

DÉVELOPPEMENT DURABLE

Enjeux et trajectoires

3^e édition



François Ancil • Liliana Diaz

Avec la collaboration de
Claudia Laviolette



DÉVELOPPEMENT DURABLE

Enjeux et trajectoires

François Anctil
Liliana Diaz

DÉVELOPPEMENT DURABLE

Enjeux et trajectoires

TROISIÈME ÉDITION

Avec la collaboration
de Claudia Laviolette



**Presses de
l'Université Laval**

Nous remercions le Conseil des arts du Canada de son soutien.
We acknowledge the support of the Canada Council for the Arts.



Conseil des arts
du Canada

Canada Council
for the Arts

Les Presses de l'Université Laval reçoivent chaque année de la Société de développement des entreprises culturelles du Québec une aide financière pour l'ensemble de leur programme de publication.

SODEC

Québec 

Cette publication a été rendue possible grâce à la contribution de l'Institut en environnement, développement et société (Institut EDS) et du Département de géographie de l'Université Laval.

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

Titre: Développement durable: enjeux et trajectoires / François Anctil, Liliana Diaz; avec la collaboration de Claudia Laviolette.

Noms: Anctil, François, auteur. | Diaz, Liliana, auteur. | Laviolette, Claudia, auteur.

Description: 3^e édition. | Comprend des références bibliographiques.

Identifiants : Canadiana (livre imprimé) 20250052059 | Canadiana

(livre numérique) 20250052067 | ISBN 9782766308569 | ISBN 9782766308576 (PDF) |

ISBN 9782766308583 (EPUB)

Vedettes-matière: RVM: Développement durable. | RVM: Économie de

l'environnement. | RVM: Changement social. | RVM: Êtres humains—Influence sur la nature.

Classification : LCC HC79.E5 A53 2026 | CDD 338.9/27—dc23

Révision linguistique: Solange Deschênes

Mise en pages: Diane Trottier

Maquette de couverture: Laurie Patry

© Les Presses de l'Université Laval 2026

Tous droits réservés. Imprimé au Canada

Dépôt légal 1^{er} trimestre 2026

ISBN: 978-2-7663-0856-9

ISBN PDF: 9782766308576

ISBN EPUB: 9782766308583

Les Presses de l'Université Laval

www.pulaval.com

Développement durable : enjeux et trajectoires sous la direction de François Anctil et Liliana Diaz © Les Presses de l'Université Laval est mis à disposition selon les termes de la [licence Creative Commons Attribution – Pas d'utilisation commerciale – Pas de modification 4.0 International](#).



Table des matières

Avant-propos	IX
--------------	----

Partie 1

Notre prise de conscience

CHAPITRE 1

Grandeur et misère du développement au xx ^e siècle	5
---	---

Les années industrielles	8
--------------------------	---

Stockholm, une conférence noyée dans la crise	14
---	----

Le rapport Brundtland, plus qu'une définition	21
---	----

Rio 92, l'euphorie de l'après-guerre froide	26
---	----

L'héritage pour le xxi ^e siècle	30
--	----

CHAPITRE 2

Éthique, développement et environnement	37
---	----

L'essor de l'Occident	40
-----------------------	----

Éthique du développement durable	45
----------------------------------	----

Les limites éthiques	48
----------------------	----

Limites et précaution	50
-----------------------	----

Responsabilité et précaution	51
------------------------------	----

Nos postures face à la crise	53
------------------------------	----

Éthiques écocentrées	56
----------------------	----

Partie 2

Neuf limites fonctionnelles au système Terre

CHAPITRE 3

Une atmosphère saine	67
----------------------	----

Pollution de basse altitude	68
-----------------------------	----

Appauvrissement de l'ozonosphère	74
----------------------------------	----

Changement climatique	77
-----------------------	----

CHAPITRE 4

Une hydrosphère détournée	91
Prélèvements d'eau	94
Capacité d'autoépuration	102
Cycles biogéochimiques	108

CHAPITRE 5

Une biosphère humanisée	113
Acidification des océans	116
Expansion des terres agricoles	121
Perte de biodiversité	127

Partie 3

Les chemins de l'action

CHAPITRE 6

Empreintes et trajectoires	139
Population	142
Technologie	145
Consommation	148
L'économie en transition	154
Les mesures du bien-être et du progrès	157
Dessiner notre empreinte future	161

CHAPITRE 7

Les voies du changement	165
Le changement des comportements individuels	168
Les changements des pratiques sociales	174
Les changements institutionnels	181
Les changements des cadres socioculturels	186
Les feuilles de route collectives	191

Postface	195
-----------------	------------

Références bibliographiques	197
------------------------------------	------------

Avant-propos

Nous ne pouvons pas échapper à la complexité. Prenons la biosphère, ce tissu d'organismes vivants qui recouvre la Terre. La plupart de ces innombrables plantes et animaux mènent une existence relativement simple, pensons au lombric qui travaille le sol dans un champ du Nebraska ou à la diatomée mue par des courants océaniques près du Cap-Vert. La complexité émerge des interactions entre les organismes, de leur interdépendance et de leur diversité. Chaque maille du tissu contribue à l'ensemble, sans pour autant que chaque individu en ait nécessairement conscience, ni même qu'il soit strictement essentiel. La biosphère que l'on étudie en détail aujourd'hui n'est pas statique, elle évolue depuis quelque 3,5 milliards d'années. Le système sociopolitique construit par les hommes et les femmes n'est pas si différent. Nos gestes quotidiens sont pour la plupart simples, mais de leur cumul émerge un système complexe, en constante évolution, que l'on peine souvent à piloter. Or les preuves s'accumulent : nos actions ne sont pas sans conséquences pour la nature ni pour nous-mêmes. De cette prise de conscience a émergé le concept de développement durable, comme piste de solution.

Le développement durable est également un sujet complexe, ne serait-ce que parce qu'il fait appel à la concertation des intervenants sociaux, politiques, économiques et scientifiques, le long de trajectoires qu'il faut incurver au bénéfice de tous, incluant les générations futures.

Quels sont les éléments que chacun de nous devrait connaître et comprendre afin de participer activement aux débats et aux actions pour une transition vers le développement durable ?

Guidés par cette question, nous avons rédigé cet ouvrage en reprenant un à un les concepts de base des problèmes environnementaux, sociaux et économiques liés au développement, sans évacuer la diversité des discours et la complexité des enjeux. Élément central de cette problématique, la question des limites au développement a refait surface sous la forme des résultats scientifiques qui ont permis d'établir neuf limites fonctionnelles au système terrestre, dont la transgression entraîne des dysfonctionnements marqués, possiblement irréversibles. En même temps, la communauté internationale a adopté de nouveaux objectifs pour intégrer ces contraintes inédites dans des actions communes, tout en visant à surmonter la pauvreté et les inégalités dans le monde. Tous ces défis ne peuvent pas être laissés uniquement aux experts. Chacun de nous a un rôle à jouer. Nous espérons que ce texte sera une source supplémentaire de motivation de votre engagement pour la durabilité.

Cet ouvrage a été rédigé pour la formation gratuite en ligne, ouverte à tous, du même nom, offerte dès 2015 par l'Université Laval, et bénéficie dans sa troisième édition des échanges avec les plus de vingt mille participants qui l'ont suivie. Cette nouvelle version intègre notamment les principaux résultats des rapports du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) postérieurs à 2015 et revient sur les nouveaux défis du développement durable de la décennie 2015-2025. En effet, alors qu'en 2015 les 193 pays membres des Nations unies ont adopté par consensus un ambitieux programme de développement durable pour 2030, les effets de la pandémie de COVID-19 et la détérioration croissante de la collaboration multilatérale nous éloignent progressivement de la possibilité de le réaliser. Or, les connaissances, les pratiques et les outils créés dans le sillon du développement durable constituent un bagage incontournable et peuvent devenir des repères solides pour nous aider à façonner la transition que nous traversons. Ce livre se veut une porte d'entrée pour commencer à les découvrir.

Partie 1

Notre prise de conscience

Il y a peu de chances que le concept de développement durable vous soit totalement étranger. Ce concept est promu par de très nombreuses organisations et a fait l'objet de lois et d'institutions gouvernementales dans plusieurs pays. Vous savez aussi fort probablement que Gro Harlem Brundtland y est largement associée. Elle était la présidente de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement qui, en 1987, définissait ainsi le développement durable :

Un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. Deux concepts sont inhérents à cette notion :

- le concept de besoins, et plus particulièrement des besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder la plus grande priorité,
- et l'idée des limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir¹.

Cette définition, aussi répandue que critiquée, ne relève pas d'un simple exercice de rhétorique ou d'une réflexion théorique. Elle représente le fruit d'un long cheminement pragmatique, certains diraient d'une incessante suite de compromis, qui caractérisa la seconde moitié du xx^e siècle. Ce n'est pas non plus la fin de la prise de conscience de l'humanité sur les enjeux socioenvironnementaux de notre époque, puisque cette notion doit encore se traduire par des actions tangibles, à portée concrète pour l'environnement et les sociétés au xxi^e siècle.

Ce que nous appelons développement durable est une démarche qui concerne l'ensemble des habitants de notre planète. À l'instar des processus de changement, nous pouvons concevoir cette démarche à partir de trois étapes : une prise de conscience des répercussions de nos actions et des risques qu'elles impliquent, la formulation d'une vision de ce que nous souhaitons pour le futur de la société planétaire et la réalisation des

1. CMED, 1987, p. 40.

actions qui conduisent au but souhaité. Notre prise de conscience sur les risques de notre mode de vie actuel ou notre « modèle de développement » est de plus en plus palpable. Grâce aux connaissances scientifiques accumulées, nous sommes en mesure de mieux comprendre les phénomènes physiques, sociaux et économiques en jeu dans les crises que nous vivons. Et même si les risques auxquels nous faisons face ne sont pas tous facilement mesurables, nous avons commencé à expérimenter des effets concrets des crises mondiales de plus en plus près de chacun et chacune d'entre nous.

Toutefois, nous pouvons difficilement affirmer que nous disposons aujourd'hui d'une vision commune qui oriente nos actions, même si de nombreuses actions sont entreprises un peu partout au nom du développement durable. Ce que nous appelons ici « nous » réfère à un sujet idéal, une volonté de faire converger de nombreuses actions vers un objectif commun, ce rêve ancien appelé « l'Humanité ». Des tensions politiques historiquement ancrées font que cette volonté, même motivée par un grand sentiment d'urgence, ne suffit pas à mobiliser les moyens nécessaires à une action concertée. Nous avons d'ailleurs traversé ensemble la pandémie la plus médiatisée de l'histoire, laquelle, loin de nous faire réaliser nos liens d'interdépendance et de nous rallier autour d'un sentiment d'appartenance commune au monde du vivant, a plutôt renforcé les inégalités et la polarisation sociale. De plus, ce n'est que depuis un peu plus d'un demi-siècle que nous nous dotons de moyens pour orienter nos actions collectives à l'échelle mondiale sous la forme d'organisations et d'ententes internationales, de projets de collaboration scientifique et de réseaux d'initiatives citoyennes.

Nous vous proposons dans cette première partie un sommaire de notre prise de conscience progressive, des tentatives de formulation d'une vision du futur et des moyens proposés pour passer à l'action qui font partie du concept de développement durable depuis le xx^e siècle, d'abord sur la scène internationale, lieu d'échanges et d'accords multilatéraux, puis dans la sphère éthique, lieu de réflexion sur la relation complexe entre l'être humain et le territoire qu'il habite et transforme.

Chapitre 1

Grandeur et misère du développement au xx^e siècle

Objectif Comprendre la trame historique des convergences, tensions et compromis à l'origine du concept de développement durable	
Questionnements	Notions associées
Quels sont les faits marquants des années 1950?	Institutions environnementales Institutions internationales Modèle de développement
Quels sont les faits marquants des années 1960?	Sciences de l'environnement Négociations Nord-Sud Fin de l'époque coloniale
Quels sont les faits marquants des années 1970?	Débat sur les limites au développement Crise sociale Conférence de Stockholm
Quels sont les faits marquants des années 1980?	Conflits internes et crise de la dette au Sud Crise économique au Nord Échec de la Conférence de Nairobi
Quels sont les concepts mis de l'avant par le rapport Brundtland pour réconcilier développement et environnement?	Développement durable Besoins Limites
Quelles sont les principales retombées du Sommet de Rio en 1992?	Deux déclarations Trois conventions Agenda 21
Quels sont les faits marquants des années 1990?	Fin de la guerre froide Mondialisation Émergence de nouveaux acteurs

(suite)

Partie 1 – Notre prise de conscience

Questionnements	Notions associées
Quels sont les faits marquants de 2000 à 2010?	Sommet de Johannesburg Complexification de la gouvernance Augmentation des inégalités Objectifs du millénaire pour le développement (OMD)
Quels sont les faits marquants de 2010 à 2025?	Conférence de Rio+20 Adoption des objectifs de développement durable (ODD) Amplification des crises socioenvironnementales Pandémie de COVID-19

Le xx^e siècle a été ponctué par les plus grands conflits de l'histoire, dont l'ampleur n'est pas marquée seulement par la couverture géographique, mais aussi par la terreur des technologies utilisées. Cette puissance destructrice sans précédent a fait planer, dès le milieu du siècle, le risque d'extinction de l'espèce humaine sous la menace nucléaire. Afin d'éviter de nouveaux conflits mondiaux, les dirigeants de l'époque ont créé en 1945 l'Organisation des Nations unies (ONU) comme plateforme de dialogue.

En 1955, la menace de destruction s'étant réactivée avec la guerre froide, un groupe d'intellectuels, dont Albert Einstein et Bertrand Russell, publie un manifeste et prend la parole « en tant qu'êtres humains, membres de l'espèce humaine, dont l'existence est mise en doute » et fait appel à tous les dirigeants, scientifiques et citoyens de la planète dans ces termes : « Nous souhaitons que vous, si c'est possible, laissiez de côté d'autres sentiments [...] pour vous considérer vous-mêmes uniquement en tant que membres d'une espèce biologique qui a une histoire remarquable et dont la disparition n'est souhaitée par aucun de nous¹. » Le manifeste reconnaissait du même souffle que chacun, avant de s'identifier à l'espèce humaine, s'identifie d'abord à sa nation, à son continent ou à une croyance, et que de trop nombreux conflits ont marqué l'histoire de l'humanité. Les auteurs savaient que la guerre ne serait peut-être pas évitée et ils avaient bien perçu l'origine du

1. Manifeste Russell-Einstein, 9 juillet 1955.

risque: la bombe H. Ils savaient aussi que seuls les gouvernements qui la possédaient pouvaient contrôler ce risque. Ils demandaient donc à ces dirigeants de canaliser les différends et les conflits entre pays par tous les moyens possibles afin d'éviter une attaque nucléaire. Pour les convaincre, ils décrivirent les conséquences que la bombe pourrait entraîner et leur plaidoyer a porté fruit. Cette expérience nous apprend qu'il n'est pas nécessaire que le risque se matérialise pour commencer à agir.

Aujourd'hui, la menace d'autodestruction nucléaire est moins présente, mais l'effet négatif grandissant de nos activités sur le fonctionnement naturel de notre planète nous fait craindre pour le devenir de notre civilisation. Nous sommes soumis à de nouveaux risques, plus imprévisibles et diversifiés, et dont la source et la maîtrise des causes ne concernent pas uniquement les gouvernements, mais aussi chacun d'entre nous, à différents degrés. Les preuves scientifiques des répercussions déjà présentes et les scénarios élaborés pour prédire les conséquences futures sont de plus en plus précis. Dorénavant, il ne s'agit plus, comme pour la bombe H, d'éviter d'utiliser une technologie destructrice et nuisible, mais bien de modifier des comportements et des techniques que l'on a longtemps considérés comme bénéfiques et porteurs de progrès. Il ne suffit donc pas d'interpeller les chefs d'État pour leur demander d'agir. Il devient indispensable de mobiliser l'ensemble des acteurs et des forces qui influencent l'avenir pour mettre en place collectivement des transformations profondes et systémiques.

Pour ce faire, nous retracerons ici les profondes transformations qui ont marqué la deuxième moitié du xx^e siècle et qui ont mené à la cristallisation du concept de développement durable. Nous verrons que celui-ci représente le fruit de nombreux compromis, qui font autant la grandeur que la misère de son processus de construction, à partir de la notion de développement, formulée dans les années 1950, passant par les Trente Glorieuses, les crises des années 1970, les recommandations de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement (commission

Brundtland) et les deux conférences mondiales à Rio de Janeiro, au Brésil, en 1992 et 2012, jusqu'à l'adoption des Objectifs de développement durable en 2015.

Les années industrielles

À la sortie de la Seconde Guerre mondiale, les pays contraints à reconstruire leur économie, notamment ceux d'Europe occidentale et le Japon, vécurent une industrialisation fulgurante. La nouvelle paix favorisait la collaboration entre les pays et la création d'institutions internationales encadrant la reprise économique. Le constat des répercussions environnementales de cette industrialisation fut suivi des premières mesures locales de contrôle de la pollution, tandis qu'à l'échelle internationale se tenaient les premiers états des lieux sur la gestion des ressources naturelles. C'est dans la convergence de ces deux processus de « développement » et « d'environnement », issus de l'après-guerre, qu'ont pris forme les défis actuels du développement durable.

Le cas du dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT) illustre bien les problèmes liés à l'industrialisation, ainsi que les défis associés aux réponses qui ont commencé à être mises en place à partir des années 1950. Après avoir été abondamment utilisé pour combattre le paludisme (ou malaria) pendant la guerre, il fut épandu à maintes reprises lors de campagnes d'éradication de ce fléau, menées un peu partout par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) dès 1955, et son usage s'est ensuite généralisé dans l'agriculture en Angleterre et aux États-Unis.

Après quelques années d'utilisation régulière, des scientifiques et des citoyens de ce pays ont dénoncé sa toxicité pour les animaux en général et les humains. La question prit de l'ampleur grâce à l'engagement de Rachel Carson, une biologiste, zoologiste et écrivaine, qui alerta la population par son livre *Printemps silencieux*. Fort d'un succès populaire, ce livre amena les autorités agricoles, l'industrie chimique, les scientifiques, la communauté universitaire, les élus de toutes allégeances, les journalistes et plusieurs groupes citoyens à critiquer le recours au DDT. Cette controverse,

portée ultimement devant les tribunaux, illustre la convergence de trois éléments clés du processus qui caractérise la structuration des institutions qui furent mises en place dans les années suivantes pour protéger l'environnement. Il s'agit de la recherche scientifique, de la participation citoyenne et de l'adoption de politiques et de réglementations préventives ou correctives.

En effet, l'existence de recherches scientifiques analysant les conséquences à long terme sur l'environnement et la santé humaine de nouvelles substances chimiques, conçues par l'industrie ou libérées par les processus de production, constitue le premier élément clé. Dans le cas du DDT, les recherches de Rachel Carson ont éclairé un phénomène inconnu à l'époque. Le deuxième élément concerne les citoyens, lesquels doivent connaître et comprendre le résultat de ces recherches afin de modifier leurs comportements ou de manifester leurs préoccupations. Le livre de Carson, permettant de rendre accessibles les connaissances, a servi de déclencheur des débats qui ont favorisé le troisième élément : la nécessité de se doter de moyens d'établir et de faire respecter des limites à l'utilisation de telles substances. Ainsi, on attribue à ce débat trois résultats déterminants : la création en 1970 de l'Agence étatsunienne de protection de l'environnement (Environmental Protection Agency), l'interdiction progressive du DDT à partir de 1972, ainsi que la naissance du mouvement écologiste aux États-Unis.

Au cours de l'hiver 1952, à Londres, un nuage de smog sans précédent étreignit la ville et causa des milliers de décès. La pollution issue des automobiles et des centrales électriques au charbon avait alors été aggravée par la fumée produite par le chauffage domestique au charbon pendant une vague de froid, à la faveur d'un phénomène météorologique défavorisant la circulation de l'air. Cette catastrophe mit en évidence les risques de la pollution et força la mise en place de mesures de contrôle dès l'année suivante.

La fin de la Seconde Guerre mondiale amena aussi à réfléchir à la surexploitation des ressources naturelles. Deux initiatives parallèles en témoignent. Premièrement, en 1948, une conférence internationale tenue à Fontainebleau, sous l'égide de l'Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture

(UNESCO) et du gouvernement français, mena à la création de l'Union internationale pour la protection de la nature (UIPN). Fédérant des représentants d'agences gouvernementales environnementales naissantes, ainsi que d'organisations citoyennes et scientifiques, l'UIPN² devint la principale organisation mondiale de protection de la nature – elle publia notamment l'ouvrage *État de la protection de la nature dans le monde en 1950*, qui puise dans des rapports issus de soixante-dix pays. La stratégie de création d'aires protégées, lancée à la même époque dans plusieurs pays, répondit à ce souci de conservation des ressources renouvelables en délimitant des territoires dans lesquels les activités humaines sont contrôlées et limitées selon le modèle du parc Yellowstone créé en 1872 aux États-Unis. L'augmentation de l'industrialisation et de l'urbanisation contrecarra toutefois rapidement cette initiative, menaçant même des endroits reculés.

Dans les années 1930, les États-Unis avaient expérimenté une crise environnementale menant à une crise sociale majeure lors des tempêtes de poussière causées par la surexploitation des terres. Cet épisode, appelé le *Dust Bowl*, mena à l'adoption de mesures de soutien aux populations affectées et à la création du Service de conservation des sols (devenu plus tard le Service national des ressources naturelles / Natural Resources Conservation Service) et influença de manière importante l'écologie scientifique nord-américaine.

Aussi, dès les années 1930, la Tennessee Valley Authority proposait un modèle original de gestion de ressources naturelles, favorisant le développement économique régional par la construction de barrages hydroélectriques, qui fut repris par plusieurs pays. Dans le même esprit de rationaliser l'exploitation économique de la nature eut lieu la deuxième initiative marquante, la Conférence scientifique sur la conservation et l'utilisation des ressources, organisée à New York en 1949 par l'ONU, concrétisant l'idée de Gifford Pinchot, ancien directeur des forêts des États-Unis. Des représentants de 49 pays se réunirent alors pendant

2. Le mot « protection » dans le nom de l'organisme sera remplacé en 1956 par « conservation » pour devenir l'actuelle Union internationale pour la conservation de la nature (UICN).

trois semaines pour échanger sur la gestion du bétail, des eaux, des forêts, de la faune, de la flore, des poissons, des minéraux, des combustibles et de l'énergie. À la suite de leurs recommandations, les premières instances chargées de la gestion des ressources naturelles furent créées et rattachées, en général, à des ministères de l'Agriculture.

Au-delà de ces moments initiaux d'identification de problèmes environnementaux qui menèrent éventuellement à des mesures correctives, les années 1950 furent marquées par le succès de la reconstruction de l'économie mondiale. Dans un contexte de forte industrialisation, d'urbanisation et de grands bouleversements sociaux et politiques, les questions environnementales n'attirèrent pas l'attention de l'ensemble des gouvernements ni de la population en général. L'état des communications, améliorées dans la foulée de la Seconde Guerre, permit toutefois à une élite d'experts et de délégués officiels d'accumuler des données et de réfléchir à des actions communes. Ces travaux restèrent cependant méconnus du grand public. La génération écorchée par la guerre bénéficiait déjà, moins de dix ans plus tard, d'emplois pour tous et d'une vie domestique relativement confortable. Elle ne pouvait que difficilement se soucier du revers de tous ces bienfaits.

Cet esprit de victoire militaire et économique transparaît en 1949 dans le discours de l'état de l'Union du président américain Harry S. Truman. Il vanta alors les efforts collectifs de maintien de la paix, notamment l'appui à l'ONU, qui comptait déjà 51 États membres. Il avança ensuite l'idée d'appliquer le modèle d'aide financière et technique adopté avec succès en Europe, le plan Marshall, aux pays dont la population représentait « la moitié de la population vivant dans la misère ». Il souhaitait plus de nourriture, de vêtements et de logements pour les pays qu'il appela sous-développés, opposant ce modèle à celui de la colonisation qu'il qualifia d'ancien. Le modèle Truman, qui popularise le terme sous-développement, fut dès lors appliqué aux pays sortant de la colonisation, d'abord en Asie dans les années 1950, puis en Afrique, la décennie suivante. L'aide aux pays récemment décolonisés devint rapidement un instrument de la guerre froide.

Les fonds d'aide au développement devinrent des leviers permettant aux pays riches, autant les États-Unis, l'Union des républiques socialistes soviétiques (URSS) que l'Europe, de maintenir des zones d'influence parmi ces jeunes nations. Les États-Unis transformèrent par exemple leurs surplus agricoles en aide alimentaire, ce qui permit d'abord de stabiliser leurs prix internes.

En 1955, lors de la Conférence de Bandung en Indonésie, vingt-neuf pays africains et asiatiques manifestèrent clairement leur volonté de s'insérer dans le système mondial en dehors des deux blocs naissants. Ce fut la naissance du « tiers-monde ». Dix-sept nouveaux États devinrent membres de l'ONU en 1960. Les pays nouvellement indépendants et qualifiés de « sous-développés » réclamèrent des conditions adéquates pour leur insertion dans le système mondial. Mais la notion du développement n'était pas interprétée de la même manière par tous les pays : les débats sur des questions comme la souveraineté sur les ressources, le contrôle du commerce international et le transfert technologique animaient les pourparlers onusiens autour du droit au développement. De plus, la vision du développement présentée par les gouvernements dans les forums internationaux était loin d'être consensuelle au sein même de chacun des pays. Des dictatures en Asie et en Amérique latine restreignaient fortement les droits d'association et faisaient face à des courants contestataires qui proposaient souvent leur propre vision du développement.

Ce double clivage autour du développement fut longtemps ignoré dans les négociations internationales. L'objectif général du développement, interprété principalement comme une croissance économique qui permettrait à tous les pays d'atteindre le niveau d'industrialisation des pays du Nord, n'était pas remis en question, malgré le nombre grandissant d'échecs de projets d'aide Nord-Sud qui mirent en évidence les limites du modèle du plan Marshall.

Le concept de développement possède donc un ancrage historique, cohérent avec les objectifs et les intérêts des organisations qui l'ont façonné : gouvernements du Nord et du Sud, Banque mondiale, Fonds monétaire international et ONU. D'un point

de vue théorique, ce concept s'inspire de la vision économique des années 1960, notamment celle de Walt W. Rostow, qui considère que toutes les sociétés franchissent des étapes économiques similaires avant d'atteindre l'ère de la consommation de masse. L'essor de cette notion a accompagné une période de croissance de l'économie et de la population qualifiée des Trente Glorieuses, appuyée par l'accroissement du pouvoir d'achat et l'intervention de l'État. Les débats autour de ce concept reflétaient les tensions politiques de la guerre froide et le clivage Nord-Sud qui dominaient la scène internationale de la fin du colonialisme.

Entretemps, la population mondiale s'urbanisait, l'économie s'industrialisait et la recherche scientifique sur les conséquences environnementales des activités humaines continuait d'avancer. En 1964, le colloque de l'Ecological Society of America discuta de pollution industrielle et, plus particulièrement, de la nocivité des pesticides de synthèse, ainsi que de la résistance des ravageurs aux insecticides. Ce colloque ouvrit la voie à une prise de conscience sociale des risques associés à l'utilisation de telles substances.

La problématique environnementale fut soulevée pour la première fois devant l'ONU en 1968, au cours de la Conférence intergouvernementale d'experts sur les bases scientifiques de l'utilisation rationnelle et de la conservation des ressources de la biosphère, organisée à Paris par l'UNESCO en collaboration avec l'OMS, l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), l'UICN et le Conseil international des unions scientifiques. En présence de représentants de 63 États membres sur 126, les conférenciers critiquèrent les pratiques d'exploitation des ressources renouvelables. C'est alors qu'on utilisa pour la première fois les expressions «écosystème mondial» et «vaisseau spatial Terre» (Spaceship Earth), qui furent fréquemment reprises par la suite. En 1969, la vision d'une appartenance globale, formulée par des scientifiques, commença à être véhiculée plus largement grâce à l'image de la Terre vue par les premiers êtres humains approchant la Lune et relayée par les téléviseurs qui trônaient déjà dans la

plupart des foyers grâce au « développement ». Ce fut un moment fort dans la construction de l'idée de globalité marquée par la domination des technosciences.

À la fin des années 1960, dans la lignée de la reconstruction de l'après-guerre, prévaut ainsi une vision du développement qui s'appuie sur l'extraction des ressources naturelles, la production industrielle et la consommation de masse, avec le souci naissant de préserver et de bien gérer les ressources. Cette vision est somme toute partagée à l'échelle planétaire, bien que les blocs capitaliste et communiste divisent le monde politique. À travers cette uniformité pointaient tout de même déjà des signes des limites de ce modèle de développement.

Stockholm, une conférence noyée dans la crise

Les années 1970 arrivèrent sur un fond de grogne envers la guerre du Vietnam. La génération qui avait grandi dans le confort et avec l'accès à l'éducation contestait certaines valeurs de l'après-guerre. Des scientifiques, tels Paul Ehrlich, Barry Commoner et Garrett Hardin, réfléchissaient au devenir de l'humanité et lançaient des débats publics sur les choix qui s'offraient à la société de leur époque. Analysant les humains en tant qu'espèce habitant un écosystème limité et reprenant les analyses de l'économiste Thomas Malthus (1766-1834), Paul Ehrlich établit un lien entre la croissance démographique, l'augmentation de la qualité de vie et les répercussions sur les ressources pour étayer l'impossibilité de nourrir une population mondiale en expansion fulgurante avec des ressources limitées. Mû par les mêmes préoccupations, Garrett Hardin défia la thèse de l'économiste Adam Smith, selon laquelle la somme des décisions rationnelles des individus mène au plus grand bien-être collectif. Barry Commoner sonna l'alerte, observant que la société ne constatait les effets nocifs des substances ou des technologies qu'une fois qu'elle les avait adoptées et en dépendait, comme le montraient ses propres études sur l'utilisation du DDT. Son engagement pour la recherche de solutions l'amena même à poser sa candidature à l'élection présidentielle américaine de 1980.

L'émergence de disciplines adoptant une perspective holistique telle que l'écologie favorisa une meilleure compréhension des écosystèmes. De jeunes universitaires firent écho à ces débats scientifiques dans leurs revendications politiques. Le passage des constats scientifiques vers la prise de décisions politiques n'est cependant pas automatique, comme nous le montre le cas d'un autre rapport scientifique. En 1970, un groupe de réflexion créé par un scientifique écossais et un industriel italien, nommé le Club de Rome, commanda à des scientifiques du Massachusetts Institute of Technology une analyse de la relation entre l'économie et les ressources naturelles, recourant à une approche mise au point par le professeur Jay Forrester : l'analyse des systèmes complexes. L'équipe composée entre autres de Dennis Meadows, ingénieur et physicien, et Donella Meadows, chimiste, biophysicienne et écologue, établit des projections à partir de modèles mathématiques simulant les tendances de l'industrialisation, de la démographie, de la pollution et de l'épuisement des ressources naturelles. Leurs conclusions furent publiées par le Club de Rome en 1972 dans un rapport intitulé *The Limits to Growth*, diffusé en France sous le titre de *Halte à la croissance ?* Ce rapport montrait que la croissance, à la fois économique et démographique, pourrait causer des problèmes écologiques graves et insurmontables dès l'aube du XXI^e siècle, si des mesures radicales n'étaient pas prises de manière immédiate. Au moment de sa publication, l'étude attira de nombreuses critiques portant notamment sur les insuffisances du modèle. Ces dernières ont particulièrement retenu l'attention de Wassily Leontief, Prix Nobel d'économie, qui en a réalisé une analyse en 1977 à la demande des Nations unies³. Les critiques furent très virulentes et le rapport eut peu d'effet sur la première conférence des Nations unies portant sur l'environnement et le développement humain, qui fut tenue quelques mois plus tard, en juin 1972, à Stockholm.

Le processus qui mena à la préparation de la Conférence de Stockholm visait avant tout à trouver des compromis entre les pays du Nord et du Sud, déjà très polarisés. Maurice Strong,

3. B. De Jouvenel, 1977.

secrétaire général de la Conférence et ancien premier directeur de l'Agence canadienne de développement international, avait organisé, avec Marc Nerfin, son chef de cabinet pour la Conférence, le séminaire Environment and Development à Founex en juin 1971. Ce séminaire visait à trouver, avec des représentants de pays moins avancés, un compromis entre la protection de l'environnement et l'impératif de développement. Maurice Strong avait aussi fait appel à Barbara Ward, économiste britannique intéressée par les problèmes des pays en développement et la protection de l'environnement, et René Dubos, scientifique précurseur de l'écologie, pour préparer le rapport non officiel de la Conférence des Nations unies sur l'environnement humain. Ce rapport, rédigé en 1972, décrivait comment les problèmes de l'environnement global sont inextricablement liés à ceux du développement international. C'est alors que René Dubos résuma leur vision dans la phrase bien connue : penser globalement, agir localement.

Lors de cette conférence, la première ministre de l'Inde, Indira Gandhi, rappelant l'héritage de protection de la nature de l'empereur Ashoka (III^e siècle av. J.-C.), affirma que la « Terre unique » (la biosphère) ne pouvait être considérée étroitement pour son intérêt en elle-même, mais devait l'être en tant que foyer adéquat pour l'être humain. Soulignant les liens entre les aspects économiques et technologiques et la conservation de la nature, elle considérait les préoccupations environnementales, telles qu'elles avaient été formulées dans les politiques internationales de l'environnement, comme des priorités des pays du Nord, prenant la forme de mesures protectionnistes. Sa position, qui reflétait celle de l'ensemble des pays du Sud, s'articulait en six points⁴ :

- Les pays en développement ont le droit souverain d'exploiter leurs ressources naturelles afin d'accélérer leur processus de développement ;
- Les pays industrialisés doivent assumer la majorité des coûts des politiques internationales de l'environnement comme une responsabilité historique face aux problèmes environnementaux actuels ;

4. M. Williams, 1993.

- Les mesures environnementales ne doivent pas entraver le développement du Sud ;
- Les pays en développement doivent avoir un accès libre à la technologie moderne et respectueuse de l'environnement ;
- L'aide au développement régulière ne doit être liée à aucune condition environnementale ;
- Des ressources additionnelles devront être transmises du Nord vers le Sud pour y renforcer la protection environnementale.

Autour de ces discussions, la Conférence réunit des représentants officiels de 113 des 139 États membres de l'ONU, dont deux chefs d'État (Inde et Norvège), et près de 1 400 délégués gouvernementaux, non gouvernementaux et des médias. Le succès de participation fut assombri par l'absence de l'URSS, qui avait pourtant participé aux réunions de préparation, et l'effacement des États-Unis, davantage préoccupés par le conflit au Vietnam.

Le rôle de cette conférence comme un tournant dans la prise de conscience globale des enjeux environnementaux est cependant incontestable. La Déclaration de la Conférence des Nations unies sur l'environnement refléta la compréhension commune des problèmes, sans toutefois y attacher des engagements juridiquement contraignants. Son préambule annonce que « la défense et l'amélioration de l'environnement pour les générations présentes et à venir sont devenues un objectif primordial pour l'humanité », tandis que son article 1 proclame que « l'homme⁵ a un droit fondamental à la liberté, à l'égalité et à des conditions de vie satisfaisantes, dans un environnement dont la qualité lui permet de vivre dans la dignité et le bien-être ».

La Déclaration reconnaît l'importance des problèmes liés à la conservation des ressources naturelles (renouvelables), à la croissance des villes, à la pollution de l'air, à l'eau et la terre et au

5. On constate dans le langage utilisé à l'époque que les considérations liées à la reconnaissance des genres n'y étaient, de toute évidence, pas présentes.

rôle de l'éducation dans la transformation des comportements. Le principe 21 de la Déclaration, qui contient une clause prévoyant que les États ont la responsabilité de veiller à ce que les activités sous leur responsabilité ou sous leur contrôle ne dégradent pas l'environnement des pays voisins, est à l'origine du droit international de l'environnement. Un résultat important de Stockholm fut la création du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE), basé à Nairobi. Dans la foulée, on assista à la création de nouvelles institutions étatiques et privées vouées à la protection de l'environnement dans plus d'une centaine de pays.

D'autres sujets plus polémiques furent laissés de côté, dont la question démographique, les modes de consommation, la désertification et le déboisement, ainsi que la question des ressources non renouvelables, notamment d'origine fossile. Cette dernière question explosa sous une autre forme en octobre 1973, alors que la guerre du Kippour marqua le début de ce qu'on appelle depuis la première crise du pétrole. Lors de cette quatrième guerre israélo-arabe, les membres de l'Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP) quadruplèrent le prix du brut pour forcer l'Occident à réduire son soutien à Israël.

Cet événement mit fin à trois décennies de croissance économique en Occident et amena plusieurs changements notables. Le déficit des pays développés ralentit de manière substantielle la forte croissance économique des années 1950 et 1960. L'équilibre des forces dans le monde évolua vers un monde quadripartite : URSS, États-Unis, pays exportateurs de pétrole et pays du Sud. Les pays exportateurs de pétrole s'imposèrent sur la scène internationale, alors que les États-Unis perdirent de l'influence. Les pays du Sud saisirent l'occasion offerte par cette crise pour reprendre le contrôle sur leurs matières premières.

Ce nouvel équilibre influença les régimes d'aide internationale, objet de discours opposés tout au long de la décennie. Tandis que le Sud continuait de réclamer des règles plus justes afin que chaque pays puisse prendre part au commerce international par l'instauration d'un nouvel ordre international, le président de la Banque mondiale, Robert McNamara, mettait de l'avant la nécessité d'établir, comme objectif principal de l'aide, la réponse

aux besoins fondamentaux et de l'éliminer de la pauvreté absolue. Protégeant leur souveraineté, les États du Sud n'étaient pas prêts à faire de la lutte contre les inégalités à l'intérieur des pays un objet de négociation internationale.

L'autre grande transformation de cette décennie s'opérait dans le domaine politique et social. La crise du pétrole contribua à rendre plus concrets les risques de la dépendance économique aux ressources fossiles et favorisa l'écoute des critiques du modèle économique en faveur d'une nouvelle relation entre la société et la nature. Un exemple de cela est le succès du livre de l'économiste britannique d'origine allemande Ernst F. Schumacher intitulé *Small is beautiful*. Il proposait, en opposition à la bureaucratie et à l'interventionnisme étatique, un mode de vie plus frugal et une décentralisation de la production vers de petites entités régionales. L'équivalent en France vint du livre *La convivialité* d'Ivan Illich, qui prônait une société fondée sur la tolérance et les échanges réciproques entre les personnes et les groupes. Ce ne fut d'ailleurs qu'à la suite du choc pétrolier que le rapport Meadows du Club de Rome obtint l'attention d'un public plus large.

C'est aussi à cette époque qu'Ignacy Sachs, qui avait été conseiller spécial du secrétaire de l'ONU en 1972, reprit le terme écodéveloppement lancé par Maurice Strong lors de la Conférence de Stockholm. Visant à répondre à des objectifs sociaux et éthiques, tenant compte des contraintes environnementales, et avec l'économie comme instrument, il travailla sur ce concept au sein du Centre international de recherche sur l'environnement et le développement, qu'il fonda en 1973⁶. On retrouve un écho de ces réflexions dans le rapport Dag Hammarskjöld sur le développement et la coopération internationale (1975) commandé par l'Assemblée générale de l'ONU et rédigé en cinq mois par des experts qui connaissaient bien les rouages de la politique internationale, dont Ignacy Sachs.

