



Perspectives sur les nouveaux enjeux



Des étudiants internationaux révisent avec des étudiants indiens sur le campus de l'Institut indien de management à Bangalor. Photo : © Atul Loke

Des universités de plus en plus tournées vers l'international

Patrick Aebischer, *Président de l'École polytechnique fédérale de Lausanne, Suisse*

Concurrence au sein d'une même famille internationale

À l'heure où j'écris ces lignes, en juin 2015, 9,5 millions d'étudiants sont en train de passer le *gaokao* (高考), le concours chinois d'entrée à l'université. Quel meilleur exemple pour illustrer la place prépondérante de l'enseignement supérieur à l'aube du XXI^e siècle ? Plus que jamais, nous sommes aujourd'hui convaincus que les connaissances et les compétences acquises à l'université sont indispensables au bien-être individuel, mais également pour la santé économique et sociale des villes, des pays et des régions.

Les universités, en plus d'assumer leur rôle traditionnel aux échelles locale et nationale, sont devenues les institutions d'un monde globalisé. Les réponses aux défis internationaux (énergie, eau, sécurité alimentaire, urbanisation, changement climatique, etc.) reposent de plus en plus sur les innovations technologiques et les conseils avisés de la communauté scientifique adressés aux décideurs. La contribution des instituts de recherche et des universités aux rapports du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat et à la déclaration de Consensus for Action¹ montre bien le rôle décisif que ces institutions jouent dans les affaires internationales. En outre, les universités de recherche attirent des industries novatrices. Les entreprises comme Google et Tata ne parviennent à prospérer qu'à proximité de grands instituts de recherche, et c'est cette combinaison gagnante qui favorise l'émergence d'écosystèmes entrepreneuriaux dynamiques comme la Silicon Valley aux États-Unis et Bangalore en Inde, berceaux de l'innovation et de la réussite économique.

Les universités elles-mêmes sont devenues des acteurs planétaires. Elles rivalisent de plus en plus entre elles afin d'attirer des financements, des professeurs et des étudiants talentueux². C'est à l'échelle mondiale que se forge la réputation d'une université. Cette tendance devrait s'accélérer avec la révolution numérique, qui confère aux universités de niveau mondial une présence encore plus importante sur la scène internationale grâce à leurs formations en ligne.

Des classements mondiaux d'universités, qui ont fait leur apparition ces 10 dernières années, témoignent de cette évolution. Ils reflètent à la fois l'existence d'une concurrence internationale, mais aussi la présence d'une véritable famille mondiale d'universités. Le Classement académique des universités mondiales (ARWU), établi tous les ans, a été publié pour la première fois en juin 2003 par le Centre de recherche sur les universités de niveau mondial de l'Université Jiao Tong de Shanghai, en Chine. Très rapidement, d'autres classements internationaux ont vu le jour : le QS World University Rankings et le Times Higher Education World University Rankings. Ces palmarès universitaires internationaux sont souvent sujets à discussion, mais ils ne passent jamais inaperçus.

1. Consensus scientifique adressé aux décideurs mondiaux sur la nécessité du maintien des systèmes de soutien de la vie de l'humanité ; ce projet est administré par l'Université de Stanford (États-Unis). Voir <http://consensusforaction.stanford.edu>.

2. Par exemple, la Malaisie espère devenir avant 2020 la sixième destination principale des étudiants d'université internationaux ; entre 2007 et 2012, le nombre d'étudiants internationaux dans ce pays a presque doublé, dépassant 56 000. Voir chapitre 26.

À quoi reconnaît-on une université de niveau mondial ? Elle possède une masse critique de talents (à la fois au sein du corps enseignant et chez les étudiants) et est autonome, y compris sur le plan administratif ; elle offre une liberté académique en matière d'enseignement et de recherche, incluant le droit à la pensée critique ; elle responsabilise les jeunes chercheurs en leur donnant la possibilité de diriger leur propre laboratoire ; et elle possède des ressources suffisantes pour fournir un environnement global propice à l'apprentissage et à la recherche de pointe. Parmi les institutions les mieux classées, certaines sont des universités occidentales réputées, sur lesquelles les universités plus récentes pourraient prendre exemple. La plupart des universités ne figurent pas dans ces palmarès internationaux, mais elles jouent cependant un rôle important sur le plan éducatif, à l'échelle locale.

Ces 10 dernières années, de nombreuses nouvelles universités, en particulier asiatiques, sont entrées dans le classement des 500 meilleurs établissements du palmarès ARWU, qui reste néanmoins dominé par les universités américaines. Cette période a été marquée par l'avènement d'un monde académique de plus en plus multipolaire, comme l'évoquait déjà le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*.

Toutefois, si la rivalité entre les universités constitue l'une des caractéristiques principales de cette ère nouvelle, la coopération entre les scientifiques en est une autre. Ces dernières années, la collaboration scientifique longue distance est devenue la norme, les chercheurs vivant désormais dans un monde hyperconnecté. Ce phénomène peut être mesuré notamment en examinant les copublications d'articles scientifiques. Le classement universitaire 2015 réalisé par l'Université de Leyde, aux Pays-Bas, sur la capacité des établissements à collaborer à distance, montre que 6 des 10 premières universités se trouvent en Afrique et en Amérique latine, tandis que l'Université d'Hawaï (États-Unis) occupe la première place.

L'essor fulgurant de la mobilité des cerveaux

Le nombre d'étudiants est en plein boom à l'échelle mondiale, et la demande en éducation supérieure de qualité plus forte que jamais. La population étudiante devrait plus que doubler pour atteindre 262 millions d'ici 2025. Les économies émergentes compteront à elles seules près de 63 millions d'étudiants supplémentaires. Cette hausse se concentrera dans les nouveaux pays industrialisés, dont plus de la moitié en Chine et en Inde. La mobilité des étudiants et des cerveaux atteint aujourd'hui des taux inédits, de même que l'internationalisation des universités. 4,1 millions de jeunes, soit 2 % des étudiants dans le monde, faisaient leurs études à l'étranger en 2013³. Ce chiffre pourrait lui aussi doubler d'ici 2025 pour atteindre 8 millions. Compte tenu de ce taux très faible, la « fuite des cerveaux » ne devrait pas mettre en danger l'innovation nationale : c'est pourquoi la mobilité des cerveaux doit être facilitée au maximum. Les universités du monde entier devraient rester très prisées, sur fond de baisse des aides publiques dans la plupart des pays.

3. Ce chiffre mondial dissimule d'importantes disparités entre les régions. Voir figure 2.12.

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE

Les gains de productivité seront au rendez-vous malgré la forte concurrence qui règne dans les milieux scientifiques. L'émergence des réseaux universitaires, grâce auxquels les institutions peuvent faire connaître leurs facultés, leurs formations et leurs projets, est particulièrement prometteuse.

Comblant le déficit de l'innovation : une priorité qui a du sens

La création et le transfert des connaissances scientifiques sont essentiels à l'instauration d'une prospérité et d'une intégration socioéconomiques durables dans l'économie mondiale. À long terme, aucune économie, régionale ou nationale, ne pourra se contenter de « consommer » les nouveaux savoirs. Elles seront aussi tenues d'en créer. Les universités devront contribuer à combler l'écart en matière d'innovation : les transferts de technologie devront être inscrits au rang des priorités de l'enseignement supérieur, au même titre que l'enseignement et la recherche.

Il est cependant regrettable que de nombreux pays d'Afrique et d'Asie se montrent aujourd'hui moins innovants qu'au début des années 1990, et ce malgré leur dynamisme économique. Une étude des brevets homologués entre 1990 et 2010 révèle que deux milliards de personnes résident dans des régions accusant un retard en matière d'innovation. Ce recul est toutefois éclipsé par la formidable croissance de l'Inde et de la Chine⁴. Cette dernière est ainsi à elle seule à l'origine de près d'un tiers des 2,6 millions de brevets déposés dans le monde en 2013.

Jeunesse, droit de la propriété intellectuelle et innovation inversée

L'absence de dépôt de nouveaux brevets dans de nombreux pays ne s'explique pas par un manque d'esprit d'entreprise, comme l'illustrent de nombreux exemples (par exemple réinvention de la banque mobile en Afrique), mais plutôt par les faibles ressources financières des universités, qui ne peuvent, dans ces circonstances, assumer le coût de la recherche et des transferts de technologie. Selon Bloom (2006), cette négligence relative est (du moins en partie) imputable à la communauté internationale du développement, qui n'a pas incité les États africains à privilégier l'enseignement supérieur. Selon les estimations, le marché du travail devrait accueillir 11 millions de jeunes Africains supplémentaires par an au cours des dix prochaines années ; il faut donc tout mettre en œuvre pour appuyer leurs idées, explique Boateng (2015). S'ils veulent obtenir des emplois de qualité dans le contexte économique qui est le nôtre aujourd'hui, les jeunes auront besoin de compétences et de connaissances, mais devront aussi faire preuve d'une véritable volonté d'innover. Une meilleure prise de conscience quant à la valeur de la propriété intellectuelle s'impose également.

Les universités doivent recourir à des technologies adaptées (ou essentielles) afin de créer ensemble les conditions optimales de l'innovation collaborative et « inversée ». L'objectif de ces technologies de pointe (donc attrayantes pour les chercheurs) et à bas coût (donc adaptées aux innovateurs et aux entrepreneurs) est d'être viables à la fois sur le plan économique, social et environnemental.

L'École polytechnique fédérale de Lausanne est à l'origine d'une telle initiative : son programme EssentialTech met en œuvre des technologies essentielles dans le cadre d'une chaîne de valeur complète (compréhension des besoins, suivi de l'impact réel des technologies et contribution à leur viabilité à long terme). Pour exercer un impact réel et pérenne, ces technologies doivent impérativement prendre en compte les facteurs scientifiques, économiques, sociétaux, environnementaux et institutionnels. Une approche interdisciplinaire, multiculturelle et collaborative s'impose dans ce contexte, de même que des partenariats entre le secteur privé, les pouvoirs publics et la société civile, et plus particulièrement avec des parties prenantes issues de pays à revenu faible et intermédiaire. Des initiatives similaires ont été mises en œuvre ou sont actuellement développées par de nombreuses universités du monde entier.

