

La complexité, par-delà les frontières

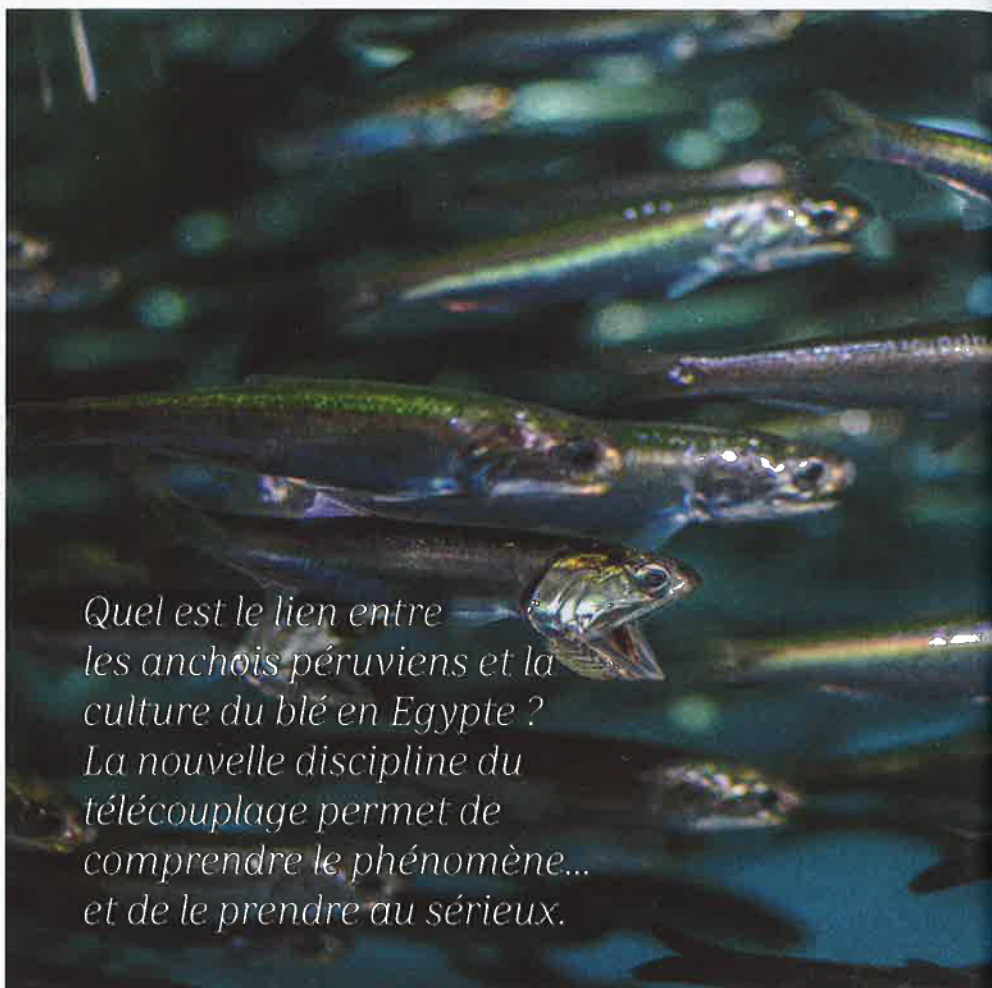
Un événement local peut avoir un impact à l'autre bout du monde... Mais comment étudier cette myriade de chaînes de causalités, éloignées dans le temps et dans l'espace ? La dernière trouvaille s'appelle *telecoupling*...

C'est le propre de la mondialisation que d'avoir permis l'interconnexion de beaucoup de choses : flux d'argent, d'informations, d'énergie, de marchandises, d'humains, de bactéries, de plantes et d'animaux, etc. C'est aussi le propre du système-Terre que d'être un grand enchevêtrement d'écosystèmes (par exemple une perturbation des grands courants océaniques peut déstabiliser des régions entières du globe). C'est enfin le propre de notre monde que de ne plus pouvoir séparer ce qui est purement humain de ce qui est purement naturel : les scientifiques parlent désormais de *systèmes socio-écologiques*. Ainsi, les liens sont partout, à courtes et à longues distances, et souvent imprévisibles.

