptes en raison d'une mission qui nous a été confiée, et, d'autre part, de «répondre à», c'est-à-dire de prendre en considération les attentes et les interrogations des individus ou collectifs avec qui nous sommes en relation.

Il ne s'agit donc pas seulement de savoir si l'on peut prédire un séisme avec certitude (responsabilité juridique) ou d'exiger certaines vertus dans la communication à son égard (responsabilité morale). La responsabilité éthique, notamment dans sa dimension sociale, exige un travail beaucoup plus profond qui consiste à réinterroger les valeurs et les finalités de la démarche scientifique. La science repose sur diverses valeurs ayant un rapport direct avec la façon de produire les connaissances, comme la rationalité, la cohérence ou l'adéquation avec l'expérience. Mais d'autres, plus contextuelles, entrent aussi en jeu, telles que le bien-être, la justice ou l'intérêt économique. Comment prendre en compte leur influence dans le processus scientifique ? Autrement dit, parler de responsabilité sociale des sciences, c'est avant tout consentir à un effort conceptuel qui vise à renouveler la représentation que l'on peut en avoir. Il ne peut donc s'agir que d'une réflexion et d'une responsabilité collectives.

Dans le cas de L'Aquila, par exemple, un aspect est peu souvent rappelé, voire jamais : les experts de la commission des grands risques, tous de grands chercheurs, sont intervenus en partie en réponse à une alerte d'un autre scientifique travaillant à l'observatoire national du Gran Sasso (le plus grand laboratoire souterrain du monde en physique des particules), qui utilisait une technique controversée – la détection de radon, notamment le radon 222. Pour ce scientifique, qui n'est pas un chercheur mais un technicien, l'émission de radon 222 serait un signe précurseur robuste de la survenance d'un séisme.

L'hypothèse du radon est connue. Elle a fait l'objet de publications et de rares revues critiques. Sept jours après le tremblement de terre, l'Institut français de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), qui étudie les émissions de

radon depuis plus de vingt ans, a publié son point de vue sur cette hypothèse à la lumière des publications sur le sujet. Pour l'IRSN, si l'on enregistre bien des variations des teneurs en radon dans les zones sismiques, indiquant que la circulation des fluides souterrains est perturbée par les contraintes et déformations qui préparent ou accompagnent les tremblements de terre, on ne peut passer de ce constat à une prévision de séisme : on est en effet incapable d'associer aux variations observées des informations telles que la profondeur du foyer, l'épicentre et la magnitude d'un possible séisme.

Il n'est pas de mon ressort de juger de la pertinence de cette technique, de sa pertinence relative par rapport aux autres ou encore du bagage théorique qui la soutient. Certes, le radon ne permet pas de détecter avec certitude un séisme – tout comme les autres techniques mises en œuvre. Mais là n'est pas la question. La question est de savoir si cette hypothèse a droit à la considération scientifique au même titre que les autres hypothèses. Or elle n'a visiblement pas été prise au sérieux par la commission italienne des grands risques.

Ce fait, que l'on peut considérer comme marginal, est pourtant un révélateur de la difficulté majeure à penser la science comme le lieu d'expression d'un pluralisme. Il questionne sur la méthode scientifique elle-même, sur la façon de composer avec une multiplicité de savoirs, sur la capacité d'accueillir la diversité comme une valeur constitutive des sciences.

LA DIVERSITÉ DES POINTS DE VUE

Est-il possible aujourd'hui d'accueillir plusieurs hypothèses explicatives concurrentes qui, entre elles, sont incompatibles ? Dans le cas de L'Aquila, comme dans de nombreux exemples qui font le grain des sciences contemporaines (ainsi, on s'aperçoit aujourd'hui que la maladie d'Alzheimer a d'autres facettes que seulement neurologique), la pertinence d'un savoir scientifique ne tient pas à sa capacité à évacuer le «bruit» épistémique qui dérangerait ses certitudes ou qui bousculerait le courant principal du moment, mais plutôt à accueillir en son sein la diversité des perspectives, des disciplines, des points de vue, des styles et des démarches.

Une bonne science n'est ni une science neutre ni une science sans contexte, mais une science consciente de son implication radicale dans le réel. Ainsi, l'enjeu aujourd'hui est tout autant de construire des savoirs scientifiques robustes, que des savoirs scientifiques pertinents. Et le temps des sciences impliquées exige de nous que la question de la fiabilité se pense comme une responsabilité sociale autour de critères de robustesse et de pertinence. ■

ÊTRE ÉTHIQUEMENT RESPONSABLE, C'EST ÊTRE EN CAPACITÉ DE « RÉPONDRE DE » ET DE « RÉPONDRE À »

BIBLIOGRAPHIE

L. COUTELLEC, *Penser l'indissociabilité de l'éthique de la recherche, de l'intégrité scientifique et de la responsabilité sociale des sciences*, *Revue d'anthropologie des connaissances*, vol. 2(2), pp. 381-398, 2019.

L. COUTELLEC, *La Science au pluriel*, Quæ, 2015.

L. COUTELLEC, *Le temps des sciences impliquées*, *Écologie & Politique*, n° 51, 2015.

L. COUTELLEC, *De la démocratie dans les sciences*, *Matériologiques*, 2013.