L'internationalisation grâce à la révolution numérique

La révolution numérique est un nouveau moyen pour les universités de s'ouvrir à l'international et d'atteindre un public mondial, qui ne se limite pas à leur campus. L'informatique en nuage et le recours aux superordinateurs ont déjà transformé le paysage de la recherche, tout comme le traitement des mégadonnées. Ces technologies ont donné naissance à des projets coopératifs d'envergure mondiale, tels que le Projet génome humain dans les années 1990 et, plus récemment, le projet « Cerveau humain »⁵. Ces projets favorisent un travail scientifique collaboratif en réseau, réunissant les chercheurs, les patients et les citoyens. Dans le domaine éducatif, cette révolution prend de plus en plus la forme de cours en ligne ouverts à tous (MOOC). Certaines universités de niveau mondial ont compris ce que les MOOC pouvaient leur apporter en termes de visibilité et de réputation, et ont commencé à proposer de telles formations.

Deux facteurs ont contribué à l'essor rapide des MOOC (Escher *et al.*, 2014). En premier lieu, le développement des technologies numériques : l'utilisation des ordinateurs portables, des tablettes et des smartphones s'est démocratisée dans de nombreux pays, et la pénétration de l'Internet à large bande augmente sur tous les continents. D'autre part, les « enfants du numérique » sont désormais en âge d'entrer à l'université et sont complètement à l'aise avec l'utilisation généralisée des réseaux sociaux pour leurs communications personnelles. Le nombre d'universités de niveau mondial engagées dans cette innovation numérique ne cesse de croître, à l'instar du nombre d'étudiants inscrits : Coursera, un fournisseur de MOOC, a pratiquement vu le nombre de ses étudiants doubler, passant de 7 millions en avril 2014 à 12 millions aujourd'hui. Contrairement aux précédentes plateformes éducatives en ligne, le coût des MOOC n'est pas à la charge des étudiants mais de l'institution organisatrice, ce qui renforce l'attrait pour ce type de formations. Grâce aux MOOC, chaque université a la possibilité de déployer ses enseignements auprès d'un public international : par exemple, l'École polytechnique fédérale de Lausanne compte 10 000 étudiants sur son campus, mais ses MOOC totalisent près d'un million d'inscrits venus du monde entier.

4. Voir les chapitres 22 (Inde) et 23 (Chine).

5. Il s'agit de l'un des projets phares en matière de technologies futures et émergentes (FET Flashships) à l'horizon 2023 de la Commission européenne. Voir <https://www.humanbrainproject.eu>.

Perspectives sur les nouveaux enjeux

Réduire les inégalités d'accès à l'éducation grâce aux MOOC

Dans les années à venir, des formations de qualité et abordables pourront être proposées partout dans le monde, grâce aux MOOC. L'enseignement sur place restera un aspect fondamental de la vie étudiante, mais les universités devront s'adapter à la concurrence internationale et à la demande croissante des étudiants de bénéficier de cours de qualité dispensés par des établissements prestigieux. Il est certain que des universités qui partagent leurs cours magistraux, complétés par des séminaires et des exercices spécifiques à chaque site, feront partie du paysage éducatif en 2020. Les MOOC favoriseront la cocréation et la coproduction de ces cours par des universités partenaires. Il serait également possible d'envisager de fournir un ensemble de conférences introductives en ligne de grande qualité à un réseau d'institutions partenaires. En outre, les MOOC pourraient contribuer à réduire les inégalités d'accès à l'éducation grâce à des modules de connaissances en accès libre, conçus par les plus grands spécialistes et déposés sur une plateforme de type Wikipédia.

L'essor des MOOC pourrait également donner naissance à de nouveaux programmes éducatifs. Pour le moment, les MOOC consistent en des formations individuelles, mais il serait possible, à l'avenir, de les associer en vue de créer des programmes certifiés. Les universités, parfois sous forme de réseaux, décideront des modalités de certification, et éventuellement du partage des recettes. Les formations certifiées revêtent une importance fondamentale dans l'enseignement professionnel, car les employeurs s'intéressent de plus en plus aux compétences de leurs futurs salariés plutôt qu'aux diplômes officiels obtenus. Grâce aux MOOC, l'apprentissage tout au long de la vie, primordial dans les sociétés du savoir, est en passe de devenir une cible globalement réalisable.

Initialement, les universités craignaient qu'un petit nombre d'établissements dynamiques de niveau mondial s'approprient le secteur des MOOC pour asseoir leur pouvoir et instaurer une certaine homogénéité, mais nous constatons en fait que ces formations en ligne deviennent des outils de coopération, de coproduction et de diversité. Si la concurrence entre les universités, qui cherchent à proposer les meilleurs cours, est bien réelle, il n'existe pas pour autant de domination monolithique.

Vers un partenariat entre les universités

Pendant de nombreuses années, et à juste titre, l'enseignement primaire a constitué le défi principal en matière d'éducation. Il est désormais temps de reconnaître, en parallèle, l'importance fondamentale de la recherche et des compétences que seules les universités peuvent offrir aux étudiants dans le cadre d'une formation initiale ou permanente.

Partout dans le monde, des universités établiront des partenariats afin de coproduire, se réapproprier, intégrer, combiner et certifier des cours. Voici à quoi ressemblera l'université de demain : une entreprise internationale à plusieurs niveaux, possédant un campus dynamique, plusieurs antennes situées chez des partenaires stratégiques et une présence virtuelle mondiale. L'École polytechnique fédérale de Lausanne fait partie des universités qui se sont déjà engagées sur cette voie.

RÉFÉRENCES

- Bloom, D., Canning, D. et Chan, K. (2006) *Higher Education and Economic Development in Africa*. Banque mondiale : Washington, D.C.
- Boateng, P. (2015) Africa needs IP protection to build knowledge economies, *SciDev.net*.
- Escher, G., Noukakis, D. et Aebischer, P. (2014) Stimuler l'enseignement supérieur en Afrique grâce aux cours en ligne ouverts et massifs (CLOM ou MOOCs), in : *Education, Learning, Training : Critical Issues for Development*. Revue internationale de politique de développement, série n° 5. Publications de l'Institut de hautes études internationales et du développement : Genève (Suisse), Brill-Nijhoff : Boston (États-Unis), p. 195-214.
- Toivanen, H. et Suominen, A. (2015) The global inventor gap: distribution and equality of worldwide inventive effort, 1990–2010, *PLoS ONE*, 10(4) : e0122098. DOI :10.1371/journal.pone.0122098.



Des étudiants en physique, originaires d'Espagne, d'Iran, du Sénégal, du Venezuela et du Viet Nam, profitent d'une séance d'étude improvisée sur la terrasse du Centre international de physique théorique Abdus Salam de l'UNESCO, en Italie, en 2012. En 2013, 4,1 millions d'étudiants faisaient leurs études à l'étranger.

© Roberto Barnaba/CIPT

Une démarche scientifique plus axée sur le développement

Bhanu Neupane, *Spécialiste du programme, Secteur de la communication, UNESCO*

Science 2.0 : la révolution des données

Les données sont à la fois la matière première et le principal produit de toute recherche scientifique. La révolution scientifique des données a permis au web 2.0 et à la science 2.0 d'évoluer ensemble. L'Internet deuxième génération (web 2.0) a en effet facilité le partage d'informations et la collaboration entre les internautes, et le mouvement de « science ouverte » deuxième génération (science 2.0) s'est appuyé sur ces nouvelles technologies web pour partager plus rapidement ses recherches avec un plus large éventail de collaborateurs. Cette intensification de l'interconnexion, du partage d'informations et de la réutilisation des données a contribué à l'adoption d'une conception plus moderne de la science. La science 2.0 gagne peu à peu en maturité et commence à remplacer les méthodes traditionnelles d'enseignement et d'apprentissage de la science. Cette réorientation, essentiellement caractérisée par la production et l'utilisation exponentielles de données à des fins scientifiques, a à la fois favorisé et tiré parti de cette révolution des données (Groupe consultatif d'experts indépendants sur la révolution des données pour le développement durable, 2014).

Une science de plus en plus participative

Les chercheurs et les universitaires partagent aujourd'hui leurs données brutes et leurs résultats de recherche sur des plateformes web collaboratives où ces informations pourront être utilisées et exploitées par la communauté scientifique mondiale. Les mégadonnées générées pour réaliser des projections climatiques à partir d'une modélisation à l'échelle planétaire sont un bon exemple de ce type de recherche collaborative (Cooney, 2012). De telles recherches justifient l'utilisation d'importants volumes de données assimilées et compilées dans différentes régions du monde afin de résoudre des problèmes locaux. Cette « régionalisation » des mégadonnées permet de faire le lien entre les effets mondiaux et locaux en combinant données locales et données à plus grande échelle. Autre exemple, le projet de génétique du riz 3K RGP 2014, récemment numérisé et librement accessible, qui donne un accès virtuel aux données du séquençage du génome de 3 000 variétés de riz dans 89 pays. Les chercheurs locaux peuvent utiliser ces informations de façon à améliorer les variétés de riz en les adaptant à l'exploitation agricole locale afin d'augmenter les rendements annuels et, de ce fait, la croissance économique nationale.

Ensemble, les outils en ligne et la défense d'une culture de « science ouverte » aux niveaux institutionnel et national ont favorisé l'accumulation et le partage de mégadonnées au sein de banques de connaissances virtuelles. Ces partages de métadonnées permettront par exemple de réaliser des projections des conditions météorologiques utilisables localement et de mettre au point des variétés qui s'adapteront au mieux au climat. C'est pourquoi les études menées dans diverses disciplines scientifiques sont de plus en plus interdépendantes et font appel à des volumes de données de plus en plus importants. Ce phénomène a dynamisé la science et donné lieu à deux types de pratiques scientifiques.

De la recherche fondamentale aux grands projets scientifiques

La découverte scientifique, autrefois axée sur la recherche fondamentale, s'intéresse désormais aux grands projets scientifiques « utiles » afin de résoudre les problèmes les plus urgents du développement, reconnus pour bon nombre d'entre eux comme des objectifs de développement durable des Nations Unies. La recherche fondamentale conserve toutefois une importance considérable pour toutes les découvertes scientifiques futures. La découverte de la structure en double hélice de l'ADN par Watson et Crick en 1953 en est un parfait exemple, puisqu'elle a jeté les bases des travaux réalisés par la suite dans les domaines de la génétique et de la génomique. Autre exemple plus récent : le séquençage du génome humain, achevé en 2003 dans le cadre du Projet génome humain. Si l'identification des 25 000 gènes composant l'ADN humain répondait au départ à une simple quête de connaissances, le séquençage des paires de bases correspondantes a été entrepris dans le cadre de ce projet pour percer les mystères de la variation génétique afin d'améliorer le traitement des maladies génétiques.