La pensée réductionniste (en silos, en disciplines séparées), qui est le cœur de la science depuis trois siècles, n'a pas pris en compte l'importance de ces liens. Un exemple : on s'est mis à faire avancer des véhicules avec des moteurs thermiques en brûlant du pétrole (c'est indéniablement une victoire des ingénieurs)... sans avoir pris en compte le fait que cela allait modifier le climat, et donc les écosystèmes, et donc nos vies (c'est indéniablement une grande erreur écologique).

Autre exemple : on s'est mis à vouloir produire beaucoup de nourriture avec tous les moyens du bord, coûte que coûte, ce qui a eu pour conséquence d'augmenter les rendements à l'hectare (une grande victoire des ingénieurs) au détriment des sols, des animaux, de la biodiversité, de la santé, du climat, des ressources non-renouvelables, des communautés rurales, des travailleurs, etc. (une grande erreur écologique).

La pensée en silos ne fonctionne pas lorsqu'on a affaire à des systèmes complexes (interconnectés), comme c'est le cas pour le climat ou l'agriculture. Il est essentiel de les comprendre pour mieux



Quel est le lien entre les anchois péruviens et la culture du blé en Egypte ? La nouvelle discipline du télécouplage permet de comprendre le phénomène... et de le prendre au sérieux.

gérer la coexistence entre humains, non-humains et environnement. Alors que faire ? De quelles sciences avons-nous besoin ?

Des outils pour penser les liens

Les cinq cadres de travail qui permettent de mieux comprendre ces systèmes socio-écologiques en faisant dialoguer plusieurs disciplines sont les suivants (certains sont connus)¹ : 1. **les services éco-systémiques** (l'identification et la quantification des services que nous rendent les écosystèmes, comme la pollinisation ou l'épuration des eaux) ; 2. **l'empreinte écologique** (ce qui nous permet d'affirmer que « nous consommons plus qu'une planète ») ; 3. **les frontières planétaires** (ce sont des seuils de composants ou de processus clés du système-Terre, comme l'ozone

cc Matthew Savoca

stratosphérique, l'eau douce ou le cycle de l'azote, au-delà desquels la survie de l'humanité n'est plus garantie) ; 4. **les nexus entre humains et nature** (décrits au paragraphe suivant) ; et enfin 5. **le telecoupling** ou télécouplage (décrit ci-après).

Les *nexus* (du latin, *nectare*, connecter) sont des cadres théoriques en pleine expansion qui permettent de croiser deux ou plusieurs disciplines et d'étudier leurs interdépendances : énergie/alimentation ; énergie/climat ; climat/santé ; santé/eau, etc.

En 2014, 229 *nexus* étaient recensés dans la littérature scientifique (dont 80 % de doubles, 16 % de triples (par exemple climat/énergie/alimentation) et 4 % de quadruples². L'intérêt de ces études est de permettre d'inclure de multiples niveaux d'organisation et différentes échelles spatiales (par exemple des niveaux politiques régionaux, nationaux et internationaux, ou encore plusieurs niveaux trophiques), ainsi que des paramètres temporels (un effet peut être bénéfique à court terme et néfaste à plus long terme).

Le télécouplage

Il suffit que le matin au réveil vous mettiez sur votre pain de la pâte à tartiner au chocolat (contenant de l'huile de palme), pour que – ce n'est plus un scoop – vous ayez participé au déboisement des forêts primaires de Bornéo et à la destruction des habitats de nos cousins les orangs-outans. Le lien est clair mais la distance est grande.

Autre exemple, chaque année des millions de tonnes du sable du Sahara s'envolent avec les courants atmosphériques, contribuant ainsi (entre autres) au déclin des coraux des Caraïbes, à l'augmentation de l'asthme, à la dispersion de certaines maladies, à la dimi-

nution de la fertilité des sols³, etc.