Ce rapport proposait, entre autres, de considérer le développement comme un processus intégré, pas seulement économique, et ancré dans des facteurs internes propres à chaque société. Le

6. J.-C. Van Duysen et S. Jumel, 2008.

développement devait prioriser la satisfaction des besoins essentiels des populations, en s'appuyant d'abord sur leurs propres forces, tout en reconnaissant que l'origine des inégalités actuelles était le résultat des relations entre le Sud et le Nord, mais également des structures internes de chaque pays. Le document suggérait d'accorder l'aide internationale en priorité aux États qui s'engageaient à corriger les inégalités internes et de la refuser à ceux qui ne respectaient pas les droits de la personne. Ce développement devait également tenir compte des limites écologiques, ce qui impliquait une transformation des styles de vie afin de réformer les économies, notamment pour des relations commerciales internationales plus justes. L'ONU devait finalement s'adapter aux transformations géopolitiques des vingt dernières années, en décentralisant son fonctionnement et en diversifiant ses revenus à partir de taxes sur les revenus provenant de l'exploitation du patrimoine de l'humanité, dont font partie les fonds marins. Le rapport reconnut que la viabilité de ces changements dépendait d'un consensus politique loin d'être acquis⁷.

Les débats sur la manière de surmonter les tensions entre conservation et développement occupèrent aussi les experts réunis au sein de l'UICN. Cet organisme, qui accueillait de plus en plus de scientifiques provenant de pays du Sud, concilia les divers points de vue dans l'ouvrage *Ecological Principles for Economic Development*⁸, qui conduisit à la Stratégie mondiale de la conservation⁹. Cette dernière employa pour la première fois le terme *sustainable development* (développement durable dans la version française).

La décennie 1970-1980 voit naître ainsi une conscience sociale des enjeux globaux, qu'il s'agisse de justice ou de paix internationale ou bien de l'état de la planète. Cette conscience se transforme en un mouvement social, en une force politique. C'est aussi l'époque où les « pays en développement » nouvellement indépendants émergent en tant qu'acteurs internationaux et où leur discours se structure.

7. G. Rist, 2013, p. 275 et suiv.

8. R.F. Dasmann, J.P. Milton et P.H. Freeman, 1973.

9. UICN, PNUE, WWF, 1980.

Arrivèrent ainsi les années 1980, marquées par des conflits régionaux et la fin des dictatures en Amérique latine, ainsi que par les programmes d'ajustement structurel et la crise de la dette extérieure, notamment en Afrique. La Conférence de Nairobi (1982) fut convoquée pour marquer le 10^e anniversaire de celle de Stockholm. Les institutions qui avaient vu le jour pour mettre en œuvre les changements préconisés à Stockholm s'essouffaient, en l'absence de compétences et de ressources à la hauteur des défis. Dite «à caractère spécial», la Conférence de Nairobi eut pour seul résultat de réaffirmer la Déclaration et le Plan d'action de Stockholm. La considérant comme un échec, symbolisé par l'absence du président Reagan qui s'y fit représenter par sa fille, l'ONU opta pour la création d'une commission spéciale pour faire avancer les discussions sur l'environnement et le développement.

Le rapport Brundtland, plus qu'une définition

Créée par l'Assemblée générale des Nations unies en décembre 1983, la Commission mondiale sur l'environnement et le développement (CMED), présidée par M^{me} Gro Harlem Brundtland, alors ministre d'État de la Norvège, réunit vingt-trois experts reconnus pour leur engagement environnemental, dont Maurice Strong. Le mandat de la commission, dont les travaux se déroulèrent de 1984 à 1987, consistait à :

- proposer des stratégies à long terme en matière d'environnement pour assurer un développement durable d'ici l'an 2000 et au-delà ;
- recommander des méthodes pour faire en sorte que l'intérêt porté à l'environnement se traduise par une coopération plus étroite entre les pays en développement et les pays ayant différents niveaux de développement économique et social, et débouche sur l'atteinte d'objectifs communs s'appuyant mutuellement et tenant compte des relations réciproques entre la population, les ressources, l'environnement et le développement ;

- envisager des moyens permettant à la communauté internationale de faire plus efficacement face aux problèmes de l'environnement ;
- contribuer à définir les points de vue communs sur les problèmes à long terme de l'environnement et les efforts qu'il conviendrait de déployer pour surmonter les obstacles à la protection et à l'amélioration de l'environnement, ainsi qu'adopter un programme d'action à long terme pour les prochaines décennies et des objectifs auxquels la communauté mondiale devrait tendre¹⁰.

C'est sans surprise que l'expression « développement durable » figurait dans le mandat de la CMED, puisqu'il faisait déjà consensus à l'Assemblée générale de l'ONU. Il revint toutefois à ses membres de réconcilier développement et environnement, non pas en tant que concepts théoriques, mais plutôt comme un ensemble de problèmes complexes débattus depuis des décennies dans le cadre onusien.

La démarche recommandée à la CMED était celle qui avait été proposée quelques années plus tôt par la Commission indépendante sur les problèmes de développement international. La CMED reflétait par ailleurs le multilatéralisme ouvert, démocratique et pragmatique défendu par le secrétaire général de l'époque, le Péruvien Javier Pérez de Cuéllar. La CMED devait ainsi :

- dialoguer avec la communauté scientifique, les écologistes ainsi que l'ensemble des parties prenantes soucieuses de l'environnement et des relations entre le développement et l'environnement, en particulier les jeunes ;
- recevoir les positions des gouvernements, principalement par l'entremise du Conseil économique et social, et grâce à des contacts avec les dirigeants nationaux et les personnalités internationales concernées ;

10. CMED, *op. cit.*, p. 1.

- maintenir des liens avec d'autres organismes intergouvernementaux, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du système des Nations unies [...];
- tenir compte de la portée des questions environnementales telles qu'elles avaient été définies par le Programme des Nations unies sur l'environnement;
- tirer pleinement parti des rapports pertinents et du matériel existant.

La résolution mandatant la CMED signala également que le fruit de son travail ne serait pas contraignant pour les gouvernements. Les tragédies de Bhopal (1984) et de Tchernobyl (1986), mentionnées dans le rapport, confirmèrent toutefois l'ampleur et la certitude des risques auxquels on devait faire face.

Fort de plus de 2 000 mémoires et de 75 études commandées, le rapport de la CMED, intitulé *Notre avenir à tous*, mais plus connu comme le rapport Brundtland, fut publié en 1987. Il proposa une synthèse des enjeux qui constituent encore aujourd'hui la colonne vertébrale des liens entre environnement et développement : démographie, sécurité alimentaire, conservation des espèces et des écosystèmes, choix énergétiques, croissance urbaine, gestion des ressources communes, dont les océans, l'espace et l'Antarctique, ainsi que liens entre paix, sécurité, développement et environnement.

Le rapport, finalement, recommanda des gestes à faire sur les plans juridique et institutionnel. Destinées à une assemblée constituée de gouvernements, ces recommandations concernèrent principalement le niveau national et particulièrement l'action des États. Ainsi, l'objectif souvent évoqué d'équilibrer les sphères économique, sociale et environnementale constitua dans ce document un objectif à atteindre, principalement par des politiques publiques et des instruments économiques promus par les États.

Revenons sur les éléments centraux au concept de développement durable synthétisés dans la définition retranscrite au début de ce livre. Tout d'abord, on y affirme que la réponse aux besoins du présent est soumise à une responsabilité face aux générations futures. Cet énoncé fait écho à un consensus déjà

présent dans la Déclaration de Stockholm, qui affirmait que la préoccupation pour les générations futures devait être un objectif de l'humanité. Afin de préciser l'objet de cette responsabilité, le rapport fit appel aux notions de besoins et de limites, des notions qui se trouvaient au cœur des polémiques opposant alors le Sud et le Nord.

En effet, pour concilier les préoccupations liées aux inégalités, autant entre les pays qu'à l'intérieur d'eux-mêmes, la CMED retint le principe d'une limite inhérente (*inner limits*) au développement durable : la satisfaction des besoins élémentaires de toutes et tous. Ce concept, présent déjà dans le discours de McNamara et dans le rapport Dag Hammarskjöld, évolue toujours, comme nous le verrons dans les chapitres suivants.

Or, la CMED rappelle que la notion de développement durable évoque aussi d'autres limites : celles qui découlent de l'état de nos techniques et de notre organisation, et celles qui dépendent de la capacité de la biosphère à supporter les effets de nos activités. Le rapport donne des exemples dans lesquels l'amélioration des techniques utilisées pour exploiter les ressources, accompagnée d'une meilleure gestion des ressources, diminue le rythme de leur épuisement. Cela n'évacue toutefois pas l'existence de limites au fonctionnement de la Terre. Plusieurs passages du rapport constituent d'ailleurs de véritables mises en garde à ce sujet.

Ainsi, à la question posée par l'Assemblée générale de l'ONU à la CMED, « Comment concilier développement et environnement? », celle-ci répond qu'il faut trouver un équilibre entre besoins et limites. La croissance économique n'est donc pas le but ultime du développement, mais plutôt un moyen pour améliorer, avant tout, les conditions de vie des plus pauvres. Également, il est impératif d'adopter un mode de vie qui respecte les limites écologiques de la planète¹¹.

La vision proposée par le rapport n'est toutefois pas uniforme et reflète de nombreuses tractations qui ont eu lieu au sein de la commission. D'une part, de nombreux passages soulignent que

11. CMED, *op. cit.*, p. 14.

les ressources de la planète sont limitées et que les écosystèmes perdus ou détériorés ne peuvent pas être remplacés par des investissements financiers, posant ainsi les fondements de ce que les économistes appelleront plus tard la « durabilité forte ». D'autre part, on retrouve l'espoir déjà présent dans le discours de M^{me} Gandhi par rapport aux possibles solutions faisant appel à des technologies non polluantes et accessibles favorisant la productivité, ainsi qu'à des structures de distribution de ressources et de services plus efficaces. C'est dans ce contexte qu'il faut interpréter l'affirmation, très critiquée, sur l'existence de certaines « limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir¹² ».

La CMED conclut ainsi que les deux critères qui doivent guider la prise de décision des États pour orienter les changements souhaités sont la réponse aux besoins des plus démunis et le respect des limites des ressources et des écosystèmes. De plus, on note que les processus qui permettent d'atteindre ces objectifs ne sont pas déterminés et fixes, mais qu'ils doivent être en constante adaptation et dépendent essentiellement de la volonté politique¹³.

C'est ainsi qu'au fil des années 1980, et sur une toile de fond de morosité économique, la réflexion sur un développement durable a été menée. Au-delà du phrasé diplomatique, le constat était sans équivoque : les populations défavorisées doivent bénéficier d'une redistribution de la richesse et avoir accès aux moyens de répondre à leurs besoins, les populations favorisées doivent limiter leur consommation pour laisser des ressources à la disposition des populations défavorisées et futures, et le système économique doit respecter les limites des systèmes naturels et humains.

Afin de donner suite aux recommandations formulées, la CMED suggéra à l'Assemblée générale de l'ONU de créer un programme d'action en développement durable et de lancer des

12. CMED, *op. cit.*, p. 40. Le rôle de la technologie dans la vision du développement durable sera examiné dans le chapitre 6.

13. CMED, *op. cit.*, p. 14.

conférences de suivi et de mise en œuvre au niveau régional. Une conférence internationale fut convoquée pour évaluer les progrès en 1992 à Rio de Janeiro au Brésil.

Rio 92, l'euphorie de l'après-guerre froide

La fin des années 1980 apporta de nouveaux bouleversements qui firent que les recommandations du rapport Brundtland restèrent largement ignorées au-delà des cercles diplomatiques. La fin de la guerre froide se traduisit par l'arrivée d'une nouvelle catégorie de pays sur la scène internationale, dite «économies en transition». La fin du monde bipolaire révéla l'hétérogénéité des pays en développement et favorisa l'émergence d'une multitude de visions de futur mondiales qui se côtoyaient dans les universités et les forums internationaux. En même temps, la pauvreté, les inégalités et la crise économique affectaient de plus en plus les pays industrialisés, lesquels expérimentèrent une nouvelle baisse de la croissance, une augmentation du chômage, et délaissèrent leurs politiques sociales propres de l'État-providence au bénéfice de la libéralisation de leurs économies. Le nouveau grand défi de la coopération internationale devint alors la gestion des problèmes globaux à l'origine du concept des «biens communs mondiaux» et la mise en pratique des recommandations formulées par le rapport Brundtland pour y faire face.

La mondialisation s'accompagna d'une accélération des échanges entre les pays, non seulement commerciaux, mais aussi culturels, scientifiques et sociaux. Avec les projets de coopération scientifique internationale débuta une ère nouvelle de renforcement des capacités scientifiques, de recherche sur la diversité biologique et les processus écologiques, et de promotion du réseau mondial de réserves de la biosphère. Les organisations citoyennes furent invitées à participer pour apporter leurs idées aux réformes institutionnelles en cours, principalement dans les démocraties renouvelées en Amérique du Sud et en Europe de l'Est. Les cultures traditionnelles, au-delà des identités nationales et du folklore, furent défendues comme sources d'une nouvelle vision

pour le monde à reconstruire après la guerre froide. Des dirigeants d'entreprise s'intéressèrent de plus en plus aux problèmes environnementaux.

Une série de grandes conférences internationales vint alors nourrir les réflexions des organisations internationales et renforcer leurs collaborations avec les réseaux transnationaux sur les enjeux du siècle à venir, comme les droits de la personne, la transition démographique, la crise sociale, l'urbanisation accélérée et les droits des femmes. La discussion sur la relation tortueuse entre environnement et développement revint en force lors de la Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement (CNUED) organisée à Rio de Janeiro, au Brésil, en 1992. Avec la participation officielle de 172 gouvernements, dont 108 chefs d'État, parmi les 179 membres de l'ONU, près de 2 400 représentants d'organisations non gouvernementales (citoyennes, scientifiques et entrepreneuriales) et 17 000 participants de la société civile dans un sommet parallèle, cette conférence constitua un nouveau moment fort des négociations multilatérales. Ayant de nouveau comme secrétaire général Maurice Strong, elle donna lieu à trois conventions, deux déclarations et un programme d'action.

Les trois conventions internationales adoptées lors de cette conférence ciblerent les domaines pour lesquels les États avaient accepté d'entamer des négociations sur des mesures supranationales: la diversité biologique, les changements climatiques et la désertification. Un quatrième traité sur les forêts ne fit toutefois pas consensus et devint une déclaration de principes. La déclaration finale de la conférence, exempte de mesures contraignantes, présenta 27 principes qui devaient orienter la gestion des ressources et les activités économiques à l'intérieur des pays, dont la réaffirmation des droits des êtres humains à une vie saine et celui des États à l'exercice d'une souveraineté responsable sur leurs ressources. On souligne qu'« étant donné la diversité des rôles joués dans la dégradation de l'environnement mondial, les États ont des responsabilités communes, mais différenciées » (principe 7)¹⁴.

14. CNUED, 1992 (1).

Le programme Action 21, plus connu sous son appellation anglaise Agenda 21 et bâti en grande partie selon les recommandations du rapport Brundtland, fut proposé comme plan d'action pour le *xxi*^e siècle. Il décrivait un ensemble de problématiques socioéconomiques, comme la coopération internationale, la lutte contre la pauvreté, la croissance démographique, la santé et les établissements humains, ainsi que des problématiques liées à la gestion des ressources naturelles. Il énonça finalement une série de moyens pour résoudre ces problématiques en réclamant l'action de tous les secteurs de la société. En effet, dans son préambule, ce programme affirma qu'«aucun pays ne saurait réaliser tout cela à lui seul, mais la tâche est possible si nous œuvrons tous ensemble en vertu d'un partenariat mondial pour le développement durable. La coopération internationale doit venir appuyer et compléter les efforts nationaux¹⁵».

Prenant acte du fait que les États à eux seuls ne seraient pas en mesure de venir à bout des efforts nécessaires, neuf secteurs regroupés sous le terme de la « société civile » (ou grands groupes) concernés par la question du développement durable furent ciblés par l'Agenda 21 : les femmes, les enfants et les jeunes, les populations autochtones, les organisations non gouvernementales, les collectivités locales, les travailleurs et leurs syndicats, le commerce et l'industrie, la communauté scientifique et technique et les agriculteurs. Au sommet parallèle appelé Forum global, 33 traités furent adoptés par les organisations de la société civile abordant des questions laissées de côté dans l'ordre du jour officiel, comme la dette extérieure, le militarisme, les entreprises multinationales et l'énergie nucléaire¹⁶. Avec la présence de ces nouveaux acteurs dans les instances internationales, la triade constituée par la science, les citoyens organisés et les mécanismes de contrôle commençait à se structurer à l'échelle internationale.

Afin de permettre un suivi de la réalisation des recommandations et des engagements de l'Agenda 21, l'ONU créa la Commission du développement durable. Le Fonds pour

15. CNUED, 1992 (2).

16. E. Parson et collab., 1992.

l'environnement mondial, destiné à financer les projets de développement durable, fut aussi mis sur pied. De nouvelles lois, des agences et des programmes pour le développement durable furent alors créés dans de nombreux pays et plusieurs localités adoptèrent des Agendas 21 locaux.

Le nouveau contexte de mondialisation prit alors la place des débats sur le développement, comme celui-ci était venu remplacer les enjeux du colonialisme. Aux anciennes tensions entre le Nord et le Sud sur l'accès au commerce international s'ajoutèrent les responsabilités différenciées sur la pollution causée par l'industrialisation. Les réseaux transnationaux de la société civile présents sur la scène internationale défendirent l'universalité des droits, y compris celui à un environnement sain, parfois en opposition aux gouvernements nationaux. À l'échelle locale, de nombreux acteurs se mobilisèrent pour défendre leurs droits et bâtir des solutions de subsistance face aux pressions de plus en plus fortes sur leurs territoires.

Loin de l'époque dorée des Trente Glorieuses et devant l'évidence des dégâts causés par le modèle de production et de consommation des pays industrialisés, l'idée d'une croissance économique qui permettrait à tous les pays d'atteindre le même niveau ne semblait plus possible ni désirable. Face à ce constat, les auteurs du *Dictionnaire du développement* (1992), dont William Sachs, annoncèrent que l'ère du développement, inaugurée par le discours de Harry S. Truman en 1949, était terminée.

Dans ces nouveaux rapports de force, façonnés en parallèle aux tractations pour mettre en œuvre les recommandations de la CNUED, le rôle de l'État et sa relation avec les autres acteurs devinrent les grands défis de l'action internationale de la fin du siècle. Marquées par la fin de la guerre froide, la mondialisation et l'émergence des économies en transition, les années 1990 rythment la transition vers le XXI^e siècle.

L'héritage pour le ^{xxi}^e siècle

Pour les Nations unies, le début du millénaire se voulait une nouvelle occasion pour renforcer la coopération internationale et pouvoir ainsi répondre aux défis formulés lors des grandes conférences des années 1990. Lors du Sommet du millénaire, en septembre 2000, les 193 pays membres adoptèrent une déclaration, suivie d'un plan décliné en huit objectifs, appelés les Objectifs du millénaire pour le développement (OMD), visant les populations vulnérables des pays du Sud global. Un organe consultatif indépendant dirigé par le professeur Jeffrey D. Sachs, conseiller spécial du secrétaire général, fut mis en place pour proposer les meilleures stratégies permettant d'atteindre les objectifs : le projet Objectifs du millénaire.

La collaboration internationale nécessaire à ce nouvel effort se fragilisa avec les attentats du 11 septembre 2001 à New York et les mesures de lutte contre le terrorisme qui suivirent. Lors de son refus de ratifier le protocole de Kyoto le 13 mars 2001, le président des États-Unis, George W. Bush, affirma : « Le mode de vie américain n'est pas négociable. » Avec la fin du régime communiste de l'URSS et la croissance de la classe moyenne dans les nouveaux pays industrialisés (la Chine et l'Inde), le mode consommation occidental se généralisa dans de nombreux pays.

Dans ce contexte de fragile coopération, alors que les problèmes environnementaux s'aggravaient et que les inégalités continuaient à s'accroître, la première conférence consacrée explicitement au développement durable, le Sommet mondial sur le développement durable (SMDD) à Johannesburg en 2002, fut l'occasion de faire un premier bilan et de compléter le travail entrepris à Rio. Le rapport final du sommet recommanda des mesures qui portèrent en particulier sur l'eau, la santé, l'énergie, l'agriculture et la diversité biologique. L'événement, qui rassembla une centaine de chefs d'État et quelque 40 000 délégués, fut la plus grande rencontre jamais organisée par les Nations unies. Cependant, la société civile et des ONG environnementales se

sentirent exclues des débats dénonçant des biais favorables à l'industrie et au marché dans les dossiers touchant l'énergie, les forêts et l'agriculture.

Dans la foulée de la crise financière de 2008, la hausse des prix du pétrole et des aliments renforça les inégalités sociales partout dans le monde. Et, alors que la 15^e conférence des parties de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (COP 15), qui se déroula à Copenhague en 2009, se solda par un échec, les OMD réussirent certaines avancées, comme l'Alliance mondiale pour les vaccins et l'immunisation. Ainsi, les deux arènes de négociation, sur le développement et sur l'environnement, avançaient encore séparément.

En 2012, une nouvelle conférence à Rio de Janeiro fit le point sur les progrès accomplis: Rio+20. Malgré l'absence de virages significatifs, le progrès des connaissances scientifiques fut incontestable, alors que les tensions entre les intérêts divergents des multiples acteurs concernés augmentaient la complexité de la prise de décision. Parallèlement, et à force de désenchantement, voire d'échecs, les négociations dans le domaine naissant de la coopération internationale de l'environnement permirent d'importants apprentissages, non seulement aux diplomates et aux politiciens, mais aussi aux ONG, aux entreprises privées et aux milliers de chercheurs désireux d'influencer le débat. Bâtissant sur ces apprentissages et à l'initiative de pays nouvellement admis dans l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), comme la Colombie, les participants à la conférence réussirent à s'entendre, pour la première fois, pour faire converger dans un seul processus de négociation les enjeux de développement et d'environnement.

À Rio+20, la stratégie des OMD fut présentée comme un exemple à suivre afin d'orienter les actions à partir d'objectifs et de cibles communes. L'évaluation de mi-parcours de ce plan avait montré des progrès réels vers l'atteinte de certains des objectifs, notamment la généralisation du traitement du sida, les gains en productivité agricole, la hausse des taux de scolarisation et l'amélioration de l'accès aux services d'approvisionnement en eau et en assainissement.

En 2013, un groupe de travail fut chargé de trouver des thèmes et de proposer des objectifs de développement durable (ODD) accompagnés de cibles et d'indicateurs devant être soumis à l'Assemblée générale des Nations unies, afin d'adopter un programme intégrant les OMD et les ODD pour orienter les actions de la communauté internationale après 2015¹⁷. Le groupe de travail a reçu le mandat de tenir compte des principes établis dans la Déclaration de Rio, notamment du principe des responsabilités communes, mais différenciées. Les cibles attendues devaient être orientées vers l'action, concises et faciles à communiquer, d'un nombre limité, globales dans leur formulation et universellement applicables, tout en considérant les réalités nationales en matière de capacités et de niveaux de développement, ainsi que les politiques et les priorités nationales¹⁸.

Le groupe de travail a ainsi déterminé des domaines d'intervention qui s'inscrivent dans la continuité des OMD, tout en ajoutant de nouveaux domaines, comme l'énergie, l'industrialisation, les infrastructures, les villes et les établissements humains durables, la production et la consommation durables, le climat, les écosystèmes et la biodiversité, les ressources marines et, enfin, des sociétés pacifiques et des institutions compétentes. Le groupe s'est penché également sur les interactions entre ces domaines, afin de cibler les actions les plus porteuses, soit celles qui apportent des bénéfices dans plusieurs domaines à la fois. Le processus a mobilisé, en plus des représentants nationaux, des experts de différents pays et des programmes et agences des Nations unies, ainsi que des représentants des neuf grands groupes de la société civile. Des consultations nationales et sectorielles ont eu lieu en 2013 et 2014, de même qu'un sondage en ligne proposant à tous les citoyens du monde ayant accès à Internet de choisir six thématiques parmi les 16 proposées. Le fruit de ces travaux a été le Programme de développement pour 2015-2030, qui comprend 17 objectifs de développement durable et 169 cibles.

17. Organisation des Nations unies, 2014.

18. Lettre des co-chairs du Groupe de travail ouvert à tous sur les ODD, 14 février 2014.

Adopté par les 193 pays membres lors de la soixante-dixième Assemblée générale de l'ONU, le 25 septembre 2015, le Programme 2030 représente une synthèse revue et actualisée des consensus laborieusement tissés par la communauté internationale depuis l'après-guerre. Rappelant les fondements mêmes de la création de l'ONU, tels que sa charte et la Déclaration universelle des droits de l'homme, le nouveau programme énonce une volonté universelle de répondre aux besoins des plus démunis, tout en respectant les limites de la planète. Il adopte également une approche opérationnelle plus précise que celle du programme Action 21, structurée autour des objectifs et cibles interreliées et adaptables au contexte spécifique de chaque pays, tout en constituant un référentiel commun comparable entre les pays. Accueilli par une ovation de la part des délégations présentes, le secrétaire général de l'ONU, Ban Ki-moon, l'a salué comme étant « une vision universelle, intégrée et transformative pour un monde meilleur ».

Tout en s'inscrivant dans une certaine continuité historique, ce programme apporte plusieurs innovations importantes au processus de négociation dans au moins trois aspects. Tout d'abord, ce programme propose une vision intégrée du développement qui va au-delà du produit intérieur brut (PIB) comme indicateur uniquement économique du progrès des pays. Deuxièmement, en tant que cadre universel qui s'adresse à tous les pays, il met en évidence l'interdépendance et le nécessaire engagement de tous les pays pour répondre aux enjeux globaux. Finalement, grâce à un large processus de consultation impliquant la société civile et les experts de tous les pays et mené grâce à un mécanisme novateur, le groupe de travail ouvert, ce programme réussit à intégrer les acteurs et les enjeux traditionnellement engagés dans les négociations liées au développement (lutte contre la pauvreté, financement de l'aide internationale) avec ceux de l'environnement (changement climatique, biodiversité, eau, énergie, etc.)¹⁹.

19. Caballero et Londoño, 2022.

Quelques mois plus tard, en décembre 2015, l'Accord de Paris de la Convention-cadre sur les changements climatiques fut adopté par 196 pays, dans le but de limiter l'augmentation de la température moyenne de la planète en dessous de 2 degrés par rapport à la température préindustrielle.

Ces deux grandes réussites des négociations internationales virent le jour alors que la confiance envers les institutions se détériorait dans l'ensemble des pays et que l'équilibre des pouvoirs économiques mondiaux se transformait. De nombreuses manifestations appelant à se mobiliser pour contrer la crise climatique mettaient en scène une nouvelle génération plus sensibilisée aux enjeux planétaires, connectée globalement grâce aux nouvelles technologies et déçue de l'absence de résultats concrets des accords internationaux. C'est au milieu de nouveaux conflits géopolitiques et de l'émergence de mouvements éthico-démocratiques²⁰ qu'arriva le grand arrêt forcé par la pandémie de COVID-19 déclarée par l'Organisation mondiale de la santé le 13 mars 2020. Favorisées par les connexions virtuelles globales auxquelles avait accès près de la moitié de la population mondiale, les multinationales de l'informatique continuèrent de prospérer, contribuant à universaliser la surconsommation, tout en fragilisant les cultures locales, les institutions démocratiques et la cohésion sociale.

L'année 2020 devait marquer la décennie d'action pour les ODD, en renforçant les efforts de mobilisation de l'ensemble des acteurs dans les sphères nationales et locales afin d'accélérer la cadence pour les atteindre. Au contraire, les bouleversements entraînés par la pandémie renforcèrent les inégalités sociales et la méfiance envers les institutions internationales, alors que les progrès de la plupart des indicateurs des 17 ODD furent quasi inexistantes, avec même des reculs importants dans certains domaines. Le consensus autour des ODD comme boussole nécessaire et pertinente pour rebâtir le système international après la pandémie a toutefois été réaffirmé chaque année lors du Forum politique de haut niveau qui convoque annuellement les États pour faire le suivi de ce programme.

20. M. Wiewiorka, 2016.

En 2022, la population humaine atteint huit milliards d'habitants. En novembre de la même année, le premier agent conversationnel utilisant l'intelligence artificielle, ChatGPT, fut rendu disponible gratuitement, entraînant des transformations irréversibles dans le rôle de l'humain dans l'économie. Depuis, les crises sociales et environnementales s'amplifient et le multilatéralisme est menacé par de nouveaux équilibres multipolaires. Avec le deuxième gouvernement de Donald Trump aux États-Unis, débutant en 2025, se met en place un programme de démantèlement des institutions démocratiques, scientifiques et de coopération internationale. Année après année, les Nations unies ajoutent de nouveaux défis dans les discussions de leur assemblée générale, mais leur rôle d'endiguement de la politique réelle semble de plus en plus difficile à jouer.

Nous avons vu comment la gouvernance internationale du xx^e siècle a évolué parallèlement aux rapports de pouvoir reliés aux tensions entre les enjeux de développement et d'environnement pilotés principalement par les États-nations jusqu'aux années 1980. De 1990 à 2015, les débats au sein des Nations unies ont été marqués par le positionnement de nouveaux acteurs autour du concept de développement durable, pour aboutir à une définition consensuelle de son contenu avec les ODD. Entre 2015 et 2025, l'humanité a vécu une pandémie, dont les séquelles s'ajoutent aux conséquences de plus en plus pressantes des changements climatiques et aux risques des révolutions technologiques non contrôlées.

Nous naviguons maintenant au large vers la haute mer du xxi^e siècle. Comme cela s'est produit un siècle auparavant, les repères politiques, économiques et idéologiques du siècle précédent s'effacent sans que nous puissions apercevoir clairement les contours de nouveaux équilibres. Pendant 80 ans, cinq générations ont fait appel aux instances onusiennes pour tenter de gérer leurs tensions et favoriser une issue différente à la guerre, en s'ériquant en porte-paroles de ce sujet que nous appelons «Humanité». Elles y ont consigné les leçons de leur prise de conscience

Partie 1 – Notre prise de conscience

par rapport aux risques que nos actions entraînent sur l'avenir de la Terre. Elles y ont exprimé leur rêve d'améliorer leur propre avenir et celui des prochaines générations en proposant une vision consensuelle pour bâtir une humanité viable et vivable pour le XXI^e siècle. La démarche du développement durable nous invite à bâtir sur cet héritage pour y inscrire nos actions.

Chapitre 2

Éthique, développement et environnement

Objectif Décrire les fondements éthiques du développement durable par rapport aux principaux courants anthropocentrés et écocentrés	
Questionnements	Notions associées
Quelles sont les balises et les informations qui guident l'action des individus par rapport à la nature?	Éthique Faits scientifiques
Quelles sont les principales valeurs qui ont été véhiculées universellement par l'essor de l'Occident?	Domination technoscientifique Utilitarisme Individualisme Action stratégique
Quelles institutions arbitrent les tensions entre les intérêts individuels et le bien commun?	État Marché Gouvernance locale
Quelles sont les assises du développement durable?	Approche anthropocentrée Limite éthique: satisfaction des besoins Limites biogéochimiques terrestres Principe de précaution
Quelles approches éthiques revendiquent que l'espèce humaine fait partie de la communauté naturelle?	Approches écocentrées Éthique de la terre Écologie profonde
Quelles valeurs favorisent une sortie de crise malgré la multiplicité des éthiques de l'environnement?	Responsabilité Respect de la diversité culturelle et naturelle Durabilité

L'humanité n'aura jamais disposé d'une connaissance aussi détaillée et précise du fonctionnement biogéochimique de la Terre qu'au moment où vous lisez ces lignes. Le terme biogéochimique rend compte du lien fort entre le vivant et le minéral, qui sera explicité dans la seconde partie. Le nombre de scientifiques actifs autour des questions d'environnement et de développement est sans précédent et leurs avancées sont ininterrompues. L'enseignement de la science s'est également démocratisé et l'on ne compte plus le nombre de reportages à caractère scientifique. N'est-ce pas paradoxal que nous fassions tout de même chaque jour des gestes qui favorisent un peu plus le dysfonctionnement de notre environnement ?

La complexité des problèmes environnementaux explique en partie cette situation, d'autant plus qu'il nous est difficile d'apprécier les conséquences de notre contribution individuelle, somme toute minime, à la détérioration que l'on inflige collectivement à l'atmosphère, à l'hydrosphère et à la biosphère. C'est que nous sommes aux prises avec de nombreux dysfonctionnements qui ne nous affectent souvent qu'indirectement ou de loin. Consommer chaque jour du carburant pour se rendre au travail semble un geste inoffensif et banal, à plus forte raison parce que l'on est incapable de percevoir le dioxyde de carbone libéré, un gaz incolore et inodore qui s'accumule tout de même progressivement dans l'atmosphère et qui alimente l'effet de serre.

Puisque la plupart des défis environnementaux échappent ainsi à notre perception sensorielle, la science joue et jouera un rôle prépondérant dans le nécessaire dénouement de la crise environnementale planétaire. Pour connaître certains effets de nos gestes, nous devons obligatoirement nous en remettre à des tiers : les scientifiques et les résultats de leurs recherches. Par exemple, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat élabore de nombreux outils diagnostiques utiles à des prises de décision individuelles et collectives plus éclairées sur les changements climatiques. Mais, « si la science est en effet nécessaire à la perception des problèmes environnementaux et à l'élaboration de solutions, elle n'en est pas moins sujette à des incertitudes. Ces dernières l'empêchent de revendiquer une autorité incontestable

à l'heure de déterminer ce qu'il faudrait faire¹. C'est que les faits scientifiques n'ont pas pour objet de dicter la conduite des femmes et des hommes ni de se substituer à la démocratie, mais de raffiner notre compréhension du monde. Il faut donc chercher ailleurs des repères quant à la valeur de nos gestes quotidiens.

Nous référons ici à l'ensemble des idées morales qui orientent et encadrent l'action des individus par rapport à la société et à la nature. Comme nous l'avons évoqué au chapitre précédent, les problèmes environnementaux actuels sont la conséquence d'un ensemble de comportements longtemps considérés par notre société moderne occidentale comme associés aux valeurs positives du progrès ou du bien-être. Autrement dit, ces comportements sont associés à notre « modèle de développement ». Pour la commission Brundtland, les changements de comportement préconisés doivent être favorisés par la formulation et la promotion de nouvelles valeurs « qui mettraient l'accent sur la responsabilité individuelle et conjointe à l'égard de l'environnement [...] en favorisant l'harmonie entre l'humanité et l'environnement² ». Elle affirme du même souffle avoir constaté lors de ses audiences publiques de par le monde que de nouvelles valeurs émergeaient. Or, selon le rapport, celles-ci ne sont pas opposées aux anciennes valeurs de progrès et de bien-être.

Afin d'analyser les facteurs moraux qui orientent la conduite humaine dans une société ou une activité donnée, et pour comprendre les tensions entre ces facteurs et les conséquences possibles de l'application de chacun de ceux-ci, nous devons nous référer à l'éthique. Le raisonnement moral, ou éthique, consiste à analyser les valeurs qui soutiennent les actions humaines dans une société ou une époque donnée, et à retenir les principes de base qui seraient plus acceptables, légitimes ou cohérents, et qui pourraient s'ériger en principes de référence. Cet exercice est particulièrement important dans une période de transformation comme la nôtre, notamment lorsque des cadres de référence contradictoires se côtoient et se superposent. L'évolution de l'éthique qui accompagne la prise de conscience évoquée au

1. D. Bourg et K. Whiteside, 2010, p. 87.

2. CMED, *op. cit.*, p. 90.

chapitre précédent se caractérise par une tendance à réexaminer, voire à renverser, les conventions morales qui présidaient à l'interaction entre les genres, les humains, et entre ces derniers et les autres êtres vivants et leur environnement. Plus récemment, l'éthique s'est attachée à résister aux tendances de la mondialisation, de la marchandisation et de la technicisation qui érodent à la fois la biodiversité et les valeurs des sociétés traditionnelles, et qui peuvent même menacer les droits de la personne. Ces tendances sont souvent présentées comme neutres sur le plan des valeurs, mais elles reposent sur des hypothèses implicites qui sont sources potentielles d'inégalités et d'abus³.

L'essor de l'Occident

Il est certes réducteur de voir le monde divisé en deux groupes ethniques : les Européens et les non-Européens. Cette image, empruntée à Ryszard Kapuściński⁴, sert toutefois notre propos. Au tournant du premier millénaire, le nord de l'Europe avait peu à offrir. La vie y était rude et parfois violente, alors que plusieurs autres civilisations médiévales bénéficiaient de conditions passablement plus avantageuses. Mais ces modestes communautés ont su profiter des avancées technoscientifiques de leurs voisins et des ressources naturelles dont elles disposaient. En fait, innovation et exploitation des ressources constituaient le moteur de ces nations métissées où les peuples du Nord côtoyaient les descendants des civilisations gréco-romaines.

Les nations européennes émergèrent et partirent à la conquête de nouveaux territoires. L'hégémonie technologique européenne était alors telle que leurs façons de faire et leurs valeurs se répandirent à l'échelle de l'Occident. L'Européen de Kapuściński habite aujourd'hui la France, l'Angleterre et l'Allemagne, mais également le Canada, l'Australie et les États-Unis ; sa zone d'influence est toutefois passablement plus vaste, grâce, entre autres, aux

3. FAO, 2005.

4. R. Kapuściński, 2008.

interventions qui eurent lieu depuis les années 1960 dans tous les coins du monde au nom du modèle de développement industriel, comme les grands projets d'infrastructure ou d'agriculture.

Cette expansion n'a cependant pas bénéficié, selon Kapuściński, de la mise en place d'une relation équitable et de partenariat avec les non-Européens. Pour lui, alors qu'aujourd'hui nous vivons dans une société de plus en plus métissée, hétérogène et hybride, en pleine transition entre la société de masse et une société planétaire, la question des rapports entre personnes de différentes cultures devient cruciale. Présente déjà dans l'histoire de la pensée occidentale depuis la Grèce ancienne et prenant de nouveaux accents après la conquête des peuples de l'Amérique, la question de la construction d'un multiculturalisme fondé sur un respect mutuel est cependant loin d'être réglée⁵.

Une autre tension qui accompagne l'expansion de la vision occidentale du monde concerne l'attitude de domination de la nature, implicite dans l'approche technoscientifique. Cette attitude ainsi que les valeurs, les normes et les institutions qui l'accompagnent reposent sur le principe que les ressources naturelles existent pour favoriser l'épanouissement de l'humanité qui en a un usage préférentiel. Les possibles conséquences environnementales sont alors de second ordre. Les répercussions d'une telle vision dépasseraient largement le domaine de l'écologie. En effet, toute domination implique une hiérarchisation; dans le cas qui nous concerne, les humains sont dits supérieurs aux autres êtres vivants et à la nature en général. Il s'agit d'une vision anthropocentrique, patriarcale et ethnocentrique, où la relation à l'autre, vivant ou non, est binaire et dans laquelle chacun est dominant ou dominé, gagnant ou perdant⁶.