Les réseaux informatiques et les interactions en ligne facilitant le partage d'informations scientifiques en temps réel ont peu à peu encouragé les chercheurs du monde entier à accéder à ces résultats et à s'en servir en les adaptant localement pour relever des défis sociaux. Le milieu international de la recherche n'a plus pour objectif de découvrir un nouvel élément à ajouter au tableau périodique ou un triplet de nucléotides codant pour un acide aminé. Aujourd'hui, les chercheurs voient plus loin et s'efforcent d'utiliser la recherche pour trouver des solutions à des problèmes susceptibles, à terme, de menacer l'existence humaine, qu'il s'agisse des pandémies mondiales, des problèmes liés à l'eau, de l'insécurité alimentaire et énergétique ou encore du changement climatique. Le volume des subventions actuellement allouées à la recherche appliquée témoigne de cette réorientation des priorités en faveur des grands projets scientifiques. Les chercheurs investissent plus qu'avant pour transformer les découvertes de la recherche fondamentale en produits ou technologies commercialement viables et durables susceptibles d'avoir un impact socioéconomique positif.

Sans la coopération des citoyens, l'ouverture des données n'a aucun intérêt social

Dans cette transition entre la recherche fondamentale et une recherche appliquée et axée sur le développement, les technologies de la science 2.0 ont entraîné une autre évolution en facilitant l'accès des scientifiques aux mégadonnées. Cet accès aux mégadonnées peut tout d'abord être défini en termes de participation des citoyens. Si l'on veut utiliser la recherche fondamentale pour améliorer l'existence humaine, le meilleur moyen d'identifier les besoins et les difficultés de la population et de servir les intérêts de la société est d'associer les citoyens eux-mêmes aux processus de développement. La science ne peut être inclusive que si elle fait participer tous les acteurs à tous les niveaux (administrations, milieu universitaire et grand public). L'accès aux mégadonnées peut par ailleurs être défini en termes

Perspectives sur les nouveaux enjeux

d'ouverture des données. Les citoyens ne peuvent pas participer si la science n'est pas ouverte et transparente. Sans la coopération des citoyens, l'ouverture des données n'a aucun intérêt social puisque les besoins locaux en matière de régionalisation et d'intégration des données ne sont pas connus. Un projet scientifique régional visant à déterminer l'impact local d'une augmentation des niveaux de pollution, par exemple, ne peut aboutir que si les citoyens peuvent informer les scientifiques de leur état de santé en temps réel grâce à une plateforme virtuelle faisant d'eux des participants actifs mais informels du projet. De plus en plus, on considère que les découvertes permettant d'améliorer les systèmes d'alerte précoce (notamment les modèles de simulation 3D) sont plus importantes que celles qui améliorent la capacité à gérer le relèvement après une catastrophe.

La démarche interconnectée et futuriste adoptée par la science aujourd'hui a donc redéfini les pratiques scientifiques pour les rendre plus ouvertes et plus inclusives. Les interactions entre enseignants et étudiants dans les laboratoires de recherche ont cédé la place aux interactions virtuelles. À l'heure actuelle, de nombreuses expériences invitent les citoyens à accéder aux mégadonnées scientifiques, mais également à y contribuer en temps réel grâce à des plateformes virtuelles. Ils peuvent ainsi influencer les procédés scientifiques, et parfois même les processus décisionnels gouvernementaux ayant une incidence sur leur vie quotidienne. Ce type de démarche permet au grand public de participer de façon informelle à la collecte et à l'analyse des mégadonnées et d'influer sur l'adaptation d'une technologie de développement occidentale aux besoins locaux d'une communauté dans un pays en développement, par exemple. La population s'instruit peu à peu et les citoyens participent de plus en plus à la résolution des problèmes de la recherche appliquée. Le terme « science citoyenne » désigne la participation publique de citoyens qui contribuent activement à la recherche, en mettant par exemple des données expérimentales et des infrastructures à la disposition des chercheurs. Cela favorise une plus grande interaction entre la science, la politique et la société, et donc une recherche plus ouverte, transdisciplinaire et démocratique.

Le projet de gestion des services écosystémiques actuellement mis en œuvre par l'UNESCO et ses partenaires, qui présente des liens évidents avec la réduction de la pauvreté, est un exemple de science citoyenne. Ce projet combine les notions innovantes de la gouvernance adaptative et les progrès technologiques réalisés en matière de science citoyenne et de coproduction de connaissances. Plusieurs observatoires environnementaux virtuels permettent ainsi aux communautés marginalisées et vulnérables de prendre part à la résolution de divers problèmes environnementaux locaux (Buytaert *et al.*, 2014).

La promotion d'une culture de science ouverte et d'inclusion via l'accès aux mégadonnées est à la base de la reproductibilité scientifique. Cependant, cela soulève également la question de la responsabilité à l'égard des actions qui influencent ou résultent du libre accès aux données, et des mesures à prendre pour assurer le respect des droits de propriété intellectuelle et éviter le chevauchement des recherches ou l'utilisation

abusives de ces données (non-respect des obligations en matière de citation ou restrictions concernant l'utilisation commerciale, par exemple).

Les chercheurs sont submergés d'informations

Entre les machines de séquençage du génome capables de lire un ADN de chromosome humain (environ 1,5 gigaoctet de données) en une demi-heure et les accélérateurs de particules comme le Grand collisionneur de hadrons de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN), qui génère près de 100 téraoctets de données par jour, les technologies évoluent à toute allure et les chercheurs sont submergés d'informations (Hannay, 2014).

Une récente enquête réalisée par le projet DataONE dans le milieu de la recherche révèle que 80 % des scientifiques sont prêts à partager leurs données avec d'autres chercheurs ou enseignants (Tenopir *et al.*, 2011). Un nombre croissant de chercheurs, notamment ceux qui travaillent dans des domaines à forte concentration de données, se demandent en revanche comment gérer et contrôler au mieux le partage de leurs données et où fixer la limite entre la transparence des données au nom de l'intérêt social et le risque d'une « explosion de données » incontrôlable.

Éviter l'explosion incontrôlée des mégadonnées

Les dépenses mondiales dans la recherche scientifique se sont élevées à 1 480 milliards de dollars en parité de pouvoir d'achat (PPA) en 2013 (voir chapitre 1), et les investissements réalisés pour publier ces recherches se chiffrent à plusieurs milliards de dollars PPA (Hannay, 2014).

Dans certains domaines de recherche interdisciplinaires très collaboratifs, notamment la nanobiotechnologie, l'astronomie ou la géophysique, d'importantes quantités de données sont régulièrement partagées et consultées afin d'interpréter, de comparer et d'exploiter de manière collaborative les résultats des recherches précédentes. Il faudrait donc allouer des ressources à la définition, à la mise en œuvre et à la promotion d'une gouvernance des mégadonnées et à la mise en place de protocoles de partage des mégadonnées et de politiques de gouvernance des données aux plus hauts niveaux de la collaboration scientifique formelle. Même à l'échelle du grand public, si les données étaient partagées sans aucun contrôle dans l'espoir de rendre la science plus accessible, les citoyens risqueraient de se retrouver submergés d'informations scientifiques qu'ils ne pourraient ni comprendre, ni utiliser. La création de mégadonnées scientifiques doit donc aller de pair avec la sécurité et le contrôle des données afin d'assurer le bon fonctionnement d'une culture scientifique ouverte et inclusive.

Un atelier sur la gouvernance des données, organisé en 2011 par la communauté internationale Creative Commons dans l'État de Virginie (États-Unis), a défini la gouvernance des données dans le cadre de grands projets scientifiques comme « un système de décisions, de droits et de responsabilités qui détermine qui est responsable des mégadonnées et quelles méthodes utiliser pour les gérer (législations et politiques relatives aux données, mais également stratégies de contrôle et de gestion de la qualité des

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE

données dans le cadre d'une organisation) »¹. La gouvernance des données peut s'appliquer à la fois au niveau traditionnel (universités) et au niveau virtuel (entre différentes disciplines scientifiques ou dans le cadre de grands projets internationaux de recherche collaborative).

Un code de déontologie pour le numérique ?

La gouvernance des mégadonnées concerne tous les acteurs intervenant dans le domaine de la recherche : institutions de recherche, pouvoirs publics et bailleurs de fonds, entreprises commerciales et grand public. Différents acteurs peuvent contribuer à différents niveaux. Aux niveaux les plus formels, les pouvoirs publics pourraient ainsi élaborer des politiques de gouvernance des données en collaboration avec les instituts de recherche affiliés aux niveaux national et international. Pour éduquer les citoyens à la gouvernance des mégadonnées, des ressources éducatives et des cours sur mesure pourraient être proposés sous forme de classes virtuelles destinées aux étudiants, aux chercheurs, aux bibliothécaires, aux archivistes, aux administrateurs d'universités, aux éditeurs, etc. Le récent atelier sur la gouvernance des données expliquait également comment intégrer ce type de formation dans la création d'un code de déontologie du numérique qui présenterait les bonnes pratiques en matière de science citoyenne (citation et description appropriée des données, notamment).

Soumettre les banques de connaissances en libre accès à des accords sur l'utilisation des données, des conditions d'utilisation et des politiques ciblant les bailleurs de fonds permettrait de contrôler la recherche, la consultation et le téléchargement de ces données au niveau mondial. On pourrait ainsi orienter la recherche de données scientifiques et différencier l'investigation informatique formelle (au niveau de la communauté scientifique et de la collaboration entre chercheurs) et informelle (au niveau des citoyens).