C'est à Jinguo Liu, le directeur du Human-Nature Lab/Center for Systems Integration and Sustainability de l'université du Michigan, que revient le mérite d'avoir traité cette question. Il travaillait sur des cas difficiles d'affectation des terres et s'est rendu compte qu'il manquait un outil pour comprendre comment les décisions prises par des gouvernements à l'autre bout du monde influençaient de plus en plus des décisions locales (et inversement) par exemple en matière de tourisme, de commerce, de migration humaine, de pollution, ou de changement climatique. Il a donc développé un cadre théorique (nommé *télécouplage*) ainsi qu'un réseau international (CHANS-Net), qui permettent aux spécialistes des sciences naturelles et sociales de diverses

disciplines d'échanger leurs pratiques et d'identifier les causes et les effets découlant d'interactions à longue distance des flux d'informations, d'énergie, de matières, de personnes, d'organismes, de capitaux, de services et de marchandises. L'objectif pour ces scientifiques est de trouver des solutions globales et soutenables aussi bien pour les écosystèmes que pour les humains.

Par exemple, le système de pêche de l'anchois péruvien inclut des liens très divers entre le Pérou et le reste du monde. L'évaluation de ces télécouplages a permis de mieux comprendre les effets mondiaux de l'effondrement des stocks d'anchois du Pérou en 1972. En effet, cet effondrement a réduit les exportations d'anchois vers les États-Unis, qui ont alors semé moins de blé et plus de soja pour augmenter la production de nourriture pour volailles. En exportant moins de blé, les États-Unis ont causé des pénuries dans certains pays jusqu'à entraîner une crise mondiale... et un sursaut de production de blé en Égypte et en Indonésie⁴.

Les télécouplages peuvent servir à comprendre les catastrophes (les effets délétères des liens entre des éléments éloignés du système) mais permettent aussi de détecter des effets bénéfiques et de provoquer des mesures politiques globales plus pertinentes. Souvenez-vous, lorsque le lien a été établi entre la consommation de viande des pays riches, la production massive de soja et la destruction de la forêt amazonienne, la société civile a pu faire pression au point de faire plier certaines multinationales responsables de ce lien néfaste, et réduire considérablement le rythme de déforestation (tout cela avant l'arrivée du gouvernement Bolsonaro...).

Plus largement, les télécouplages apportent de nombreuses leçons⁵, qui sont typiques des sciences de la complexité, comme le fait 1. que la durabilité de l'ensemble est différente de la durabilité des parties, 2. que des solutions de soutenabilité à *plusieurs niveaux* sont toujours nécessaires, ou encore 3. que l'amélioration de la résilience d'un système local peut provoquer des effets néfastes à long terme ou à longue distance sur d'autres systèmes locaux... et donc diminuer la résilience de l'ensemble. L'avantage de ces outils conceptuels est de nous aider à saisir la vulnérabilité de notre situation globale, de favoriser l'interdisciplinarité en sciences, et surtout d'élaborer des stratégies d'action plus cohérentes. Cela dit, ils entraînent aussi le risque de participer à l'une des causes des catastrophes : la quantification et la « managérialisation » du monde. Un mal pour un bien ? Voilà la question centrale qui traverse aujourd'hui l'institution de la science. Affaire à suivre... —

Raphaël Stevens et Pablo Servigne

1. J. Liu et al., « Systems integration for global sustainability », *Science*, vol. 347, n°6225, 2015, p. 1258832.
2. Ibidem
3. D.W. Griffin et al., « The global transport of dust », *American Scientist*, vol. 90, n° 3, 2002, p. 8.
4. Qui concerne entre 6 et 7 millions de tonnes de poissons pêchés par an, Carlson, A. et al., « Peruvian anchoveta as a telecoupled fisheries system », *Ecology and Society*, vol. 23, n° 1, 2018.
5. V. Hull et J. Liu, « Telecoupling: A new frontier for global sustainability », *Ecology and Society*, vol. 23, n° 4, 2018.