Dans une telle vision typiquement anthropocentrée, la question de juger si l'exploitation d'une ressource est bonne ou non ne se pose guère plus. La définition d'un besoin suffit à passer aux actes puisque l'on considère que les ressources existent

5. T. Todorov, 1991.

6. J.B. Callicott, 2011, p. 32.

strictement pour assurer la vie humaine sur Terre. Pendant longtemps, la seule limitation de l'exploitation d'une ressource a été le respect de l'usage actuel des autres et de son propre usage futur, alors que de plus en plus la domination technoscientifique de la nature est aux prises avec les limites biogéochimiques terrestres.

L'approche utilitariste de Jeremy Bentham (1748-1832), qui a influencé la pensée occidentale anglo-saxonne, apporte des nuances éthiques à la simple domination technoscientifique. Le principe d'utilité considère une action bonne tant qu'elle promet le bien-être du plus grand nombre d'individus. Pour Jeremy Bentham, chaque individu doit compter pour un et nul ne doit compter pour plus d'un et il incombe à l'État et à ses institutions démocratiques de déterminer ce qui constitue le bien commun. Par extension, l'exploitation de la nature est un moyen d'atteindre ce bien-être commun. Ayant pour prémisse que chaque action entraîne des effets à la fois négatifs et positifs, la recherche du bien commun emprunte parfois des voies contradictoires, ce qui explique les tensions entre individus, et entre individus et collectivité.

Pour l'utilitarisme, l'État et le marché, les deux principales institutions modernes, canalisent les demandes des individus. Le premier, un pouvoir centralisé responsable de l'exploitation des ressources pour le plus grand bien commun, gère les projets de grande envergure, tels que les routes, les barrages et les infrastructures de génération d'énergie, et met en place des règlements et des institutions qui permettent d'arbitrer d'éventuels conflits d'intérêts. Le second repose sur un pouvoir décentralisé, voire individualisé, qui s'exerce au moyen des mécanismes de l'offre et de la demande. Selon cette vision, le bien-être collectif est mieux servi en privilégiant le bien-être individuel, et le plus grand bien est celui qui est exprimé par la majorité, d'où le principe de la majorité électorale. Si nous appliquons ce principe à la prise en compte des préoccupations environnementales, tant qu'elles ne constituent pas un enjeu défendu par une majorité de la population, il ne sera pas possible d'en tenir compte.

L'utilitarisme est à son tour ancré dans la tradition de l'individualisme, courant philosophique issu des grandes transformations de la Renaissance et qui se consolide avec les Lumières. Pour le monde anglo-saxon, John Locke (1632-1704) est celui qui formula les principes applicables à la démocratie libérale. Les tensions entre individu et collectivité sont au cœur des réflexions philosophiques de toute cette période. Emmanuel Kant, un siècle après Locke, définissait le caractère complexe de l'individu comme celui d'une « insociable sociabilité ». Or, autant l'État que le marché privilégient la sphère individuelle, tandis que les problèmes environnementaux n'ont pas leur source dans une action individuelle, mais dans des pratiques sociales collectivement normalisées et même collectivement valorisées.

La difficulté de tenir compte de la dimension collective des problèmes environnementaux et de leurs solutions au-delà des intérêts individuels n'est pas la seule difficulté que pose l'utilitarisme. Étant donné que le sujet privilégié du bien-être recherché dans cette conception est l'être humain, on conviendra que la nature en dehors du spectre de l'utilité humaine a peu de valeur. Prenons le cas des ressources en eau s'écoulant dans une rivière. Elles ont plusieurs fonctions, dont celle de permettre le fonctionnement d'un écosystème aquatique. En s'implantant sur ses rives, l'habitant va puiser de l'eau pour son usage, ce qui est rarement problématique, tant que le volume prélevé est faible par rapport à la disponibilité naturelle. L'eau peut ainsi servir, par exemple, à irriguer des champs et à maintenir une productivité agricole élevée, même par temps sec.

Le filtre utilitariste approuvera cet usage tant que la majorité des personnes concernées en tireront bénéfice. Il n'y a toutefois aucune limite imposée selon la capacité de la ressource ; la rivière pourrait éventuellement se tarir. L'utilitarisme permet d'attribuer une valeur à l'eau consommée plus facilement qu'à l'eau qui poursuit son cours, même si celle-ci est essentielle à la survie des écosystèmes aquatiques, par exemple. Cette incapacité de tenir compte de la détérioration des écosystèmes à long terme, lorsqu'on mène un raisonnement utilitariste primaire, est ce que Garrett Hardin, biologiste bien ancré dans la culture anglo-saxonne, a

décrit dans son article «The Tragedy of the Commons» (en français, «La tragédie des biens communs»). Cet article met en évidence les limites de l'affirmation d'Adam Smith (1723-1790), fondateur de l'économie moderne, selon laquelle la satisfaction du bonheur individuel serait garante du bien-être collectif, en particulier en absence d'institutions de gestion collective. Par sa vision néomalthusienne, Hardin entend démontrer que la propriété commune est inévitablement vouée à l'épuisement des ressources. Pour lui, les ressources naturelles doivent être gérées impérativement selon une alternative: pour durer, elles devraient être soit privatisées, soit contrôlées par une instance politico-administrative supérieure⁷.

Véhiculés largement grâce aux conférences télévisées de Hardin, ses travaux ont jusqu'à nos jours une grande influence dans les universités nord-américaines. Or, dans le sillage d'une longue tradition de recherche empirique sur la gestion locale des ressources, la Prix Nobel d'économie 2009, Elinor Ostrom, a démontré la richesse des mécanismes de gouvernance que les collectivités locales déploient depuis des siècles pour gérer leurs biens communs, ouvrant une troisième voie à la dualité que Hardin postulait. Selon Ostrom, c'est uniquement en absence d'institutions de gouvernance locale que le dilemme survient.

Afin de résoudre ce dilemme, certains pensent qu'il est possible d'élargir la vision utilitariste pour intégrer les préoccupations croissantes pour la conservation de la vie en reconnaissant, par exemple, la valeur d'existence. Il s'agirait d'attribuer une valeur, le plus souvent financière, à l'intérêt des êtres humains pour la préservation d'autres êtres et formes de la nature qui n'ont pas une valeur «d'usage», autrement dit, malgré qu'ils ne servent pas à satisfaire des besoins humains. Cela permettrait de justifier, du point de vue éthique autant qu'économique, la préservation d'autres formes de vie qui ne constituent pas des biens ou qui ne fournissent pas des services connus ou reconnus par les êtres humains.

7. Locher, 2013.

Pour continuer avec l'exemple de l'eau, qu'en est-il des rive-rains en aval? D'un point de vue utilitariste, leur intérêt devrait être pris en compte selon le principe de Jeremy Bentham, pour lequel chacun doit compter pour un et nul ne doit compter pour plus d'un. D'où l'importance de s'assurer que tous les acteurs concernés peuvent exprimer leurs points de vue, ce qui constitue un pilier fondamental de l'éthique du développement durable. Une limite importante à cette approche apparaît lorsqu'il s'agit de défendre les droits des minorités, puisque le bien-être du plus grand nombre peut être instrumentalisé pour justifier des iniquités.

L'utilitarisme soulève ainsi plusieurs enjeux de mise en œuvre qui l'exposent à de fortes critiques. Sa portée a longtemps été marginale dans l'analyse de la philosophie française, allemande et ibéro-américaine⁸ et certains pensent qu'il est impératif de trouver un autre cadre de référence. Son influence est néanmoins incontestable. L'utilitarisme demeure le fondement philosophique de plusieurs institutions actuelles, notamment internationales, et il imprègne aussi le concept de développement durable.

Éthique du développement durable

Le concept de développement et son dérivé, le développement durable, sont héritiers d'une approche utilitariste consciente de ses limites et qui cherche davantage de cohérence faisant appel à de nouveaux principes. Le développement durable hérite aussi de la confiance technoscientifique pour trouver des solutions à la crise, à condition de savoir l'orienter vers les fins souhaitées collectivement. La vision stratégique selon laquelle notre société serait capable de se fixer des objectifs et d'agir en conséquence est également centrale dans la vision de développement. La force de ce postulat d'action stratégique, souvent non explicite, est si grande que même les approches les plus critiques de la notion de

8. Pour le débat sur l'utilitarisme en France, voir M. Bozzo-Rey et É. Dardenne, 2012; pour l'analyse ibéro-américaine, Guisan, 1992.

développement ne renient pas la légitimité morale et intellectuelle de se donner comme but commun un monde plus juste et plus viable.

La notion de développement durable, comme celle de développement, est inspirée aussi d'une éthique pour laquelle la valeur d'une action n'est pas seulement de se conformer à la recherche de cette satisfaction, mais de l'obtenir. C'est ce qu'on appelle une éthique de résultats ou conséquentialisme. Ce résultat, comme nous le rappelle Brundtland, est la satisfaction des besoins des plus démunis. Ce type d'éthique atténue les possibles effets négatifs de l'utilitarisme en y adjoignant la notion de responsabilité sur les résultats. En ce qui concerne notre rapport à l'environnement, cette approche reste anthropocentrée, mais introduit la notion de conservation et de protection de la nature au bénéfice des générations futures. Elle promeut également l'équité entre les individus ainsi qu'entre les communautés présentes et à venir.

Cette responsabilité présuppose, à son tour, que les besoins des autres constituent une obligation morale. Nous avons vu que, pour le développement, dont la définition première comprend les politiques nationales et internationales de redistribution économique, cette obligation morale ne s'éteint pas avec la distance dans l'espace. Dans le cas du développement durable, cette obligation se prolonge également dans le temps. Ainsi, lorsqu'on associe une éthique de résultats à un principe de justice tant spatiale que temporelle, cela engendre un devoir envers les populations défavorisées, tout comme envers les générations futures. Cette obligation implique que les besoins de la génération présente ont le même poids moral que les besoins des générations futures. Mais comment interpréter cette équivalence, sachant que, dans l'histoire de l'humanité, les conditions de vie ont eu de grandes modifications d'une génération à une autre? Cette équivalence peut être interprétée d'au moins trois façons⁹.

9. T. Hurka, 1996.

D'un point de vue utilitariste, il s'agit de maximiser le bonheur absolu. Ainsi, prenant le passé comme garant de futur, on pourrait supposer que la qualité de vie s'améliorera nécessairement dans le futur et que, par conséquent, toute restriction sur la qualité de vie actuelle aurait pour conséquence de diminuer le bonheur absolu. Cette interprétation se heurte, entre autres, au constat des limites de la capacité de la Terre de supporter une telle expansion.

La deuxième interprétation est appelée égalitariste, car elle vise un même niveau de bonheur pour toutes les générations. Un idéal de durabilité, interprété comme un niveau constant de bien-être à travers le temps, pourrait être une référence adéquate si celui-ci est élevé dès le départ, mais perd tout attrait dès que le niveau initial est faible. Et puisque tous les points de vue égalitaristes sont centrés sur des jugements comparatifs, l'obligation entre deux niveaux de vie inégaux forcerait à chercher en permanence à les égaier. D'où la nécessité d'établir des seuils inférieurs à partir desquels l'obligation serait atteinte.

Le troisième point de vue répond à ces questionnements en affirmant que, si notre « gamme actuelle de possibilités permet une qualité de vie meilleure que nettement raisonnable », autrement dit, si nous sommes riches, « nous ne violons pas notre obligation de satisfaction si nous transmettons une gamme de possibilités plus restreinte à nos successeurs, aussi longtemps que cette gamme est suffisamment vaste, c'est-à-dire dépasse un certain seuil ».

Selon Thomas Hurka, les trois interprétations contribuent à comprendre la position éthique du rapport Brundtland. « Si l'utilitarisme à propos des générations futures s'accorde parfaitement avec le concept abstrait d'impartialité temporelle, l'égalitarisme cadre avec la notion spécifique de développement durable. Ainsi, le terme "durable" suggère un processus qui se poursuit à travers le temps, à un niveau constant. C'est précisément ce qui se produit si chaque génération transmet à celle qui lui succédera une gamme de possibilités égale : un niveau de possibilités est atteint, puis maintenu à travers le temps¹⁰. » Si la troisième interprétation

10. *Ibid.*

prévaut dans une bonne part du rapport Brundtland, on retrouve également des passages qui font référence à l'idée de durabilité, interprétée comme bonheur égal ou équivalent entre générations. Or, ces deux interprétations s'opposent, puisque l'accent sur les besoins admet comme moralement acceptable une dégradation continue des conditions de vie aussi longtemps que celles-ci restent supérieures à un certain seuil, ce qui n'est pas cohérent avec l'idée de durabilité mentionnée plus haut, à savoir le maintien d'un bien-être constant au fil du temps et un devoir qui est enfreint dès le moment où les conditions de vie se dégraderaient. Devant cette tension, l'auteur avance que le point de vue de la satisfaction est celui qui répond le mieux à la fois à notre devoir envers les générations futures et au développement durable qui devrait, dans ce cas-là, être désigné par un autre terme plus adéquat que celui de durabilité.

Un élément additionnel qui complexifie cette réflexion, c'est la croissance démographique, puisqu'il ne suffit pas d'assurer les exigences de satisfaction de quelques individus ou même d'un nombre raisonnable d'individus d'une génération ; il importe que tous les individus accèdent à cette vie satisfaisante. Il incombe alors de tenir compte de l'effectif de la population de chaque génération, c'est-à-dire de la croissance (ou décroissance) démographique. Ainsi, si les individus d'une génération future sont plus nombreux, nous devons leur transmettre un assortiment plus vaste de ressources, de capital et de nature intacte, afin que chacun d'eux dispose de possibilités raisonnables.

Les limites éthiques

La commission Brundtland admet aussi un devoir particulier envers les populations plus vulnérables, ce qui soulève les mêmes problèmes d'interprétation. Ainsi, selon le point de vue égalitariste, les pays développés sont tenus d'aider les pays en développement à atteindre un niveau de possibilités égal au leur ou, selon la

théorie de la satisfaction, ils doivent plutôt les aider à atteindre un niveau raisonnable. Ces précisions éclairent la justification morale de déterminer des limites inférieures aux besoins humains. Établir ces limites reste toutefois un gros problème. L'utilitarisme ne définit pas davantage le contenu du bonheur recherché par chacun, bien que Jeremy Bentham suggère quelques principes en affirmant, par exemple, qu'un bonheur collectif et de longue durée est supérieur à un bonheur individuel et immédiat.

D'intenses débats autour de nombreuses tentatives, menées dans les années 1970 principalement par le Bureau international du travail (BIT), de définir les besoins fondamentaux ont conduit au constat de l'impossibilité d'établir une liste exhaustive et universelle¹¹. Plus récemment, le philosophe politique sud-africain Lawrence Hamilton a distingué entre besoins, désirs et préférences. Les besoins se distinguent des préférences en ce que leur satisfaction, absence de satisfaction ou trajectoire a des conséquences directes et particulières sur le fonctionnement humain. Ces besoins ont des formes générales ou particulières qui contiennent :

- Des exigences matérielles appelées « besoins vitaux » qui constituent les conditions nécessaires pour le fonctionnement humain.
- Des objectifs éthiques et politiques, ou « besoins d'action » (*agency needs*), qui sont les conditions nécessaires pour l'action politique dans le contrôle de tous les jours sur les besoins et les choix, caractéristiques du fonctionnement humain et que sont pour Hamilton la reconnaissance intersubjective, l'expression active et créative et l'autonomie comme objectif.
- En troisième lieu, il y a les besoins individuels particuliers qui cherchent à être satisfaits¹².

11. Rist, 2013.

12. L.A. Hamilton, 2007.

Limites et précaution

Aucune des trois interprétations présentées plus haut sur le devoir envers les générations futures ne fait mention d'une limite éthique quelconque au principe selon lequel il est bon de constamment chercher à obtenir un maximum de bonheur. Les conditions de possibilité du bonheur des autres, que ce soient les contemporains ou les générations futures, restent si difficiles à établir que le principe de maximisation n'a pour limites que les normes en vigueur dans chaque contexte historique et social. Or, l'idée que les ressources naturelles qu'on appelle renouvelables seraient inépuisables ne semble plus acceptable aujourd'hui; les exemples d'anciennes sociétés qui ont épuisé certaines de leurs ressources locales, des grands mammifères notamment, pullulent.

La commission Brundtland prend acte des limites ultimes imposées par certaines ressources, comme leur caractère non renouvelable ou l'existence de seuils au-delà desquels la capacité d'autorégulation des écosystèmes ou des cycles naturels est irrémédiablement altérée. Le rapport accorde une attention particulière aux ressources énergétiques. «L'ultime limite du développement pourrait bien être celle qui est imposée par la disponibilité de ressources énergétiques et par la capacité de la biosphère à supporter les sous-produits dégagés par l'utilisation de l'énergie. Ces limites seront peut-être atteintes plus rapidement que celles qui sont imposées par diverses autres ressources¹³.»

Sans citer directement le rapport Meadows, mais plutôt les rapports particuliers commandés par la CMED, le rapport Brundtland retrace différents obstacles associés aux ressources énergétiques. Ainsi, les problèmes d'approvisionnement comprennent aussi bien l'augmentation des coûts associés à la raréfaction prévisible des ressources, comme le pétrole, que les problèmes écologiques liés à l'exploitation du charbon et aux dangers de l'énergie nucléaire. À ceux-ci s'ajoutent les conséquences de certains rejets atmosphériques, comme les pluies acides et les émissions de gaz à effet de serre.

13. CMED, *op. cit.*, p. 52.

La commission souligne notamment la responsabilité des pays industrialisés de réduire leur consommation énergétique par une consommation raisonnée, tout en rappelant que la seule transition vers les sources renouvelables d'énergie, sans une réduction draconienne de la consommation, n'élimine pas complètement les problèmes écologiques. Pour les pays en développement, le rapport recommande de suivre un modèle de consommation autre que celui des pays industrialisés, en adoptant «de nouvelles politiques d'urbanisation, d'emplacement des entreprises industrielles, de conception des logements, de transports, de choix des techniques agricoles et industrielles¹⁴».

Responsabilité et précaution

Cette notion de limites vient compléter l'approche utilitariste à partir d'autres courants éthiques, issus des interrogations philosophiques des années 1970 quant à la relation morale entre l'être humain et la nature en Occident. Ces courants soutiennent que les profondes racines utilitaristes et anthropocentriques de la pensée occidentale ne permettent pas d'aborder la question des limites naturelles dans toute son ampleur. C'est le cas des penseurs allemands qui tentèrent de combler les lacunes éthiques et juridiques et de rétablir adéquatement les rapports de la relation entre l'être humain et la nature, notamment le déséquilibre entre l'immense capacité technoscientifique des humains et leur faible propension à accepter la responsabilité morale des conséquences de leurs actions, souvent irréversibles. Ainsi, le philosophe Hans Jonas formula dans son œuvre, *Le principe responsabilité* (1979), les fondements éthiques du principe de précaution, dont une des premières versions se trouve dans le *Vorsorgeprinzip* de la politique environnementale allemande de 1971, qui vise à agir avec précaution (*Vorsorge*) en tenant compte des générations futures¹⁵.

14. *Ibid.*

15. M. Boutonnet et A. Gégan, 2000.

Dans l'éthique de Jonas, la principale injonction est celle de « la préservation d'une vie authentiquement humaine sur Terre¹⁶ ». Ce principe, malgré son anthropocentrisme marqué, intègre une responsabilité de l'avenir de la nature tout entière, par exemple en prônant la conservation d'autres espèces vivantes. Le panda, l'éléphant et le gorille ne peuvent ainsi être sacrifiés au bénéfice de l'expansion territoriale de l'espèce humaine ou, encore, l'ours polaire, échangé contre l'utilisation massive de carburant fossile. Le principe de précaution s'inscrit en faux face à une telle attitude et appelle à des gestes prudents et responsables.

Cette vision gagna rapidement l'assentiment général et fut intégrée à la Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement (1992 – principe 15) : « Pour protéger l'environnement, des mesures de précaution doivent être largement appliquées par les États selon leurs capacités. En cas de risque de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement. » On note qu'il s'agit d'une éthique environnementale qui accepte les incertitudes inhérentes à la complexité du fonctionnement biogéochimique de la Terre.

Les fondements éthiques du développement durable, tels qu'on les retrouve dans les documents officiels, sont donc multiples. Les interprétations utilitaristes nous révèlent une partie des principes qui justifient et délimitent les obligations par rapport aux générations futures et à la satisfaction des besoins. Des courants déontologiques, formulant des règles et des devoirs de conduite plus précis, ainsi que des approches critiques de la modernité et de ses limites ont aussi influencé certains des principes qui permettent aujourd'hui de juger si des actions sont compatibles ou non avec l'objectif de construire une société plus viable. Les courants qui influencent le développement durable sont toutefois fortement anthropocentrés. D'autres approches nous montrent qu'il pourrait être souhaitable d'aller plus loin. Les défenseurs d'une éthique écocentrée revendiquent ainsi d'autres voies.

16. H. Jonas, 2007, p. 36.

Nos postures face à la crise

Plus qu'une réflexion intellectuelle, l'éthique concerne le passage à l'action. Or, ce dernier est affecté par des facteurs non rationnels. Depuis 2019, une enquête annuelle réalisée par des chercheurs de l'Université Laval dans la province du Québec permet de suivre l'évolution des attitudes et actions adoptées par la population envers les défis climatiques. Sans être la seule crise environnementale actuelle, les changements climatiques accentuent l'ensemble des crises sociales et environnementales que nous vivons, faisant de cet enjeu un bon référent pour mesurer notre passage à l'action. Appelée « baromètre de l'action climatique », cette enquête nous permet de suivre l'évolution des connaissances et de la compréhension des phénomènes climatiques ainsi que des attitudes de la population par rapport aux stratégies de réduction des émissions et d'adaptation aux conséquences des changements climatiques. La recherche démontre que cet ensemble, qu'on appelle la « littératie climatique », est lié à nos croyances, à nos comportements et à nos émotions par rapport au climat¹⁷.

Les gens peuvent s'investir de trois façons en faveur d'une transition écologique : avec leur esprit, avec leur cœur et avec leur corps¹⁸. C'est qu'il faut d'abord « comprendre » la situation, en se documentant sur la problématique, les risques et les incertitudes. Il importe ensuite que chaque personne « intègre » ces nouvelles connaissances au sein de son système de valeurs et dans son contexte socioéconomique. Une information inédite n'est jugée valide et utile que si elle s'harmonise avec les convictions préexistantes (modèles mentaux), même si elle est soutenue par un argumentaire solide. Par exemple, il a été documenté que les personnes qui ont été récemment exposées à un événement climatique violent se montrent plus préoccupées par un avenir dominé par les changements climatiques, puisqu'elles sont alors davantage aptes à imaginer les conséquences des risques sur leur propre vie – la distance est alors réduite. La communication des changements

17. Champagne St-Arnaud et collab. (2024).

18. J. Wolf et S.C. Moser, 2011.

climatiques et de la perte de la biodiversité, pour ne nommer que ces deux limites biogéochimiques, serait sans doute plus efficace si nous pouvions discerner et surmonter ces blocages culturels et en tenir compte dans les discours. « S’engager » ne devient finalement possible qu’après avoir compris et intégré. Un tel degré d’adhésion sollicite alors toutes les dimensions des hommes et des femmes : le cognitif, l’affectif et le comportemental.

En ce qui concerne les émotions, le philosophe australien Glenn Albrecht nous aide à mettre des mots sur de nombreuses émotions, tant positives que négatives, que nous éprouvons en lien avec les bouleversements environnementaux expérimentés ou envisagés. Ces éco-émotions sont reliées à l’engagement environnemental, ce qui fait que notre capacité à répondre à la crise peut être affectée par notre capacité à comprendre et à gérer ces émotions¹⁹. Un exercice d’introspection s’impose alors pour reconnaître nos compétences, habiletés et émotions, autant que notre mode de consommation et nos positions individuelles par rapport aux solutions envisagées.

L’éthique est au cœur de la réflexion et de l’orientation active des croyances, comportements et émotions et nous invite à développer les qualités et les compétences favorables aux transitions socioécologiques chez les individus, les groupes et les organisations. L’initiative sans but lucratif appelée « Inner SDG » (ou ODD intérieurs) nous propose de travailler sur 23 qualités qui peuvent favoriser le développement interne, tant individuel que collectif, pour mieux contribuer à l’atteinte des ODD. Ces qualités sont regroupées en cinq dimensions : être, penser, entrer en relation, collaborer et agir²⁰. Dans le domaine de l’éducation au développement durable, une approche similaire consiste à structurer les formations autour d’un cadre de compétences clés à développer au moyen de l’ensemble des activités d’apprentissage²¹.

19. Boivin et collab. (2025).

20. <https://innerdevelopmentgoals.org/>.

21. Brundiers, K. et collab. (2021).

L'éthique nous éclaire aussi sur les fondements de l'action collective. En opposition à la vision de l'individu inscrite dans l'économie libérale, qui le considère comme un être isolé à la poursuite de son intérêt individuel, l'éthique « dialogique » considère l'être humain comme un être social. L'éthique du dialogue et de la discussion, développée entre autres par Jürgen Habermas et Karl-Otto Apel, s'appuie sur deux prémisses fondamentales. Premièrement, l'échange sur les divers points de vue constitue le fondement de la démocratie et, deuxièmement, les personnes affectées par les décisions ont le droit de participer à leur formulation.

Selon les réflexions d'Apel dans les années 1970, lorsqu'il s'agit des défis mondiaux, il existe une asymétrie entre l'échelle de la prise de décision et les personnes affectées. Il invite alors l'éthique à sortir de la sphère individuelle, sociale et nationale et à proposer des réponses universelles. Inspirée de cette tradition, l'éthicienne espagnole Adela Cortina nous propose de formuler une éthique, une justice et une politique mondiales à partir d'une vision qu'elle appelle le « cosmopolitisme interculturel ». Elle précise que cette position doit être enracinée dans les contextes locaux et démocratique dans ces procédures. Pour elle, les droits de la personne et les 17 ODD sont des initiatives qui avancent dans cette direction. Elle nous rappelle que la raison d'être des ODD se retrouve dans le principe d'Emmanuel Kant consistant à « agir de telle manière que vous traitiez l'humanité, que ce soit dans votre propre personne ou dans la personne de tout autre, toujours en même temps comme une fin et jamais simplement comme un moyen, car les êtres humains ont une dignité et non pas un simple prix²² ».

22. Cortina, 2021.

Éthiques écocentrées

*Une chose est juste lorsqu'elle tend à préserver l'intégrité, la stabilité et la beauté de la communauté biotique. Elle est injuste lorsqu'elle tend à l'inverse*²³.

C'est en ces termes simples qu'en 1949 Aldo Leopold interpella ses congénères à réintégrer l'écosystème naturel, à cesser de tout concevoir comme si l'espèce humaine pouvait s'affranchir de la nature, de la terre. Pour bien marquer le coup, Leopold choisit sciemment d'interpeller le rapprochement à la « terre », avec minuscule, et non pas à l'environnement ou à la planète Terre, insistant sur la nécessaire relation avec le sol, mais aussi avec l'eau, les animaux et les plantes qui s'ancrent tous à la lithosphère. Il constate que les hommes et les femmes vivent, en trop grand nombre, séparés ou éloignés de la terre, ce qui entraîne plusieurs difficultés.

D'abord, la santé des populations, humaines comme d'autres espèces, dépend de la capacité de la terre à se renouveler elle-même. Endiguer cette régénération favorise un dysfonctionnement des relations entre les composantes de la communauté biotique. Mais, plus encore, il se surprend de l'absence d'une éthique propre à la relation des humains à la terre. Il critique que cette relation soit principalement dictée par le monétarisme, qui attribue une valeur à certaines composantes de la nature et pas à d'autres, alors qu'en fait elles s'intègrent toutes. Il remet en question notre capacité d'agir éthiquement en rapport avec quelque chose que nous ne voyons, ne sentons, ne comprenons ou n'aimons pas d'une manière ou d'une autre.

L'éthique environnementale d'Aldo Leopold est clairement écocentrée, forte et non individualiste, contrairement aux approches retenues dans la construction du concept de développement durable, pour lesquelles il semble que c'est « à contre-cœur qu'on doit respecter les intérêts des autres si l'on souhaite

23. A. Leopold, 2000, p. 283.

qu'ils respectent nos propres intérêts, et si l'on veut préserver une société ordonnée, avec tous ces avantages²⁴». L'éthique de la terre d'Aldo Leopold nous soustrait à l'antagonisme persistant entre individus et collectivité, pour céder la place à une communauté naturelle qui inclut l'espèce humaine.

Une autre approche écocentrée bien connue, l'écologie profonde, formulée par le philosophe norvégien Arne Næss, revendique une restructuration radicale des politiques publiques afin de réduire sensiblement l'interférence humaine avec le monde non humain. D'après Arne Næss, en confondant consommation matérielle et qualité de vie, et par sa population élevée, l'espèce humaine menace les autres formes de vies auxquelles l'écologie profonde attribue une valeur intrinsèque: «Les humains n'ont pas le droit de réduire cette richesse et cette diversité, sauf pour satisfaire des besoins vitaux²⁵.» Cette éthique rejette ainsi la notion courante de «ressource naturelle», de l'utilitarisme, et prône l'égalité entre les organismes vivants.

Bien qu'elle soit inspirante, la percée réelle des éthiques écocentrées est au mieux modeste. Les critiques qu'elles soulèvent ne sont cependant pas réductibles à un simple élargissement des approches anthropocentrées. Nous pouvons toutefois remettre en question la viabilité pratique d'une éthique écocentrée, puisque la Terre ne pourra jamais se représenter elle-même. Il reviendra toujours aux humains de juger seuls. Cependant, c'est à eux de décider le rôle qu'ils souhaitent jouer dans les entrelacements de la vie. Sommes-nous en dehors de la nature, des êtres à part dont la raison et la liberté prouvent le caractère supérieur, comme le postulent les éthiques des Lumières qui ont animé la modernité et la révolution industrielle? Ou encore une espèce dont l'évolution a favorisé l'acquisition d'une conscience et d'une capacité technique sans précédent, qui n'aurait de sens que dans la mesure où l'on s'en sert pour assurer la continuité de la vie et son évolution naturelle, comme l'affirme Jonas?

24. J.B. Callicott, *op. cit.*, p. 331.

25. A. Næss, 2013, p. 60.

Les valeurs qui émergent aujourd'hui sont issues des deux grandes conceptions de la relation entre l'être humain et la nature : anthropocentrique ou écocentrique. Nous vivons actuellement une transition vers une nouvelle réflexion éthique issue de ces deux visions. Cette transition est aussi importante pour l'histoire de la pensée que celle qui a eu lieu pendant la Renaissance vers une conception héliocentrique du monde. Peut-être que, dans cette « nouvelle révolution copernicienne », au dire de Lester Brown²⁶, des regards multiples pourront mener à de meilleures prises de décision.

Voilà pourquoi Kelly A. Parker propose de délaissé le débat entre écocentrisme et anthropocentrisme et de recourir à la durabilité et la diversité comme critères porteurs du raffinement de l'éthique environnementale²⁷. Les valeurs portées par la durabilité concernent nos obligations envers la satisfaction des besoins des plus démunis et des générations futures, ainsi que notre responsabilité sur les conséquences potentiellement nuisibles de nos actions. La question de la diversité comporte différentes facettes. Elle concerne la diversité culturelle telle qu'elle a été évoquée, entre autres par Kapuściński²⁸. Déjà Aldo Leopold écrivait que la « diversité des cultures du monde reflète une diversité correspondante des natures qui lui ont donné le jour²⁹ ». Préserver les cultures, avec leurs savoirs traditionnels, leurs repères sociaux et moraux, et leurs explications transcendantales, revient à préserver les biorégions d'où elles ont émané. Cette diversité culturelle et naturelle se traduit nécessairement par une multiplicité d'éthiques environnementales, documentée par J. Baird Callicott³⁰, qui proposent des rapports entre l'humain et la nature au-delà de ceux qui sont privilégiés par la culture occidentale. Et si la différenciation locale de l'éthique de l'environnement est souhaitable, il en va certainement de même de l'application du développement durable.

26. L.R. Brown, 2001, p. 13.

27. K.A. Parker, 1996.

28. R. Kapuściński, *op. cit.*

29. A. Leopold, *op. cit.*, p. 239.

30. J.B. Callicott, *op. cit.*

Cette diversité nous laisse essentiellement deux options qui ne sont pas mutuellement exclusives : contribuer à la convergence vers un jeu unique de valeurs communes (monisme) ou travailler sans attendre à résoudre la crise environnementale actuelle avec les outils en place, embrassant la diversité des points de vue (pluralisme). Le pluralisme ne peut cependant pas être absolu. Les positions qui mènent à l'inaction doivent être surmontées dans la mesure où nous connaissons maintenant leurs conséquences. La diversité de points de vue constitue tout de même un atout afin d'enrichir notre vision à partir de la multiplicité des univers culturels.

Rompre avec l'attitude de la domination technoscientifique de la nature et avec son corollaire, le dogme d'un stock infini de ressources, et continuer de construire une éthique environnementale fondée sur les principes de la durabilité et de la diversité constituent sans doute les étapes primordiales vers une sortie de crise.

Partie 2

Neuf limites fonctionnelles au système Terre

La Terre, telle qu'on l'apprécie aujourd'hui, est un système complexe fruit d'une lente évolution sur quelque 4,6 milliards d'années. Les géologues et les paléontologues ont défini différents éons et des ères qui rendent compte de cet enchaînement. Nous vivons aujourd'hui en plein Holocène, tout au bout de l'échelle des temps géologiques. Cette époque a débuté il y a environ 10 000 ans et correspond à la période interglaciaire qui a vu le développement fulgurant de l'espèce humaine. Depuis une trentaine d'années, plusieurs demandent que soit reconnue une nouvelle époque géologique, l'Anthropocène, qui reconnaîtrait l'influence humaine comme une force vive de l'évolution de la Terre, une situation sans précédent. Bien que cette proposition ne fasse pas encore consensus, il y a abondance de preuves que nos activités influencent de manière globale plusieurs processus terrestres¹. L'idée des trois prochains chapitres est de faire écho aux récentes propositions énonçant neuf limites fonctionnelles au système terrestre², dont la transgression entraîne des dysfonctionnements marqués, possiblement irréversibles, et dont l'accumulation pousse le système terrestre loin des conditions qui existaient au cours de l'Holocène.

Mais qu'est-ce qu'une limite fonctionnelle au système terrestre? La Terre est un système biogéochimique complexe au sein duquel interagissent de nombreux processus, dont l'action humaine. De petites modifications à certains paramètres clés induisent la plupart du temps de petites réponses. En d'autres mots, le système dans son ensemble est passablement résilient. C'est, par exemple, ce qui explique que l'on ait tardé à s'inquiéter des conséquences de nos rejets en dioxyde de carbone (CO₂),

-
1. Plusieurs sites naturels ont été proposés, comme sentinelles de l'Anthropocène, dont le lac Crawford au Canada (McCarthy et collab., 2023). En effet, les couches successives de sédiments au fond de ce lac, des varves, révèlent l'accélération de l'influence humaine, notamment depuis 1950.
 2. J. Rockström et collab., 2009; W. Steffen et collab., 2015; K. Richardson et collab., 2023.

puisqu'on était convaincus que les océans absorberaient rapidement ces « surplus ». Nous avons été bernés par l'apparente linéarité du système lorsqu'il est soumis à de petites impulsions et nous avons négligé les délais de réponse qui existent souvent entre le geste et la conséquence. La réalité est qu'il existe des seuils à partir desquels les non-linéarités induisent éventuellement de fortes réponses. Par exemple, au niveau de la mer, l'eau ne bout pas à 99 degrés Celsius, mais à 100 degrés, oui. Il faut donc à tout prix se tenir loin des seuils biogéochimiques si l'on veut maintenir intactes les conditions de l'Holocène.

Les neuf limites fonctionnelles de la Terre, proposées par une équipe internationale formée au Stockholm Resilience Centre, sont des valeurs établies au meilleur des connaissances scientifiques afin de se garder à une distance raisonnable des seuils biogéochimiques et ainsi préserver la capacité autorégulatrice de la Terre. Il s'agit de repères plus que de valeurs définitives, puisque les incessants raffinements scientifiques permettent de les préciser chaque fois davantage, comme le démontre déjà la progression remarquable entre les analyses de 2009 et de 2023.

La prise de conscience de l'existence de ces limites s'inscrit dans la démarche de développement durable, puisque celles-ci nous informent sur les marges dont nous disposons encore ou non. La décision sur les actions à adopter revient ensuite à chacun de nous, comme nous l'avons déjà évoqué dans les premiers chapitres.

Notre intention, par ce texte, n'est pas de rapporter *in extenso* l'information concernant les neuf limites fonctionnelles de la Terre, elle est déjà largement disponible et maintenue à jour³, mais plutôt de présenter les enjeux mondiaux de notre planète comme autant de défis universels du développement durable. Nous avons d'abord pris la liberté de regrouper les limites proposées en trois trios, selon la sphère où elles exercent la plus grande influence: l'atmosphère, l'hydrosphère et la biosphère. Ces trois sphères interagissent entre elles et avec la lithosphère, à l'instar des limites dont l'action transcende souvent la sphère à laquelle

3. Stockholm Resilience Centre, 2024; Planetary Health Check, 2024.

nous les avons rattachées. Nous avons ensuite adopté des appellations légèrement différentes de celles qui sont actuellement utilisées en anglais afin de mieux servir notre propos. Ce qui donne ceci, avec la plus récente terminologie anglophone⁴ disponible entre parenthèses. Trois limites fonctionnelles concernent en premier lieu l'atmosphère: la pollution de basse altitude (*atmospheric aerosol loading*), l'appauvrissement de l'ozoneosphère (*stratospheric ozone depletion*) et le changement climatique (*climate change*). Trois autres touchent surtout l'hydrosphère: les prélèvements d'eau (*freshwater change*), la capacité d'autoépuration (*novel entities*) et les cycles biogéochimiques (*biogeochemical flows: P and N cycles*). Finalement, trois affectent le devenir de la biosphère: l'acidification des océans (*ocean acidification*), l'expansion des terres agricoles (*land system change*) et la perte de biodiversité (*change in biosphere integrity*). Dans chaque cas, des liens sont proposés avec les objectifs du développement durable, lorsque cela est approprié.