Mégadonnées et libre accès au service du développement durable

Compte tenu de l'évolution des pratiques scientifiques (transition progressive vers la science virtuelle), les mégadonnées issues de la recherche scientifique et librement accessibles pourraient tout à fait être utilisées et traitées de façon à contribuer à la réalisation des objectifs de développement durable adoptés en 2015. Les Nations Unies considèrent les données comme un élément essentiel de la prise de décision et de la responsabilité. En effet, en l'absence de données de qualité apportant l'information voulue au moment voulu, il est presque impossible d'élaborer des politiques efficaces et d'en assurer le suivi et l'évaluation. Il sera pourtant nécessaire d'analyser, de suivre et d'élaborer de telles politiques pour relever les défis rencontrés par l'humanité, retranscrits dans les 17 objectifs de développement durable déclinés en 169 cibles qui constituent le *Programme de développement durable à l'horizon 2030*.

En sa qualité d'institution spécialisée, l'UNESCO s'est elle-même engagée à faire du libre accès et de l'ouverture des données un de ses principaux programmes d'action pour atteindre les objectifs

de développement durable. Un exercice de cartographie² entrepris en mai 2015 permet de comprendre l'impact de la science ouverte et du libre accès aux mégadonnées scientifiques sur les objectifs de développement durable, dont l'élaboration repose sur l'interconnexion qui existe entre la grande orientation sur l'accès au savoir adoptée en 2005 par le Sommet mondial sur la société de l'information et la fourniture durable de biens et de services sociaux à des fins d'amélioration des conditions de vie et de réduction de la pauvreté.

RÉFÉRENCES

- Buytaert, W., Zulkafli, Z., Grainger, S., Acosta, L., Alemie, T.C., Bastiaensen, J., De Bièvre, B., Bhusal, J., Clark, J., Dewulf, A., Foggin, M., Hannah, D. M., Hergarten, C., Isaeva, A., Karpouzoglou, T., Pandeya, B., Paudel, D., Sharma, K., Steenhuis, T. S., Tilahun, S., Van Hecken, G. et Zhumanova, M. (2014) Citizen science in hydrology and water resources: opportunities for knowledge generation, ecosystem service management and sustainable development, *Frontiers in Earth Science*, 2(26).
- Cooney, C. M. (2012) Downscaling climate models: sharpening the focus on local-level changes, *Environmental Health Perspectives*, 120(1). Janvier.
- Groupe consultatif d'experts indépendants (2014) A World That Counts: Mobilising a Data Revolution for Sustainable Development, Rapport du Groupe consultatif d'experts indépendants sur la révolution des données pour le développement durable, à la demande du Secrétaire général des Nations Unies : New York.
- Hannay, T. (2014) Science's big data problem, *Wired*. Août. Voir www.wired.com/insights/2014/08/sciences-big-data-problem
- Tenopir, C., Allard, S., Douglass, K., Avdinoglu, A. U., Wu, L., Read, E., Manoff, M. et Frame, M. (2011) Data sharing by scientists: practices and perceptions, *PLoS ONE* : DOI: 10.1371/journal.pone.0021101.

¹. Voir le rapport final de cet atelier : https://wiki.creativecommons.org/wiki/Data_governance_workshop.

². Voir www.itu.int/net4/wsis/sdg/Content/wsis-sdg_matrix_document.pdf.

La science, un élément clé de la réalisation du Programme 2030

Le Programme de développement durable à l'horizon 2030 a été adopté le 25 septembre 2015 lors du Sommet des Nations Unies sur le développement durable. Ce nouveau programme comprend 17 objectifs de développement durable (ODD), qui remplacent les objectifs du Millénaire pour le développement adoptés en 2000. Quel rôle jouera la science¹ dans la réalisation du Programme 2030 ? Quelles sont les difficultés et les opportunités associées ? Le présent article d'opinion² tente de répondre à ces questions.

La science, un élément indispensable au développement durable

Puisque les États ont convenu que le Programme 2030 devait être le reflet d'une vision intégrée du développement durable, la science touche pratiquement tous les objectifs définis dans ce programme. La Déclaration, les Moyens de mise en œuvre et un grand nombre des cibles accompagnant les objectifs de développement durable comportent également des dispositions relatives à la science, notamment en ce qui concerne les investissements nationaux dans la science, la technologie et l'innovation, la promotion de la recherche fondamentale, l'enseignement et les connaissances scientifiques de même que les paragraphes du Programme 2030 relatifs au suivi et à l'examen.

La science constitue un élément indispensable pour relever les défis du développement durable : elle pose les bases de nouvelles approches, solutions et technologies qui nous permettent d'identifier, de clarifier et de nous attaquer aux problèmes locaux et mondiaux. La science offre des réponses mesurables et reproductibles et constitue ainsi le fondement de la prise de décisions éclairées et de la mise en œuvre d'études d'impact efficaces. La science, à la fois dans son champ d'études et dans ses applications, couvre plusieurs domaines : la compréhension des processus naturels et l'impact de l'activité humaine sur ces derniers ; l'organisation des systèmes sociaux ; et la contribution de la science aux questions de santé et de bien-être, ainsi qu'à de meilleures stratégies de subsistance, nous permettant ainsi d'atteindre le premier objectif visant à éliminer la pauvreté.

Face aux défis du changement climatique, la science a déjà proposé quelques solutions en faveur d'un approvisionnement en énergie sûr et durable, mais il reste possible d'innover davantage, par exemple dans le domaine du développement et du stockage de l'énergie ou de l'efficacité énergétique. Ces initiatives se rapportent directement aux ODD 7 (énergie propre et d'un coût abordable) et 13 (mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques).

Toutefois, la transition vers un développement durable ne peut reposer uniquement sur l'ingénierie et les sciences technologiques. Les sciences humaines et sociales jouent elles aussi un rôle clé dans l'adoption d'un mode de vie durable. Elles identifient et analysent les raisons sous-jacentes qui orientent les décisions prises aux niveaux personnel, sectoriel et sociétal,

comme l'illustre l'ODD 12 (consommation et production responsables). Les sciences humaines et sociales encouragent également un discours critique à propos des problèmes et des aspirations de la société, et permettent de débattre des priorités et des valeurs qui déterminent les processus politiques, ce qui est au centre de l'ODD 16 (paix, justice et institutions efficaces).

La plus grande précision des prévisions météorologiques est un exemple de réussite scientifique, les prévisions à cinq jours étant aujourd'hui aussi fiables que l'étaient les précisions à 24 heures il y a quarante ans. Des prévisions à plus long terme restent néanmoins nécessaires, de même que des applications plus locales. La diffusion des prévisions relatives aux phénomènes météorologiques extrêmes, tels que les fortes pluies, les crues soudaines et les ondes de tempête, est elle aussi indispensable, ces événements touchant particulièrement les pays les moins développés d'Afrique et d'Asie. Ces besoins se rapportent à l'ODD 13 (mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques).

Bien que la vaccination et les antibiotiques aient permis d'enrayer de nombreuses maladies infectieuses ces dernières décennies, la résistance accrue des agents pathogènes aux antimicrobiens demeure inévitable (OMS, 2014 ; NAS, 2013). De plus, de nouveaux pathogènes mutent ou font leur apparition. Afin de promouvoir la santé et le bien-être de l'être humain, il est primordial d'envisager de nouvelles méthodes de traitement, reposant à la fois sur la recherche fondamentale pour étudier l'origine de la résistance aux antibiotiques, et la recherche appliquée en vue de développer de nouveaux antibiotiques et de nouvelles alternatives. Ces problématiques entrent dans le cadre de l'ODD 3 (bonne santé et bien-être).

Recherche fondamentale et appliquée : les deux faces d'une même médaille

À la fois indissociables et interdépendantes, la recherche fondamentale et la recherche appliquée sont les deux faces d'une même médaille (CIUS, 2004). Comme l'explique Max Planck (1925), le savoir doit précéder l'application ; plus notre savoir sera précis, plus les résultats que nous pourrons en tirer seront riches et pérennes (CIUS, 2004). C'est la curiosité de l'inconnu qui motive la recherche fondamentale, plutôt qu'une application pratique directe. La recherche fondamentale implique une réflexion hors des sentiers battus. Elle permet l'acquisition de nouvelles connaissances et offre de nouvelles perspectives qui pourront, elles, aboutir à des applications concrètes. La recherche fondamentale exige du temps et de la patience et représente de ce fait un investissement sur le long terme, mais il s'agit d'une condition préalable à toute avancée scientifique. En retour, les nouvelles connaissances acquises pourront aboutir à des applications scientifiques concrètes qui constitueront peut-être un grand pas en avant pour l'humanité. La recherche fondamentale et la recherche appliquée se complètent donc l'une l'autre pour offrir des

1. « Science » s'entend ici au sens large de science, technologie et innovation (STI), un terme qui couvre à la fois les sciences naturelles, technologiques, humaines et sociales.

2. Cet article d'opinion s'appuie sur un document stratégique intitulé *The Crucial Role of Science for Sustainable Development and the Post-2015 Development Agenda: Preliminary Reflection and Comments by the Scientific Advisory Board of the UN Secretary-General*. Ce document, mis à jour depuis, a été présenté lors de la session de haut niveau du Conseil économique et social des Nations Unies, consacrée aux objectifs de développement durable et aux processus associés, qui s'est tenue à New York le 4 juillet 2014.

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE

solutions novatrices aux obstacles se dressant sur la route du développement durable.

Il existe d'innombrables exemples de telles idées porteuses de transformation. En médecine, la découverte de l'origine bactérienne de certaines maladies a favorisé le développement de la vaccination, ce qui a permis de sauver de nombreuses vies. De même, nous ne sommes pas passés directement de la bougie à l'éclairage électrique ; cette transition s'est déroulée en plusieurs étapes, grâce à la découverte de nouveaux concepts et d'avancées sporadiques. En physique, l'accélérateur de particules est un autre exemple illustrant les retombées positives inattendues d'une invention. Initialement conçu pour faire avancer la recherche fondamentale, cet outil est aujourd'hui couramment utilisé dans les grands centres médicaux, où il produit des rayons X, des protons, des neutrons ou des ions lourds à des fins de diagnostic et de traitement de maladies comme le cancer. Des millions de patients bénéficient de cette technologie.

Il n'existe par conséquent aucune opposition ou concurrence entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée, mais seulement des possibilités de synergie. Ces considérations sont au cœur de l'ODD 9 (industrie, innovation et infrastructure).

La science, un art universel au même titre que la musique

La science, à l'instar de la musique, est universelle. C'est une langue que nous pouvons partager par-delà les frontières politiques et culturelles. Par exemple, plus de 10 000 physiciens originaires de 60 pays travaillent ensemble au sein du Laboratoire européen pour la physique des particules (CERN), en Suisse, animés d'une même passion et motivés par des objectifs communs. Dans les universités du monde entier, de nouveaux programmes d'enseignement supérieur de premier et deuxième cycles sont conçus pour apprendre à ceux qui, demain, devront résoudre des problèmes d'envergure internationale, à travailler de manière interdisciplinaire, à différentes échelles et sur plusieurs zones géographiques. Dans ce contexte, la science influence la collaboration dans le domaine de la recherche, la diplomatie scientifique et la paix, ce qui correspond également à l'ODD 16.

La science joue un rôle clé dans le domaine de l'éducation. La pensée critique qui accompagne l'enseignement scientifique est essentielle pour entraîner l'esprit à comprendre le monde dans lequel nous vivons, faire des choix et résoudre des problèmes. Les connaissances scientifiques constituent la base des solutions à nos problèmes quotidiens : elles limitent les probabilités de malentendus en favorisant une compréhension commune. Les connaissances scientifiques et le renforcement des capacités doivent être encouragés dans les pays à revenu faible ou intermédiaire, en particulier ceux où les avantages de la science ne sont pas suffisamment reconnus et où les ressources scientifiques font souvent défaut, car cette situation entraîne une dépendance envers des pays plus avancés sur le plan scientifique et plus industrialisés. Ainsi, la science a également un rôle à jouer dans la réalisation de l'ODD 4 (éducation de qualité).

La science, un bien public

La science pour le bien public ne suscite pas uniquement des changements porteurs de transformation sur la voie du développement durable. Elle représente également un moyen de

franchir les frontières politiques, culturelles et psychologiques, et contribue ainsi à poser les bases d'un monde pérenne. La science peut promouvoir les pratiques démocratiques quand les découvertes sont diffusées et partagées librement, et accessibles par tous. Par exemple, Internet, le World Wide Web, a été inventé pour simplifier l'échange d'informations entre les chercheurs travaillant dans les laboratoires de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN), en Suisse. Depuis, le Web a révolutionné la manière d'accéder aux informations dans le monde entier. En tant que centre de recherche public, le CERN a préféré rendre le Web librement accessible à tout un chacun, plutôt que de déposer un brevet pour son invention.

La nécessité d'une approche intégrée

Si nous voulons que le programme de développement pour l'après-2015 transforme réellement la situation, il est indispensable de respecter le caractère indissociable des défis que les objectifs de développement durable cherchent à résoudre. C'est la conclusion à laquelle est arrivé le Groupe de travail ouvert sur les objectifs de développement durable, convoqué par l'Assemblée générale des Nations Unies lors des négociations officielles qui ont donné lieu à l'élaboration du *Programme 2030*. La division artificielle du *Programme 2030* en objectifs, qui repose sur des approches disciplinaires, peut s'avérer nécessaire à des fins de compréhension, de mobilisation des ressources, de communication et de sensibilisation du public, mais on ne saurait trop insister sur la complexité et la forte interdépendance des trois dimensions du développement durable : économique, sociale et environnementale.

Pour illustrer la forte corrélation entre ces trois dimensions, considérons les éléments suivants : l'alimentation, la santé, l'égalité des sexes, l'éducation et l'agriculture relèvent toutes de plusieurs objectifs de développement durable et sont tous étroitement liés. Il est impossible d'être en bonne santé sans une alimentation adaptée, elle-même étroitement liée à l'agriculture, qui fournit des aliments nutritifs (ODD 2, faim « zéro »). L'agriculture, cependant, a un impact sur l'environnement, et donc sur la biodiversité (au centre des ODD 14 et 15 sur la vie aquatique et la vie terrestre, respectivement) ; on estime en effet que l'agriculture est le principal facteur de déforestation lorsqu'elle est mal gérée. Les femmes sont au cœur des questions liées à la santé, à l'alimentation et à l'agriculture. Dans les zones rurales, elles sont chargées de la production quotidienne de nourriture et de l'éducation des enfants. Par manque d'éducation et donc d'accès au savoir, certaines femmes ignorent les corrélations décrites précédemment. De plus, dans certaines cultures, leur bien-être est souvent pénalisé lorsqu'elles sont considérées comme des citoyens de seconde zone. La promotion de l'égalité des sexes et l'autonomisation des femmes vivant dans les zones rurales revêtent donc une importance capitale pour parvenir à des avancées dans tous les domaines décrits précédemment et juguler une croissance démographique non viable. La science est bien placée pour construire des passerelles permettant d'établir de tels liens, dans le contexte de l'ODD 5 sur l'égalité entre les sexes.

Le principe « Une seule santé » est un autre exemple illustrant les corrélations entre les pratiques agricoles, la santé et l'environnement. Ce concept défend l'idée selon laquelle la santé humaine et la santé animale sont étroitement liées. Cet argument

Perspectives sur les nouveaux enjeux

peut être démontré, par exemple, par le fait que les virus touchant les animaux peuvent contaminer les humains, comme dans le cas du virus Ebola ou de la grippe (par exemple, la grippe aviaire).

Compte tenu du caractère interdisciplinaire de la science dans le contexte du développement durable, le Conseil consultatif scientifique du Secrétaire général des Nations Unies a souligné l'importance d'une coopération renforcée entre les différents domaines scientifiques. Il a également insisté sur la nécessité de présenter clairement et fermement la science comme un élément indispensable à la réussite du *Programme 2030*. Les États devraient reconnaître les capacités de la science à fédérer plusieurs systèmes de connaissances, disciplines et découvertes, et à contribuer à une base de connaissances solide, en vue de la réalisation des objectifs de développement durable.

RÉFÉRENCES

CIUS (2004) ICSU Position Statement: The Value of Basic Scientific Research, Conseil international pour la science : Paris.

NAS (2013) *Antibiotics Research: Problems and Perspectives*. Académie allemande des sciences Leopoldina : Hambourg (Allemagne).

Nations Unies (2013) *Statistics and Indicators for the Post-2015 Development Agenda*. Équipe spéciale du système des Nations Unies sur l'Agenda de développement de l'après 2015 : New York.

Nations Unies (2012) *L'avenir que nous voulons*. Résolution de l'Assemblée générale A/RES/66/288, paragr. 247.

OMS (2014) *Réponse à la résistance aux antimicrobiens : analyse mondiale de la situation dans les pays*. Organisation mondiale de la Santé : Genève.

Planck, M. (1925) *La Nature de la lumière*, Traduction française de la conférence donnée à la Société Kaiser-Wilhelm pour le progrès des sciences : Berlin.



La science au service d'un monde durable et juste : un nouveau cadre pour la politique scientifique mondiale ?

Heide Hackmann, *Conseil international pour la science*,
et Geoffrey Boulton, *Université d'Édimbourg*

Le défi des bouleversements mondiaux

Au fil des années, l'ampleur et les répercussions de l'exploitation humaine du système terrestre apparaissent plus clairement pour les scientifiques qui les étudient et pour le grand public qui tente de les appréhender. Le capital naturel de la Terre produit un dividende annuel de ressources qui constitue à la fois le socle de l'économie humaine et le système vital des habitants de la planète. Toutefois, du fait de la croissance de la population mondiale et de sa consommation cumulée, ce capital productif est de plus en plus grignoté. Deux activités humaines se distinguent à cet égard : le développement historique de sources d'énergie toujours plus abondantes afin d'alimenter la société et d'autre part la surexploitation et la surconsommation de ressources à la fois non renouvelables et surtout renouvelables. Non seulement ces activités ne sont pas durables, mais elles ont engendré de nouveaux dangers. Leurs conséquences sont graves, et potentiellement désastreuses pour les générations futures. Certains scientifiques utilisent le terme « Anthropocène » pour désigner l'époque où nous vivons, car l'influence de l'être humain est devenue une force géologique déterminante (Zalasiewicz *et al.*, 2008 ; CISS et UNESCO, 2013).

L'impact des activités humaines à l'échelle locale se transmet à toute la planète par les océans, l'atmosphère et les réseaux culturels, économiques, commerciaux et de transport mondiaux. Inversement, ces systèmes de transmission mondiaux ont un impact local dont l'ampleur varie en fonction de la situation géographique. La corrélation complexe qui existe de ce fait entre les phénomènes sociaux et biogéophysiques a reconfiguré l'écologie mondiale, et la pauvreté, l'inégalité et les conflits font désormais partie intégrante de cette nouvelle configuration. Cette corrélation présente de nombreuses interdépendances et des relations non linéaires et chaotiques qui peuvent se développer différemment selon le contexte. Par conséquent, toute tentative de résolution d'un problème concernant un aspect de cette écologie aura nécessairement une incidence sur d'autres aspects. Le monde est donc confronté à des problèmes environnementaux, socioéconomiques, politiques et culturels majeurs, et ces problèmes convergents doivent être envisagés dans leur globalité afin que chacun soit correctement pris en compte.

La société compte toutefois sur la science pour résoudre ces problèmes au plus vite et de manière à la fois durable et juste, ce qu'illustrent parfaitement les objectifs de développement durable des Nations Unies. Relever ce défi nécessitera la coopération de personnes de différentes cultures et de leurs dirigeants ; cela exigera des mesures mondiales pour lesquelles ni la communauté scientifique, ni le monde politique, ni le grand public ne sont prêts pour l'instant. De nombreux secteurs de la société devront s'impliquer dans ce processus, mais la communauté scientifique aura un rôle particulier à jouer.

Avant tout, il est impératif de déconnecter la croissance (ou même la stagnation économique) de l'impact environnemental. Il apparaît de plus en plus clairement que le meilleur moyen d'y parvenir serait la généralisation de diverses technologies éprouvées ou réalisables à des coûts de plus en plus compétitifs et l'adoption de systèmes opérationnels et de modèles économiques fonctionnant dans un cadre économique et réglementaire favorable. Outre ces transitions technologiques nécessaires, la société doit s'adapter mais également trouver des solutions pour transformer en profondeur les systèmes socioéconomiques et les valeurs et croyances sur lesquelles ils reposent, ainsi que les comportements, les pratiques sociales et les modes de vie qu'ils perpétuent.