4. K. Richardson et collab., 2023.

Chapitre 3

Une atmosphère poubelle

Objectif	
Comprendre les limites biogéochimiques de l'atmosphère: pollution de basse altitude, éclaircissement de l'ozonosphère et changements climatiques	
Questionnements	Notions associées
Qu'est-ce que la pollution?	Substance nocive Récepteur et symptôme
Quels sont les principaux composés d'origine anthropique qui réduisent la qualité de l'air de la basse atmosphère?	Particules fines Ozone au sol (O ₃) Dioxyde d'azote (NO ₂) Dioxyde de soufre (SO ₂)
Quelle est la fonction biogéochimique de l'ozonosphère?	Rayons ultraviolets
Quels sont les processus atmosphériques en cause dans les changements climatiques observés depuis l'industrialisation?	Effet de serre Bilan énergétique terrestre
Quels sont les outils disponibles pour anticiper l'étendue des changements climatiques futurs?	Modèles climatiques globaux Scénarios d'évolution des concentrations des gaz à effet de serre
Quel est le facteur déterminant dans la hausse projetée des températures?	Quantité cumulée des rejets de gaz à effet de serre
Quels moyens la communauté internationale s'est-elle donnée pour ne pas outrepasser les limites biogéochimiques atmosphériques?	Organisation mondiale de la santé Protocole de Montréal et ses amendements Régime international du climat

Qui n'a jamais envié le vol des oiseaux, cette facilité à se déplacer librement au sein de l'atmosphère et à expérimenter sa variabilité? Pourtant, à force d'être confinés tout au bas, les pieds bien posés sur la lithosphère, nous oublions très rapidement notre relation intime avec l'air qui nous enveloppe et que nous respirons 12 à 20 fois chaque minute, la tête dans l'atmosphère. D'ailleurs, comment apprécier une atmosphère essentiellement formée de gaz invisibles sur une épaisseur difficile à évaluer depuis sa base? On retient plutôt la rassurante couleur bleue diffusée par les molécules de haute altitude ainsi que les nuages qui filent comme le temps ou encore la pluie et le vent qui rythment nos activités et marquent notre lien profond avec une atmosphère qui sait se révéler douce ou brutale. Puisque nous subissons le comportement de l'atmosphère, la lutte pour l'existence nous a poussés à profiter de sa générosité et à nous protéger de sa furie. Parmi ses bonnes dispositions trône son imposante capacité de renouvellement, puisque, on le sait bien, l'air demeure rarement en place, offrant un mécanisme efficace et économique de se départir de gaz et de particules fines dont on n'a plus besoin et qui nous encomrent, mais qui s'accumulent d'abord imperceptiblement dans l'air. Or, à partir de quelle concentration ces substances peuvent-elles se retourner contre nous, modifier le comportement habituel du climat et même nuire à notre santé et au fonctionnement social? Ce chapitre se penche sur la pollution de basse altitude, l'appauvrissement de l'ozonosphère et le changement climatique, trois limites fonctionnelles de la Terre.

Pollution de basse altitude

La dimension verticale de l'atmosphère reflète l'équilibre entre deux phénomènes en opposition: l'attraction gravitationnelle de la Terre, qui attire les molécules vers son centre, et l'expansion naturelle des gaz. Cela a pour conséquence que la densité atmosphérique diminue en fonction de l'altitude, pour devenir infime au-delà d'une centaine de kilomètres. Les alpinistes qui s'attaquent aux plus hauts sommets de la lithosphère, plus de

8 km pour l'Everest et le K2, en sont bien conscients. Déjà, à 3 km d'altitude, une personne peu entraînée cherche son souffle. En fait, près de 80 % de la masse de l'atmosphère terrestre ($5,1 \cdot 10^{18}$ kg), presque toute la vapeur d'eau et tous les humains se situent dans les 10 premiers kilomètres de la colonne d'air depuis le sol. De plus, la supériorité massique des océans ($1,4 \cdot 10^{21}$ kg) et de la Terre ($6 \cdot 10^{24}$ kg) est telle qu'ils affectent directement la composition de l'atmosphère, en relâchant et en absorbant des gaz et des particules, sans modification notable de leur propre masse ou composition. Malgré l'immensité apparente de l'atmosphère, celle-ci ne fait donc pas le poids et subit plus qu'elle ne dicte.

L'atmosphère est composée de plusieurs gaz dans lesquels sont suspendues de fines particules solides ou liquides: les aérosols (sols, sels, cendres, pollens, etc.) et les gouttelettes et cristaux de glace des nuages. Les gaz les plus abondants sont l'azote (N_2 : 78,1 %), l'oxygène (O_2 : 20,9 %) et l'argon (Ar: 0,93 %), dont les proportions naturelles varient de façon imperceptible dans le temps et l'espace, à cause de l'incessant mélange qui caractérise l'atmosphère. La concentration de vapeur d'eau (H_2O) change localement d'une journée à l'autre, en réponse aux fluctuations de la température de l'air et aux mécanismes d'évaporation, de condensation et de précipitation. La concentration de dioxyde de carbone (CO_2), de dioxyde d'azote (NO_2), de dioxyde de soufre (SO_2), de méthane (CH_4), d'ozone (O_3) et de nombreux autres gaz est influencée par l'activité géologique et celle des organismes vivants, dont l'espèce humaine. Vient finalement une panoplie de molécules créées par les humains.

Les vents sont des écoulements d'air, tant verticaux qu'horizontaux, qui résultent de différences de pression et de température sur de grandes distances. L'action de mélange induite par ceux-ci uniformise la composition chimique jusqu'à de très hautes altitudes. Il faut tout de même un certain temps avant que les rejets près du sol atteignent la cime de l'atmosphère. L'intensité de l'activité humaine ayant pour conséquence de multiplier les sites de rejets, la qualité de l'air des agglomérations industrielles est

souvent davantage affectée. De plus, à force de construire de très hautes cheminées, les aérosols et les gaz atteignent plus promptement les territoires les plus isolés.

La notion de pollution fait référence à la présence dans l'air d'une substance jugée nocive. Il faut donc pour cela trouver un récepteur et un symptôme. Si l'être humain est typiquement le récepteur, le symptôme n'est pas toujours simple à discerner : il peut varier d'un individu à l'autre selon la prédisposition de chacun, ainsi que selon la concentration de la substance et la durée et la fréquence de l'exposition. Ce sont avant tout l'inhalation de composés chimiques et leur absorption par le système pulmonaire qui posent un problème chez l'humain. L'ingestion de composés ayant intégré la chaîne alimentaire est également possible, après un dépôt sur le sol, les plantes ou l'eau. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) s'intéresse à ces risques sanitaires, compile les données épidémiologiques et propose des lignes directrices afin de limiter, voire d'éliminer, les expositions potentiellement dangereuses¹. De nombreux pays, grâce à leurs lois, leurs constitutions ou leurs engagements internationaux, ont reconnu que l'accès à l'air pur est un élément fondamental d'un environnement sain. Il faut aussi garder à l'esprit que certains polluants, organiques ou inorganiques, ont des origines naturelles : les incendies, les volcans, les plantes, la radioactivité et bien d'autres. Les sources anthropiques s'ajoutent alors à cette concentration de base. À cause de leurs effets reconnus sur la santé, nous discuterons plus en détail des rejets anthropiques de dioxyde d'azote (NO_2), de dioxyde de soufre (SO_2), d'ozone (O_3) et de particules fines.

La combustion de carburant fossile produit plusieurs polluants atmosphériques toxiques, dont le dioxyde d'azote (NO_2). Ce gaz brun rougeâtre est reconnu comme toxique à des concentrations supérieures à $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition aussi courte qu'une heure. Les principales sources sont liées au transport autoroutier et aux centrales électriques à carburant fossile, bien que la combustion à l'intérieur des maisons soit également problématique. L'OMS recommande de maintenir toute exposition sous

1. OMS, 2021.

10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une base moyenne annuelle et 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 24 heures². Les symptômes associés au dioxyde d'azote sont principalement pulmonaires et affectent plus largement les enfants et les personnes souffrant d'asthme et de bronchite.

Le dioxyde de soufre (SO_2), produit de nombreux procédés industriels, entraîne des troubles pulmonaires et cardiovasculaires. L'OMS recommande d'éviter une exposition supérieure à 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 24 heures. Cette molécule est aussi bien connue pour son rôle dans l'acidification des pluies. En effet, combiné à l'oxygène abondamment présent dans l'atmosphère, le dioxyde de soufre devient trioxyde de soufre (SO_3) qui à son tour est facilement lessivé par les pluies pour former de l'acide sulfurique (H_2SO_4). L'hydratation du dioxyde d'azote (NO_2) contribue également aux pluies acides en formant de l'acide nitrique (HNO_3). L'acidification des sols et des lacs a des répercussions négatives sur certaines populations animales et végétales, et sur le fonctionnement des écosystèmes.

L'ozone (O_3) est un composé chimique instable qui entraîne une diminution importante des fonctions pulmonaires. Il n'est pas directement émis dans l'atmosphère, mais formé à basse altitude par des réactions photochimiques impliquant le rayonnement solaire et la présence de divers oxydes d'azote (NO_x), dont le dioxyde d'azote (NO_2) et les composés organiques volatils relâchés par les industries et les véhicules. Puisque sa présence est favorisée par le rayonnement solaire, il prévaut en été, de la mi-journée jusqu'au début de la soirée. L'ozone de basse atmosphère, à ne pas confondre avec celui de l'ozonosphère³, à 32 km d'altitude, contribue alors largement au mélange de gaz et de particules fines nocives que constitue le smog⁴, un brouillard grisâtre commun à plusieurs grandes villes du monde. Des liens ont été établis entre le taux de mortalité et la concentration d'ozone.

2. Le microgramme par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) décrit la masse volumique d'une substance et constitue un outil essentiel pour mesurer la qualité de l'air et de l'eau.

3. L'ozonosphère fait l'objet de la prochaine section.

4. Néologisme anglais provenant de la fusion des mots *smoke* (fumée) et *fog* (brouillard).

L'OMS recommande des concentrations inférieures à $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8 heures. La concentration naturelle, qui dépend des sources locales de composés organiques volatils d'origine végétale, ne dépasse généralement pas 70 ou $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pour leur part, les particules fines d'un diamètre inférieur à $2,5 \mu\text{m}$ ont la capacité de pénétrer profondément dans le système respiratoire des humains, affectant alors notre système cardiovasculaire. Elles sont le produit direct de la combustion de carburants fossiles ou résultent de réactions chimiques dans l'atmosphère, notamment entre le carbone élémentaire ou organique et des particules de soufre, de nitrate ou de sols. L'OMS recommande de maintenir ces concentrations en bas de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une base moyenne annuelle et $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 24 heures. Les particules plus grossières, d'un diamètre de $2,5$ à $10 \mu\text{m}$, découlent plutôt d'activités mécaniques, par exemple sur des chantiers de construction, ou de remises en suspension par le vent ou la circulation de véhicules. Des concentrations supérieures à $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une base moyenne annuelle et $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 24 heures sont déconseillées.

Les problèmes de qualité de l'air ambiant entraînent de graves conséquences. L'OMS⁵ rapporte que la pollution de l'air à l'extérieur et à l'intérieur des habitations cause 6,7 millions de décès prématurés chaque année, dont la moitié résultent directement de l'usage quotidien de foyers ouverts ou des fours alimentés par des carburants fossiles ou de la biomasse à l'intérieur des logis, pour la cuisson des aliments et le chauffage des aires habitées. Quelque 2,1 milliards de personnes seraient ainsi mal équipées. Les taux de mortalité compilés par l'Institut pour la mesure et l'évaluation de la santé (Institute for Health Metrics and Evaluation – IHME⁶) révèlent toutefois que les enjeux de qualité de l'air intérieur se sont améliorés de façon notable entre 1990 et 2020, ce qui n'est pas le cas de la pollution extérieure (figure 1).

5. OMS, 2024.

6. IHME, 2024.

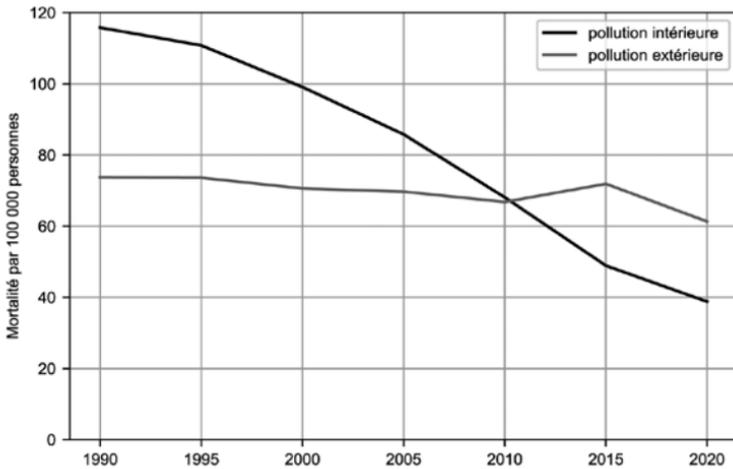


FIGURE 1. Évolution du taux de mortalité, par tranche de 100 000 personnes, associé à la pollution à l’intérieur et à l’extérieur des habitations, selon IHME (2024).

L’enjeu de la pollution de l’air trouve écho dans trois cibles d’ODD⁷ :

3.9 D’ici à 2030, réduire nettement le nombre de décès et de maladies dus à [...] la pollution et à la contamination de l’air, de l’eau et du sol.

11.6 D’ici à 2030, réduire l’impact environnemental négatif des villes par habitant, y compris en accordant une attention particulière à la qualité de l’air [...].

12.4 D’ici à 2020, parvenir à une gestion écologiquement rationnelle des produits chimiques et de tous les déchets tout au long de leur cycle de vie [...] et réduire nettement leur déversement dans l’air, l’eau et le sol, afin de minimiser leurs effets négatifs sur la santé et l’environnement.

Les concentrations des polluants sont mesurées localement par des instruments (capteurs, tests, applications mobiles) pour vérifier le respect des recommandations fournies par l’OMS et des normes établies par les autorités locales. La limite fonctionnelle

7. ONU, 2015a.

établie par l'équipe du Stockholm Resilience Centre pour la pollution de basse altitude cible les particules fines⁸. Elle repose sur une observation indirecte de la concentration atmosphérique en particules d'un diamètre inférieur à 2,5 μm : l'épaisseur optique des aérosols. Cette technique sophistiquée mesure l'extinction d'un rayon de lumière qui traverse une colonne d'air de l'atmosphère. Plus spécifiquement, Richardson et ses collaborateurs (2023) retiennent la différence de la moyenne annuelle de l'épaisseur optique des aérosols entre les hémisphères Nord et Sud comme limite fonctionnelle de la qualité de l'air à l'extérieur des habitations. Ils rapportent une valeur courante de 0,076. Celle-ci est inférieure au seuil proposé de 0,100 et suit actuellement une pente descendante qui révèle une qualité de l'air mondiale en lente amélioration. La valeur préindustrielle est estimée à 0,030.

Appauvrissement de l'ozonosphère

En très haute atmosphère, les molécules d'azote (N_2) et d'oxygène (O_2) sont dissociées par le rayonnement solaire, ce qui consomme une part importante des rayons ultraviolets émis par le Soleil. C'est le premier écran atmosphérique favorable à la vie, puisque les rayons ultraviolets endommagent l'ADN des plantes et des animaux, au point de leur être léthal.

Un second écran est constitué de molécules d'ozone (O_3) qui absorbent les rayons ultraviolets qui ont franchi le premier écran. L'ozone est présent en faibles quantités dans la basse atmosphère et pour 90 % au-delà de 10 km d'altitude : c'est l'ozonosphère. Instable, l'ozone interagit avec le rayonnement solaire tant pour sa formation que pour sa dissociation. Dans une première réaction, des photons ultraviolets dissocient l'oxygène (O_2) en deux atomes libres qui vont alors s'associer à d'autres molécules d'oxygène pour former de l'ozone (O_3). Dans une seconde réaction, des photons ultraviolets d'une longueur d'onde différente dissocient l'ozone en molécules d'oxygène et en atomes libres, puis ces

8. Nous discuterons plus loin dans ce chapitre du rôle des particules fines sur l'évolution du climat.

derniers s'unissent ultimement pour former de nouvelles molécules d'oxygène (O_2). Ce mécanisme s'avère très efficace pour bloquer les rayons ultraviolets, malgré une concentration maximale n'atteignant que 15 molécules d'ozone par million de molécules d'air, à 32 km d'altitude, au cœur de la stratosphère. Puisque la concentration d'ozone varie grandement avec l'altitude, l'unité Dobson (DU) a été proposée pour décrire la quantité totale d'ozone au sein d'une colonne d'air.

L'ozone est également dissocié par d'autres gaz, ce qui réduit son abondance. Dans plusieurs cas, il s'agit d'une réaction catalytique qui permet à la substance qui amorce la dissociation de se régénérer à la fin de la réaction. Une seule molécule catalytique peut ainsi être responsable de la dissociation de milliers de molécules d'ozone. De tels gaz catalytiques sont naturellement présents en très faible quantité dans l'atmosphère. Les activités humaines ont cependant eu pour effet d'accroître leurs concentrations, notamment en introduisant de nouveaux gaz catalytiques, comme les chlorofluorocarbures (CFC). On constate dès 1973 que les CFC sont répandus dans toute l'atmosphère et, l'année suivante, l'hypothèse de leur potentiel rôle catalytique est avancée. C'est un autre cas où il semblait qu'une petite impulsion engendrait une petite réponse, jusqu'en 1985, où un appauvrissement massif de l'ozonosphère est rapporté au-dessus de l'Antarctique. Un seuil fonctionnel venait d'être franchi.

Les observations de l'ozonosphère au-dessus de l'Antarctique ont débuté en 1957, rapportant une épaisseur oscillant autour de 290 DU. Puis l'ozonosphère australe s'est rapidement éclaircie à partir de 1980, pour chuter sous 150 DU dix ans plus tard⁹. Un trou excédant la taille du continent antarctique s'était rapidement constitué. Ce phénomène était surprenant, au point que les scientifiques ont d'abord douté du bon fonctionnement de leur instrumentation et retardé de rapporter leurs observations. On sait maintenant que l'effet des CFC a été accentué par la présence de nuages de très hautes altitudes, propres à ces latitudes, cohabitant avec l'ozonosphère durant l'hiver.

9. NASA, 2024.

Au début des années 1990, l’ozonosphère s’était en moyenne amincie de 5 % par rapport aux conditions rapportées de 1964 à 1980, et la majorité de ces pertes survenaient aux pôles, particulièrement en Antarctique, avec des conséquences notables sur la santé des organismes vivants et des humains : cancer de la peau, cataracte, etc. La communauté internationale a été prompte à réagir. Le protocole de Montréal, signé en 1987, ainsi que les amendements qui ont suivi jusqu’en 1999 ont encadré la réduction massive des émissions des substances appauvrissant l’ozonosphère. La ratification universelle (197 pays) de ce protocole a été réalisée en 2009, ce qui en fait le premier traité environnemental international à obtenir un tel appui.

La plus faible concentration d’ozone, 73 DU, a été observée au-dessus de l’Antarctique le 30 septembre 1994¹⁰, mais, grâce à l’application rigoureuse du protocole de Montréal, la superficie et la profondeur de ce trou diminuent lentement depuis l’an 2000. Selon la plus récente évaluation scientifique de l’appauvrissement de la couche d’ozone¹¹, celle-ci devrait retrouver une concentration normale d’ici l’an 2066 dans l’Antarctique, 2045 dans l’Arctique et 2040 dans le reste du monde.

La limite fonctionnelle concernant la concentration en ozone stratosphérique est de 276 DU, soit une valeur 5 % inférieure à la concentration normale de 290 DU. Cela permet à Richardson et ses collaborateurs (2023) d’affirmer que la situation actuelle est acceptable, puisqu’au moment de rédiger leur manuscrit la moyenne mondiale s’établissait alors à 284 DU, la limite n’étant transgressée qu’au-dessus de l’Antarctique et des hautes latitudes méridionales pendant les trois mois du printemps austral.

Aucune des 169 cibles des ODD ne mentionne spécifiquement l’appauvrissement de la couche d’ozone. Or, parmi les indicateurs de la cible 3.4, qui vise à « réduire d’un tiers, par la prévention et le traitement, le taux de mortalité prématurée due à

10. NASA, 2024.

11. WMO, 2022.

des maladies non transmissibles [...]», se trouve le «taux de mortalité attribuable à des maladies comme le cancer», et nous savons que la couche d'ozone nous protège contre le cancer de la peau.

Changement climatique

Nos nombreux rejets dans l'atmosphère incluent des gaz, dont le dioxyde de carbone (CO₂), réputés pour leur contribution au renforcement de l'effet de serre climatique. C'est un autre cas pour lequel nous avons longtemps pensé que le cumul de petites impulsions, nos incessants rejets atmosphériques, se traduirait toujours par de petites réponses. La conséquence de notre courte vue est maintenant mondiale et difficilement réversible. Le changement climatique est une réalité qui affecte notre quotidien et qui gagne chaque jour en importance.

La limite fonctionnelle pour le changement climatique¹² possède deux composantes, déjà allégrement franchies. D'une part, il est recommandé de maintenir la concentration de dioxyde de carbone (CO₂) sous 350 parties par million, sachant que la concentration préindustrielle de ce gaz atmosphérique était d'environ 280 parties par million. Ce seuil est déjà dépassé puisque 428,6 parties par million ont été mesurées le 26 avril 2024¹³. D'autre part, il est aussi recommandé de limiter le déséquilibre du bilan énergétique terrestre à un excédent de 1,0 watt par mètre carré par rapport aux conditions préindustrielles (1750). Le calcul de ce déséquilibre énergétique englobe l'influence de tous les gaz et toutes les particules en suspension dans l'atmosphère, dont les changements de concentration ont un effet réchauffant ou refroidissant. Il est estimé que ce déséquilibre a déjà atteint 2,79 watts par mètre carré en 2023¹⁴.

12. K. Richardson et collab., 2023.

13. NOAA, 2024.

14. P.M. Foster et collab., 2024.

Les paragraphes qui suivent fournissent davantage de contexte et d'explications concernant les deux composantes de la limite fonctionnelle climatique, mais discutons d'abord de l'ODD 13 : « Prendre d'urgence des mesures pour lutter contre les changements climatiques et leurs répercussions », qui se décline en trois cibles¹⁵ :

- 13.1 Renforcer, dans tous les pays, la résilience et les capacités d'adaptation face aux aléas climatiques et aux catastrophes naturelles liées au climat.
- 13.2 Incorporer des mesures relatives aux changements climatiques dans les politiques, les stratégies et la planification nationales.
- 13.3 Améliorer l'éducation, la sensibilisation et les capacités individuelles et institutionnelles en ce qui concerne l'adaptation aux changements climatiques, l'atténuation de leurs effets et la réduction de leur impact et les systèmes d'alerte rapide.

Ces cibles, non chiffrées, peuvent sembler bien modestes face aux risques et bouleversements qu'impose le changement climatique sur l'ensemble du fonctionnement biogéochimique de la Terre. Ce choix est justifié par le fait que les États se sont dotés en 1992 de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC) qui promeut les discussions multilatérales, les Conférences des parties (COP), sur la lutte contre le changement climatique et l'identification des mesures d'adaptation rendues nécessaires¹⁶ :

L'objectif ultime de la présente Convention et de tous instruments juridiques connexes que la Conférence des parties pourrait adopter est de stabiliser, conformément aux dispositions pertinentes de la Convention, les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique. Il conviendra d'atteindre ce niveau dans un délai suffisant pour que les écosystèmes puissent

15. ONU, 2015a.

16. ONU, 1992a.

s'adapter naturellement aux changements climatiques, que la production alimentaire ne soit pas menacée et que le développement économique puisse se poursuivre d'une manière durable.

Des COP se tiennent ainsi chaque année depuis 1995. Elles ont notamment mené à des ententes internationales, telles que le protocole de Kyoto (lors de la COP 3) et l'Accord de Paris (à la COP 21). Cette dernière entente, ratifiée par les 193 parties de la CCNUCC, est particulièrement importante, car elle établit des objectifs en matière d'augmentation moyenne de la température de la Terre et coordonne la collaboration internationale nécessaire à leur atteinte¹⁷ :

1. Le présent Accord, en contribuant à la mise en œuvre de la Convention, notamment de son objectif, vise à renforcer la riposte mondiale à la menace des changements climatiques, dans le contexte du développement durable et de la lutte contre la pauvreté, notamment en :
 - a) Contenant l'élévation de la température moyenne de la planète nettement en dessous de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels et en poursuivant l'action menée pour limiter l'élévation de la température à 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels, étant entendu que cela réduirait sensiblement les risques et les effets des changements climatiques ;
 - b) Renforçant les capacités d'adaptation aux effets néfastes des changements climatiques et en promouvant la résilience à ces changements et un développement à faible émission de gaz à effet de serre, d'une manière qui ne menace pas la production alimentaire ;
 - c) Rendant les flux financiers compatibles avec un profil d'évolution vers un développement à faible émission de gaz à effet de serre et résilient aux changements climatiques.

17. COP 21, 2015.

Nous retrouvons ainsi dans l'Accord de Paris une troisième composante de la limite fonctionnelle climatique, soit de limiter la hausse de la température moyenne de la Terre. Cette composante reflète la matérialisation des changements apportés au bilan énergétique terrestre, ce qui inclut l'effet de nos rejets de dioxyde de carbone (CO₂).

Intéressons-nous maintenant au bilan radiatif de la Terre afin de mieux comprendre les limites biogéochimiques retenues. La Terre reçoit presque toute son énergie du Soleil – les sources internes à la Terre et les activités humaines sont, en proportion, dérisoires. Au sommet de l'atmosphère, le faisceau d'énergie solaire intercepté par la Terre est estimé à 1365 watts par mètre carré¹⁸. Toutefois, la Terre étant une sphère qui tourne sur elle-même, l'énergie moyenne disponible est en fait de 341 watts par mètre carré¹⁹. Cette valeur est le point de départ du bilan radiatif de la Terre, illustré à la figure 2. Dans un contexte normal, sans influence humaine sur la composition chimique de l'atmosphère, le système serait en équilibre et toute l'énergie reçue du Soleil serait retournée vers l'espace, ce qui ne correspond pas à la situation illustrée, puisque seulement 340 watts par mètre carré s'y dissipent (102 + 198 + 40).

18. Trenberth et collab., 2009.

19. Imaginez que vous utilisez une lampe de poche pour éclairer un objet plat de forme circulaire. Cet objet sera éclairé uniformément. Remplacez maintenant cet objet par un autre de forme sphérique. Cet objet étant bombé, la même quantité de lumière sera alors répartie sur une plus grande surface. Vous constaterez aussi que vous ne pouvez éclairer que la moitié de la sphère faisant face à la lumière. Le Soleil est un peu comme une lampe de poche qui produit un éclairage électromagnétique de forme circulaire estimé à 1365 watts par mètre carré avant d'entrer dans notre atmosphère. La Terre étant une sphère qui tourne sur elle-même au rythme d'une rotation par jour, à la fin de la journée l'éclairage solaire aura été réparti sur toute la surface de la Terre. Ce phénomène mène à une valeur moyenne de 341 watts par mètre carré. En termes mathématiques, une sphère a une superficie de $4\pi r^2$, où r est le rayon, et un faisceau a une superficie de πr^2 , soit 4 fois moins.

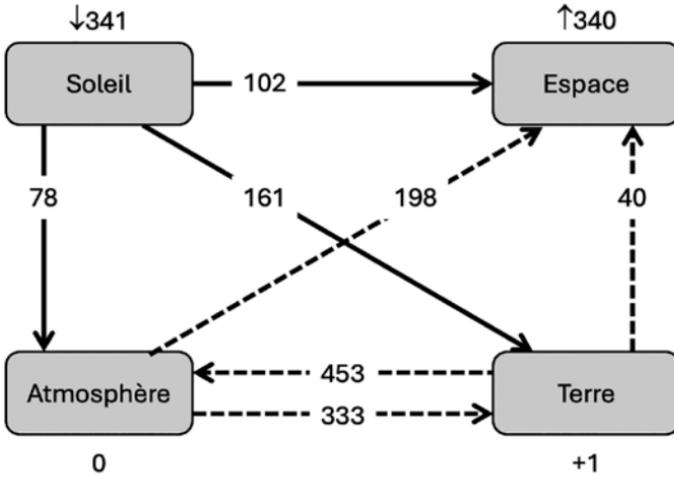


FIGURE 2. Schéma simplifié du bilan radiatif de la Terre. Les flèches indiquent le sens et l'intensité des échanges radiatifs, de courtes longueurs d'ondes (Soleil; traits pleins) et de grandes longueurs d'ondes (Terre et atmosphère; tirets). Toutes les valeurs (Trenberth et collab., 2009) sont exprimées en watts par mètre carré.

Examinons la figure 2 de plus près. L'atmosphère n'est pas transparente au rayonnement solaire. Des molécules qui la composent interceptent 78 des 341 watts par mètre carré qui entreprennent de la traverser, ce qui contribue à son réchauffement – on a déjà évoqué le rôle de l'ozone. Une autre part, 102 watts par mètre carré, est réfléchi vers l'espace, après avoir heurté diverses surfaces réfléchissantes, les cristaux de glace d'un nuage, par exemple. En pratique, les particules en suspension dans l'atmosphère (aérosols) de même que les éléments qui composent la surface de la Terre (sol, végétation, eau, glace) sont tous plus ou moins réfléchissants, une propriété nommée albédo : le rapport entre le rayonnement reçu (incident) et réfléchi. Le reste, 161 watts par mètre carré, constitue l'apport énergétique net du Soleil à la surface de la Terre.

À son tour, la Terre émet un rayonnement dont l'intensité et la gamme des longueurs d'onde dépendent de sa température de surface. Ce rayonnement infrarouge, considérablement plus

modeste que celui du Soleil, a pour fonction d'évacuer l'énergie reçue vers l'espace. En d'autres mots, la température moyenne à la surface de la Terre s'adapte de manière à mettre en place un rayonnement sortant de quantité équivalente, qui traversera l'atmosphère avant de se dissiper dans l'espace. C'est à ce moment que la situation se complique, car l'atmosphère n'est pas transparente au rayonnement terrestre. Plusieurs des molécules qui la constituent interceptent collectivement une large part de cette énergie, en pratique d'autres molécules que celles qui interagissent avec le rayonnement solaire, ce qui a pour effet de réchauffer encore davantage l'atmosphère. Toute l'énergie ainsi stockée dans l'atmosphère doit à son tour être évacuée par rayonnement pour assurer un bilan local nul. L'atmosphère émet ainsi un rayonnement majoritairement orienté vers la surface de Terre : 333 watts par mètre carré, contre les 198 watts par mètre carré qui se dissipent dans l'espace. Ce phénomène naturel, nommé effet de serre, a pour effet d'accroître à 494 watts par mètre carré (161 + 333) la quantité d'énergie qui atteint la surface de la Terre, forçant celle-ci à hausser sa température de surface en conséquence. Ainsi, à cause de l'effet de serre, la température moyenne de la Terre est actuellement de l'ordre de 15 °C²⁰, contre environ -18 °C si celui-ci était absent.

Les valeurs reproduites à la figure 2 révèlent un excédent énergétique de la Terre de 1 watt par mètre carré – l'estimation de 2023 est de 0,96 watt par mètre carré²¹. En effet, si la Terre reçoit 494 watts par mètre carré de l'atmosphère et du Soleil, elle ne se départit actuellement que de 493 watts par mètre carré : 40 watts par mètre carré qui traverse l'atmosphère et se dissipe ensuite dans l'espace et 453 watts par mètre carré absorbés par l'atmosphère. Ce déséquilibre énergétique est l'œuvre de l'augmentation anthropique de la concentration des gaz à effet de serre, qui renforce la capacité de l'atmosphère à absorber le rayonnement terrestre, puis à retourner une large part de cette énergie vers la Terre, qui n'a alors aucun autre choix que d'accroître sa température de surface pour tendre vers un bilan énergétique nul.

20. Copernicus, 2025.

21. P.M. Foster et collab., 2024.

L'excédent énergétique de 0,96 watt par mètre carré mentionné au paragraphe précédent nous indique que, même en stabilisant les concentrations de gaz à effet de serre aux valeurs actuelles, la Terre continuerait à se réchauffer, jusqu'à ce que l'excédent soit nul, révélant un délai entre les rejets anthropiques dans l'atmosphère et leur conséquence climatique. Aussi, puisque la Terre s'est déjà réchauffée, une partie du déséquilibre énergétique causé par les activités humaines a déjà été effacée par une hausse de la température. Pour y voir plus clair, il est utile de se référer plutôt au déséquilibre énergétique par rapport aux conditions préindustrielles de 1750 qui, en 2023, est estimé à 2,79 watts par mètre carré, cette seconde valeur offrant un référentiel pratique de la conséquence du cumul des rejets anthropiques. Par exemple, sous cette impulsion, la température moyenne de la Terre (2014-2023) s'est déjà accrue de 1,19 °C par rapport à la moyenne de 1850-1900²², la hausse étant moins marquée pour les océans (0,97 °C) que pour les continents (1,71 °C) qui occupent environ 30% de la surface de la Terre. Les humains subissent donc une hausse de température plus élevée que ce que rapporte la valeur moyenne planétaire, l'indicateur retenu par la CCNUCC, notamment pour l'Accord de Paris. Cette hausse n'est pas sans conséquences concrètes. Par exemple, un groupe mené par Armstrong McKay²³ a établi la sensibilité d'une quinzaine de grands systèmes terrestres à la hausse de température, dont certains atteindraient des points de basculement dès +1,5 °C.

Nous avons déjà évoqué que les gaz à effet de serre jouent collectivement un rôle clé dans le réchauffement observé. Les spécialistes suivent la concentration d'une cinquantaine de ces gaz, dont plusieurs sont de fabrication industrielle. Les trois plus abondants sont le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄) et l'oxyde nitreux (N₂O), pour lesquels l'évolution de leur concentration et le déséquilibre énergétique qu'ils causent sont

22. Étudier l'évolution de la température à l'aide de valeurs décennales permet de lisser les variations interannuelles et ainsi d'offrir une représentation plus robuste du phénomène. Par définition, cela signifie aussi que plusieurs années auront présenté des valeurs supérieures à la valeur décennale.

23. D. I. A. McKay et collab., 2022.

compilés dans le tableau 1. Ces trois gaz ont des origines naturelles, ce qui explique leur présence en 1750, mais ont vu leur concentration exploser à la suite des incessants rejets anthropiques. Par exemple, le dioxyde de carbone (CO_2) provient de sources naturelles, comme les océans, les volcans, les incendies de forêt et la respiration, auxquelles s'ajoutent maintenant la combustion de carburants fossiles, la production de ciment et la déforestation pour l'expansion des terres agricoles. Pour leur part, l'agriculture, l'élevage et la production pétrolière ont accentué la concentration du méthane, alors que la production d'engrais et la combustion de pétrole sont parmi les responsables de la hausse en oxyde nitreux. Ces trois gaz ont collectivement entraîné un déséquilibre énergétique, entre 1750 et 2023, de 3,06 watts par mètre carré. Puis, en tenant compte de tous les gaz à effet de serre, ce déséquilibre atteint 3,48 watts par mètre carré, une valeur largement supérieure aux 2,79 watts par mètre carré rapportés précédemment. Cela s'explique par une panoplie d'autres influences humaines qui ont collectivement pour effet de réduire le bilan énergétique de 0,69 watt par mètre carré : changements à l'occupation du territoire, aérosols anthropiques qui reflètent le rayonnement solaire incident, etc. Ces analyses scientifiques démontrent clairement que les humains sont collectivement responsables du changement climatique observé.

TABLEAU 1. Concentration et déséquilibre énergétique, 1750-2023, des trois principaux gaz à effet de serre²⁴

Gaz à effet de serre	Concentration 1750	Concentration 2023	Déséquilibre énergétique 1750-2023
CO_2	278,3 ppm	419,3 ppm	2,28 W m^{-2}
CH_4	729,2 ppb	1 922,5 ppb	0,56 W m^{-2}
N_2O	270,1 ppb	336,9 ppb	0,22 W m^{-2}

24. P.M. Foster et collab., 2024.

Notons finalement que la vapeur d'eau (H_2O) est aussi un gaz à effet de serre abondant et efficace, qui contribue pour environ la moitié du phénomène. En revanche, la concentration en vapeur d'eau est autorégulée par la structure thermique de l'atmosphère qui favorise sa condensation en nuages, puis la précipitation sous forme liquide ou solide²⁵. Il n'y a donc pas lieu de s'inquiéter chaque fois que l'on fait bouillir de l'eau pour servir le thé. La vapeur ne séjourne en moyenne que neuf jours dans l'atmosphère. Le réchauffement de la Terre, donc de son atmosphère, permet cependant de stocker de plus grandes quantités de vapeur, ce qui a surtout pour effet d'accroître les risques d'événements violents et d'inondations. Bien sûr, une capacité accrue de stockage a le potentiel d'accroître le déséquilibre énergétique. Les modèles climatiques, qui anticipent l'évolution du climat, disposent des formulations mathématiques qui décrivent les phénomènes d'évaporation et de précipitations, de même que de l'influence de la vapeur d'eau sur le bilan énergétique.

La suite de l'histoire dépend de notre capacité à réduire substantiellement nos émissions de gaz à effet de serre. Cette incertitude est abordée en pilotant les modèles climatiques, patiemment développés au cours du dernier demi-siècle par une large équipe internationale de scientifiques, à l'aide de scénarios allant de très optimistes à très pessimistes. La figure 3 illustre les cinq scénarios d'émission de dioxyde de carbone (CO_2), exprimés en gigatonnes par année ($Gt\ an^{-1}$), utilisés pour le 6^e rapport synthèse du GIEC²⁶ – des scénarios existent aussi pour les autres gaz à effet de serre. Ceux-ci se nomment « Profils socioéconomiques partagés » en français et Shared Socio-economic Pathways (SSP) en anglais. Ils ont été établis afin de couvrir une large gamme de possibilités en matière de croissance de la population, d'enrichissement collectif, de niveau d'urbanisation et d'actions pour lutter contre le changement climatique (le nombre de 1 à 5 qui suit l'acronyme SSP). Ce faisant, ils entraînent une variété de déséquilibres énergétiques par rapport aux conditions préindustrielles de 1750, allant de 1,9 à 8,5 watts par mètre carré en 2100 (le nombre qui complète leur

25. Anctil et collab., 2025.

26. GIEC, 2021 ; Riahi et collab., 2017.

appellation). Rappelons que le déséquilibre 1750-2023 est de 2,79 watts par mètre carré. La figure 3 présente aussi l'évolution de la concentration en dioxyde de carbone (CO_2) et le réchauffement moyen de la température de l'air par rapport à la valeur 1850-1900, selon chacun des cinq scénarios SSP.

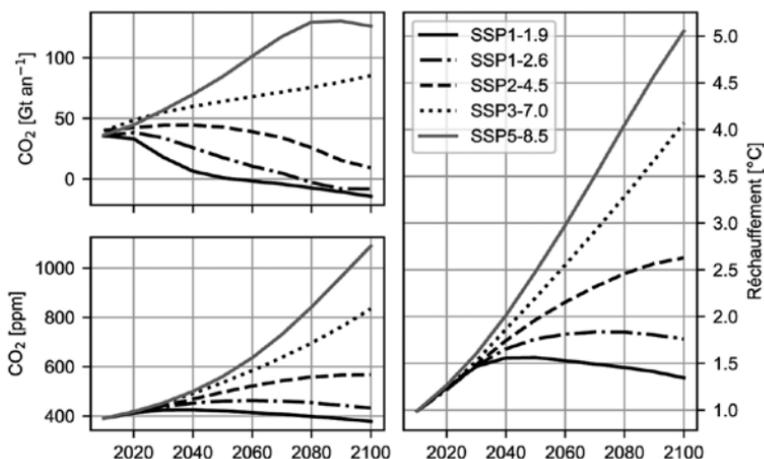


FIGURE 3. Description des cinq principaux scénarios Profils socioéconomiques partagés (SSP) selon leur émission en dioxyde de carbone exprimée en gigatonnes par année [Gt an⁻¹], leur concentration en dioxyde de carbone exprimée en parties pour million [ppm] et le réchauffement moyen de la température de l'air par rapport à la valeur 1850-1900 exprimé en degrés Celsius [°C]. Les données illustrées ont été extraites du site Our World in Data²⁷.

Le scénario SSP1-1.9 est le plus optimiste. Il anticipe une réduction radicale et immédiate des émissions en dioxyde de carbone (CO_2) accompagnée de la capacité technologique de retirer du dioxyde de carbone atmosphérique²⁸, au point d'éliminer tout rejet net autour de 2050 et de profiter de retraits nets par la suite.

27. Our World in Data, 2024.

28. L'ensemble des moyens anthropiques qui retirent du CO_2 de l'atmosphère et le stockent durablement dans des produits ou dans des réservoirs aménagés.

Ce scénario prévoit un plafonnement rapide de la concentration en dioxyde de carbone et de revenir à une valeur sous 400 parties par million avant la fin du siècle. Le réchauffement de la température moyenne de la Terre passerait alors momentanément au-dessus de 1,5 °C pour ensuite redescendre sous ce seuil : la cible la plus ambitieuse de l'Accord de Paris. En revanche, même le scénario le plus optimiste surpasse les seuils proposés par le Stockholm Resilience Centre²⁹ : maintenir la concentration de dioxyde de carbone sous 350 parties par million et limiter le déséquilibre du bilan énergétique terrestre à un excédent de 1,0 watt par mètre carré par rapport aux conditions préindustrielles.

Le scénario SSP1-2.6, moins confiant dans notre capacité collective d'agir rapidement, décrit une réduction plus graduelle des émissions nettes et des valeurs négatives à compter de 2075. La concentration en dioxyde de carbone culminerait ainsi à 460 parties par million autour de 2060. La température moyenne de la Terre resterait alors en tout temps sous la cible principale de l'accord de Paris (+2 °C) et amorcerait même une décroissance avant la fin du siècle.

Le scénario SSP2-4.5 anticipe une décarbonation encore plus lente. Les émissions ne plafonneraient qu'autour de 2040, avant de diminuer graduellement par la suite. Le réchauffement moyen dépasserait alors 2,5 °C dès 2085, sans avoir atteint son maximum, ratant clairement les cibles de l'Accord de Paris. La concentration en dioxyde de carbone plafonnerait à la fin du siècle légèrement sous 600 parties par million.

Le scénario SSP3-7.0 est davantage pessimiste, puisque les États sont collectivement incapables de réduire leurs émissions de CO₂. L'effet serait dévastateur : le réchauffement moyen et la concentration en dioxyde de carbone surpasseraient alors respectivement 4 °C et 800 parties par million avant la fin du siècle, sans aucun signe de ralentissement.

29. K. Richardson et collab., 2023.

Partie 2 – Neuf limites fonctionnelles au système Terre

Finalement, le scénario SSP5-8.5 est extrêmement pessimiste, puisque l'action climatique est alors sans effet avant 2080, poussant fortement à la hausse les émissions par personne. La conséquence est brutale: +5 °C et 1 000 parties par million avant la fin du siècle.

En analysant le réchauffement anticipé (figure 3), les scientifiques du GIEC³⁰ ont constaté que l'augmentation de la température moyenne de la Terre est presque linéairement proportionnelle au cumul des émissions anthropiques de dioxyde de carbone. Il est ainsi possible de calculer la quantité totale de dioxyde de carbone qui peut encore être relâchée avant d'atteindre divers niveaux de réchauffement moyen, ce que l'on nomme le budget carbone restant. Selon les valeurs les plus à jour³¹, le budget carbone restant qui limite le réchauffement à 1,5 °C n'est que de 200 Gt. La valeur passe à 1 100 Gt pour 2,0 °C. Considérant que les émissions actuelles en dioxyde de carbone sont de l'ordre de 40 Gt³² par année, la cible la plus ambitieuse de l'Accord de Paris serait atteinte dès 2029. En prenant pour hypothèse des émissions stables, la cible maximale de l'accord serait atteinte en 2051. Il demeure toutefois difficile d'anticiper la contribution effective de chacun des États à l'effort collectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre, à court, moyen et long terme. Il a été estimé que les diverses politiques en vigueur en 2024 conduiraient à un réchauffement d'environ 2,9 °C d'ici 2100³³, moins bien que le scénario SSP2-4.5.

Il faut finalement garder à l'esprit que les conséquences de l'augmentation de la température de l'air incluent la hausse du niveau des océans, des modifications aux modèles de précipitation, le retrait des glaciers, la fonte de pergélisol et des changements à la récurrence d'événements extrêmes: canicules,

30. GIEC, 2013; 2021.

31. P.M. Foster et collab., 2024.

32. *Ibid.*

33. UNEP, 2024.

tempêtes, inondations, sécheresses et autres. Le Conseil des droits de l'homme a d'ailleurs rappelé en 2009 l'importance de ces enjeux pour les populations, par sa résolution 10/4 intitulée « Droits de l'homme et changements climatiques » :

[...] les effets liés aux changements climatiques ont une série d'incidences, tant directes qu'indirectes, sur l'exercice effectif des droits de l'homme, notamment le droit à la vie, le droit à une nourriture suffisante, le droit de jouir du meilleur état de santé possible, le droit à un logement convenable, le droit à l'autodétermination et les obligations en rapport avec les droits de l'homme qui concernent l'accès à l'eau potable et à l'assainissement, et [...] en aucun cas un peuple ne peut être privé de ses propres moyens de subsistance³⁴.

34. Conseil des droits de l'homme, 2009.

Chapitre 4

Une hydrosphère détournée

Objectif	
Comprendre les limites biogéochimiques de l'hydrosphère : capacité d'autoépuration, cycles biogéochimiques et volume des prélèvements	
Questionnements	Notions associées
Quels sont les principaux éléments favorisant le pouvoir autoépurateur des cours d'eau?	Dissolution et transport Écosystème sain
Comment peut-on protéger les populations des maladies hydriques?	Eau potable améliorée Besoins minimaux Sanitaires
Quels cycles biogéochimiques sont intensifiés par les activités humaines?	Azote Phosphore
Quelle est la conséquence de l'intensification des cycles biogéochimiques?	Eutrophisation Hypoxie
Quelles sont les fonctions de l'eau au sein du système biogéochimique terrestre?	Transport Santé Habitat Production Culture
Quelles sont les principales contraintes imposées à la gestion de l'eau?	Volume fini (changeant) Inadéquation des normes Incertitudes
Quels sont les outils dont nous disposons pour améliorer la gestion de l'eau?	Planification adaptative Objectif 6 des ODD

Disons les choses franchement. Nul besoin d'attendre le plein effet du changement climatique pour voir naître une crise de l'eau. Celle-ci est déjà bien en force en plusieurs endroits. Nous dirions même qu'elle nous affecte depuis un bon moment déjà. Prenons le cas de deux pays culturellement très différents qui envisagent de grands déplacements d'eau sur leur territoire afin d'amenuiser des disparités régionales: l'Inde et l'Espagne. Le National River Linking Project propose l'unification des 37 rivières himalayennes de l'Inde en un système artificialisé, entièrement contrôlé par et pour les humains, qui pourrait à terme acheminer de l'eau de l'Himalaya jusqu'à la pointe sud du pays, en creusant quelque 15 000 kilomètres de canaux et de tunnels¹. L'Espagne envisage un projet semblable pour l'eau de l'Èbre, son fleuve le plus imposant, afin d'abreuver les régions les moins bien pourvues, notamment du Sud, où les touristes et les agriculteurs se disputent la ressource². En fait, des idées de ce genre pullulent et plusieurs détournements existent depuis des décennies, voire des siècles.

Mais comment en est-on arrivé là? Plusieurs facteurs contribuent à cette crise. D'abord, la population humaine a connu une progression fulgurante au cours des 200 dernières années. Si l'on dénombrait un milliard d'individus en 1804, à l'époque des premières locomotives à vapeur, on en compte maintenant plus de huit milliards, ce qui induit une pression sans précédent sur les ressources en eau, car tous ces gens ne font pas que s'abreuver, ils consomment de la nourriture, de l'énergie et toutes sortes de biens, dont la production requiert également de vastes quantités d'eau.

Pendant cette période, qui correspond à l'essor de la révolution industrielle et à l'urbanisation des populations, les représentations de l'eau dans les pratiques et les institutions se sont graduellement éloignées de sa dimension naturelle. Nous agissons selon un paradigme qui suppose que de nouvelles sources d'eau seront toujours disponibles juste un peu plus loin, ce que l'on pourrait nommer l'ère de l'exploitation. Les technologies

1. P. Bagla, 2014.

2. T. Tvedt, 2013.

modernes, au cœur de ce nouveau paradigme, créent l'illusion d'une ressource inépuisable. Avec la construction de barrages toujours plus imposants et la fabrication de machineries et de pompes toujours plus puissantes, aucune ressource en eau ne semble aujourd'hui trop loin ni trop profonde. Certaines villes puisent leur eau à plus de 250 kilomètres de leur centre. Certaines industries agricoles exploitent une nappe située à plus de 300 mètres sous le sol qu'elles labourent. Ces réalisations sont impensables avec un simple seau et une pompe manuelle.

L'aridité n'est donc plus un obstacle aux rêves les plus extravagants. Résultats: des rivières et des lacs asséchés, et des sources taries au bénéfice d'exploitations agricoles ambitieuses et de populations de plus en plus concentrées dans de vastes agglomérations, laissant à des agences spécialisées le soin de les approvisionner en eau, peu importe la manière. L'insouciance qui accompagne notre approvisionnement est également présente dans notre manque de responsabilité face aux déchets que nous rejetons. Se dessine ainsi le troisième facteur de la crise: des ressources en eau de plus en plus polluées par ceux-là mêmes qui en dépendent, tant dans les zones urbaines que dans les zones rurales.

Le réveil est brutal. Les nouvelles sources d'eau pure et abondante sont de plus en plus rares, car elles sont presque toutes déjà exploitées, voire surexploitées. Le volume d'eau disponible est fini. La fuite en avant n'est plus possible. Naît la nécessité d'un nouveau paradigme qui devra répondre aux défis de l'heure. Débute l'ère de la gestion. Comment se concerter pour trouver le meilleur usage? Comment se partager les bénéfices tirés de l'eau? Comment protéger la qualité de nos ressources? Cet enjeu complexe à plus d'un égard demande une action concertée.

Enchaînons par un regard sur trois limites fonctionnelles au système terrestre qui impliquent au premier chef l'hydrosphère: les prélèvements d'eau, la capacité d'autoépuration et les cycles biogéochimiques. Mais, contrairement à l'atmosphère, dont la composition est uniformisée par le brassage incessant des vents, les enjeux universels de l'hydrosphère sont foncièrement locaux. Chaque rivière, chaque lac, chaque aquifère possède des spécificités physicochimiques qui lui sont propres, ce qui rend difficile

la mise en place de limites fonctionnelles à l'échelle mondiale. Les équipes successives qui y ont travaillé sont bien conscientes de ce problème, d'autant plus que le stress anthropique imposé à la ressource en eau varie tout autant d'un lieu à l'autre. Ainsi, bien que la gouvernance de l'eau soit typiquement implantée à l'échelle du bassin versant³, les valeurs-seuils mondiales demeurent des indicateurs pertinents de l'état de la Terre.

Prélèvements d'eau

Le cycle de l'eau anime le stock terrestre. Un riverain constate aisément que l'eau qui s'écoule vers l'aval devant sa demeure est immédiatement remplacée par un apport de l'amont, au point de tenir pour acquis que l'eau qui va sera toujours remplacée par l'eau qui vient. Cet écoulement continu provient des événements de précipitations qui se sont abattus sur le bassin versant, auxquels auront été retranchés les volumes évaporés⁴.

La figure 4 propose un schéma simplifié du cycle de l'eau. Les flux illustrés⁵ caractérisent les grands mouvements du cycle de l'eau, excluant l'Antarctique. Les flèches indiquent la direction et l'ampleur des échanges d'eau entre les continents, les océans et l'atmosphère. L'évaporation à partir des océans excède la précipitation par 43×10^{12} mètres cubes, chaque année, en moyenne. Ce surplus de vapeur d'eau est transporté vers les continents par de nombreux systèmes atmosphériques et s'ajoute à la vapeur d'eau générée localement par évaporation. La précipitation sur les

3. Le bassin versant est le domaine géographique qui possède un exutoire partagé pour ses écoulements. La précipitation qui touche ce territoire converge vers une même vallée et contribue au débit à l'exutoire.
4. Ce principe hydrologique a été démontré scientifiquement, pour une première fois, par Pierre Perrault dans son ouvrage *De l'origine des fontaines*, publié en 1674. Les connaissances hydrologiques se sont bien sûr raffinées depuis. Par exemple, le terme évaporation regroupe trois processus de vaporisation de l'eau vers l'atmosphère: la transpiration des plantes, l'évaporation d'eau stockée dans les sols et l'évaporation d'eau de pluie retenue par le feuillage des plantes. En milieu nordique, la sublimation de la neige sera aussi considérée.
5. Les valeurs sont tirées de M. Rodell et collab., 2015, et FAO, 2017.

continents entraîne pour sa part un surplus d'eau, également de l'ordre de 43×10^{12} mètres cubes par année, ultimement retourné aux océans par les rivières. Plus précisément, la base de données AQUASTAT de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture établit ce volume à $42,802 \times 10^{12}$ mètres cubes⁶. Cette dernière valeur est très utile à la gouvernance de l'eau, car il s'agit du cumul de l'eau renouvelable recueillie localement sur le territoire qui délimite chacun des États, soit la quantité qui assure le fonctionnement des écosystèmes et duquel les humains puisent l'eau en appui à leurs activités domestiques, agricoles et industrielles.

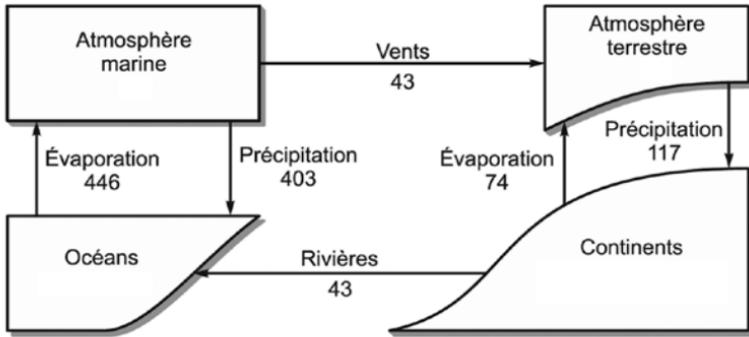


FIGURE 4. Principaux flux du cycle de l'eau, en milliards de mètres cubes (10^{12} mètres cubes) par année.

Mais, avant de caractériser l'appétit des humains pour l'eau, prenons le temps de décrire ses fonctions au sein du système biogéochimique terrestre. On en dénombre six⁷, dont certaines ont déjà été évoquées :

1. L'eau conditionne le « climat » de plusieurs façons, en influençant le bilan énergétique à toutes les échelles spatiales et temporelles. Avec la température de l'air, la précipitation est la matérialisation la plus concrète du temps

6. FAO, 2017.

7. M. Falkenmark et collab., 1999 ; F. Ancil, 2016.

qu'il fait. Le dérèglement énergétique découlant de l'activité humaine entraîne des modifications à tous les processus atmosphériques ainsi qu'au cycle de l'eau.

2. L'eau altère les roches et véhicule des charges particulières et dissoutes. En cheminant au sein et à la surface des sols, l'eau dissout des sels et déplace des particules. C'est la fonction « transport », variable dans le temps et l'espace.
3. L'eau est une des conditions de la « santé » de toutes les populations. La pollution fait obstacle à cette fonction et peut condamner l'ensemble d'un écosystème. La valeur de l'eau dépend des éléments bénéfiques ou nuisibles qu'elle contient. À cet égard, les humains sont autant exposés que les autres espèces.
4. L'eau offre un « habitat » pour la faune et la flore aquatiques. Les interventions humaines qui affectent les volumes et la qualité de l'eau ne sont pas sans conséquences sur la capacité de l'eau à assurer cette fonction. Les barrages et les détournements d'eau imposent par exemple de nombreux stress, voire détruisent ces écosystèmes qui ont pourtant une valeur de subsistance, notamment pour les riverains.
5. L'eau abreuve tous les écosystèmes ainsi que les villes, les industries et les installations agricoles qui participent au développement socioéconomique des populations. C'est la fonction « production » si bien assimilée par les gestionnaires et les politiques. La société néglige parfois toutes les autres fonctions au profit de celle-ci. Cette vision restreint l'acte d'exploiter l'eau à des tâches essentiellement techniques : prélever, traiter, distribuer, user, collecter, traiter et rejeter.
6. L'eau est indispensable à notre bien-être psychologique, par exemple l'eau de certaines rivières et sources a un caractère sacré ou une valeur patrimoniale. La fonction « culture » est probablement la moins tangible des six. Pourtant, l'importation de principes de gestion d'une

culture à l'autre a parfois échoué, strictement à cause du défaut d'intégrer les différences entre les promoteurs et la société bénéficiaire.

La cinquième fonction, la fonction « production », est de loin la mieux documentée. Les prélèvements effectués par les humains s'élèvent à $4,009 \times 10^{12}$ mètres cubes par année⁸, soit 9,4 % des $42,802 \times 10^{12}$ mètres cubes d'eau renouvelable existants. Cette ponction peut sembler bien raisonnable, mais les experts regroupés par le Stockholm Resilience Centre considèrent qu'il s'agit là d'une valeur-seuil qu'il vaudrait mieux ne pas dépasser⁹. Il faut considérer que plusieurs grands fleuves s'écoulent dans des zones faiblement développées, l'Arctique par exemple, et surtout que l'eau renouvelable doit être partagée avec l'ensemble des autres organismes vivants, dont les écosystèmes aquatiques (fonction « habitat »). En moyenne, chaque humain accède ainsi à 532 mètres cubes d'eau par année, soit l'équivalent de 1 457 litres par jour¹⁰. En pratique personne ne manipule autant d'eau chaque jour, ce sont plutôt des agriculteurs et des ouvriers d'industries qui le font en notre nom pour produire les aliments, les biens et les services que l'on consomme. À l'échelle mondiale, le secteur agricole accapare 71,7 % des prélèvements (1 045 litres par habitant par jour), principalement pour l'irrigation des terres. Suivent le secteur industriel avec 16,5 % (240 litres par habitant par jour) et le secteur municipal avec 11,8 % (172 litres par habitant par jour).

La diversité climatique terrestre impose toutefois des volumes d'eau renouvelable qui diffèrent beaucoup d'un continent à l'autre, d'un État à l'autre et même à l'intérieur de chaque État. La base de données AQUASTAT de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture¹¹ offre un portrait détaillé à l'échelle des États, que nous avons agrégé à l'échelle régionale. Le tableau 2 présente cette information pour onze régions relativement homogènes définies par l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture: la part de

8. FAO, 2017.

9. J. Rockstrom et collab., 2009.

10. Un mètre cube équivaut à 1 000 litres.

11. FAO, 2017.

Partie 2 – Neuf limites fonctionnelles au système Terre

l'eau renouvelable de chacune de ces régions qui est prélevée en appui aux activités humaines (exprimée en pourcentage) ainsi que le volume d'eau correspondant à ces prélèvements (exprimé en litres par habitant par jour). La liste de chaque État formant ces régions est disponible en annexe.

TABEAU 2. Eau renouvelable et prélèvement pour onze régions définies par l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

Région	Part de l'eau renouvelable prélevée (%)	Prélèvement par habitant (litres/hab./jour)
1 Afrique du Nord	236	570
2 Asie centrale	62,4	1 407
3 Moyen-Orient	54,9	768
4 Asie méridionale et orientale	20,0	546
5 Europe occidentale et centrale	10,3	413
6 Amérique du Nord	9,3	1167
7 Amérique centrale et Caraïbes	4,5	376
8 Afrique subsaharienne	3,3	121
9 Océanie	2,4	724
10 Europe orientale	1,8	372
11 Amérique du Sud	1,7	504

Avec des prélèvements plus de deux fois supérieurs (236 %) au volume d'eau renouvelable annuellement, les États de l'Afrique du Nord ont clairement opté pour une consommation non durable de leur ressource afin d'atteindre des volumes (570 mètres cubes par habitant par année) équivalents à la moyenne mondiale. Soumise à un climat aride incessant, cette région est la moins bien pourvue en eau renouvelable, ce qui encourage des projets de grande envergure, comme la « Grande rivière artificielle » de la Lybie, qui repose sur une exploitation industrielle d'eau souterraine dite « fossile » parce qu'elle est peu ou pas renouvelée. La surexploitation des aquifères est répandue et ne se

limite certes pas à cette seule région. C'est par exemple le cas de l'aquifère Ogallala¹² du sud-ouest des États-Unis d'Amérique, même si, régionalement, l'Amérique du Nord présente des prélèvements limités à 9,3 % de ses eaux renouvelables.

Le Moyen-Orient et l'Asie centrale se démarquent également par des prélèvements qui atteignent quelque 60 % du volume renouvelable. Si, pour le Moyen-Orient, l'aridité est largement responsable de cette situation, le cas de l'Asie centrale se démarque plutôt par une consommation effrénée, près de trois fois la moyenne mondiale (1 407 mètres cubes par habitant par année), la plus élevée de toutes les régions. En comparaison, l'Asie méridionale et orientale se limite à un prélèvement près de la moyenne mondiale (546 mètres cubes par habitant par année).

Le tableau 2 montre aussi des régions pour lesquelles les prélèvements par habitant sont faibles. L'Afrique subsaharienne se démarque à cet égard avec des prélèvements plus de quatre fois inférieurs à la moyenne (121 mètres cubes par habitant par année). Ce n'est pourtant pas l'eau qui manque, puisque seulement 3,3 % du volume renouvelable y est prélevé. Ce sont plutôt des infrastructures déficientes qui privent une large portion de cette population d'un accès à l'eau dans des quantités suffisantes au maintien de la santé et au développement socioéconomique. L'Afrique subsaharienne n'est d'ailleurs pas la seule dans cette position délicate. Partout sur Terre, on rapporte des iniquités d'accès entre États riches et pauvres, entre populations des villes et des campagnes et entre habitants des quartiers centraux et périphériques.

En pratique, le volume d'eau disponible dans un bassin versant étant fini, l'arbitrage entre les fonctions de l'eau revient à un jeu à somme nulle, pour lequel l'accroissement d'un usage, par exemple l'irrigation des terres, se fait au détriment d'un second, par exemple l'accès à l'eau par les organismes d'un écosystème aquatique. Il y a donc lieu de s'assurer d'un usage raisonnable et raisonné de la ressource, afin d'éviter ultimement l'assèchement des cours d'eau et l'épuisement des nappes. Cela

12. V. L. McGuire; 2017.

passé indéniablement par la mise en place de politiques et d'outils de gouvernance favorisant la protection et l'utilisation prudente et équitable des ressources en eau.

L'intensification des changements climatiques affecte aussi le cycle de l'eau en modifiant, par exemple, l'intensité et la fréquence de la précipitation. Si nos choix de gestion agissent à l'intérieur du jeu à somme nulle que l'on vient d'évoquer, tout devient plus complexe dès que l'on se rend compte que ce volume fini n'est pas garanti à long terme. Ce constat, à l'apparence fort simple, force une rupture radicale avec les modes historiques de gestion de l'eau qui reposaient sur l'hypothèse selon laquelle le passé est garant de l'avenir ou, en d'autres mots, que le régime hydrologique est en moyenne invariable. La preuve est faite que ce n'est pas le cas actuellement.

Tous les systèmes, qu'ils soient de nature écologique, économique ou sociale, montrent des dynamiques changeantes: les écosystèmes s'adaptent, le marché se transforme, les modèles mentaux évoluent, les lois et les règlements sont révisés. Notre représentation mentale du monde nous pousse à considérer les relations entre ces changements et leurs conséquences comme étant linéaires. Toutefois, le fait que nous puissions dans de nombreux cas anticiper le futur en extrapolant à partir du passé récent ne rend pas ce type de raisonnement infaillible. En pratique, les preuves s'accumulent, comme quoi cette approche linéaire ne permet pas d'anticiper adéquatement les conséquences de changements rapides et marqués qui auraient pour effet d'altérer en profondeur un ou plusieurs systèmes. Les catastrophes naturelles viennent rapidement à l'esprit. On pourrait être tenté d'associer ces événements à la fatalité, une loterie à laquelle il vaudrait mieux ne pas être inscrit, et continuer ainsi d'entretenir exclusivement une vision linéaire de l'évolution des systèmes. Ce serait aussi une décision douteuse, car de plus en plus d'études démontrent que des changements même graduels et lents imposés à des écosystèmes peuvent avoir des conséquences draconiennes et parfois irréversibles lorsqu'ils dépassent un certain seuil.

Pour la gestion des ressources en eau, une approche durable exige la prise en compte intégrée de tous les systèmes – cadre légal et réglementaire, réalités financières et économiques, organismes municipaux, provinciaux, fédéraux et internationaux, besoins des populations, de l'agriculture et des industries, protection des écosystèmes terrestres et aquatiques – dès aujourd'hui, tout en maintenant leurs capacités futures. La plus grande menace pour les ressources en eau, comme pour tout problème complexe que l'on simplifie indûment, est de croire que les enjeux environnementaux, économiques et sociaux peuvent être résolus séparément. Cette responsabilité exige une prise en compte des besoins de «l'autre», ce qui inclut ses concitoyens, les habitants de sa région, de sa province, voire de la Terre, les générations futures et finalement toute forme de vie.

Une planification adaptative, reconnaissant le caractère changeant des contraintes, devient alors un outil incontournable pour relever le défi de la gestion intégrée des ressources en eau, qui fait appel à une panoplie de moyens et d'infrastructures. Les municipalités disposent de prises d'eau, d'usines d'épuration, de systèmes enfouis de distribution et de collecte, d'usines de traitement. Des gouvernements ou des entreprises installent des barrages pour atténuer les crues, produire de l'électricité ou encore approvisionner en eau fermes, villes et industries. Toutes ces installations ont des durées de vie de vingt, cinquante, voire cent ans. Leur conception fait donc irrémédiablement appel à une planification des besoins pour des périodes équivalentes. Or, les projections à long terme sont, au mieux, approximatives, tant le nombre d'éléments à considérer est élevé. Voici une sélection de questions sur les conditions futures qui doivent typiquement trouver réponse : quelle sera la taille de la population desservie ? Quelle sera la consommation per personne ? Comment se développeront les secteurs industriels et agricoles ? Quelles seront les normes environnementales ? Comment s'effectuera le partage de l'eau entre les multiples usagers ? Quels seront les volumes d'eau renouvelable disponibles ? On constate bien que, dans tous les cas, les projections sont incertaines.

Les objectifs de développement durable abordent ces problèmes de multiples façons. L'enjeu des infrastructures de prélèvement et de distribution de l'eau et de la gouvernance de cette ressource trouve écho dans quatre cibles d'ODD¹³ tournées vers la fonction « production » de l'eau :

8.4 Améliorer progressivement, jusqu'en 2030, l'efficacité de l'utilisation des ressources mondiales du point de vue de la consommation comme de la production et s'attacher à ce que la croissance économique n'entraîne plus la dégradation de l'environnement [...], les pays développés montrant l'exemple en la matière.

9.4 D'ici à 2030, moderniser l'infrastructure et adapter les industries afin de les rendre durables, par une utilisation plus rationnelle des ressources et un recours accru aux technologies et procédés industriels propres et respectueux de l'environnement, chaque pays agissant dans la mesure de ses moyens.

11.1 D'ici à 2030, assurer l'accès de tous à un logement et des services de base adéquats et sûrs, à un coût abordable, et assainir les quartiers de taudis.

12.2 D'ici à 2030, parvenir à une gestion durable et à une utilisation rationnelle des ressources naturelles.

Capacité d'autoépuration

Nous avons ouvert le chapitre 3 par la pollution de basse altitude, il ne faut pas se surprendre que le scénario polluant se répète avec l'hydrosphère.

L'eau est le principal agent de l'incessant remodelage du paysage terrestre (fonction « transport »). Dès que le cycle de l'eau est entré en fonction, il y a plus de 3,8 milliards d'années, les sédiments générés par l'altération des roches ont été déplacés et redistribués par les rivières qui, sans relâche, charrient vers la mer l'eau et les sédiments des continents. La forme de la plupart des vallées a ainsi été déterminée ou fortement influencée par l'eau qui y a circulé. L'eau courante aplanit les collines par érosion et

13. ONU, 2015a.

comble les vallées par le dépôt des sédiments qu'elle véhicule. Ceux-ci sont d'abord mis en mouvement par l'impact des gouttes d'eau contre le sol, ce qui a pour effet de détacher des particules et de les projeter sur quelques millimètres. Elles sont alors prêtes pour un voyage qui les amènera peut-être jusqu'à la mer.

L'eau possède également la capacité de dissoudre une grande diversité de substances dans des quantités appréciables : c'est un solvant universel. Par exemple, lors de la dissolution de sel de table (NaCl), des molécules d'eau enrobent les ions chlorure (Cl⁻) et sodium (Na⁺), ce qui a pour effet de les isoler les uns des autres. Or, puisque l'eau circule librement dans les sols avant d'atteindre lacs et rivières, elle dissout chemin faisant les nombreuses substances disponibles. La géologie locale ayant une grande incidence sur la disponibilité des substances solubles, les concentrations en sodium, magnésium, calcium, potassium, chlorure, sulfate et bicarbonate dissous, pour ne nommer que celles-là, varient d'un site à l'autre selon le parcours de l'eau.

Cette charge dissoute naturelle approvisionne les végétaux en éléments nutritifs nécessaires à leur croissance. Certains éléments sont requis en grandes quantités (oxygène, hydrogène, carbone, silicium) et d'autres, de manière infime (molybdène, cobalt, etc.). Bien qu'il nécessite des modifications perpétuelles, un équilibre s'établit entre l'univers physicochimique propre à une rivière et l'écosystème qui s'y développe. Cet équilibre est bidirectionnel puisque les différentes espèces d'un écosystème agissent à leur tour sur les propriétés physicochimiques de l'eau : producteurs, consommateurs et décomposeurs. La sédimentation des particules organiques et inorganiques, l'aération de l'eau, l'adsorption moléculaire sur particules, la dilution, la biodégradation, la digestion anaérobie, la respiration et la photosynthèse sont autant de processus naturels qui maintiennent collectivement la qualité de l'eau à l'intérieur de balises favorables au déploiement d'écosystèmes aquatiques et à la vie en général. La rivière dispose donc d'un pouvoir autoépurateur que les sociétés ont tôt fait d'exploiter en y rejetant leurs déchets.

Cette solution est d'autant attrayante que ces déchets de toute forme sont rapidement transportés plus loin. On compte alors sur les organismes en place pour assimiler les rejets organiques humains, de la même manière que les organismes assimilent déjà leurs propres déchets. Tant que l'agglomération humaine n'est que hameau ou village, la perturbation engendrée par cet apport ponctuel reste faible, surtout lorsque le débit du cours d'eau est élevé. En revanche, l'accroissement des populations finit par poser un problème de capacité, encore plus criant lors d'épisodes secs quand l'eau devient moins abondante.

Dans un système aquatique en équilibre, la biomasse est de faible densité et sa diversité est élevée; il y a peu de représentants de chacune des espèces. Un apport externe en déchets organiques encourage précisément la prolifération des décomposeurs (bactéries, champignons et algues) qui auront tôt fait de dépasser la capacité de renouvellement en oxygène et de bouleverser la composition de l'écosystème local. Par exemple, des bactéries ont la capacité de se reproduire de manière fulgurante. En effet, ces organismes unicellulaires asexués, dont la taille n'atteint que quelques microns, se reproduisent par divisions successives (scissiparité). Pour certaines espèces, dans des conditions favorables, la population double toutes les vingt minutes; une seule bactérie a alors la capacité d'engendrer plusieurs milliards de descendants en quelques jours.

Un rejet d'eaux usées domestiques non traitées peut déclencher une expansion exponentielle des décomposeurs, de sorte que la concentration en oxygène dissout chutera de façon dracoenne, chassant la plupart des autres organismes. Une zone de dissolution plus ou moins longue est alors nécessaire aux décomposeurs avant que la charge en matière organique diminue et que le taux de renouvellement en oxygène surpasse la consommation. La seule façon d'éviter que les microorganismes bouleversent l'écosystème en aval d'un point de rejet urbain est de traiter les eaux usées afin de ramener les concentrations en

matières organiques de nos rejets à des niveaux acceptables pour l'écosystème aquatique. Ces systèmes de traitement recourent à une industrialisation des étapes autoépuratrices des cours d'eau : dilution, sédimentation, aération, adsorption et biodégradation.

Cela nous ramène à la notion de pollution, soit la présence dans l'eau de substances nocives. La capacité d'autoépuration constitue une limite au système fonctionnel terrestre, car la pollution résiduelle perturbe l'équilibre entre les communautés aquatiques. De manière plus spécifique, l'équipe du Stockholm Resilience Centre demande que nous cessions dès maintenant de libérer dans l'environnement les centaines de milliers de substances chimiques synthétiques (*novel entities*) qui n'ont pas fait l'objet d'études scientifiques sérieuses démontrant hors de tout doute qu'elles sont sans risques pour les organismes vivants¹⁴. On pense, par exemple, sans s'y limiter, aux nombreux contaminants d'intérêt émergents¹⁵, tels que les substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées, les produits pharmaceutiques et de soins personnels et les microplastiques qui s'infiltrent dans l'environnement, l'eau potable et les aliments.

L'eau « propre » nettoie et purifie ; l'eau souillée véhicule des maladies hydriques, conséquences néfastes d'un contact direct avec de l'eau contaminée par des déchets d'origine humaine, animale ou chimique : choléra, diarrhée, hépatite A et E, méningite, poliomyélite et bien d'autres. Toutes ces maladies découlent de la mauvaise qualité de l'eau. Prenons les maladies diarrhéiques, des infections gastro-intestinales causées par divers organismes bactériens, viraux ou parasitaires présents dans l'eau contaminée. Environ 1,5 million¹⁶ de personnes en meurent chaque année, en très grande majorité des enfants de moins de 5 ans, sans mentionner les conséquences économiques de l'absentéisme au travail pour cause de maladies, évitables pour la plupart par de simples mesures d'hygiène, comme le lavage des mains et la préparation salubre des aliments.

14. K. Richardson et collab., 2023.

15. S. Khan, 2022.

16. OMS, 2024.

Le contrôle des maladies hydriques passe surtout par l'accès pour tous à une eau de consommation salubre et à des installations sanitaires assurant la préservation de la qualité des sources d'approvisionnement locales. En d'autres mots, il faut à tout prix se prémunir contre l'autocontamination des ressources en eau. Les objectifs de développement durable prennent cet enjeu universel très au sérieux et y dédient une partie de son objectif 3 et l'ensemble de son objectif 6 (fonction « santé »)¹⁷ :

3.3 D'ici à 2030, mettre fin à l'épidémie de sida, à la tuberculose, au paludisme et aux maladies tropicales négligées et combattre l'hépatite, les maladies transmises par l'eau et autres maladies transmissibles.

3.9 D'ici à 2030, réduire nettement le nombre de décès et de maladies dus à des substances chimiques dangereuses, à la pollution et à la contamination de l'air, de l'eau et du sol.

4.1 D'ici à 2030, faire en sorte que toutes les filles et tous les garçons suivent, sur un pied d'égalité, un cycle complet d'enseignement primaire et secondaire gratuit et de qualité, qui débouche sur un apprentissage véritablement utile.

6.1 D'ici à 2030, assurer l'accès universel et équitable à l'eau potable, à un coût abordable.

6.2 D'ici à 2030, assurer l'accès de tous, dans des conditions équitables, à des services d'assainissement et d'hygiène adéquats et mettre fin à la défécation en plein air, en accordant une attention particulière aux besoins des femmes et des filles et des personnes en situation vulnérable.

6.3 D'ici à 2030, améliorer la qualité de l'eau en réduisant la pollution, en éliminant l'immersion de déchets et en réduisant au minimum les émissions de produits chimiques et de matières dangereuses, en diminuant de moitié la proportion d'eaux usées non traitées et en augmentant considérablement à l'échelle mondiale le recyclage et la réutilisation sans danger de l'eau.

6.4 D'ici à 2030, augmenter considérablement l'utilisation rationnelle des ressources en eau dans tous les secteurs et garantir la viabilité des retraits et de l'approvisionnement en eau douce afin de tenir compte de la pénurie d'eau et de réduire nettement le nombre de personnes qui souffrent du manque d'eau.

17. ONU, 2015a.

6.5 D'ici à 2030, mettre en œuvre une gestion intégrée des ressources en eau à tous les niveaux, y compris au moyen de la coopération transfrontière.

6.6 D'ici à 2020, protéger et restaurer les écosystèmes liés à l'eau, notamment les montagnes, les forêts, les zones humides, les rivières, les aquifères et les lacs...

L'eau est une molécule qui compte. Elle permet, par exemple, à une famille de subvenir quotidiennement à ses besoins vitaux : boire, cuisiner, se laver, évacuer ses déchets. Une personne ressent la soif dès qu'elle perd 1 % de ses fluides et la mort est imminente lorsque les pertes en fluides atteignent environ 10 %. De nombreuses études ont porté sur les besoins physiologiques des humains. Pour un niveau standard d'activité en climat tempéré, chaque personne doit consommer environ trois litres d'eau par jour. Toutefois, puisque de nombreuses populations habitent les zones tropicales ou subtropicales, un accès à cinq litres d'eau par personne par jour a plutôt été établi comme minimum vital. Et puisqu'il existe plusieurs autres besoins vitaux en sus de s'abreuver, la cible minimale par personne a été fixée à 50 litres par personne par jour¹⁸. L'eau a d'ailleurs été rationnée à cette hauteur lors de la grande sécheresse qui toucha la ville du Cap en Afrique du Sud.

L'accès à l'eau salubre est avant tout une question de technologies et d'infrastructures¹⁹. Seule l'installation d'eau courante à l'intérieur des habitations, ou un transport manuel limité à une courte distance des habitations, permet d'assurer un approvisionnement d'au moins 50 litres par personne par jour. Dès qu'un parcours d'un demi-kilomètre est requis pour s'approvisionner, les volumes utiles dépassent rarement 20 litres par personne par jour. Ceux-ci chutent sous cinq litres par personne par jour dès que le parcours exigé dépasse le kilomètre. Au niveau mondial, on estime que 16 % des gens (1,8 milliard de personnes) vivent

18. P.H. Gleick, 1996.

19. OMS, 2003.

dans des ménages où l'eau est collectée à partir d'une source située à l'extérieur de leur habitation. Dans 7 cas sur 10, cette collecte d'eau est effectuée par des femmes et des jeunes filles²⁰.

Cycles biogéochimiques

L'eau transporte de nombreux éléments indispensables à la formation de molécules organiques : oxygène, hydrogène, carbone, azote, phosphore, soufre, métaux. En fait, la circulation de ces éléments dépasse le seul domaine de l'hydrosphère ; les échanges et les transformations impliquent également l'atmosphère, la lithosphère et la biosphère. On parle alors de cycles biogéochimiques pour bien marquer que les vivants influencent également le passage de ces éléments d'un médium à l'autre, avant qu'ils reviennent à leur médium initial. Deux de ces cycles ont été retenus par les experts comme limites fonctionnelles terrestres²¹, ceux de l'azote et du phosphore, parce que les activités humaines tendent à augmenter leur disponibilité au point de compromettre certains écosystèmes.

Outre l'oxygène et l'hydrogène qui abondent généralement dans les rivières, l'eau transporte habituellement les autres éléments nutritifs requis en concentrations inférieures aux besoins des plantes, ce qui limite leur croissance. Les carences naturelles les plus marquées sont en phosphore, dont la disponibilité est en moyenne 80 000 fois plus faible que le besoin des plantes, et, dans une moindre mesure, en azote, dont la quantité disponible couvre normalement 1/30 000^e du besoin potentiel²². En fait, seules ces carences empêchent l'envahissement des milieux aquatiques par les végétaux.