Compte tenu de ces réalités mondiales complexes, il est absolument impératif d'encourager une véritable évolution de la contribution de la science aux politiques et aux pratiques publiques.

Remise en question et évolution de la science

Ces vingt dernières années, on a peu à peu pris conscience que pour élaborer et mettre en œuvre des politiques publiques efficaces et équitables, il était nécessaire d'instaurer le dialogue et la coopération avec le public de manière bilatérale. Cependant, l'échelle et l'ampleur internationale du défi présenté ci-dessus exigent une approche bien plus complexe (voir par exemple Tàbara, 2013). Généralement, ces approches transcendent les frontières entre les différentes disciplines (sciences physiques, sociales, humaines, médicales, ingénierie et sciences de la vie) en vue d'une plus grande interdisciplinarité ; elles favorisent une collaboration réellement mondiale en s'ouvrant aux scientifiques du monde entier ; elles font progresser de nouvelles méthodes de recherche pour analyser des problèmes multidisciplinaires complexes ; et elles combinent différents types ou sous-cultures de savoir : connaissances scientifiques spécialisées, politiques/stratégiques, autochtones/locales, communautaires, individuelles et globales (voir par exemple Brown *et al.*, 2010). Les systèmes de connaissances en libre accès facilitent la recherche axée sur les solutions. Ils rassemblent des universitaires et des non-universitaires qui travaillent ensemble au sein de réseaux de résolution de problèmes et d'apprentissage collaboratifs et dépassent les dichotomies traditionnelles (entre la recherche fondamentale et la recherche appliquée, par exemple).

L'initiative Future Earth, mise en place en 2012 par une alliance internationale de partenaires (Belmont Forum, un groupe d'organisme de financement scientifiques nationaux, Conseil international des sciences sociales, Conseil international pour la science, Organisation météorologique mondiale, Programme des Nations Unies pour l'environnement, UNESCO et Université des Nations Unies), est un exemple majeur de l'ouverture des systèmes de connaissances au niveau international. Cette

Perspectives sur les nouveaux enjeux

initiative¹ favorise les transformations mondiales et la recherche sur la durabilité. Par ce biais, des chercheurs appartenant à de nombreuses disciplines apprennent à collaborer avec des partenaires non universitaires au sein de réseaux thématiques mêlant connaissances et mesures concrètes sur les océans, la santé, le lien entre l'eau, l'énergie et l'alimentation, les transformations sociales et la finance mondiale. La promotion des pratiques scientifiques inter et transdisciplinaires constitue la pierre angulaire des travaux de Future Earth.

Bien que l'on ne puisse pas encore mesurer les conséquences ultimes de la non-durabilité effrénée du système socio-écologique, d'importants efforts sont déployés pour comprendre ce système en s'appuyant sur le point de vue de toutes les disciplines, de façon à établir une définition commune et réciproque des enjeux et à garantir la collaboration dans la conception, l'exécution et l'application de la recherche.

On a par ailleurs dépassé l'interdisciplinarité pour tendre vers la transdisciplinarité, considérée aujourd'hui comme un processus fondamental favorisant la recherche. La recherche transdisciplinaire fait participer des décideurs, des responsables politiques et des spécialistes, mais également des acteurs de la société civile et du secteur privé, à l'élaboration conjointe et à la coproduction de connaissances, de politiques et de pratiques axées sur la recherche de solutions. Elle tient compte de la multiplicité des sources de connaissances utiles et d'expertise pouvant être exploitées, de sorte que tous les acteurs concernés sont à la fois producteurs et utilisateurs des connaissances à un moment ou à un autre. La transdisciplinarité n'est donc pas seulement une nouvelle façon d'introduire les connaissances scientifiques dans les politiques et les pratiques ou un simple recadrage stratégique du modèle à sens unique de mise en pratique de la science. Elle est envisagée comme un processus social permettant de produire des connaissances utilisables et de favoriser l'apprentissage mutuel de façon à renforcer la crédibilité scientifique, l'intérêt pratique et la légitimité sociopolitique. La transdisciplinarité s'attache à rapprocher les points de vue des différentes sous-cultures du savoir et à les intégrer pour tenir compte de la complexité sociale et contribuer à résoudre des problèmes collectifs. Dans la recherche transdisciplinaire, les « producteurs » des connaissances scientifiques cessent de considérer les « utilisateurs » de ces connaissances comme des récepteurs d'informations passifs, ou au mieux comme des fournisseurs de données en vue d'analyses encadrées par des scientifiques. Au contraire, les scientifiques tiennent compte des préoccupations, des valeurs et de l'opinion des décideurs et des spécialistes, des entrepreneurs, des militants et des citoyens, et leur donnent un rôle à jouer dans la mise en place d'une recherche compatible avec leurs besoins et leurs aspirations (Mauser *et al.*, 2013).

Des initiatives nationales et internationales en faveur de la « science ouverte » et du « libre accès » créent actuellement les conditions *sine qua non* du développement futur des systèmes de connaissances en libre accès (The Royal Society, 2012). On assiste depuis quelques années à une intensification de la participation du grand public, qui a naturellement entraîné l'ambition que la science devienne une initiative publique au lieu d'être pratiquée derrière les portes closes des laboratoires et des

bibliothèques, que les recherches scientifiques subventionnées par des fonds publics soient menées au grand jour, que les données de ces recherches puissent être soumises à un examen approfondi, que les conclusions soient mises à disposition gratuitement ou à moindre coût, que les résultats scientifiques et leurs implications soient mieux communiqués aux différents acteurs, et que les scientifiques s'engagent publiquement en faveur de la transdisciplinarité. La science ouverte est également une contrepartie essentielle des modèles économiques fondés sur la collecte et la privatisation de connaissances produites par la société par le biais du monopole et de la protection des données. Face à de telles pressions sur la recherche scientifique, la communauté scientifique doit résolument s'engager en faveur du libre accès des données, de l'information et des connaissances.

Remise en question de la politique scientifique

Les discours concernant les systèmes de connaissances en libre accès et, plus généralement, la science ouverte, correspondent-ils à un nouveau modèle ou cadre de politique scientifique, qui arrêterait d'envisager la valeur de la science à travers le prisme (souvent national) de l'économie du savoir pour considérer la science comme une initiative publique au service d'un monde durable et juste ?

En théorie, oui. Les discours relatifs aux concepts élémentaires de la politique scientifique ont en tout cas évolué dans ce sens. Ainsi, dans une grande partie de la communauté scientifique, la notion d'intérêt scientifique est aujourd'hui moins envisagée sous l'angle de la croissance économique nationale et de la compétitivité, au profit d'une recherche transformatrice destinée à trouver des solutions aux problèmes mondiaux auxquels nous sommes confrontés.

Par ailleurs, le lien entre la science et la politique est appréhendé différemment. L'ancien système de transmission à sens unique, fondé sur un modèle linéaire de transfert des connaissances, avec ses notions d'impact et d'application et ses mécanismes dualistes de production et d'utilisation des connaissances (notes stratégiques, évaluations et systèmes consultatifs, notamment) est progressivement remplacé par un modèle multidirectionnel d'interaction itérative, qui utilise des boucles de rétroaction et reconnaît la complexité des processus de décision d'un côté comme de l'autre.

Dernier aspect, et non des moindres, nous voyons évoluer la géopolitique de la science, notamment au niveau des termes appliqués aux mesures de lutte contre les fractures cognitives à l'échelle mondiale. Le terme « construction de capacités » a été remplacé par l'expression « renforcement des capacités », mais ces deux notions restent prisonnières de l'idée que l'on aide les pays du Sud à rattraper leur retard. Aujourd'hui, on commence à parler de « mobilisation des capacités », de façon à rendre compte de l'excellence des systèmes scientifiques régionaux et à souligner la nécessité de les soutenir pour permettre une intégration et une collaboration réellement mondiales. La transition vers un nouveau cadre de politique scientifique s'est-elle opérée en pratique ? On observe des signes encourageants d'une évolution dans ce sens. À l'échelle internationale, l'initiative Future Earth constitue un nouveau cadre institutionnel en faveur d'une pratique scientifique intégrée et transdisciplinaire. Peut-être plus important encore, les initiatives multilatérales de financement

1. Voir www.futureearth.org.

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE

du Belmont Forum et, plus récemment, le programme « Transformations vers la durabilité » du Conseil international des sciences sociales ont promis leur soutien à ce type de pratiques².

Dans les faits, en revanche, la politique scientifique dominante ne semble pas suivre cette voie. Les universités du monde entier ont ici un rôle essentiel à jouer. Ces institutions humaines sont uniques de par la diversité des connaissances qu'elles transmettent, puisqu'elles préservent et réactivent des savoirs ancestraux et qu'elles produisent et diffusent de nouvelles connaissances. Cependant, l'enseignement de ces connaissances reste encore bien trop souvent cantonné à des disciplines isolées, et ce phénomène est renforcé par une organisation exclusivement disciplinaire de la formation universitaire, des priorités de financement et des mécanismes d'incitation. Les anciennes modalités de production des connaissances scientifiques sont perpétuées par des méthodes traditionnelles d'évaluation fondées sur des indicateurs rigides et inappropriés, et peu compatibles avec les systèmes d'intéressement et d'avancement professionnel. En effet, les chercheurs sont rarement encouragés (et encore moins incités financièrement) à acquérir les compétences socioculturelles et les capacités de mobilisation nécessaires pour gérer des activités transculturelles, inter- et transdisciplinaires.

Créer des conditions favorables

La politique scientifique n'applique pas encore le cadre stratégique de science ouverte et de libre accès des connaissances qu'elle préconise. C'est aux universités de prendre conscience de la nécessité de mettre en place ce cadre stratégique et d'y répondre, mais également aux instances chargées des politiques scientifiques nationales qui définissent les priorités de recherche, allouent des subventions et mettent en place des systèmes d'incitation. Ces institutions doivent notamment proposer des solutions créatives et coordonnées pour mieux intégrer les sciences naturelles, sociales et humaines dans des domaines comme la recherche sur la durabilité et les bouleversements mondiaux. Il faut également apporter un soutien spécifique aux méthodes ouvertes et inclusives de production de connaissances axées sur la recherche de solutions en partenariat avec les acteurs de la société. Il est par ailleurs impératif que les décideurs chargés d'élaborer les politiques scientifiques fassent preuve de réflexion et d'esprit critique. La recherche thématique ne doit pas supplanter l'exploration créative de domaines peu valorisés mais à l'origine d'un bon nombre d'idées et de technologies qui constituent le fondement du monde moderne et qui pourraient bien faire émerger des solutions créatives pour l'avenir. Il est donc essentiel d'observer et d'étudier attentivement dans quelle mesure l'élaboration conjointe et la coproduction de connaissances entre universitaires et non-universitaires font évoluer les pratiques et l'efficacité des politiques scientifiques.