Le phénomène de l'eutrophisation est la conséquence de l'accélération des cycles de l'azote et du phosphore. Un lac eutrophe est le lieu d'une productivité biologique intense, résultant d'un apport élevé en éléments nutritifs et en matières

20. UNICEF et WHO, 2023.

21. K. Richardson et collab., 2023.

22. J. R. Vallentyne, 1978.

organiques, générées tant au sein du lac qu'en périphérie de celui-ci. Le lac se remplit graduellement de sédiments à forte teneur organique et des résidus de la biomasse qui prolifèrent grâce aux surplus d'éléments nutritifs pour, à terme, évoluer en marécages, voire se combler complètement et disparaître.

Sans intervention anthropique, ce phénomène est très lent, puisque la plupart des lacs contiennent une faible concentration en éléments tels que l'azote et le phosphore, ce qui limite grandement le volume de matière organique produit par photosynthèse. Le principal enjeu de l'eutrophisation est la compétition pour l'oxygène, les poissons partageant le stock disponible avec les microorganismes qui décomposent la matière organique : bactéries, algues et autres. Un lac eutrophe est doté d'une quantité d'oxygène insuffisante pour maintenir la diversité de son écosystème ; la consommation d'oxygène pour la décomposition de la matière organique y est trop élevée.

Les activités humaines, notamment le lessivage de fertilisants épandus près des lacs et le rejet direct d'eaux usées, ont pour effet d'accélérer l'eutrophisation. Ces apports massifs en éléments nutritifs et en matières organiques favorisent la prolifération des plantes aquatiques et des bactéries. Bien que les premières produisent de l'oxygène par photosynthèse, elles génèrent également de la matière organique qui doit être décomposée. Il s'ensuit un vieillissement prématuré du lac nommé eutrophisation due aux cultures. Ce phénomène est réversible si les apports indésirables cessent.

Une des conséquences potentielles d'une eutrophisation accélérée est la prolifération de cyanobactéries, également connues sous le nom d'algues bleu-vert, leur capacité photosynthétique leur conférant cette couleur. Ces bactéries, présentes par le monde, sont célèbres à cause des toxines que produisent certaines espèces. L'ingestion de toxines cyanobactériennes affecte notamment le foie et le système nerveux chez l'humain et entraîne des symptômes très variés. Le contact avec la peau peut causer des allergies parfois graves. Les animaux, les oiseaux et les poissons risquent également une intoxication lorsque les concentrations deviennent élevées. Prévenir l'eutrophisation due aux cultures est

L'agriculture intensive augmente la concentration en nitrate des sols afin de maximiser la productivité des cultures, en épandant des fertilisants azotés fixés industriellement ou en recourant à des monocultures de plantes fixatrices, comme le soja, le trèfle, les lentilles, les pois, les pois chiches et d'autres légumineuses. Ces actions ont pour effet de modifier l'équilibre préalable entre fixation et dénitrification et d'intensifier le cycle de l'azote. Le nitrate alors présent en plus grande quantité est facilement lessivé par les écoulements, ce qui favorise l'eutrophisation due aux cultures.

La limite biogéochimique proposée par l'équipe du Stockholm Resilience Centre consiste en un apport annuel maximal de 62 téragrammes²³ d'azote fixés intentionnellement, alors qu'il est estimé que les pratiques actuelles sont de l'ordre de 190 téragrammes par année²⁴.

Pour sa part, le phosphore accessible se forme à partir de l'altération de roches ; il n'existe pas à l'état gazeux. Libéré de sa roche d'origine, le phosphore compose des ions phosphates (PO_4^{3-}) disponibles sous forme particulaire (adsorbé à une particule) ou dissoute. Dans ce dernier cas, le phosphore est assimilé très rapidement par les végétaux, ce qui explique qu'il soit en faible concentration dans l'eau et un élément limitant dans de nombreux écosystèmes. Il est restitué au sol par des micro-organismes agissant sur la biomasse morte.

Les engrais industriels ont pour objet d'accroître la disponibilité en phosphore des sols pour favoriser la productivité des cultures. Du point de vue mondial, c'est le rôle que jouent les phosphates dans l'apparition de zones océaniques hypoxiques (déficitaires en oxygène) qui inquiète les scientifiques. Ces zones ont pour effet de tuer par asphyxie les animaux fixés, comme les coraux, et les animaux peu mobiles, tels les crustacés. En fait, il s'agit d'un phénomène assez semblable à l'eutrophisation des lacs, où un apport massif de matières organiques bouleverse l'écosystème au profit des organismes décomposeurs ; 415 zones

23. Un téragramme vaut 10^{12} grammes, 10^9 kilogrammes, 10^6 tonnes ou une mégatonne.

24. K. Richardson et collab., 2023.

côtières ont été désignées eutrophes, dont 169 hypoxiques²⁵. La limite fonctionnelle du phosphore est difficile à établir à cause de la variabilité spatiale et temporelle des événements hypoxiques, mais le consensus actuel recommande de veiller à ne pas rejeter plus de 11 mégatonnes de phosphore par année dans les océans, alors que l'apport actuel de phosphore aux océans est estimé à 22,6 mégatonnes par année, bien au-delà de ce qui est recommandable²⁶.

Les ODD²⁷ s'intéressent aussi à cet enjeu :

14.1 D'ici à 2025, prévenir et réduire nettement la pollution marine de tous types, en particulier celle résultant des activités terrestres, y compris les déchets en mer et la pollution par les nutriments.

25. M. Selman et collab., 2008.

26. K. Richardson et collab., 2023.

27. ONU, 2015a.

Chapitre 5

Une biosphère humanisée

Objectif	
Comprendre les limites biogéochimiques de la biosphère: acidification des océans, expansion des terres agricoles et perte de biodiversité	
Questionnements	Notions associées
Quel est le mécanisme à l'origine de l'acidification des océans et quelle en est la principale conséquence?	Dissolution de dioxyde de carbone État de saturation de l'aragonite
Quels organismes voient s'accroître la dissolution de leur coquille ou plaques?	Coraux Certains mollusques et algues
Quels sont les dysfonctionnements qu'accroît l'expansion des terres agricoles?	Cycle de l'azote et du phosphore Usage de l'eau Changements climatiques Perte de biodiversité
Quelles sont les trois échelles de biodiversité ciblées par la Convention sur la diversité biologique?	Au sein des espèces Entre les espèces Entre les écosystèmes
Quelles sont les principales causes de perte de biodiversité?	Perte et dégradation d'habitats Introduction d'espèces compétitrices Surexploitation
Quels bénéfices les humains tirent-ils de la biosphère à laquelle ils appartiennent?	Services d'approvisionnement Services de contrôle Services de soutien Services culturels
Quels sont les services écosystémiques que les humains privilégient aux dépens des autres?	Cultures Élevage Aquaculture
Quels moyens la communauté internationale s'est-elle donnée pour ne pas dépasser les limites biogéochimiques de la biosphère?	Régime international de la biodiversité Objectifs 2 et 15 des ODD

Il y a quelque chose d'émouvant à observer la biosphère, une sorte d'appel, le sentiment d'être une part du grandiose. D'abord, parce qu'elle n'a pas toujours été là et qu'elle pourrait disparaître, mais surtout parce que l'humanité est encore à expérimenter sa place au sein de celle-ci. Ce sentiment d'attachement au vivant serait inhérent à l'humain, selon l'hypothèse de la « biophilie » développée par le sociobiologiste Edward O. Wilson¹. Ce que nous appelons la biosphère regroupe la fraction vivante de la nature, donc tous les organismes occupant la lithosphère, l'hydrosphère et l'atmosphère.

Afin de mieux comprendre les relations entre les composantes de la biosphère, nous allons retenir trois moments charnières de l'histoire de la Terre : l'apparition de l'eau, celle des plantes vasculaires et celle des humains. La Terre s'est formée il y a environ 4,6 milliards d'années. Puisque les plus vieilles roches sédimentaires retrouvées au Groenland sont âgées de 3,8 milliards d'années et que la présence d'eau est requise pour la formation de telles roches, nous pouvons sans risque affirmer qu'il y a de l'eau sur la Terre depuis au moins cette époque. La biosphère aurait suivi de peu, géologiquement parlant, il y a 3,5 milliards d'années, alors que l'*Homo sapiens* n'a joint la biosphère que depuis 200 000 ans.

L'origine de l'eau fait encore l'objet de débats, mais tous s'entendent pour dire qu'elle est intimement liée à la formation de la Terre. La principale hypothèse repose sur le volcanisme particulièrement actif pendant les débuts de notre planète. La croûte terrestre abrite des quantités négligeables d'eau. En revanche, on sait que certaines météorites en contiennent jusqu'à 20 %. Il est donc probable que des corps célestes de ce type soient entrés en collision avec la jeune Terre et qu'ils aient fusionné avec elle. L'intense activité volcanique du début aurait alors relâché de grandes quantités de vapeur d'eau, mais également du dioxyde de carbone, de l'azote, de l'ammoniac et du méthane. Ces gaz ont formé une atmosphère qui, après s'être lentement refroidie, a favorisé l'accumulation d'eau en surface par la condensation de la vapeur. Cette atmosphère s'est stabilisée il y a environ 4,5 milliards d'années,

1. E. O. Wilson, 1984.

bien que le bombardement de la Terre par des météorites ait perduré jusqu'à il y a 3,8 milliards d'années, et que certaines météorites aient pu amener de l'eau par la suite. La quantité d'eau disponible à la surface terrestre serait à peu près constante depuis ces temps anciens. La Terre est peu disposée à perdre de l'eau dans l'espace, car la structure thermique de son atmosphère est telle que la vapeur est pratiquement inexistante au-delà de 15 kilomètres de sa surface, compte tenu de la condensation et de la précipitation. En contrepartie, le processus de libération d'eau depuis les profondeurs de la Terre serait maintenant négligeable, du moins à l'échelle de temps d'une vie humaine.

Nous avons déjà évoqué au chapitre 4 que l'eau est le principal agent de l'incessant remodelage du paysage. L'emplacement, la taille et la forme des rivières furent dans les faits dictés par la compétition entre les processus qui engendrent les montagnes et ceux qui les mettent en pièces. Les premières s'élèvent à la suite d'interactions entre les plaques tectoniques, tandis que la circulation incessante de l'eau les aplatit. L'apparition de plantes vasculaires – plantes terrestres typiques, constituées de tiges, de feuilles et de racines – il y a environ 400 millions d'années a augmenté la résistance à l'érosion et ralenti le processus de remodelage du paysage : leurs feuilles protègent le sol de l'impact des gouttes d'eau et leurs racines maintiennent en place le sol meuble des versants.

La biosphère est ainsi devenue, au fil des 3,5 milliards d'années, un tissu vivant planétaire reliant la lithosphère, l'atmosphère et l'hydrosphère. Pratiquement innombrables, les individus qui la composent et dont la survie dépend exclusivement d'eux-mêmes y interagissent pour former des écosystèmes complexes. Rappelons que, si les écosystèmes sont effectivement résilients à de petites perturbations, des réactions plus importantes, voire des bouleversements irréversibles, surviennent dès que le cumul des perturbations dépasse un certain seuil.

Or, l'ingéniosité de l'humain s'est avérée très efficace à modifier l'état naturel du territoire : déboisement, assèchement de marais, altération de cours de l'eau – pour ne nommer que quelques interventions courantes. S'ensuit une prise de contrôle

progressive de la biosphère par l'espèce humaine, ce qui nous conduit vers le dépassement de certaines de ses limites biogéochimiques, notamment celles qui concernent l'acidification des océans, la transformation des écosystèmes naturels et la perte de biodiversité.

Acidification des océans

Ce qui est curieux avec les limites biogéochimiques terrestres, c'est la relative insouciance des êtres humains quant à leur conséquence. Prenons le cas du dioxyde de carbone (CO_2). Avant les mesures inédites recueillies à Mauna Loa², à Hawaï, peu de gens se souciaient des répercussions de ces rejets anthropiques, puisqu'il était généralement accepté, bien que non vérifié, que la masse des océans aurait tôt fait de les absorber, assurant la stabilité des concentrations de ce gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Or, on a déjà évoqué au chapitre 3 que les concentrations de dioxyde de carbone atmosphérique ont substantiellement augmenté et continuent à le faire, démontrant clairement que les océans ne suffisent pas à la tâche. En effet, il est estimé que ces derniers n'ont capté que de 20 % à 30 % des émissions anthropiques de dioxyde de carbone³. Et voilà que l'on découvre une nouvelle limite biogéochimique, car l'absorption du dioxyde de carbone par les océans a pour effet d'accroître leur acidité et menace directement certaines espèces qui y vivent et possiblement des écosystèmes au complet. Et dire que l'on pensait initialement que le rythme d'absorption par les océans était plus rapide, ce qui se serait traduit par une acidification encore plus dramatique.

Mais commençons par discuter d'acidité. Le caractère acide d'une eau dépend de l'abondance des ions d'hydrogène (H^+). De manière naturelle, certaines molécules d'eau (H_2O) se dissocient pour donner des ions H^+ et des ions OH^- . La concentration en ions hydrogène, indiquée $[\text{H}^+]$, d'une eau pure (par définition

2. NOAA, 2024.

3. L.-Q. Jiang et collab., 2023.

neutre, c'est-à-dire ni acide ni basique) est de 10^{-7} moles par litre (0,0000001 mole par litre; rappelons qu'une mole compte $6,023 \cdot 10^{23}$ molécules). L'ajout de substances dissoutes dans l'eau modifie cet équilibre. Une eau est acide si $[H^+]$ s'élève par exemple à 10^{-5} moles par litre (0,00001 mole par litre) et basique si $[H^+]$ n'est, par exemple, que de 10^{-9} moles par litre (0,000000001 mole par litre).

L'échelle du pH a été inventée pour simplifier la description du caractère acide des liquides: $pH = -\log_{10}[H^+]$. Ainsi, une eau neutre possède un pH de 7 et une eau acide, dont la concentration en ions hydrogène est de 10^{-5} moles par litre, a un pH de 5. La valeur 7 se situe au centre de l'échelle du pH. Une valeur de pH inférieure à 7 reflète ainsi un caractère de plus en plus acide, en se rapprochant de 1. Une valeur de pH supérieure à 7 reflète un caractère basique, qui s'accroît en se rapprochant de 14. Et puisque le système est bâti autour de la transformation logarithme base 10, une baisse en pH de 1 unité signifie une acidification 10 fois plus importante.

L'eau, solvant universel, se combine facilement au dioxyde de carbone (CO_2), pour former de l'acide carbonique (H_2CO_3) qui, à son tour, produit soit un ion bicarbonate (HCO_3^-) soit un ion carbonate (CO_3^{2-}), libérant alors un ou deux ions hydrogène (H^+), qui ont pour effet d'accroître l'acidité. Prenons le cas de l'eau de pluie. Celle-ci dissout le dioxyde de carbone présent dans l'atmosphère, ce qui lui confère à l'équilibre un pH de 5,7 unités. Elle est donc naturellement acide – en pratique, une eau de pluie est alors considérée acide que lorsque son pH descend sous 5,7 unités, à la suite d'interactions avec d'autres composés chimiques, souvent d'origine industrielle, présents dans l'atmosphère.

Un mécanisme similaire d'acidification par dissolution du dioxyde de carbone atmosphérique est à l'œuvre dans les océans. L'eau de mer possède naturellement un caractère basique, mais, sous l'action du changement climatique, le pH moyen de la couche supérieure des océans a diminué d'environ 0,11 unité

entre les années 1750 et 2000⁴, en considérant une valeur préindustrielle (1750) de 8,19 unités. En d'autres mots, la concentration en ion hydrogène s'est accrue de l'ordre de 30 % au cours de cette période.

Au rythme actuel d'augmentation du dioxyde de carbone atmosphérique, l'acidification des océans ne peut que s'intensifier davantage. Les modèles diagnostiques disponibles permettent d'anticiper cette évolution selon l'intensité des émissions futures. La figure 6 illustre les potentialités associées aux scénarios d'évolution des gaz à effet de serre retenus par le GIEC dans son sixième rapport d'évaluation, les profils socioéconomiques partagés (SSP) que nous avons déjà décrits au chapitre 3. On voit à la figure 6 que le scénario SSP1-2.6 stabiliserait le pH moyen autour de 8,00 unités, ce qui représente tout de même une hausse de l'ordre de 50 % en ions hydrogènes par rapport aux concentrations préindustrielles. Seul le scénario SSP1-1.9 amorce une désacidification des océans avant la fin du siècle, à partir de 2070. Tous les autres scénarios anticipent une acidification soutenue, avec des valeurs moyennes (2100) de 7,91, 7,78 et 7,68 unités, respectivement pour les scénarios SSP2-4.5, SSP3-7.0 et SSP5-8.5. Dans le pire des cas, cela représenterait une hausse de plus de 200 % en ions hydrogènes. Notons que l'incertitude associée à ces projections est faible, de l'ordre de 0,01 à 0,02 unité. On connaît ainsi assez précisément la manière dont l'acidité des océans évoluera en fonction de l'intensité de nos rejets atmosphériques. On sait aussi que les mécanismes autocorrectifs sont lents.

4. *Ibid.*

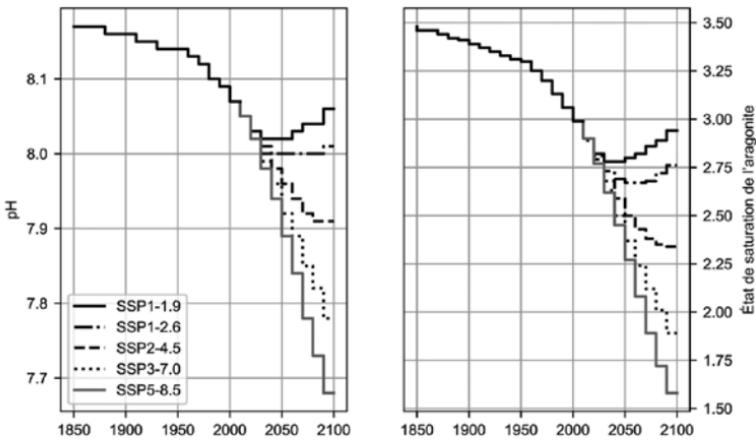


FIGURE 6. Modélisation du pH et de l'état de saturation de l'aragonite (valeurs moyennes décennales⁵) pilotée par chacun des cinq profils socio-économiques partagés (SSP).

Les conséquences de l'acidification des océans sur la vie marine sont en contrepartie moins bien connues. Les organismes qui exploitent la calcification pour construire les coquilles et les plaques externes qui les protègent notamment contre les prédateurs semblent les plus vulnérables à court terme. La calcification consiste en la formation de carbonate de calcium (CaCO_3) par précipitation des ions calcium (Ca^{2+}) et carbonate (CO_3^{2-}) présents dans l'eau de mer. Tous les coraux, tous les échinodermes (dont les étoiles de mer et les oursins), tous les foraminifères (animaux extrêmement abondants de taille inférieure au millimètre), tous les coccolithophores (algues unicellulaires microscopiques), la plupart des mollusques, plusieurs crustacés et certaines algues recourent à ce mécanisme.

Le problème pour ces organismes réside dans le fait que l'eau a le potentiel de dissoudre le carbonate de calcium, de le retourner à l'état d'ions, privant ainsi ces organismes de leur protection. La dissolution est toutefois impossible tant que l'eau est saturée en carbonate, ce qui était le cas au niveau de pH

5. *Ibid.*

préindustriel. Or la présence accrue d'ions d'hydrogène à la suite de l'acidification a eu pour effet de réduire la concentration de carbonate (production accrue de bicarbonate), stressant les organismes mentionnés, qui n'ont alors d'autres choix que de compenser la dissolution de leur coquille ou de leurs plaques par une augmentation de leur activité de calcification.

Les précipités de carbonate de calcium existent principalement sous forme d'aragonite ou de calcite, deux structures cristallines différentes. La première est plus facilement dissoute par l'eau, ce qui rend les animaux qui en dépendent plus immédiatement vulnérables à l'acidification des océans. Les experts qui se sont penchés sur les limites biogéochimiques terrestres ont ainsi ciblé l'état de saturation de l'aragonite comme indicateur des conséquences de l'acidification des océans⁶. L'état de saturation d'un minéral a une valeur de 1 à l'équilibre et une valeur supérieure à l'unité à l'état sursaturé. La sursaturation en carbonate de calcium est souhaitée afin d'éviter la dissolution de l'aragonite par l'eau de mer. Or, la valeur moyenne de l'état de saturation de l'aragonite a déjà chuté, passant de 3,57 à 3,06 entre les années 1750 et 2000⁷. Bien que cette moyenne soit encore supérieure à l'unité, elle cache en fait des variations locales et saisonnières qui mettent en danger les organismes marins qui en dépendent – les valeurs diminuent de l'équateur vers les pôles. Les experts ont donc établi à 2,75 la limite inférieure de l'état de saturation de l'aragonite, soit 80 % de sa valeur préindustrielle. Nous sommes donc tout près de franchir cette limite. Or, les travaux de modélisation indiquent que seul le scénario SSP1-1.9 préviendrait un dépassement de cette limite biogéochimique, comme l'illustre la figure 6. Cette figure montre aussi que la réalisation des scénarios SSP les plus pessimistes serait très dommageable aux organismes reposant sur la précipitation de l'aragonite pour leur survie, avec des valeurs moyennes s'approchant rapidement de 1,0.

6. K. Richardson et collab., 2023.

7. L.-Q. Jiang et collab., 2023.

Les rejets anthropiques de dioxyde de carbone ont donc deux conséquences distinctes : le changement climatique décrit au chapitre 3 et l'acidification des océans. Si certains acceptent l'idée de vivre sur une planète plus chaude, l'acidification des océans a aussi le potentiel de générer des désordres socioéconomiques⁸. Par exemple, les dommages subis par les récifs coralliens se répercuteront sur les industries de la pêche et du tourisme qui en dépendent, ce qui se traduira par des pertes économiques colossales pour ces secteurs. Gardons à l'esprit que les océans fournissent 17% des protéines animales consommées dans le monde et que six animaux marins sur dix sont commercialisés par des pays en développement⁹.

À terme, plusieurs espèces, dont certaines à valeur commerciale, verront graduellement disparaître leur habitat et leur source de nourriture et de protection, ouvrant la porte à leur remplacement par d'autres espèces souvent à valeur moindre, voire nulle. Le stress qu'impose l'acidification des océans aux coraux et aux mollusques s'ajoute à plusieurs autres : asphyxie, pollution, hausse des températures, surpêche. Il est donc difficile d'anticiper l'entière portée des conséquences possibles sur les récifs coralliens, mais également sur l'ensemble des organismes vivant en mer, dont la sensibilité au pH est encore largement méconnue. Voilà pourquoi les objectifs de développement durable¹⁰ abordent également cet enjeu mondial :

14.3 Réduire au maximum l'acidification des océans et lutter contre ses effets, notamment en renforçant la coopération scientifique à tous les niveaux.

Expansion des terres agricoles

Nourrir tous les habitants de la planète est un défi quotidien. Des gains substantiels en ce sens ont notamment été réalisés sous l'impulsion de la troisième cible du premier objectif du millénaire

8. UNEP, 2010.

9. FAO, 2013.

10. ONU, 2015a.

pour le développement : « réduire de moitié, entre 1990 et 2015, la proportion de personnes qui souffrent de la faim¹¹ ». On estimait à 23 % la proportion de personnes qui ne mangeaient pas à leur faim en 1990-1992, une valeur réduite à 12,9 % en 2014-2016 grâce à l'action collective de multiples intervenants. Dans la foulée, le second objectif de développement durable s'est montré encore plus ambitieux : « éliminer la faim, assurer la sécurité alimentaire, améliorer la nutrition et promouvoir l'agriculture durable¹² ». En 2019, le pourcentage avait chuté à 7,5, mais la situation s'est dégradée depuis. En 2023, on dénombrait 733 millions de personnes qui devaient faire face à la faim, soit 9,1 % de la population humaine (une personne sur onze), la plupart dans les pays les plus pauvres, dont beaucoup d'enfants¹³.

Compte tenu de l'accroissement de la population humaine, de sa consommation et du gaspillage, il faut produire toujours plus, ce qui exerce une pression sur les sols et les ressources en eau. La production agricole mondiale s'est ainsi accrue en moyenne de 2 % à 4 % par année au cours des cinquante dernières années, alors que la superficie cultivée augmentait de seulement 1 % par année. Quarante pour cent des gains de production résultent du passage partiel d'une agriculture pluviale à une agriculture irriguée, cette dernière ayant doublé en superficie au cours de cette période. L'utilisation de variétés de plus en plus productives est un autre facteur qui fait qu'au bilan on réussit à extraire davantage de nourriture de nos activités agricoles mondiales. La superficie cultivée par habitant a en conséquence chuté, passant de 0,44 à 0,18 hectare durant la même période. La production pluviale demeure tout de même la forme dominante d'agriculture (80 %), mais, comme elle est soumise aux aléas du climat, elle ne garantit pas un rendement maximal. En fait, sous des conditions climatiques et des pratiques agricoles optimales, le rendement de ces terres pourrait globalement doubler. C'est la preuve que le potentiel pour nourrir les générations futures existe toujours. Encore faut-il que de l'eau soit disponible pour tout

11. ONU, 2015b.

12. ONU, 2015a.

13. FAO, 2024.

irriguer selon les besoins. Or, déjà 71,7 % de la captation mondiale en eau sert à l'irrigation agricole¹⁴. Cet usage engendre des stress importants sur plusieurs ressources locales, avec des conséquences variées (assèchement de rivières, abaissement du niveau de nappes souterraines, mésentente entre pays riverains) qui freinent le potentiel de développement.

Accroître la proportion des terres dédiées à l'agriculture s'est avéré la solution de prédilection pour augmenter la production agricole. Les forêts et les prairies non perturbées du début de la civilisation ne subviendraient plus aux besoins actuels des êtres humains. Tapisser la planète entière de champs qui seraient entrecoupés de villages et de villes n'est pas davantage envisageable tant les bouleversements des systèmes biogéochimiques de la Terre seraient grands. Or, il est anticipé que la population mondiale atteindra un sommet de l'ordre de 10,3 milliards d'individus au milieu de la décennie 2080-2089, contre 8,2 milliards en 2024¹⁵. En général plus riches que par le passé, tous ces gens feront littéralement exploser la demande en nourriture. L'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) prévoit en effet qu'une hausse de 50 % de la production agricole sera nécessaire d'ici 2050 pour faire face à cette demande accrue, selon un scénario basé sur le maintien des tendances actuelles, ce qui exigera une expansion de 11 % des terres agricoles par rapport aux superficies de 2012¹⁶. La demande de nourriture destinée aux humains croît à un rythme plus rapide que celui de la population, notamment à cause de nouvelles habitudes alimentaires reposant davantage sur la consommation d'animaux. Par exemple, de 1992 à 2007, la population mondiale a crû de 22 %, mais la consommation de viande a augmenté de 26 % et celle d'animaux marins de 32 %. Ce cheptel, qu'il faut également nourrir, compte déjà 28 milliards de poulets, 1,5 milliard de bovins et un milliard d'ovins. Si les chasseurs-cueilleurs contribuaient peu à la biomasse des mammifères, on estime aujourd'hui que les humains et leurs cheptels

14. FAO, 2017.

15. ONU, 2024.

16. FAO, 2018.

forment respectivement 36 % et 60 % de cette masse, ce qui signifie que l'ensemble des mammifères sauvages ne contribuent plus que pour 4 %¹⁷.

À l'échelle de tous les vivants, la population humaine constitue 0,01 % de la biomasse terrestre, ce qui ne l'a pas empêchée de modifier l'occupation naturelle des continents, principalement en convertissant massivement des terres à l'agriculture. Pour en donner une meilleure idée, la superficie potentielle des quatorze biomes terrestres – un biome est un ensemble d'écosystèmes partageant des qualités communes – a été évaluée et comparée à celle de 1990¹⁸. Il appert que, pour deux de ceux-ci – les forêts, bois et broussailles méditerranéens, et les prairies, savanes et broussailles tempérées –, plus des deux tiers ont déjà été convertis à l'agriculture. Plus de la moitié de quatre autres biomes ont été converties à l'agriculture : les forêts tempérées caducifoliées et mixtes, les forêts tropicales et subtropicales sèches caducifoliées, les prairies et savanes inondées, et les prairies, savanes et broussailles tropicales et subtropicales. En 2021, 12 % de la superficie des terres est dédiée à la production de végétaux et 25 %, aux pâturages¹⁹.

Les forêts n'occupent aujourd'hui que 31 % du territoire²⁰ et sont sous d'immenses pressions, alors même qu'elles jouent un rôle central dans l'équilibre biogéochimique de la Terre. Elles subviennent en plus aux besoins directs d'au moins un milliard de personnes par des usages autres que l'extraction du bois. Elles offrent même des solutions à la lutte aux changements climatiques puisqu'il est possible de renforcer leur rôle de puits de carbone en contrant leur dégradation et en substituant des produits forestiers à ceux en béton ou en acier qui entraînent de fortes émissions de dioxyde de carbone pour leur fabrication. Les forêts régulent aussi l'écoulement de l'eau en favorisant l'infiltration des pluies dans le sol, ce qui permet de contrôler des effets néfastes, comme les inondations et l'érosion des sols. Elles abritent

17. Y. M. Bar-On et collab., 2018.

18. Millennium Ecosystem Assessment, 2005.

19. FAO, 2023.

20. *Ibid.*

également plus de 80 % de la biodiversité de la Terre. Or, la dégradation et la disparition des forêts continuent, malgré les efforts investis pour les contrer.

Les changements apportés à l'occupation des terres en soutien à l'agriculture ont le potentiel de perturber davantage le fonctionnement biogéochimique de la Terre, notamment à cause des interactions fortes qui existent entre les activités agricoles et les cycles de l'azote et du phosphore (emploi massif de fertilisants chimiques), mais aussi entre le climat (source et puits de carbone), le cycle de l'eau (surexploitation et pollution) et la biodiversité (monoculture). En effet, 75 % de la nourriture végétale consommée provient de sept espèces: blé, riz, maïs, pomme de terre, orge, patate douce et manioc.

La limite biogéochimique proposée par l'équipe du Stockholm Resilience Centre consiste à maintenir le couvert forestier au-delà d'une moyenne de 75 %, collectivement pour les trois grandes forêts du monde: le biome tropical, le biome tempéré et le biome boréal. L'évaluation courante du couvert forestier moyen n'est toutefois que de 60 %, ce qui est jugé insuffisant²¹. Il est donc urgent de se donner les moyens de nourrir tout le monde convenablement, dès maintenant et dans le futur, sans diminuer davantage les superficies forestières. Cela implique, entre autres, de freiner les débordements urbains sur les meilleures terres, de tirer le meilleur usage de l'eau d'irrigation, de contrôler l'expansion de l'utilisation des terres pour des cultures non alimentaires (comme celles qui sont destinées à la production de l'éthanol) et de contrer la dégradation des sols. Dans ce dernier cas, de meilleures pratiques agricoles doivent être adoptées afin de prévenir l'érosion de la couche arable des sols par l'eau et le vent, et d'empêcher toutes dégradations, qu'elles soient d'ordre chimique (déclin de la fertilité, chute du taux de matière organique, salinisation), physique (compactage, scellage, encroûtement, asphyxie), biologique (perte de faune du sol, augmentation des ravageurs, diminution des prédateurs) ou hydrique (aridification, déclin de la qualité des eaux de surfaces et souterraines).

21. K. Richardson et collab., 2023.

L'enjeu de l'expansion des terres agricoles et de la protection des forêts est abordé directement par les trois cibles suivantes des objectifs de développement durable²² :

2.4 D'ici à 2030, assurer la viabilité des systèmes de production alimentaire et mettre en œuvre des pratiques agricoles résilientes qui permettent d'accroître la productivité et la production, contribuent à la préservation des écosystèmes, renforcent la capacité d'adaptation aux changements climatiques, aux phénomènes météorologiques extrêmes, à la sécheresse, aux inondations et à d'autres catastrophes et améliorent progressivement la qualité des terres et des sols.

15.2 D'ici à 2020, promouvoir la gestion durable de tous les types de forêts, mettre un terme à la déforestation, restaurer les forêts dégradées et accroître considérablement le boisement et le reboisement au niveau mondial.

15.3 D'ici à 2030, lutter contre la désertification, restaurer les terres et sols dégradés, notamment les terres touchées par la désertification, la sécheresse et les inondations, et s'efforcer de parvenir à un monde neutre en matière de dégradation des terres.

Finalement, il ne faut pas oublier que les pratiques agricoles sont étroitement liées aux connaissances traditionnelles et aux systèmes fonciers, lesquels sont souvent régulés par des pratiques traditionnelles. Une amélioration de l'efficacité des pratiques de production doit tenir compte de l'importance de ces pratiques et connaissances traditionnelles pour assurer la sécurité alimentaire des populations locales et le maintien de variétés vivrières locales qui constituent un élément essentiel de la biodiversité et préservent la sécurité alimentaire.

Les efforts colossaux investis dans la production de nourriture, de manière à assurer un accès adéquat pour tous dans l'esprit du second objectif de développement durable, sont aussi minés par des problèmes importants de conservation, de distribution et de mise en valeur des aliments produits. L'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture évalue qu'entre 30 % et 40 % de la nourriture produite n'est pas consommée parce qu'elle est gaspillée avant d'atteindre les marchés ou tout simplement par les acheteurs finaux. Considérant les coûts

22. ONU, 2015a.

sociaux, énergétiques et environnementaux de la production intensive de la nourriture, il devient impératif d'agir également à ce maillon de la chaîne alimentaire. Nous devons repenser la conservation et la distribution pour éviter tout ce gaspillage.

Perte de biodiversité

L'étendue de la diversité biologique est frappante et devait l'être tout autant aux yeux des peuplades qui vivaient de la chasse et de la cueillette avant que le concept même de ville apparaisse. La biodiversité porte l'espoir, notamment véhiculé lors du Sommet de la Terre de Rio de Janeiro en 1992, que la diversité du vivant et les interactions entre les éléments de la biosphère dépassent l'intérêt du biologiste et captent celui de l'ensemble de la société. Les États y ont d'ailleurs adopté la Convention sur la diversité biologique, un élément déterminant de leur stratégie multilatérale en faveur du développement durable. Cette convention s'articule autour de trois objectifs : « la conservation de la diversité biologique, l'utilisation durable de ses éléments et le partage juste et équitable des avantages découlant de l'exploitation de ses ressources génétiques²³ ». Chaque plante, chaque animal et chaque humain contribue ainsi à cette diversité par son bagage génétique, en tant qu'espèce et en tant que constituante d'un écosystème particulier. Ces trois facettes sont d'ailleurs au cœur de la définition de la biodiversité inscrite dans la convention : « la diversité au sein des espèces et entre les espèces ainsi que celle des écosystèmes²⁴ ».

Étudier la biodiversité, c'est d'abord la répertorier, mais c'est aussi considérablement plus que cela. Il est bien sûr souhaitable de répertorier et de nommer chaque organisme vivant, que ce soit une plante, un mammifère, un insecte ou autre – une tâche rendue colossale par l'étendue du territoire à couvrir et la diversité du vivant elle-même. C'est un travail auquel nous nous sommes affairés dès l'époque des chasseurs-cueilleurs, tant il

23. ONU, 1992b.

24. *Ibid.*

était essentiel à notre survie de connaître la comestibilité ou encore les propriétés médicinales des plantes, ainsi que les caractéristiques et les comportements des animaux pourchassés et éventuellement domestiqués. Au fil du temps, ces savoirs ont été consignés dans des documents, souvent illustrés de croquis, pour l'enseignement, mais encore davantage pour consolider l'expérience collective. Aujourd'hui, s'il est aisé de se procurer un guide illustré de champignons ou d'oiseaux indigènes, c'est que près de deux millions d'espèces (46 700 vertébrés) ont été inventoriées, en majorité des insectes. Mais il en existe beaucoup, beaucoup plus; il y en aurait entre cinq millions et trente millions au total. Au rythme où vont les choses, il nous faudra encore quelques siècles pour compléter cet inventaire biologique planétaire. On conçoit donc que, d'ici là, plusieurs espèces disparaîtront avant même d'avoir été répertoriées et nommées.

C'est que les activités humaines (détournements d'eau, expansion agricole), ainsi que leurs nombreuses conséquences (changement climatique, acidification des océans, eutrophisation, pollution, appauvrissement de la couche d'ozone, entre autres), ont des répercussions directes sur l'habitat de la plupart des espèces, ainsi que sur la manière dont elles interagissent entre elles. Un état de la situation approfondi a été compilé par des experts mandatés par les Nations unies lors de l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire. Ils s'expriment en ces termes : «L'homme est en train de changer radicalement, et jusqu'à un certain degré de manière irréversible, la diversité biologique sur la planète²⁵.» Plus précisément, ils rapportent que le taux d'extinction des espèces au cours du xx^e siècle a dépassé de 50 à 500 fois celui qui avait été établi à partir de l'étude de fossiles; ce taux de référence se situe entre 0,1 et 1 extinction par mille espèces, sur une période de mille ans. Si l'on inclut les espèces pour lesquelles l'extinction est probable, mais non encore démontrée avec certitude, le dépassement atteindrait mille fois le taux de référence. Les mêmes experts estiment de plus, à l'aide de divers modèles, que ce taux s'accroîtra davantage dans le futur, possiblement d'un facteur 10. Les principales causes directes

25. Millennium Ecosystem Assessment, 2005.

d'extinction sont la perte d'habitats et leur dégradation, l'introduction d'espèces compétitrices, la surexploitation, les maladies, la pollution et les changements climatiques. L'extinction reste tout de même un phénomène naturel; toute espèce est vouée à disparaître. Les paléontologues ont d'ailleurs estimé l'espérance de vie moyenne des espèces à quelque cinq millions d'années. Sur cette base, seulement 2 % des espèces apparues sur Terre sont encore actives aujourd'hui.

Attardons-nous quelque peu à la façon dont les humains dépendent de la biosphère dont ils font partie. On nomme services écosystémiques les bénéfices que les humains tirent des écosystèmes sains tout autour d'eux. On divise ces services en quatre groupes :

1. services d'approvisionnement, en nourriture, en matériaux, en fibres, en énergie (bois et hydroélectricité) ou en ressources génétiques;
2. services de contrôle (résilience), du climat, des crues, de l'érosion, des populations et des maladies;
3. services culturels, d'ordre spirituel, esthétique, récréatif et même créatif (source d'inspiration);
4. services de soutien à la vie, tels que le cycle de l'eau, les cycles biogéochimiques, la formation des sols, l'auto-épuration (air et eau) et la pollinisation.

Or, les écosystèmes existent d'abord par les éléments qui les constituent. La perte de biodiversité a donc été reconnue comme une limite concrète au bon fonctionnement biogéochimique de la Terre. Bien que toutes les espèces n'aient pas le même niveau d'influence sur les services écosystémiques, il semble impératif de les conserver au mieux. La limite biogéochimique en vigueur²⁶ est de 10 extinctions par mille espèces sur une période de mille ans, soit 10 fois plus que la valeur historique, mais de 10 à 100 fois moins que le rythme actuel²⁷, ce qui constitue un défi colossal pour notre société.

26. K. Richardson et collab., 2023.

27. IPBES, 2019.

L'incertitude associée aux changements climatiques et à leurs répercussions ne simplifiera en rien notre effort et nous conduit à envisager une augmentation des pertes en biodiversité et un dérèglement accru des écosystèmes. Prévenir la disparition des espèces menacées est bien sûr incontournable, mais c'est avant tout la dynamique des relations au sein des écosystèmes qu'il faut assurer, ce qui est un défi encore plus grand. On revient alors à la question d'aller au-delà de l'inventaire. La liste des vivants ressemble à un album de « photos de passeport ». Si cet inventaire est utile à l'identification, il informe peu sur l'histoire des personnes devant nous ou sur leurs interactions avec les autres. Ce dont on a besoin, c'est de l'information qui équivaut à des « vidéos », afin de percevoir la lente évolution de chaque écosystème – on pourrait remonter sur quelque 3,5 milliards d'années –, mais surtout la dynamique qui existe entre les espèces, incluant les êtres humains, et qui donne vie aux écosystèmes. Ceux-ci n'ont rien de statique. Chaque photo d'un écosystème décrit un moment particulier, un point le long d'une trajectoire parmi tant d'autres possibles. Pour certains, dans l'esprit du développement durable, il nous revient de préciser les composantes ou les processus qu'il convient de préserver, de renforcer ou de modifier pour que l'évolution des écosystèmes soit harmonieuse et bénéfique aux générations futures. Et ce défi prend tout son sens dans les écorégions les plus soumises à l'empreinte humaine, telles que les agrosystèmes, les villes et les zones côtières surexploitées.

On peut aussi laisser la nature faire son œuvre. Par exemple, en désignant des zones protégées afin de conserver la diversité biologique. Les humains favorisent systématiquement la production de trois services écosystémiques – les cultures, l'élevage et l'aquaculture – aux dépens des autres services. Le concept de zones protégées cherche à réduire, voire à éliminer, ce genre d'interventions afin d'y sauvegarder la diversité de la vie et des ressources naturelles, la santé de tous les services écosystémiques, ainsi que leur valeur culturelle. Ce dernier point est particulièrement important, car il est rarement envisageable (et probablement non souhaitable) d'éliminer toute présence humaine de ces zones. Certains peuples habitent ces territoires depuis très

longtemps et disposent des connaissances qui leur permettent de les gérer adéquatement. D'ailleurs, il a été démontré que les écosystèmes agricoles traditionnels ont souvent une biodiversité plus riche, grâce à l'intervention humaine, que lorsqu'ils sont laissés en friche, en opposition à l'agriculture moderne qui privilégie la monoculture. Les États signataires de la Convention sur la diversité biologique se sont donné comme objectif, pour 2020, de conserver des territoires représentatifs écologiquement couvrant au moins 17 % des terres et des eaux intérieures et 10 % du milieu marin (l'objectif 11 d'Aichi). L'appel semble avoir été bien reçu, puisque le bilan de 2019 a fait état de valeurs atteignant respectivement 16,44 % et 8,34 %²⁸. Il n'en demeure pas moins qu'environ un million d'espèces sont actuellement menacées d'extinction, souvent dans les prochaines décennies, si aucune mesure n'est prise pour renverser cette trajectoire²⁹. D'où l'importance des cibles plus ambitieuses adoptées par la Conférence des parties à la Convention sur la diversité biologique (COP 15), dont celle qui consiste à « s'assurer que 30 % des milieux terrestres, d'eau douce, côtiers et marins, particulièrement ceux de haute importance pour la biodiversité, seront protégés d'ici 2030³⁰ ».

Les aires protégées ne suffisent toutefois pas à elles seules à maintenir la biodiversité mondiale. Il faut aussi s'affairer à préserver la santé de tous les grands écosystèmes. Or, les indicateurs publiés par les experts de l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire ne sont pas encourageants. De plus, « la représentation de la nature comme extérieure et hostile à l'homme, comme nature à soumettre, qui caractérise la culture occidentale et oriente ses activités, rend toute reconversion écologique difficile à accepter³¹ ».

Le quinzième objectif de développement durable vise spécifiquement à enrayer tous les facteurs qui affectent la biodiversité. Ses cibles concernent la conservation des écosystèmes, la gestion

28. Protected Planet, 2005.

29. IPBES, 2019.

30. COP 15, 2022.

31. R. Barbault, 2006, p. 213.

durable des forêts, la lutte contre la dégradation des sols, la prévention de l'extinction des espèces ainsi que d'autres moyens permettant de mettre en œuvre les instruments qui font partie du régime international de la biodiversité. Ces cibles ont été complétées et bonifiées par les 23 cibles du Cadre mondial de la biodiversité de Kunming à Montréal³², qui visent pour 2030, en plus de la conservation et la restauration des écosystèmes, des enjeux comme la reconnaissance des droits autochtones et des connaissances traditionnelles, les solutions fondées sur la nature et les écosystémiques pour l'adaptation aux changements climatiques, l'amélioration des services écosystémiques et la réduction de 50 % des déchets alimentaires.

Nous pouvons ainsi constater que les limites biogéochimiques terrestres font partie des référents sur lesquels ont été formulés les objectifs et les cibles du Programme 2030. Nous avons pu relever plusieurs cibles qui visent à éviter les dépassements de ces limites de manière explicite ou implicite. Toutefois, comme l'a soulevé Johan Rockström, un des principaux auteurs des études sur les limites planétaires, les cibles des ODD qui concernent les limites ne sont pas chiffrées. Selon lui, il est urgent d'intégrer des objectifs scientifiques quantitatifs pour toutes les limites planétaires dans le cadre des ODD. Car, pour atteindre véritablement l'objectif d'une population en bonne santé sur une planète en bonne santé, nous devons atteindre les ODD dans les limites de la planète³³.

Cet auteur nous l'avait déjà rappelé: «La preuve scientifique montre de manière potentiellement inquiétante, voire catastrophique, ce qui peut arriver si le monde ne fait pas la transition vers le développement durable. Les questions planétaires ne sont plus simplement des questions environnementales. Ce sont des questions existentielles. Il s'agit d'un changement de mentalité³⁴.»

32. COP 15, 2022.

33. Rockström, 2021, [En ligne], <https://sdg-action.org/protecting-planetary-boundaries-aligning-the-sdgs-to-ensure-humankinds-future/>.

34. Entrevue réalisée à Johan Rockström en septembre 2015 à New York par Mylène Bergeron et Liliana Diaz.

Annexe

TABLEAU A.1. Liste des États composant chacune des 11 régions FAO³⁵

Région	États
Afrique du Nord	Algérie, Égypte, Libye, Maroc, Tunisie
Afrique subsaharienne	Afrique du Sud, Angola, Bénin, Botswana, Burkina Faso, Burundi, Cabo Verde, Cameroun, Comores, Congo, Côte d'Ivoire, Djibouti, Érythrée, Eswatini, Éthiopie, Gabon, Gambie, Ghana, Guinée, Guinée-Bissau, Guinée équatoriale, Kenya, Lesotho, Libéria, Madagascar, Malawi, Mali, Maurice, Mauritanie, Mozambique, Namibie, Niger, Nigéria, Ouganda, République centrafricaine, Tanzanie, Rwanda, Sao Tomé-et-Principe, Sénégal, Seychelles, Sierra Leone, Somalie, Soudan, Soudan du Sud, Tchad, Togo, Zambie, Zimbabwe
Amérique centrale et Caraïbes	Antigua-et-Barbuda, Bahamas, Barbade, Belize, Costa Rica, Cuba, Dominique, El Salvador, Grenade, Guatemala, Haïti, Honduras, Jamaïque, Nicaragua, Panama, Porto Rico, République dominicaine, Saint-Kitts-et-Nevis, Sainte-Lucie, Saint-Vincent-et-les-Grenadines, Trinité-et-Tobago
Amérique du Nord	Canada, États-Unis d'Amérique, Mexique
Amérique du Sud	Argentine, Bolivie, Brésil, Chili, Colombie, Équateur, Guyana, Paraguay, Pérou, Suriname, Uruguay, Venezuela
Moyen-Orient	Arabie saoudite, Arménie, Azerbaïdjan, Bahreïn, Émirats arabes unis, Géorgie, Iran, Iraq, Israël, Jordanie, Koweït, Liban, Oman, Palestine, Qatar, Syrie, Turquie, Yémen
Asie centrale	Afghanistan, Kazakhstan, Kirghizistan, Ouzbékistan, Tadjikistan, Turkménistan
Asie méridionale et orientale	Bangladesh, Bhoutan, Brunéi Darussalam, Cambodge, Chine, Corée du Nord, Corée du Sud, Inde, Indonésie, Japon, Laos, Malaisie, Maldives, Mongolie, Myanmar, Népal, Pakistan, Papouasie-Nouvelle-Guinée, Philippines, Singapour, Sri Lanka, Thaïlande, Timor-Leste, Viet Nam

(suite)

35. FAO, 2017.

Partie 2 – Neuf limites fonctionnelles au système Terre

Région	États
Europe occidentale et centrale	Albanie, Andorre, Autriche, Belgique, Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Finlande, France, Allemagne, Grèce, Hongrie, îles Féroé, Irlande, Islande, Italie, Liechtenstein, Luxembourg, Macédoine, Malte, Monaco, Monténégro, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, Roumanie, Royaume-Uni, Saint-Marin, Saint-Siège, Serbie, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse, Tchéquie
Europe orientale	Biélorussie, Estonie, Lettonie, Lituanie, Moldova, Russie, Ukraine
Océanie	Australie, Fidji, îles Cook, îles Marshall, îles Salomon, Kiribati, Micronésie, Nauru, Nioué, Nouvelle-Zélande, Palaos, Samoa, Tokelaou, Tonga, Tuvalu, Vanuatu

Partie 3

Les chemins de l'action

Indépendamment de nos convictions sur la relation éthique que les femmes et les hommes devraient entretenir avec la nature, les preuves s'accroissent : nos actions collectives poussent le système biogéochimique de la Terre chaque jour un peu plus loin des conditions qui existaient pendant l'Holocène. Nous avons d'ailleurs largement évoqué neuf limites biogéochimiques à ne pas transgresser pour maintenir un environnement propice aux sociétés humaines. Il y a donc lieu de se questionner sur la relative insouciance et l'inertie qui caractérisent le monde actuel face à ces problèmes planétaires. Le diagnostic scientifique est pourtant tranchant : dérèglement climatique, extinctions massives, surexploitation des ressources naturelles et pollution généralisée, alors que le principe de précaution commanderait la prudence.

Encore faut-il que les gens se sentent concernés. Nous avons déjà discuté de la distance qui sépare les individus des conséquences sociales et environnementales de leurs gestes quotidiens. Il faut ajouter le fait que la plupart des personnes vivent maintenant dans de grandes villes isolées de la nature, travaillent ou étudient de nombreuses heures à l'intérieur d'édifices aux conditions strictement contrôlées et se déplacent dans des véhicules qui les coupent également du monde extérieur. Et puis ces menaces futures, souvent véhiculées sous la forme de connaissances scientifiques empreintes de marges d'incertitudes, font concurrence à la réalité pressante du quotidien, où pourvoir à nos besoins et désirs ainsi qu'à ceux de notre famille nous laisse souvent avec le sentiment d'avoir peu de marge de manœuvre.

L'engagement individuel conduit à une façon d'agir concrète et généralisée en faveur de notre avenir à tous, pour reprendre le titre du rapport Brundtland.

Nous explorons dans cette troisième et dernière partie différentes pistes pour analyser la situation actuelle et proposer des actions grâce auxquelles il sera encore possible de dessiner notre avenir.

Chapitre 6

Empreintes et trajectoires

Objectif	
Déterminer les trajectoires de notre système socioéconomique qui nous éloignent ou nous rapprochent de la durabilité	
Questionnements	Notions associées
Quels sont les formules et les concepts proposés pour mesurer la pression que les êtres humains exercent sur l'environnement?	I = PCT Empreinte écologique Capacité de support
Quelles sont les tendances marquantes de la population humaine depuis la seconde moitié du xx ^e siècle?	Accroissement Migration Urbanisation
Quels sont les principaux moteurs de la consommation?	Besoins essentiels Besoins positionnels
Quelles ont été les principales révolutions technologiques et industrielles?	Machine à vapeur Transport ferroviaire Électricité Industrie pétrochimique Technologies de l'information
Quels sont les principaux principes d'internalisation des coûts environnementaux?	Pollueur-payeur Utilisateur-payeur
Quelles sont les principales étapes de l'économie linéaire?	Extraire Produire Jeter
Quelles sont les principales étapes de l'économie circulaire?	Réduire Réutiliser Réparer Réusiner Recycler

(suite)

Partie 3 – Les chemins de l’action

Questionnements	Notions associées
Quelles sont quelques approches alternatives au PIB?	Indice de développement humain Mesures du bonheur Objectifs de développement durable
Quels sont les outils de suivi des ODD?	Rapports internationaux Examens nationaux volontaires Examens locaux volontaires

D’un point de vue écologique, la durabilité exige que les ressources soient exploitées à un rythme plus lent que celui de leur renouvellement et que les déchets soient libérés dans l’environnement à un taux inférieur à la capacité d’autoépuration de la nature. L’empreinte écologique est une mesure de la pression que les êtres humains exercent sur la biosphère; elle quantifie la surface territoriale requise pour soutenir nos modes de vie. Ce territoire, terre, air, eau, habité par des organismes vivants, fournit les ressources consommées par les humains et utilisées pour leurs activités. Il absorbe les déchets, ou les accumule une fois sa capacité d’autoépuration dépassée, et subit les modifications découlant des activités humaines. Les mesures de l’empreinte écologique tiennent compte des technologies et des pratiques courantes pour établir les ressources et les services que l’on peut tirer en moyenne d’une superficie territoriale donnée. L’empreinte écologique cible précisément les services d’approvisionnement (nourriture, matériaux, fibres, énergie) et d’autoépuration; elle ne comptabilise donc pas tous les services écosystémiques décrits dans le chapitre 5. Elle combine trois facteurs: la démographie, le taux de consommation par personne et le niveau technologique, qui dicte l’intensité de la consommation des ressources et de la production des déchets. Le concept qui sous-tend l’empreinte écologique est la capacité de support de la Terre, c’est-à-dire la superficie effective disponible pour produire des ressources et éliminer des déchets. La capacité de support représente l’ensemble des terres et des mers dont l’humanité dispose pour ses activités, que ce soit la culture de végétaux, l’élevage, la foresterie, la pêche, l’aquaculture, ainsi que pour assimiler les déchets et supporter les infrastructures. Comparer l’empreinte écologique et la capacité du support permet

d'évaluer la durabilité écologique de nos consommations et de nos activités. Par exemple, pêcher au-delà de la capacité de renouvellement des espèces mène à la chute des populations et relâcher du dioxyde de carbone dans l'atmosphère au-delà de la capacité de fixation des écosystèmes entraîne l'intensification de l'effet de serre et les changements climatiques.

De nombreux outils de mesure de l'empreinte écologique, individuelle, nationale ou mondiale, nous permettent de constater que la consommation mondiale de ressources dépasse depuis longtemps la capacité de régénération et que cette consommation se fait de manière inégale entre les pays. L'organisation Global Footprint Network calcule l'empreinte globale depuis les années 1980 et indique chaque année le jour où la consommation mondiale dépasse la capacité de régénération des écosystèmes. Appelé «jour du dépassement», il arrive plus tôt chaque année, sauf en 2020 où il a reculé de trois semaines à cause des mesures de confinement.

Le concept d'empreinte écologique s'inscrit dans la foulée des débats, entrepris dans les années 1970 et évoqués dans le premier chapitre, sur les conséquences des tendances économiques et démographiques. Paul Ehrlich, John Holdren et Barry Commoner convenaient alors que la population, la consommation et la technologie étaient les trois facteurs à moduler pour réduire les répercussions sur la nature. Ce paradigme devint connu sous la formulation $I = PCT$, soit l'impact humain sur l'environnement est le produit de la population, de sa consommation et des technologies disponibles (en anglais, $I = PAT$, Impact = Population · Affluence · Technology). Ces auteurs avaient des opinions divergentes sur le poids à attribuer à chacune de ces variables et l'histoire récente nous permet de mieux comprendre les facteurs qui contribuent à les modifier.

Ce chapitre présente les principales clefs d'interprétation de ces variables de l'impact de notre système socioéconomique, au sein duquel s'entrelacent de multiples activités et dynamiques propres aux populations humaines. Ces dynamiques sont par définition ouvertes et changeantes, et découlent de toutes les formes d'organisation sociale, politique, économique, culturelle

et religieuse. Elles interagissent de manière diversifiée avec les systèmes naturels. Une meilleure compréhension de ces trajectoires permet de distinguer les éléments qui nous éloignent ou nous rapprochent d’un futur souhaité.

Population

Les premiers signaux d’alarme des conséquences de la croissance démographique sur l’avenir de l’environnement mondial dans les années 1970 eurent pour événement déclencheur les analyses du Fonds des Nations unies pour la population (FNUAP) en 1969¹. Leur approche visait à promouvoir la limitation active des naissances dans les pays de ce qu’on appelait le « tiers monde », avec une politique ferme de planification familiale. Cette conception, inspirée des sciences naturelles, guida les politiques démographiques du Nord vis-à-vis du Sud. Et si cette approche mettait de l’avant des politiques non contraignantes visant à favoriser l’accès à l’information et aux méthodes de planification familiale, des interventions contraignantes, parfois menées à l’insu des femmes, furent aussi dénoncées à l’époque. La vision dominante du problème faisait alors écho à la pensée de nombreux biologistes et écologistes. Parmi eux, Paul Ehrlich qualifia les répercussions de la croissance démographique « d’explosion », les comparant même à une « bombe ». Ce raisonnement, encore répandu dans les sciences naturelles et le grand public, fut critiqué puisqu’il ne tient pas compte des dimensions humaines de la question démographique.

Les analyses devinrent plus nuancées par la suite, lorsque les innovations technologiques en agriculture, connues sous l’appellation « révolution verte », favorisèrent l’expansion de la production alimentaire, notamment dans les pays en développement où sévissait la sous-alimentation. Mais, contrairement à ce que pouvait laisser croire son nom, cette grande mobilisation technologique et financière, réalisée entre 1960 et 1990, n’avait aucune visée écologique. Certains experts dénoncèrent d’ailleurs les

1. D. Tabutin et E. Thiltgès, 1992.

conséquences négatives de cette initiative: appauvrissement des petits agriculteurs, perte de biodiversité et disparition de pratiques et de savoirs traditionnels.

Le constat d'un lien étroit entre les conditions de pauvreté et les hauts taux de natalité des pays du Sud émerge clairement à l'époque et fut exprimé dans le rapport Brundtland. Il appert alors que toute politique démographique sans véritable développement social et économique serait inefficace. «Le problème ne réside pas seulement dans les effectifs démographiques, mais aussi dans la façon dont ces effectifs se répartissent par rapport aux ressources disponibles. C'est pourquoi le problème démographique doit être résolu en partie par des efforts tendant à éliminer la pauvreté des masses, de façon à assurer un accès plus équitable aux ressources, ainsi que par une action éducative visant à améliorer les capacités humaines de gestion de ces ressources. [...] Cette question n'est toutefois pas uniquement d'ordre démographique: fournir aux gens les moyens et les informations pour leur permettre de choisir la dimension de leurs familles est une façon de leur garantir, tout particulièrement aux femmes, la jouissance du droit à l'autodétermination, qui est un droit fondamental de l'être humain².»

Les études sociales et démographiques démontrèrent par la suite que l'amélioration des conditions de santé et d'hygiène réduit la mortalité des enfants, ce qui, à long terme, encourage les parents à avoir moins d'enfants. De même, la scolarisation des filles soutient la diversification du rôle des femmes dans la société et réduit souvent le taux de natalité.

En 1994, la Conférence internationale sur la population et le développement plaça les droits de la personne au centre de cette question et traça un plan d'action pour le ^{xxi}e siècle autour de recommandations sur la santé et l'éducation, et la définition de nouvelles réalités démographiques: le vieillissement de la population des pays industrialisés, l'urbanisation et la migration. Les données des deux décennies qui ont suivi cette conférence

2. CMED, *op. cit.*, p. 16.

rèvent une réduction substantielle du taux de natalité pour l’ensemble de la population, ainsi qu’une augmentation de l’espérance de vie³.

La population mondiale surpassa huit milliards de personnes en 2022 et les projections récentes annoncent entre 9,5 et 11 milliards en 2050. C’est que les gens vivent aussi plus vieux, puisque l’espérance de vie moyenne passa récemment de 65 ans (1990-1995) à 70 ans (2010-2014). Globalement, la part des personnes de 65 ans et plus passa de 9 % en 1994 à 12 % en 2014, et devrait atteindre 21 % en 2050. La croissance de la population varie toutefois considérablement d’une région à l’autre : celle des 49 pays les moins développés devrait doubler, alors que celle de 40 autres pays déclinera (Europe de l’Est, Asie de l’Est, du Sud-Est et de l’Ouest, Amérique latine et Caraïbes).

L’amélioration de l’espérance de vie des populations les plus vulnérables et la réduction du taux de natalité dans certaines régions de la planète constituent des défis encore à relever, mais qui sont désormais abordés par l’entremise de l’accès à l’éducation, l’équité entre les genres et la réduction de la mortalité maternelle.

La migration internationale constitue un facteur dont on reconnaît aujourd’hui l’importance. Selon l’Organisation internationale pour les migrations, les personnes vivant à l’extérieur de leur pays d’origine représentaient 2,8 % de la population mondiale en 1990, contre 3,60 % de la population en 2020⁴. Cette tendance migratrice, considérée par les Nations unies comme un important facteur de développement, devrait s’accroître. Les humains désertent aussi les territoires ruraux au profit des villes : 13 % des individus étaient citadins en 1900, contre 29 % en 1950, 50 % en 2007 et potentiellement 70 % en 2050, une progression rappelant l’importance d’une planification urbaine durable.

La population joue ainsi un rôle central dans les modèles I = PCT, telle l’empreinte écologique. Par exemple, la population a crû de 113 % de 1961 à 2007 et de 50 % de 1980 à 2007. Pour les

3. UNDESA, Organisation des Nations unies, 2014.

4. OIM, 2024.

mêmes périodes, l’empreinte écologique s’est accrue de 149 % et de 46 %. En fait, c’est depuis le début des années 1980 que l’empreinte écologique des humains excède la capacité du support de la Terre. Les prévisions indiquent que la population mondiale se stabilisera au milieu de ce siècle autour de 10 à 11 milliards. C’est ce qu’on appelle la transition démographique. Pouvons-nous imaginer des scénarios durables pour les générations futures dans cette situation ?

Technologie

Contrairement à ses contemporains, Hardin et Ehrlich, qui considéraient que la croissance démographique était la variable à attaquer, Barry Commoner soutint que le changement technologique accompagnant l’industrialisation était la principale cause de la dégradation de l’environnement, surtout depuis la Deuxième Guerre mondiale. Cette révolution industrielle, amorcée en Angleterre vers 1750, marquait l’évolution parallèle de deux phénomènes indissociables : l’exploitation des ressources par de nouvelles technologies toujours plus puissantes et l’amélioration des conditions de vie de populations souhaitant bénéficier des produits issus de la transformation des ressources. Les techniques manufacturières, autant que les conditions de vie au quotidien, étaient auparavant demeurées pratiquement inchangées pendant des siècles.

Une combinaison particulière d’ingéniosité, de connaissances scientifiques et de conditions sociales permit à l’Angleterre de concevoir un système de production sans précédent. Fondé sur l’économie capitaliste et intimement lié à la puissance de la machine à vapeur, inventée au début du XVIII^e siècle puis améliorée par James Watt en 1776, ce nouveau mode de production sortit l’Angleterre, et ensuite le reste de l’Europe, du cycle de famines et de guerres qui avait marqué son histoire jusque-là. Également propulsés par la machine à vapeur, de nouveaux systèmes de transport, bateaux et chemins de fer, se déployèrent. Forte de ces développements technologiques et des vastes gisements de charbon de la région du Lancashire, l’Angleterre acquit

le statut d’empire, une domination d’autant consolidée par l’exploitation des ressources de tout l’empire, y compris les forêts du Canada.

Vint ensuite l’industrialisation basée sur l’exploitation du pétrole, d’abord aux États-Unis, suivis par le Canada, la Pologne et la Roumanie. Destiné principalement à l’éclairage, mais déclassé par l’ampoule électrique dès 1878, le pétrole favorisa l’expansion de l’industrie automobile de masse, telle qu’elle avait été mise en route par Henry Ford en 1905. L’industrie pétrochimique se déploya par la suite.

Selon l’économiste Joseph Schumpeter (1883-1950), les innovations technologiques ont marqué différents cycles de croissance : la machine à vapeur, le transport ferroviaire, l’électricité, l’industrie pétrochimique et les technologies de l’information et de la communication. Chacun de ces cycles, que l’on appelle aussi des « révolutions techno-économiques », a eu une influence majeure sur la société, organisant sa production économique, modifiant ses manières de consommer et dessinant parfois de nouvelles structures rurales et urbaines. Les bénéfices découlant de ces transformations n’ont toutefois été accessibles qu’à une partie de la population, alors qu’une autre partie de celle-ci en a plutôt subi les inconvénients. La modernisation devint ainsi une occasion pour améliorer la productivité, le commerce et le confort, en même temps qu’une cause potentielle d’appauvrissement de régions ou de pans de la population marginalisés. Ainsi, ce que nous appelons aujourd’hui la pauvreté est avant tout le résultat de ce clivage creusé au cours des deux derniers siècles.

Qui plus est, il ne faut pas croire que les technologies n’apportèrent que des conséquences positives pour ceux qui y eurent et ont accès. Si le tape-à-l’œil de certains gadgets encourage les bilans positifs et la confiance dans l’avenir, certaines avancées technologiques moins polluantes et dommageables pour la santé des humains et des écosystèmes tardent à se concrétiser.

Les grandes innovations technologiques furent motivées et rendues possibles par le développement de l’économie, l’exploitation des ressources et la création de marchés partout dans le

monde. Si les trois premiers cycles de croissance définis par Schumpeter – machine à vapeur, transport ferroviaire, électricité – furent largement orientés par l'intérêt des États, les deux derniers furent le fruit d'une imbrication de plus en plus complexe des entreprises multinationales et du système financier. Les technologies comportent ainsi une dimension institutionnelle en sus des dimensions technoscientifique, sociale et environnementale. Les innovations technoscientifiques sont intimement liées à l'exploitation de nouveaux marchés et au comportement des consommateurs fortunés. Le sort des milliards d'individus qui vivent sous le seuil de pauvreté et dont l'amélioration des conditions de vie est partie intégrante d'un développement durable demeure souvent négligé. D'où la nécessité d'investissements publics et l'application de nouvelles technologies répondant aux exigences du développement durable. Cette considération s'inscrit dans le slogan qui guide les ODD: «Ne laisser personne derrière».

Nous vivons actuellement une nouvelle révolution dont la vitesse dépasse toutes les précédentes. L'ensemble de technologies que nous regroupons sous l'appellation d'intelligence artificielle (IA) transforment déjà de nombreux secteurs de la société, du marché du travail à la santé, en passant par la production culturelle. Son modèle d'affaires se développe sans aucun contrôle des États et semble reproduire les recettes parfaites pour accélérer le recul des droits de l'homme et l'épuisement des ressources⁵. Face à ces nouveaux risques, des chercheurs proposent des solutions de remplacement. C'est le cas de Yoshua Bengio, pionnier canadien de l'intelligence artificielle, qui a lancé une nouvelle organisation à but non lucratif qui veut développer des systèmes d'IA pour mieux comprendre les risques de ces technologies et essayer de les éviter.

Alors que certaines technologies risquent d'accélérer les crises, d'autres solutions technoscientifiques, comme la capture de carbone ou les énergies renouvelables, se développent pour tenter de résoudre les problèmes environnementaux. Ces efforts ne sont pas négligeables dans la sortie de crise. Toutefois, la

5. Hao, 2025

contribution de ces solutions technologiques consiste, au mieux, à amoindrir la pression sur les écosystèmes et les cycles biogéochimiques, sans éliminer totalement les conséquences irréversibles causées par l’industrialisation, telles que les changements climatiques et la perte de biodiversité. Il faut aussi considérer que certaines solutions technologiques existent depuis longtemps, par exemple pour réduire la pollution atmosphérique ou pour le traitement des eaux usées, sans que tous les usagers puissent y avoir accès, faute de moyens techniques ou économiques. D’où l’importance du transfert de connaissances et de la coopération technique et scientifique promue dans le cadre des ODD.

Ainsi, afin que le développement durable tire pleinement profit du développement technologique, il est impératif de tirer les leçons des grandes transformations technologiques du passé, notamment en créant des dispositifs institutionnels adéquats afin d’appliquer le principe de précaution et d’orienter les nouvelles technologies vers le bien commun plutôt que vers l’accumulation de richesse. Le nouveau Pacte pour l’avenir, adopté par les Nations unies en 2024, comprend l’objectif de « renforcer la gouvernance internationale de l’intelligence artificielle pour le bien de l’humanité ». Une vigilance active de la part des utilisateurs et utilisatrices ainsi que des interventions déterminées de la part des États pour encadrer les futurs déploiements technologiques sont nécessaires si nous voulons en éviter les pires dérives.

Consommation

Notre consommation de produits et de services de toutes sortes a des répercussions sur l’exploitation des ressources et de la création de déchets. Dans le cas des ressources renouvelables, leur consommation peut être durable, dans la mesure où elle n’excède pas leur taux de renouvellement. Par exemple, si la consommation de bois dépasse le taux de renouvellement d’une forêt, celle-ci est appelée à disparaître. Considérant que, au-delà des avancées permises par les nouvelles technologies, les limites environnementales nous empêchent d’accroître indéfiniment l’exploitation des ressources, la question des modes de consommation se pose

nécessairement et, en particulier, celle de la surconsommation des pays industrialisés. Le rapport Brundtland l'affirmait clairement: «Un niveau supérieur au minimum vital serait envisageable à la seule condition que les modes de consommation tiennent compte des possibilités à long terme. Or, nombre d'entre nous vivent au-dessus des moyens écologiques de la planète, notamment en ce qui concerne notre consommation d'énergie. La notion de besoins est certes socialement et culturellement déterminée; pour assurer un développement durable, il faut toutefois promouvoir des valeurs qui faciliteront un type de consommation dans les limites du possible écologique et auquel chacun peut raisonnablement prétendre⁶.»

Avec une population qui ne cesse d'augmenter, sachant que le développement durable implique la satisfaction des besoins minimaux de tous et que les technologies qui sous-tendent l'économie actuelle ne permettent pas de respecter les limites de la planète, il devient impératif de promouvoir des modes de production et de consommation plus durables. Or, les réponses officielles à la remise en question des modes de consommation se sont fait attendre. Alors que de nombreuses initiatives citoyennes existent au moins depuis les années 1970, ce n'est qu'en 2012, lors de la Conférence de Rio+20, qu'un programme visant les modes de consommation et de production durables a vu le jour, après neuf années de négociations. Il s'agit du Cadre décennal de programmation concernant les modes de consommation et de production durables, qui vise à soutenir les politiques et les initiatives régionales et nationales afin d'accélérer le passage à des modes de consommation et de production durables⁷. La réalisation de ce cadre, sous la responsabilité du One Planet Network du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE)⁸, constitue une des cibles de l'ODD 12, objectif consacré spécifiquement à l'établissement de modes de production et de consommation durables.

6. CMED, *op. cit.*, p. 41.

7. ONU, 2012.

8. <https://www.unep.org/topics/finance-and-economic-transformations/scp-and-circularity/10yfp-one-planet-network>

Ce retard pourrait s’expliquer par la difficulté à prendre du recul par rapport aux comportements de consommation, dans la mesure où ceux-ci constituent un pivot stratégique de notre société moderne que l’on qualifie justement de société de consommation.

Les comportements individuels et les pratiques collectives de consommation des êtres humains dépendent d’un grand nombre de facteurs sociaux et culturels. L’économiste Fred Hirsch décrivait en 1976 les mécanismes de la différenciation sociale comme les principaux moteurs de la consommation⁹. Au-delà de la satisfaction des besoins essentiels, disait Hirsch, l’individu de notre société industrielle oriente sa consommation vers les « biens positionnels », c’est-à-dire ceux qui permettent au détenteur de se démarquer de ceux qui ne les ont pas. Au-delà d’un certain seuil, ces biens ne répondent plus à des besoins naturels, mais au seul besoin de distinction, et ils sont produits et recréés à l’infini par l’industrie. C’est ce qui caractérise la société de consommation que Walt W. Rostow donnait comme modèle et ultime étape de la société. De plus, la consommation constitue le moteur de l’économie dans laquelle nous vivons. Si le développement durable veut nous amener à formuler d’autres modèles de consommation et de production, il nous faut tenir compte de la complexité des mécanismes sociaux et psychologiques qui les sous-tendent.

Le rapport Brundtland comprenait déjà une analyse des enjeux liés à la consommation des ressources. Les auteurs enjoignaient aux pays industrialisés de fabriquer des produits moins gourmands en énergie et en matériaux et aux pays en développement, de répondre aux besoins essentiels de tous leurs habitants. Ils s’inquiétaient de la surconsommation de l’eau et de certaines ressources halieutiques et constataient l’existence d’une limite à la possibilité de nourrir adéquatement toujours plus de personnes. Ils calculaient que la capacité de production végétale de la Terre pourrait fournir un apport alimentaire suffisant à entre 7,5 et

9. F. Hirsch, 1976.

11 milliards de personnes. Les auteurs précisaient que cela exigeait de « modifier les habitudes alimentaires et, aussi, d'améliorer considérablement l'efficacité de l'agriculture traditionnelle¹⁰ ».

Ainsi, le défi de nourrir adéquatement la population mondiale est plus complexe que la simple corrélation entre la capacité de production mondiale et la satisfaction des besoins nutritionnels de base. C'est sur cet enjeu que se concentre l'objectif 2 des ODD, qui vise à éliminer la faim, améliorer la nutrition et promouvoir l'agriculture durable, en ciblant les problèmes de productivité et d'accès aux ressources et aux aliments. Le défi de l'alimentation s'est aggravé dans les dernières années à l'échelle mondiale, mais pas de même manière partout. Dans certains pays, notamment affectés par les guerres, la sous-alimentation et les famines demeurent un problème, alors qu'au niveau mondial le nombre d'adultes obèses a plus que doublé depuis 1990, et le nombre d'adolescentes et adolescents obèses a été multiplié par quatre¹¹. Les problèmes de malnutrition à l'échelle mondiale se manifestent aujourd'hui sous deux formes interdépendantes : la sous-nutrition, qui touche encore des centaines de millions de personnes privées d'un accès suffisant à une alimentation nutritive, et la surnutrition, marquée par la surconsommation d'aliments ultratransformés riches en sucres, graisses et sel, responsables d'obésité et de maladies chroniques. Ces deux réalités traduisent des inégalités profondes dans les systèmes alimentaires mondiaux et soulignent l'importance de l'ODD 12 (Consommation et production responsables). En favorisant des modes de production durables et une consommation plus équilibrée, cet objectif vise à réduire le gaspillage, améliorer la sécurité alimentaire et promouvoir des régimes à la fois sains et respectueux des ressources de la planète¹².

Le bon fonctionnement des marchés alimentaires est un facteur crucial pour améliorer l'accès à l'alimentation, étant donné que la production alimentaire répond à la demande solvable, c'est-à-dire à la capacité d'achat. La réponse aux besoins de

10. CMED, *op. cit.*, p. 308.

11. OMS, 2025.

12. Bodirsky et collab., 2020.

milliers de personnes qui n’ont pas les ressources financières pour se procurer les produits dans le marché, ou pour les produire eux-mêmes, était mentionnée comme le principal problème de sécurité alimentaire dès les années 1990¹³. C’est ainsi que la cible 2b vise à « adopter des mesures visant à assurer le bon fonctionnement des marchés de denrées alimentaires et de produits dérivés [...] ». En complément, l’ODD 12 cible la réduction du gaspillage alimentaire.

Depuis le rapport de la CMED, on connaît l’importance de modifier le modèle de consommation de produits manufacturiers, d’encourager la prise de conscience des consommateurs et de renforcer les mesures d’étiquetage de produits contenant des ingrédients potentiellement nuisibles pour la santé ou l’environnement. En ce qui concerne les déchets, le rapport Brundtland formulait aussi de nombreuses recommandations de contrôle de la pollution et d’amélioration de la gestion des résidus solides, en s’inquiétant particulièrement du sort des océans, ultimes récepteurs des déchets¹⁴. Il soulignait aussi le fait que la valeur des déchets était largement sous-estimée. « En favorisant la récupération, le réemploi ou le recyclage de matériaux, on peut restreindre le problème des déchets solides, stimuler l’emploi et faire des économies de matières premières. Le compostage peut servir à l’agriculture urbaine. Si une municipalité n’a pas les moyens nécessaires pour enlever régulièrement les ordures ménagères, elle peut apporter son appui à des systèmes mis en place par les communautés. Dans de nombreuses villes, ce sont véritablement des milliers de personnes qui gagnent déjà leur vie en triant à la main les déchets dans les décharges municipales. Investir dans une usine de recyclage automatique exigeant des capitaux plus importants pourrait aller doublement à l’encontre de l’effet recherché, si une telle usine absorbe inutilement des capitaux rares et si elle supprime les moyens de vivre de nombreuses personnes¹⁵. »

13. FAO, 1995.

14. CMED, *op. cit.*, p. 214.

15. *Ibid.*, p. 208.

Dans le Programme 2030, nous avons des cibles sur l'efficacité dans l'utilisation des ressources naturelles, les pratiques de production durable et la gestion efficace des matières résiduelles, tant dans l'ODD 12 que dans l'ODD 11, sur les villes durables.

Ces quelques exemples rappellent que l'efficacité des stratégies dépend de leur capacité de tenir compte des nombreux facteurs en jeu, ainsi que de leurs interrelations. En 2010, on constatait que des technologies de plus en plus efficaces en matière d'utilisation des ressources et de l'énergie s'étaient traduites par une diminution notable dans l'utilisation de matières et d'énergie par unité produite dans les pays industrialisés¹⁶. Cependant, cette amélioration n'a pas donné lieu à une réduction dans la consommation totale de ressources, puisque les deux autres variables, la population et la consommation par habitant, continuent de croître.

En prévision de l'augmentation de la population, une certaine augmentation de la production et de la consommation mondiales est nécessaire afin de répondre aux besoins non couverts d'une grande partie de la population mondiale. On utilise le terme « convergence » pour illustrer cet objectif d'augmentation de la consommation des secteurs les plus démunis, afin de répondre à des besoins qu'on considère comme socialement légitimes. Mais qu'en est-il des autres besoins? Si ce que Fred Hirsch nous dit est vrai, il faudrait modifier les mécanismes qui nous poussent à consommer des « biens positionnels », si l'on veut orienter la population mondiale vers des modes de consommation durables. En somme, l'objectif du développement durable est de réaliser cette convergence tout en réduisant l'empreinte écologique de l'ensemble de l'humanité. C'est ce qu'on appelle le découplage. Il existe une variété de stratégies pour atteindre cet objectif et elles se distinguent par leur appréciation des facteurs qui influencent population, consommation et technologie, ainsi que leurs interrelations.