Pourquoi est-ce si important ? Un soutien engagé en faveur d'une science intégrée, transdisciplinaire et axée sur la recherche de solutions a une réelle incidence sur l'activité des scientifiques de l'Anthropocène, qu'il s'agisse de leur mode d'exercice, de leur formation, de leur évaluation, de leur rémunération ou des

systèmes d'avancement professionnel mis en place pour eux. Ce soutien influence également le financement de la recherche et détermine dans quelle mesure la science peut répondre aux exigences actuelles, à savoir contribuer à trouver des solutions aux défis mondiaux majeurs et favoriser des transformations au service de la durabilité. Il déterminera le rôle de la science dans l'orientation prise par l'humanité sur la planète Terre.

RÉFÉRENCES

- Brown, V. A. B., Harris, J. A. et Russell, J. Y. (2010) *Tackling Wicked Problems through the Transdisciplinary Imagination*. Earthscan Publishing.
- CISS et UNESCO (2013) *Rapport mondial sur les sciences sociales 2013 : changements environnementaux globaux*. Éditions de l'Organisation de coopération et de développement économiques et de l'UNESCO : Paris.
- Mausser, W., Klepper, G., Rice, M., Schmalzbauer, B. S., Hackmann, H., Leemans, R. et Moore, H. (2013) Transdisciplinary global change research: the co-creation of knowledge for sustainability, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5 : p. 420–431. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2013.07.001>.
- Tàbara, J. D. (2013) Une nouvelle conception des systèmes d'accès ouverts à la connaissance en vue de la durabilité : des perspectives pour les spécialistes en sciences sociales, in : CISS et UNESCO (2013) *Rapport mondial sur les sciences sociales 2013 : Changements environnementaux globaux*. Éditions de l'Organisation de coopération et de développement économiques et de l'UNESCO : Paris.
- The Royal Society (2012) *Science as an open enterprise*. Rapport 02/12 du Centre de politique scientifique de The Royal Society.
- Zalasiewicz, J. et al. (2008) Are we now living in the Anthropocene? *GSA Today*, 18(2) : p. 4–8. DOI : 10.1130/GSAT01802A.1.

² Voir www.belmontforum.org et www.worldsocialscience.org/activities/transformations.

Les savoirs locaux et autochtones dans l'interface entre science et politique

Douglas Nakashima, *Chef du Programme sur les systèmes de savoirs locaux et autochtones, UNESCO*

Vers une reconnaissance mondiale

Depuis quelques années, les savoirs locaux et autochtones apportent une nouvelle contribution, de plus en plus influente, à l'interface mondiale entre science et politique. Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) le reconnaît notamment dans son *cinquième Rapport d'évaluation* (2014). Dans son analyse des caractéristiques des trajectoires d'adaptation présentée dans le Résumé à l'intention des décideurs du rapport *Changements climatiques 2014 : Rapport de synthèse*, le GIEC indique que :

Les systèmes et pratiques du savoir autochtone, local et traditionnel, y compris la vision holistique qu'ont les populations autochtones de leurs collectivités et de leur environnement, constituent des ressources de première importance pour l'adaptation au changement climatique (éléments robustes, degré de cohérence élevé). Ces formes de savoir ne sont pas toujours prises en compte d'une manière cohérente dans les stratégies d'adaptation existantes. Leur intégration dans les pratiques existantes augmente l'efficacité des mesures d'adaptation.

Cette reconnaissance de l'importance des savoirs locaux et autochtones fait écho à la position adoptée par l'organisation internationale d'évaluation « sœur » du GIEC. Créée en 2012, la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) considère les savoirs locaux et autochtones comme un « principe de fonctionnement » qui se traduit comme suit dans la mission scientifique et technique confiée au groupe d'experts multidisciplinaire de l'IPBES : *déterminer des moyens d'intégrer de nouveaux systèmes de savoirs, y compris des systèmes de savoirs autochtones, à l'interface entre science et politique.*

D'autres organismes scientifiques prestigieux investis d'un mandat international dans le domaine de la science et de la politique mettent en avant les savoirs locaux et autochtones. Lors de sa troisième réunion, qui s'est tenue en mai 2015, le Conseil consultatif scientifique du Secrétaire général des Nations Unies a décidé de préparer un document stratégique à l'intention du Secrétaire général qui reconnaisse l'importance des savoirs locaux et autochtones dans le domaine du développement durable et formule des recommandations afin d'améliorer les synergies entre ces formes de savoirs et la science.

Comprendre les systèmes de savoirs autochtones et locaux

Avant de poursuivre, il est important de clarifier ce que nous entendons par « systèmes de savoirs autochtones et locaux ». Ce terme fait référence aux connaissances et savoir-faire développés de génération en génération, qui guident les sociétés humaines dans leurs nombreuses interactions avec leur environnement. Ces savoirs contribuent au bien-être de nombreuses populations dans le monde entier, en garantissant la sécurité alimentaire grâce à la chasse, la pêche, la cueillette, l'élevage ou l'agriculture à petite échelle, mais aussi en fournissant des soins de santé, des vêtements, un abri et des solutions pour faire face aux changements environnementaux

(Nakashima et Roué, 2002). Ces systèmes de savoirs sont dynamiques, et se transmettent et se renouvellent de génération en génération.

Plusieurs termes coexistent dans la littérature, notamment savoir autochtone, savoir écologique traditionnel, savoir local, savoir d'agriculteurs ou science autochtone. Bien que tous ces termes possèdent des connotations quelque peu différentes, leur sens reste suffisamment proche pour pouvoir les utiliser de manière interchangeable.

Selon Berkes (2012), les savoirs écologiques traditionnels désignent un « ensemble de connaissances, de pratiques et de croyances accumulées, concernant les relations des êtres vivants (y compris les êtres humains) entre eux et avec leur environnement, évoluant à la faveur des processus d'adaptation et transmises de génération en génération par le biais de la culture ».

Se remémorer les savoirs locaux et autochtones

Les savoirs locaux et autochtones ne sont pas nouveaux. Ils remontent même à l'origine de l'humanité. La nouveauté, en revanche, réside dans la reconnaissance grandissante témoignée par des scientifiques et décideurs du monde entier, à tous les niveaux et dans un nombre croissant de domaines.

« Reconnaissance » est le mot clé, mais il ne faut toutefois pas comprendre ce terme comme la « découverte » de quelque chose jusqu'alors inconnu. L'étymologie du mot nous éclaire sur son véritable sens : « re » (de nouveau) + « cognoscere » (connaître), qui signifie « se remémorer, se rappeler ou retrouver la connaissance de [...] quelque chose précédemment connu ou éprouvé »¹. En effet, les efforts actuels visant à « se remémorer » les savoirs autochtones témoignent de la séparation instaurée par la science positiviste il y a plusieurs siècles.

Cette séparation, que l'on pourrait même qualifier d'opposition, entre la science, d'un côté, et les savoirs locaux et autochtones, de l'autre, n'était pas un acte de malveillance. Il s'agissait plutôt d'une nécessité historique, sans laquelle la science n'aurait pu émerger en tant qu'ensemble de connaissances distinct, aux méthodes définies, et rassemblant un groupe identifiable d'intellectuels et de professionnels. Tout comme la philosophie occidentale a choisi d'ignorer les continuités et de souligner les discontinuités en opposant la « nature » à la « culture », la science positiviste a délibérément mis de côté les nombreuses caractéristiques qu'elle partage avec d'autres systèmes de savoirs afin de se distinguer, d'abord en tant que système de savoirs différent, puis « unique » et enfin, « supérieur ».

Encore aujourd'hui, les jeunes chercheurs sont formés à valoriser certaines caractéristiques scientifiques spécifiques (empirisme, rationalité et objectivité), ce qui suggère que les autres systèmes de savoirs sont par opposition subjectifs, anecdotiques et irrationnels. Évidemment, personne ne saurait nier les résultats

1. Voir www.etymonline.com/index.php?term=recognize.

RAPPORT DE L'UNESCO SUR LA SCIENCE

impressionnants de la science positiviste, qui a permis de faire progresser les connaissances sur notre environnement biophysique grâce à un ensemble stupéfiant d'avancées techniques qui ont transformé – et transforment encore aujourd'hui – le monde dans lequel nous vivons, pour le meilleur et pour le pire. La séparation et l'opposition entre la science et d'autres systèmes de savoirs, et entre les différentes disciplines scientifiques elles-mêmes, sont sans aucun doute l'une des clés de la réussite globale de la science positiviste.

Toutefois, le cloisonnement, le réductionnisme et la spécialisation ont également leurs limites. Les inconvénients de l'opposition entre nature et culture, ou entre la science et d'autres systèmes de savoirs, ont-ils, ces dernières années, surpassé ses avantages ? La meilleure compréhension et la plus grande appréciation de ces inconvénients contribuent-elles à l'émergence des savoirs locaux et autochtones sur la scène mondiale ?

L'émergence des savoirs locaux et autochtones sur la scène mondiale

L'apparition des savoirs locaux et autochtones dans l'interface mondiale entre science et politique suggère que la longue période de séparation entre la science et les systèmes de savoirs autochtones et locaux arrive à son terme. Cela étant dit, séparation n'est peut-être pas le terme approprié. En fait, il est possible que les liens entre la science et les autres systèmes de savoirs n'aient jamais été tranchés, mais seulement éclipsés. La science découle de la compréhension et des observations locales du fonctionnement de la nature. Aux prémices des sciences coloniales, par exemple, l'ethnobotanique et l'ethnozoologie se sont appuyées sur les connaissances et le savoir-faire des populations locales pour identifier les plantes et les animaux « utiles ». Les systèmes de nomenclature et de classification locaux et autochtones ont été adoptés en masse et souvent déguisés sous la forme de taxinomies « scientifiques ». Par exemple, la compréhension européenne de la botanique asiatique « dépendait, de manière ironique, d'un ensemble de pratiques de diagnostic et de classification qui découlait d'anciennes codifications de savoirs autochtones, bien que présenté comme l'apanage de la science occidentale » (Ellen et Harris, 2000, p. 182).

Ce n'est qu'au milieu du XX^e siècle que nous avons observé un changement d'attitude de la part des scientifiques occidentaux à l'égard des savoirs locaux et autochtones, tout d'abord avec le travail iconoclaste mené par Harold Conklin aux Philippines (*The Relation of Hanunóo Culture to the Plant World*, 1954). Harold Conklin a révélé l'étendue des connaissances botaniques du peuple hanunóo, qui portent sur « des centaines de caractéristiques permettant de différencier les types de plantes, et mentionnant souvent des informations importantes relatives à leurs propriétés médicinales ou nutritionnelles ». Dans un autre domaine et une autre région, Bob Johannes a travaillé avec des pêcheurs des îles du Pacifique afin de consigner leur connaissance approfondie « des mois et des périodes, ainsi que de l'endroit précis où se réunissent les groupes de frai d'environ 55 espèces de poissons dont la reproduction est influencée par la lune » (Berkes, 2012). Grâce à ces savoirs autochtones, le nombre d'espèces de poissons recensées par la science et dont le schéma de reproduction est influencé par les cycles lunaires a plus que doublé (Johannes, 1981). Dans le nord de l'Amérique, les levés d'occupation des sols utilisés dans le cadre des revendications territoriales autochtones ont

contribué à promouvoir le rôle des savoirs autochtones dans les domaines de la gestion de la faune sauvage et de l'étude d'impact environnemental (Nakashima, 1990).

La volonté de mieux comprendre les vastes connaissances des peuples autochtones et des communautés locales, relatives notamment à la diversité biologique, s'est accrue au cours des années suivantes. L'article 8 j), désormais bien connu, de la Convention sur la diversité biologique (1992), a contribué à renforcer la prise de conscience internationale, en demandant aux Parties de respecter, préserver et maintenir « les connaissances, innovations et pratiques des communautés autochtones et locales qui incarnent des modes de vie traditionnels présentant un intérêt pour la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique ».

Toutefois, d'autres domaines ont également reconnu l'importance des savoirs locaux et autochtones. Orlove *et al.* (2002) ont révélé que les agriculteurs des Andes pouvaient prévoir la survenue d'un phénomène El Niño au cours d'une année, d'une manière aussi précise que la météorologie moderne, simplement en observant la constellation des Pléiades :

L'éclat et la taille apparente des Pléiades varient en fonction du nombre de nuages fins de haute altitude présents dans la partie supérieure de la troposphère, ce qui reflète l'importance du phénomène El Niño au-dessus du Pacifique. Étant donné que les précipitations sont généralement rares dans cette région les années où un épisode El Niño se produit, cette méthode très simple (mise au point par des agriculteurs andins) fournit des prévisions précieuses, aussi fiables, voire meilleures que les prévisions à long terme reposant sur une modélisation informatique de l'océan et de l'atmosphère.

La reconnaissance de l'authenticité des savoirs locaux et autochtones émerge également dans un autre domaine : la préparation aux catastrophes naturelles et l'intervention en cas d'urgence. Le tsunami qui s'est produit dans l'océan Indien en décembre 2004 et qui a fait plus de 200 000 victimes constitue un exemple des plus frappants. Au cours de cette catastrophe tragique, des récits ont commencé à circuler sur la manière dont les savoirs locaux et autochtones avaient permis de sauver des vies. L'UNESCO disposait d'une source directe pour l'aider à comprendre ce phénomène, grâce à un projet mené depuis de nombreuses années auprès des Moken, une tribu vivant dans les îles Surin, en Thaïlande. Le tsunami de 2004 avait complètement détruit leur petit village côtier, mais n'avait fait aucune victime. Après le tsunami, les Moken ont expliqué que tous les habitants, adultes et enfants, avaient compris que le retrait inhabituel de la mer était un signal leur indiquant de quitter le village et de se réfugier rapidement sur les hauteurs. Aucun des Moken présents sur les îles Surin n'avait connu de *laboon* (terme de la tribu pour désigner un tsunami), mais les connaissances transmises de génération en génération leur ont permis de reconnaître les signes avant-coureurs de la catastrophe et de savoir comment y faire face (Rungmanee et Cruz, 2005).

La biodiversité, le climat et les catastrophes naturelles ne sont que quelques-uns des nombreux domaines dans lesquels se sont illustrés les savoirs locaux et autochtones. On pourrait en citer d'autres, tels que la connaissance de la diversité génétique des espèces animales et des variétés de plantes, y compris la

Perspectives sur les nouveaux enjeux

pollinisation et les pollinisateurs (Lyver *et al.*, 2014 ; Roué *et al.*, 2015), la connaissance des courants océaniques, de la houle, des vents et des étoiles, qui est au cœur des pratiques de navigation traditionnelles en pleine mer (Gladwin, 1970), sans oublier la médecine traditionnelle, en particulier les connaissances approfondies des femmes en matière d'accouchement et de santé reproductive (Pourchez, 2011). Que les populations du monde entier aient développé une expertise dans une multitude de domaines liés à leur vie quotidienne semble évident ; pourtant, le nombre croissant de découvertes scientifiques a fini par éclipser cette mine de savoir, comme si la science avait besoin de marginaliser les autres formes de connaissances pour asseoir sa propre influence et obtenir une reconnaissance mondiale.

Et maintenant ?

L'émergence des savoirs locaux et autochtones au niveau mondial pose de nombreux défis, notamment celui de conserver la vitalité et le dynamisme de ces pratiques et connaissances au sein des communautés locales dont elles proviennent. Ces autres systèmes de savoirs font face à une multitude de menaces, notamment les systèmes éducatifs classiques qui ignorent l'importance cruciale d'une éducation ancrée dans les langues, les savoirs et les philosophies autochtones. Connaissant les risques posés par une éducation centrée uniquement sur les ontologies positivistes, le programme de l'UNESCO sur les systèmes de savoirs locaux et autochtones développe des ressources éducatives reposant sur les langues et les savoirs locaux avec le peuple mayangna au Nicaragua, les habitants du lagon de Marovo dans les îles Salomon et les jeunes du Pacifique².

Un défi de toute autre nature se pose également. La reconnaissance, dans de nombreux domaines, de l'importance des savoirs locaux et autochtones soulève des attentes auxquelles il peut être difficile de répondre. Par exemple, comment les savoirs locaux et les garants de tels savoirs peuvent-ils contribuer aux évaluations de la biodiversité et des services écosystémiques, ou favoriser la compréhension de l'impact du changement climatique et des possibilités d'adaptation ? Passer de la simple reconnaissance à la recherche d'une manière de procéder est devenue une préoccupation majeure dans l'interface entre science et politique. Après avoir insisté sur l'importance des savoirs locaux et autochtones en matière d'adaptation au changement climatique dans le *cinquième Rapport d'évaluation* du GIEC (Nakashima *et al.*, 2012), l'UNESCO collabore désormais avec la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques dans le but d'identifier des outils et des méthodes permettant d'intégrer les savoirs traditionnels et autochtones à la lutte contre le changement climatique, au même titre que la science. Enfin, une équipe spéciale sur les savoirs locaux et autochtones a été créée afin de fournir à l'IPBES les « approches et procédures » appropriées en vue d'intégrer les savoirs locaux et autochtones dans les évaluations mondiales et régionales de la biodiversité et des services écosystémiques. Dans le cadre de cette initiative, l'UNESCO fournit un soutien technique à l'équipe spéciale.

RÉFÉRENCES

- Berkes, F. (2012) *Sacred Ecology*, troisième édition. Routledge : New York.
- Ellen, R. et Harris, H. (2000) Introduction, in : Ellen, R., Parker, P. et Bicker, A. (dir.) *Indigenous Environmental Knowledge and its Transformations: Critical Anthropological Perspectives*. Harwood : Amsterdam.
- Gladwin, T. (1970) *East Is a Big Bird: Navigation and Logic on Puluwat Atoll*. Harvard University Press : Massachusetts.
- Lyver, P., Perez, E., Carneiro da Cunha, M. et Roué, M. (dir.) [2015] *Indigenous and Local Knowledge about Pollination and Pollinators associated with Food Production*. UNESCO : Paris.
- Nakashima, D. J. (1990) *Application of Native Knowledge in EIA: Inuit, Eiders and Hudson Bay Oil*. Conseil canadien de la recherche sur l'évaluation environnementale. Document d'information du Conseil canadien de la recherche sur l'évaluation environnementale (CCREE) : Hull, 29 pages.
- Nakashima, D. J., Galloway McLean, K., Thulstrup, H. D., Ramos Castillo, A. et Rubis, J. T. (2012) *Weathering Uncertainty: Traditional Knowledge for Climate Change Assessment and Adaptation*. UNESCO : Paris, 120 pages.
- Nakashima, D. et Roué, M. (2002) Indigenous knowledge, peoples and sustainable practice, in : Munn, T. *Encyclopedia of Global Environmental Change*. Chichester, Wiley and Sons, p. 314–324.
- Orlove, B., Chiang, S., John, C. H. et Cane, M. A. (2002) Ethnoclimatology in the Andes, *American Scientist*, 90 : p. 428–435.
- Pourchez, L. (2011) *Savoirs des femmes : médecine traditionnelle et nature : Maurice, Réunion et Rodrigues*. Savoirs locaux & autochtones, 1. Éditions UNESCO : Paris.
- Roué, M., Battesti, V., Césard, N. et Simenel, R. (2015) *Ethnoécologie de la pollinisation et des pollinisateurs*. *Revue d'ethnoécologie*, 7. <http://ethnoecologie.revues.org/2229>. DOI : 10.4000/ethnoecologie.2229.
- Rungmanee, S. et Cruz, I. (2005) The knowledge that saved the sea gypsies, *A World of Science*, 3(2) : p. 20–23.

2. Voir www.unesco.org/links, www.en.marovo.org et www.canoethepeople.org.