16. UNDESA, Organisation des Nations unies, 2010.

L'économie en transition

Le mode de production économique hérité de la révolution industrielle se développe en trois étapes linéaires : extraire, produire et jeter. Les fournisseurs de ressources extraient et rendent disponibles la matière première et l'énergie ; les entreprises fabriquent et commercialisent des produits dédiés à la consommation ; les utilisateurs acquièrent ces produits et les jettent à la fin de leur vie utile. Cela explique que moult déchets contiennent des matières réutilisables de qualité identique à celles qui sont commercialisées par les fournisseurs de ressources.

Prenons le cas des métaux. Leur potentiel de récupération et de recyclage est très élevé, tant leur dégradation par usure et oxydation est lente. Bien que certains soient exploités sous forme d'alliages plus ou moins complexes et parfois coûteux à recycler, d'autres sont majoritairement utilisés sous leur forme élémentaire, notamment le cuivre, l'or, le plomb, le platine, le palladium et le rhodium. Or, l'économie linéaire n'a même pas su tirer profit du cuivre présent dans les objets rendus à leur fin de vie¹⁷. Des 164 millions de tonnes de cuivre extraites de mines en Amérique du Nord au cours du xx^e siècle, on estime que seulement 45 % sont encore en usage, le reste est enfoui dans des dépotoirs (36 %) ou dispersé dans des résidus miniers (19 %). On voit bien que tout système basé sur la consommation plutôt que sur le meilleur rendement possible des matières premières entraîne des pertes importantes. Aujourd'hui, à l'exception de l'automobile, rares sont les industries qui atteignent un taux de récupération de 25 %.

L'analyse de cycle de vie ou la pensée cycle de vie est une méthode qui prend en compte toutes les relations (environnementales, économiques et sociales) propres à un produit ou à un service, tout au long de son cycle de vie, soit de l'extraction des matières premières jusqu'à leur élimination finale ; ce concept est aussi nommé « du berceau au tombeau ». Les décisions basées sur le cycle de vie offrent une vision globale et évitent ainsi les transferts de problèmes d'une étape du cycle de vie à une autre. L'objet

17. R.B. Gordon, M. Bertram et T.E. Graedel, 2006.

de l'analyse de cycle de vie est ainsi de réduire les effets socio-environnementaux négatifs associés à l'extraction, à la production, à l'utilisation et à la mise au rebut qui caractérisent l'économie linéaire. Cette analyse souscrit au concept d'écocoefficacité qui consiste à tirer le maximum de valeur d'un minimum de ressources, tout en engendrant un minimum de pollution¹⁸.

Les principes de « pollueur-payeur » et d'« utilisateur-payeur » sont bien reconnus en économie. Acceptés par les pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) depuis 1972, ils prévoient qu'une personne physique ou morale qui utilise une ressource naturelle ou pollue un milieu devrait couvrir les frais de renouvellement de cette ressource ou de restauration du milieu. Le concept d'externalité a été utilisé par les économistes de l'environnement pour introduire les problèmes de pollution dans les calculs économiques. Les gouvernements peuvent recourir à la taxation ou à la création de marchés, tel celui du carbone, afin d'internaliser les coûts de certaines activités, telles que la pollution, ou pour valoriser les biens et les services fournis par les écosystèmes. Malgré leur large reconnaissance, ces outils économiques ne sont pas appliqués de manière généralisée, ce qui s'explique en partie par la résistance et l'influence politique de certains secteurs de la société. Sans être une panacée, étant donné l'impossibilité de remplacer complètement la perte des écosystèmes par des compensations financières, une plus grande prise en compte dans l'économie serait un pas dans la bonne direction.

De manière plus systématique et fondamentale, des courants de pensée proposent une nouvelle vision des rapports économiques. Plusieurs peuvent être rattachés à l'économie écologique, une discipline plurielle qui s'intéresse aux relations entre les systèmes naturels, sociaux et économiques, en vue d'un meilleur bien-être humain et de la nature. Face à la spécialisation disciplinaire qui s'est installée au fil des siècles, l'économie écologique établit des liens entre les connaissances nécessaires pour résoudre les problèmes qui découlent des interactions entre les systèmes humains et naturels, afin de respecter leurs limites. Plusieurs

18. A. Bjørn et M.Z. Hauschild, 2012.

courants peuvent être associés à cette pluridiscipline, dont l'économie circulaire (écologie industrielle), la bioéconomie et l'économie stationnaire (*steady state economy*). Des efforts de transformation des systèmes de production et de sa mesure vers des systèmes plus faibles en émissions et plus efficaces dans l'utilisation des ressources et de l'énergie sont encouragés par les organisations internationales qui les regroupent sous la rubrique « économie verte ».

À titre d'exemple, l'économie circulaire met de l'avant un modèle économique où les ressources déjà extraites sont les matières premières du futur. Cette vision de l'économie pousse ainsi l'analyse de cycle de vie un cran plus loin, vers le concept du « berceau au berceau ». Un autre principe de base de l'économie circulaire est de ne pas taxer ce qui est souhaité. On évite ainsi de taxer les ressources renouvelables, y compris le travail humain (les salaires). Cela a pour effet de favoriser les secteurs des énergies renouvelables, de la réutilisation, du réemploi et du recyclage, ainsi que des services sociaux (soins de santé, soins aux personnes âgées, éducation, etc.). Dans une économie circulaire, les biens cheminent au sein de cycles, où l'on réutilise ce qui fonctionne, répare ce qui est brisé, réusine ce qui ne peut être réparé et recycle ce qui ne peut être réusiné, et ce, localement, pour éviter les coûts de transport. Ce modèle est aux antipodes de l'économie linéaire actuelle, basée sur l'extraction et la transformation des matières premières et où les matières recyclables sont envoyées à l'étranger pour profiter des salaires les plus bas, sans égard à la consommation énergétique. Considérant que 75 % de l'énergie pour produire un bien sert à l'extraction des matières premières et 25 % à sa fabrication, alors que 25 % du travail humain investi dans un produit sert à l'extraction et 75 % à sa fabrication, l'économie circulaire est un moyen efficace de réduire les émissions de GES et de créer des emplois.

Un produit durable est conçu pour être utilisé aussi longtemps que possible, puis réparé et réusiné et, éventuellement, recyclé. L'économie de la fonctionnalité préconise, autant que possible, la location ou le partage des produits durables, afin notamment de décourager les entreprises à commercialiser des produits dont la fin de vie utile est programmée de manière à en

forcer le remplacement le plus rapidement possible. Les 5 R de l'économie circulaire (réduire, réutiliser, réparer, réuser et recycler) n'ont d'ailleurs pas tous le même poids. Si l'accent est souvent porté sur le recyclage à la fin de la vie utile d'un objet, afin de ne pas perdre l'usage de ces matières, le recyclage a aussi un impact environnemental et il ne résout pas l'accroissement de la consommation. Par exemple, si un entrepreneur réussit à recycler tous les matériaux d'une maison, il pourra en reconstruire une de taille équivalente, mais pas deux. Or, dans un contexte d'augmentation de la population, bien que réutiliser, réparer et réuser permettent d'allonger la durée de vie des produits, il est également nécessaire de réduire le taux de consommation afin de restreindre les pressions sur les stocks et les flux de matières.

Ces approches et mécanismes font partie de la boîte à outils dont disposent les acteurs de la société pour bâtir des trajectoires vers la réalisation des ODD. Ces solutions se trouvent de manière implicite dans l'ODD 8 qui vise à « promouvoir une croissance économique soutenue, partagée et durable, le plein emploi productif et un travail décent pour tous ». Cet objectif rappelle que, pour répondre aux besoins essentiels des générations actuelles et futures, il est nécessaire de viser une croissance économique qui n'entraîne pas la dégradation de l'environnement (cible 8.4). Elles se trouvent également de manière indirecte dans l'ODD 12, dont le Cadre décennal de programmation concernant les modes de consommation s'appuie sur les principes de la Déclaration de Rio qui mentionne explicitement plusieurs d'entre eux.

Les mesures du bien-être et du progrès

Depuis ses débuts en tant que discipline, l'économie est associée à une vision du progrès, à un idéal vers lequel la société devrait tendre pour le bien-être ou le bonheur du plus grand nombre. D'ailleurs, Adam Smith, considéré comme le père de l'économie moderne, était connu de son vivant surtout pour ses œuvres traitant de philosophie morale. C'est sur la base de mesures économiques qu'on évalue et compare le progrès des sociétés, et la plupart des gouvernements orientent leurs politiques sur la foi

d’indicateurs économiques, voire d’un seul indicateur, la croissance économique mesurée par le produit intérieur brut (PIB). Considérant les efforts que la majeure partie de l’humanité a dû investir historiquement pour assurer sa survie matérielle, et les efforts qu’une grande part de l’humanité doit toujours fournir en ce sens, on peut comprendre ce fait historique. Or, notre qualité de vie ne repose pas simplement sur la consommation matérielle et, grâce à des modes de gestion éprouvés et aux technologies, une part croissante de la population vit au-delà de la survie matérielle. Face à ce constat émergent de nouvelles manières d’analyser les sociétés et d’orienter leur développement.

Une des premières approches pour élargir la mesure du développement au-delà du PIB se trouve dans les rapports sur le développement humain publiés par le PNUD dès les années 1990. Ces rapports utilisent comme mesure du progrès l’indice de développement humain (IDH) établi à partir des travaux d’une équipe d’économistes pilotée par le Prix Nobel d’économie Amartya Sen.

Cet indice comprend, en plus du revenu national, les transformations du revenu par habitant, de l’espérance de vie à la naissance et du taux de scolarisation et, depuis 1991, la liberté individuelle. L’IDH permet ainsi de mieux refléter le fait que la qualité de vie dépend de conditions qui ne sont pas la conséquence directe d’une croissance de la production économique au sein d’un pays. Soulignant l’importance des infrastructures et des services publics comme la santé et l’éducation, ainsi que la contribution des institutions publiques à une amélioration concrète de la qualité de vie dans un pays, cet indice porte une idée du progrès plus complexe et pluridimensionnelle que celle qui réduit le développement à la croissance du PIB. Après presque vingt-cinq ans d’améliorations de la méthode et de modifications permettant de tenir compte de différents facteurs, l’IDH a bien montré que le progrès et le développement dépassent nécessairement la croissance économique.

Plutôt que de définir un ensemble de besoins fondamentaux et universels (comme le font les approches des besoins présentées au chapitre 2), les travaux d’Amartya Sen proposent une gamme

de conditions qui lui semblent indispensables à la pleine réalisation des individus en société. Ces conditions, qu'il appelle « potentialités » (*capabilities* en anglais), constituent des espaces de liberté pour l'épanouissement du potentiel humain. Ce sont, par exemple, la santé, l'éducation, la participation politique, etc. Sen ne prétend pas établir une liste exhaustive et fermée, ce qui laisse à chaque pays la liberté d'établir ses propres priorités.

Des déclinaisons de cette approche proposent une liste plus détaillée et un seuil minimal de conditions nécessaires à la justice sociale afin de préciser le contenu du développement mondial. Ce dernier est alors compris comme apportant à tous les individus une vie valorisante et créative, où ils exploitent leur potentiel au fil d'une existence empreinte de sens, de dignité et d'équité¹⁹. Les ODD représentent un élément charnière dans la définition de ce seuil minimal autour duquel mobiliser les efforts collectifs mondiaux. Dans le processus de mise en œuvre national, il est prévu que chaque pays définisse ses priorités et adapte les indicateurs à son propre contexte social et culturel.

Parmi d'autres types d'approches permettant d'évaluer le progrès des sociétés, on trouve, par exemple, le bonheur national brut (BNB), un outil créé afin de mesurer la qualité de vie et le progrès social d'une façon plus holistique et humaine que le fait le PIB. Ce nouvel indicateur a été utilisé officiellement par le Bhoutan, où une commission du BNB était chargée de revoir les décisions politiques et d'allouer les ressources en conséquence.

Le champ de la comptabilité nationale évolue également devant les limites du PIB. Il découle du Système de comptabilité nationale, un cadre statistique adopté par les grandes organisations internationales (dont l'ONU, l'Organisation pour la coopération et le développement économiques et la Banque mondiale) pour suivre l'évolution de l'économie mondiale, l'analyser, puis prendre des décisions. En 2012, une nouvelle référence statistique internationale, le Système de comptabilité environnementale et économique (SCEE), a été adoptée et continue d'évoluer depuis.

19. M.C. Nussbaum, 2012.

Ce système vise à rendre compte des interrelations entre l’économie, l’environnement et la société, grâce à des statistiques et à des indicateurs clairs, concis et cohérents. On trouve parmi les indicateurs du SCEE le taux d’exploitation des ressources naturelles par les industries, les rejets atmosphériques et le taux d’utilisation de l’eau.

Un défi majeur de la mise en œuvre des ODD concerne l’effort de collecte de données et de production d’analyses fiables et comparables permettant d’évaluer adéquatement le niveau d’avancement de chaque pays vers les objectifs. C’est ce qu’on appelle « la révolution des données ». Le Pacte pour l’avenir prévoit « promouvoir des modèles de gouvernance des données qui soient responsables, équitables et interopérables²⁰ ». Une réflexion générale est en cours au sein de l’ONU depuis l’adoption des ODD, dont la cible 17.19 prévoit de « [...] tirer parti des initiatives existantes pour établir des indicateurs de progrès en matière de développement durable qui viendraient compléter le produit intérieur brut [...] » et le Pacte pour l’avenir prévoit l’élaboration d’« [...] un cadre permettant de mesurer les progrès accomplis en matière de développement durable qui viendra compléter le produit intérieur brut et prendre en compte d’autres paramètres ».

Ces réflexions pourraient s’appuyer sur des propositions de visions différentes du progrès qui tiennent compte des aspirations de l’individu au-delà de la consommation et du marché. Certains auteurs ont formulé des principes et des valeurs qui peuvent se traduire en objectifs ou bien servir de critères pour évaluer des stratégies. Ces principes pourraient être formulés ainsi²¹ :

- Réviser la place réservée à la croissance économique dans la conception du progrès de la société;
- Reconnaître le pluralisme d’acteurs, de visions, de solutions;

20. ONU, 2024.

21. C. Comélieu, 2006.

- Hiérarchiser les composantes systémiques du progrès en respectant les limites biogéochimiques de la Terre, et choisir en conséquence les rapports entre les dimensions écosystémiques, sociales, culturelles et économiques du progrès.

Ces principes s'inscrivent dans les valeurs de liberté, de responsabilité, de solidarité et de transcendance, cette dernière référant à la reconnaissance d'une dimension humaine au-delà des besoins matériels. Ils permettent de reconnaître la diversité des valeurs qui sous-tendent les conceptions du progrès et de souligner, avant tout, que plus n'équivaut pas à mieux.

Dans la même veine, des experts de l'économie écologique réunis par le Département des affaires économiques et sociales des Nations unies soulignent que la transition vers une « économie dans la société dans la nature » requiert trois changements profonds et fondamentaux :

- Adopter une vision du monde qui reconnaît que l'on vit sur une planète finie et qu'un bien-être viable repose sur autre chose que la consommation matérielle ;
- Remplacer l'objectif actuel de croissance illimitée par des objectifs de suffisance matérielle, de distribution équitable et de bien-être humain viable ;
- Redéfinir complètement l'économie mondiale afin qu'elle préserve les systèmes naturels essentiels à la vie et au bien-être, tout en équilibrant les capitaux naturel, social, humain et bâti²².

Dessiner notre empreinte future

Le caractère mondial des activités humaines et leurs répercussions planétaires nous obligent à tenir compte de l'échelle mondiale des tendances en cours. Or, nous avons vu comment

22. R. Costanza, G. Alperovitz, H.E. Daly, J. Farley, C. Franco, T. Jackson, I. Kubiszewski, J. Schor et P. Victor, 2012.

celles-ci sont reliées aux comportements individuels des huit milliards d’humains qui habitent aujourd’hui la planète et dont la conduite est façonnée, autant par leurs valeurs, croyances et émotions, que par des institutions politiques, économiques et sociales dans lesquelles ils évoluent. En tant que projet de société, le développement durable suppose une vision du futur souhaité et des changements dans les actions afin d’emprunter de nouvelles trajectoires. Il est ainsi reconnu que les défis qui nous attendent ne peuvent être relevés qu’en joignant les forces de tous les acteurs de la société, à tous les échelons de décision. Étant donné que la diversité culturelle et la liberté de choix des collectivités humaines sont des principes du développement durable, il ne s’agit pas d’avoir un projet de société unique et homogène pour tous. Il demeure cependant nécessaire de s’accorder sur des éléments communs afin de coordonner nos efforts et qu’ils se traduisent en résultats tangibles.

Mais comment s’y retrouver parmi les nombreuses initiatives, qui se réclament toutes porteuses de développement durable, bien qu’elles proviennent d’acteurs différents et soient guidées par des motivations différentes, parfois même opposées? Est-il possible d’avancer dans la direction souhaitée par ce genre d’actions alors que la vision d’ensemble n’est pas définie de manière consensuelle? Ce sont des questions délicates et nous ne prétendons pas leur apporter de réponses définitives. Nous proposons cependant ici une démarche de réflexion qui répond au caractère à la fois extrêmement complexe et urgent des défis que nous devons relever.

En tant que cheminement collectif tendant vers un but, le développement durable commande de la stratégie. Cette attitude doit respecter certaines conditions :

- La première consiste à bien connaître le fonctionnement du système. Cela implique d’utiliser les informations scientifiques afin de les intégrer sous forme de connaissances individuelles et collectives. Cela requiert aussi de comprendre et de s’appropriier le fonctionnement des institutions politiques, sociales et économiques.

- La deuxième condition est de définir une vision commune, d'où l'importance de la délibération démocratique. La concrétisation de cette vision reste cependant incertaine, a fortiori dans un contexte où nous ne pouvons pas contrôler, mais, au mieux, influencer le résultat. La réflexion sur les principes et les valeurs qui orientent la vision d'avenir de la société reste cependant une partie essentielle des débats sur un développement durable qu'il ne faut pas perdre de vue.
- En troisième lieu, il est important de définir les lignes directrices. C'est alors que des cibles et des indicateurs entrent en jeu.
- La quatrième condition consiste à passer à l'action, à différents niveaux. Nous savons que de nombreuses réalisations sont en cours à diverses échelles.
- Le dernier point consiste à se doter de moyens pour passer à l'action, changer nos manières de faire, suivre les résultats de ces changements, modifier nos actions en conséquence, et ainsi de suite²³.

Inscrits dans cette démarche stratégique, les ODD offrent à tous les acteurs de la société un référentiel commun pour orienter leurs actions. Depuis 2015, les pays sont invités chaque année à présenter des rapports volontaires sur leur niveau d'avancement dans la mise en œuvre des ODD lors du Forum politique de haut niveau. Ces rapports nationaux volontaires ont été présentés par la plupart des pays du monde²⁴, dont certains l'ont fait deux ou trois fois, et des centaines de gouvernements locaux ont suivi cette voie pour produire également des rapports locaux volontaires.

En complément de cet effort, une équipe de chercheurs pilotée par le Réseau des solutions pour le développement durable (Sustainable development solution network – SDSN) rédige annuellement un rapport qui permet de classer tous les pays

23. Alliance for strategic sustainable development, 2012.

24. Jusqu'en 2025, 190 des 193 pays membres des Nations unies ont présenté des rapports nationaux, sauf Haïti, le Myanmar et les États-Unis.

selon leur performance par rapport aux 17 ODD²⁵. Ce rapport comprend également un calcul des effets indirects (*spillover*) causés par les modes de production et de consommation de chaque pays sur la performance des autres. Par ce calcul, le rapport cherche à chiffrer précisément les retombées négatives liées au commerce et aux règles financières et invite à explorer les leviers politiques et réglementaires susceptibles de contribuer à limiter les impacts environnementaux et sociaux négatifs des chaînes d’approvisionnement internationales. Le classement mesure également l’engagement des pays envers le multilatéralisme de l’ONU.

Après dix ans de mise en œuvre, les rapports nous indiquent que, si la tendance se poursuit, uniquement 17 % des cibles prévues pour 2030 pourront être atteintes. Toutefois, la plupart des pays maintiennent leur engagement et travaillent à bâtir de nouvelles règles pour une collaboration multilatérale capable de répondre aux nouveaux équilibres de pouvoir et aux défis du XXI^e siècle. Parmi ces défis, le rapport de 2025 soulève l’urgence de réformer le système mondial pour assurer le financement des biens publics mondiaux, comme la protection des océans et la réponse à la crise du plastique, et rappelle l’importance d’assurer la paix et la coopération multilatérale comme conditions de possibilité pour la réalisation de tous les ODD.

25. Les rapports se trouvent sur le site de SDSN : <https://sdgtransformationcenter.org/>.

Chapitre 7

Les voies du changement

Objectif Montrer comment les changements nécessaires à la transition socioécologique peuvent émerger de l'ensemble des sphères qui constituent « l'acteur collectif »	
Questionnements	Notions associées
Pourquoi les individus n'agissent-ils pas toujours rationnellement?	Biais cognitifs
Comment orienter les comportements sans contraindre les libertés?	<i>Nudges</i> (coups de pouce) Représentations sociales Marketing social
Comment se transforment les routines quotidiennes?	Rôles sociaux Moments de bascule : déménagement, parentalité Communautés de pratique
Quels leviers existent pour changer durablement les pratiques?	Quels leviers existent pour changer durablement les pratiques?
Quels sont les leviers des transformations institutionnelles?	Leadership, lobbyisme, mobilisation citoyenne, structures organisationnelles, bureaucraties, réformes, participation publique
Comment transformer les valeurs collectives héritées (ex. : individualisme, productivisme)?	Remise en question de l'héritage des Lumières Développement de la pensée critique Réflexion philosophique
Quels outils pour penser l'avenir ensemble?	ODD, Agenda 21, prospective Planification stratégique Intelligence collective Partenariats Socialisation

Après avoir étudié la trame historique et philosophique du développement durable, les phénomènes biogéochimiques qui sous-tendent les problèmes environnementaux actuels, ainsi que les objectifs de développement durable dont l'humanité s'est dotée pour tenter de surmonter les défis qui s'imposent de façon toujours croissante, une chose devrait maintenant nous apparaître de manière évidente : la question du « changement » s'impose comme un incontournable dans le domaine du développement durable. Le développement durable fait effectivement appel à des transformations nécessaires pour lesquels la société globale est appelée à agir, pour la première fois, de manière éclairée et active dans le contrôle de ces transformations. Même s'il s'agit d'un énorme défi, nous disposons de certains outils pour mieux comprendre les mécanismes à l'œuvre.

Les sciences sociales, dans toute leur diversité (l'économie, la sociologie, l'anthropologie, la psychologie, etc.), tentent très souvent d'expliquer autant la stabilité que le changement dans les affaires humaines. Il s'agit de l'éternel débat « acteur versus structures » où, lorsqu'il s'agit de faciliter le changement social, la question est : est-il préférable de s'adresser directement aux personnes elles-mêmes (ces « personnes » pouvant être conceptualisées, alternativement, comme des individus, des citoyens, ou des consommateurs) pour les convaincre de changer leurs comportements ? Ou, au contraire, est-il mieux d'envisager le changement des structures qui encadrent et guident si souvent les actions des individus ? Les grandes lignes de ce débat qui, soulignons-le, est quasi fondateur dans ce domaine, se présentent souvent comme une question du genre « à quoi bon tenter de convaincre les individus de consommer des produits locaux quand on sait que plus de 70 % des émissions mondiales de CO₂ sont attribuées à seulement 78 entreprises ?¹ » Certainement, dans le débat « acteur versus structures », ce type d'argument met de l'avant le besoin d'établir des mécanismes plus structurels, par exemple par la législation des entreprises, pour encourager le changement des pratiques.

1. Carbon Major Database, 2024.

À l'autre bout du spectre, l'argument défendu par les partisans d'approches mettant de l'avant le potentiel des actions et des choix individuels, comme façon de contribuer au changement des pratiques, est visible dans la légende du colibri. La légende du colibri est un conte autochtone raconté par Pierre Rabhi, qui est l'initiateur du Mouvement Colibris² :

Un jour, dit la légende, il y eut un immense incendie de forêt. Tous les animaux terrifiés, atterrés, observaient impuissants le désastre. Seul le petit colibri s'activait, allant chercher quelques gouttes avec son bec pour les jeter sur le feu. Après un moment, le tatou, agacé par cette agitation dérisoire, lui dit : « Colibri ! Tu n'es pas fou ? Ce n'est pas avec ces gouttes d'eau que tu vas éteindre le feu ! »

Et le colibri, sans perdre un instant, lui répondit : « Je le sais, mais je fais ma part. »

Pour surmonter le dualisme de l'acteur versus la structure dans la détermination des facteurs qui peuvent mener aux changements nécessaires à la transition écologique, il est intéressant de considérer le concept d'« acteur collectif » (figure 7).

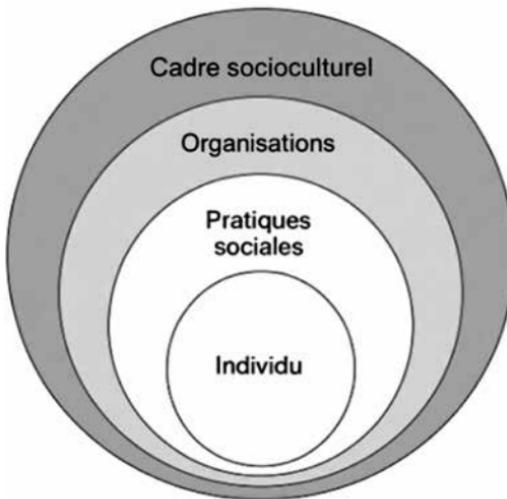


FIGURE 7. L'acteur collectif

2. <https://www.colibris-lemouvement.org/>.

Essentiellement, ce concept met de l'avant l'idée que les individus et les structures ne sont pas dans une relation d'opposition mais, plutôt, dans une relation dialectique dans laquelle les deux éléments se complètent et se réalisent mutuellement. Par exemple, le choix individuel d'acheter une maison en banlieue est souvent lié au désir d'être un « bon parent ». La pratique d'habiter en banlieue, en revanche, découle elle-même de plusieurs travaux d'expansions urbaines qui se sont déployés en parallèle à la démocratisation de l'accès à la voiture individuelle au sein des pays industrialisés au milieu du xx^e siècle. Mais cette expansion urbaine vers les banlieues est elle-même liée à une révision profonde des modes de vie plus traditionnels, eux-mêmes davantage orientés autour de la dichotomie « villes / ruralité ». Ce choix est de plus influencé par des cadres socioculturels très larges, comme l'idée que la campagne est « pauvre » ou que la ville est « sale », mais que les banlieues sont « riches et propres », donc se présentent comme un lieu favorable pour élever une famille. Or, cette interprétation de la réalité ne peut exister en dehors de la tête, du cœur et des actions des individus. D'où l'aspect dialectique de la chose.

Ce chapitre est structuré autour de cette notion « d'acteur collectif ». Chaque section propose des concepts essentiels pour saisir les moteurs de changement inhérents aux différentes « couches » formant l'acteur collectif (individuelle, pratiques sociales, organisationnelles, cadre socioculturel), de même que des pistes d'actions concrètes pour passer à l'action.

Le changement des comportements individuels

Le mouvement environnemental a longtemps mis l'accent sur des changements des comportements individuels, comme le recyclage et l'évitement de la voiture. Si ces propositions ont souvent sensibilisé le public, force est de constater qu'ils n'ont pas réussi à générer le niveau de changement nécessaire. Cela dit, la considération de la sphère individuelle reste essentielle pour

quiconque souhaite contribuer activement à la transition socio-écologique. La question sur la meilleure façon d'atteindre cet objectif reste toutefois entière.

Au cours des dernières années, les approches qui favorisent la modification des comportements individuels ont graduellement changé de cibles. Il n'y a pas si longtemps, la tendance était encore de tenter de convaincre les personnes, souvent à grands coups d'arguments rationnels, de changer leurs comportements. Selon le cas, le discours adopté concernait la question du vivre-ensemble, visant l'individu en tant que citoyen, ou bien une perspective économique considérant l'individu en tant que consommateur. Aujourd'hui, les efforts se concentrent davantage sur l'amélioration de la compréhension des facteurs moins rationnels qui poussent les individus à agir d'une façon ou d'une autre. Dans cette section, cette nouvelle façon d'appréhender le changement individuel est présentée par la mobilisation de deux grands concepts : les biais cognitifs et les représentations sociales.

Les biais cognitifs

Plusieurs personnes pensent que le fait de voyager en avion est plus dangereux que de voyager en voiture, même si les statistiques n'appuient pas cette croyance. Cela est dû en partie à ce qu'on appelle le « biais de disponibilité », qui repose sur l'idée que, si l'on se souvient d'une chose, c'est qu'elle doit être importante. Puisque les écrasements d'avions, bien qu'ils soient peu fréquents, tendent à marquer l'imaginaire des gens, cela se prête à l'activation du biais de disponibilité.

Le concept de biais cognitif est utile lorsqu'il est question d'expliquer pourquoi les individus pensent et agissent comme ils le font. Le concept de biais cognitif provient de la discipline de la psychologie sociale et désigne des raccourcis mentaux qui servent, d'abord et avant tout, à traiter l'information de manière efficace. Ces biais inconscients conduisent souvent à des perceptions et à des raisonnements que l'on pourrait qualifier d'irrationnels, dans le sens qu'ils ne découlent pas d'un raisonnement logique, car

l'esprit privilégié souvent la rapidité à la précision³. Des centaines de biais cognitifs ont été répertoriés⁴, dont les effets sont, dans une très large mesure, inévitables, mais également prévisibles. Parmi les exemples les plus connus, citons le biais de « désirabilité sociale » et le biais de « statu quo ». Le premier fait référence à la tendance à se présenter de façon favorable devant d'autres individus en fonction de certaines normes sociales établies. Le second désigne notre résistance exagérée au changement et notre préférence pour rester dans notre état initial, plutôt que de s'en écarter. Étudiés en psychologie et en économie comportementale, les biais cognitifs mettent en évidence les limites inhérentes au traitement de l'information par l'être humain, ainsi que leur rôle fonctionnel dans la gestion de la complexité.

Si les biais cognitifs permettent souvent d'expliquer pourquoi les individus agissent comme ils le font, ces derniers peuvent également être mobilisés pour favoriser les comportements durables. Pour ce faire, il est possible d'introduire des modifications actives de ce qu'on appelle « l'environnement des choix ». Il existe une technique pour introduire ce type de modification. Elle porte un nom bien spécifique en anglais, les *nudges*, que nous appelons dans cet ouvrage les « coups de pouce ».

Première stratégie d'action: les coups de pouce

Un coup de pouce désigne une modification active, mais non coercitive, de l'environnement des choix destinée à orienter les individus vers de « bons⁵ » choix (par exemple, ceux qui sont favorables à la santé ou plus respectueux de l'environnement), sans restreindre leur liberté de choisir. Enracinés dans l'économie comportementale, les coups de pouce exploitent les biais cognitifs pour rendre les actions durables plus accessibles, plus saillantes ou plus normatives sur le plan social⁶. Des exemples de

3. Kahneman, 2011.

4. Buster, 2020.

5. Il est nécessaire de remettre en question en amont la légitimité de définir le « bon » choix pour tous (voir Engelen, 2019).

6. Thaler et Sunstein, 2008.

coups de pouce incluent le fait de présélectionner l'option de compensation des émissions de gaz à effet de serre liées à un trajet lors de l'achat d'un billet d'avion en ligne (activant ainsi le biais de statu quo), ou alors d'ajouter aux factures d'énergie de l'information montrant la consommation des voisins pour activer les biais qui exploitent l'influence normative. Alternativement, le fait de placer des repas à base de plantes comme première option dans les cafétérias exploite le biais de commodité, tandis que les étiquettes d'énergie (ex : EnerGuide et Energy Star) activent les biais cognitifs qui nous aident à gérer de l'information complexe.

En modifiant l'architecture du choix, par exemple en simplifiant les décisions ou en présentant les options comme des pertes ou des gains, les incitations facilitent le passage à l'action en comblant le fossé entre les intentions et les actions souhaitées. Contrairement aux mandats ou aux incitations financières, les coups de pouce fonctionnent grâce à des déclencheurs psychologiques, faisant de la durabilité le « chemin de moindre résistance », tout en préservant l'autonomie.

Les représentations sociales

Dans les sociétés occidentales, l'entomophagie – c'est-à-dire la consommation d'insectes à des fins alimentaires – génère souvent une réaction de dégoût chez les gens, même si plusieurs insectes sont parfaitement comestibles et souvent très nutritifs. Les insectes sont, d'ailleurs, consommés de façon courante dans plusieurs cultures, et les personnes qui les consomment ne partagent manifestement pas le dégoût des Occidentaux face un tel aliment⁷. Comment expliquer ce phénomène et ces disparités? Une piste intéressante à considérer est l'idée qu'il existe, sur cette planète, différentes représentations sociales liées à la consommation d'insectes à des fins alimentaires.

7. Sogari et collab., 2023.

Denise Jodelet définit les représentations sociales comme « une forme de savoir pratique reliant un objet à un sujet⁸ ». La représentation sociale se présente alors comme une forme de savoir particulière – distincte, par exemple, de la connaissance scientifique – qui implique une modélisation et une symbolisation de l'objet dans divers supports linguistiques, par exemple par le langage visuel, parlé ou écrit. Les représentations sociales sont très fortement reliées aux actions des individus. En effet, lorsqu'elles sont prises ensemble et en relation avec un objet, les représentations sociales donnent lieu à la production de filtres par lesquels la réalité est appréhendée de façon plus ou moins instinctive. En fait, ce qui est à l'œuvre dans les représentations sociales, c'est un véritable « métasystème constitué par des régulations sociales faisant intervenir les modèles, les croyances déjà établies, les normes et les valeurs du groupe. Ce métasystème canalise, modifie, oriente, en un mot, dirige les opérations cognitives⁹ ». C'est donc le caractère pratique, c'est-à-dire orienté vers l'action, qui définit surtout les représentations sociales et qui leur confère leur force.

Étant donné que les représentations sociales sont des « versions de la réalité qu'incarnent des images ou que condensent des mots¹⁰ », le domaine de la communication est particulièrement bien placé pour influencer les représentations sociales des individus d'une façon ou d'une autre. Si vous vous êtes déjà demandé pourquoi les entreprises dépensent tant d'argent en publicité et en marketing, c'est parce qu'elles savent que la mise en scène d'une constellation de valeurs, d'émotions, de normes et de tout autre attribut désirable en relation avec leurs produits, augmente la chance qu'ils seront achetés. Il est donc envisageable d'appliquer les leçons du marketing traditionnel aux comportements écoresponsables. À ce niveau, la discipline du marketing social a certainement des stratégies intéressantes à partager.

8. Jodelet, 2003.

9. Guimelli, 1999, p. 64.

10. Jodelet, 2003.

Deuxième stratégie d'action: le marketing social

La discipline du marketing, qu'elle soit traditionnelle ou orientée vers les bénéfices socioenvironnementaux, exploite stratégiquement les représentations sociales et les biais cognitifs pour influencer le comportement des consommateurs en alignant les produits sur des perceptions et des raccourcis mentaux culturellement ancrés¹¹. Par exemple, les études prouvent que les consommateurs ont une forte tendance à adopter les tendances adoptées par leurs pairs, ce qui met en évidence l'influence des normes sociales. Le biais d'autorité, en revanche, se base sur l'autorité et l'approbation d'experts ou les partenariats avec des célébrités pour renforcer la crédibilité. Le biais de confirmation est renforcé par des témoignages et des critiques qui valident des croyances pré-existantes, activant par le fait même les normes sociales entourant un produit ou un comportement. En intégrant les produits dans des récits sociaux – tels que des valeurs ou des normes culturelles, ou alors des modes de vie aspirationnels –, les spécialistes du marketing amplifient leur pertinence, transformant les biais cognitifs et les représentations sociales en puissants moteurs de décisions d'achat.

Le marketing social est une approche stratégique qui recourt aux principes du marketing commercial pour influencer les changements de comportement volontaires dans l'intérêt de la société plutôt que dans celui du profit¹². Il se concentre sur des questions telles que la santé publique, la justice sociale ou la durabilité environnementale. Contrairement au marketing traditionnel, il privilégie l'effet sociétal à long terme par rapport aux ventes, en utilisant des études d'audience, la segmentation et des messages sur mesure pour lever les obstacles (par exemple, le coût ou la commodité) et tirer parti des facteurs de motivation (par exemple, les normes sociales ou les valeurs personnelles). Les mêmes techniques utilisées par le marketing traditionnel (par

11. Cialdini, 2007.

12. Lee et Kotler, 2015.

exemple, l'activation de biais cognitifs ou la mise en scène de représentations sociales) peuvent donc être mobilisées pour faire la promotion de comportements écoresponsables.

Un bon exemple de campagne de marketing social est l'effort communicationnel effectué autour de défis collectifs tels que le « Lundi sans viande ». D'un côté, les défis collectifs tendent à activer ce qu'on appelle « l'effet de nouveau départ ». Celui-ci, à son tour, est lié au « biais d'optimisme » qui nous pousse à croire que notre futur nous offre des occasions renouvelées pour transformer la réalité. D'un autre côté, le mouvement « Lundi sans viande » a gagné en popularité grâce à une campagne de communication simple et répétée, qui proposait un petit geste collectif facile à adopter. La promotion a associé ce geste à des représentations positives du bien-être animal et de la lutte contre les impacts environnementaux, ce qui a renforcé son attrait symbolique. Ainsi, l'initiative a transformé le végétarisme – souvent perçu comme marginal – en un acte socialement valorisé, accessible et porteur de sens partagé.

Les changements des pratiques sociales

Le concept de « pratique sociale » réfère à des amalgames d'objets, de savoir-faire et de significations qui, pris ensemble, forment ce qu'on appelle souvent les pratiques de mobilité, les pratiques alimentaires, ou les pratiques d'habitation. Le niveau d'action des pratiques sociales est crucial pour quiconque souhaite favoriser l'atteinte des objectifs de développement durable, car il s'agit de la sphère d'action au sein de laquelle les individus peuvent agir le plus efficacement par et pour eux-mêmes. Une meilleure compréhension des éléments qui constituent et influencent les pratiques sociales nous offre alors plusieurs occasions transformatives. Dans cette section, nous présentons les trois piliers des pratiques sociales : la notion de « rôle social », l'influence de l'appartenance aux groupes sociaux et les stratégies d'actions pour chacun de ces éléments.

Les trois piliers des pratiques

Le concept de *pratiques sociales* renvoie à des comportements routiniers qui se déploient à travers l'articulation de trois éléments étroitement liés – des savoir-faire et des compétences (par exemple, savoir cuisiner des repas végétariens), des objets matériels et des infrastructures (comme l'accès à des légumes de saison ou à des recettes en ligne), ainsi que des significations ou des cadres symboliques (l'idée de protéger l'environnement ou de respecter le bien-être animal). Ces pratiques ne peuvent être comprises en isolant l'un ou l'autre de ces éléments, car c'est leur combinaison dynamique qui leur donne forme et sens¹³. Les pratiques sociales sont ainsi le fruit de la combinaison de ces trois éléments, qu'on appelle souvent les trois « piliers des pratiques ». La routinisation de ces combinaisons est un processus inhérent à l'organisation interne des pratiques sociales et se réfère aux aspects les plus répétitifs des pratiques qui reflètent « une compréhension pratique partagée¹⁴ ».

En suivant cette ligne de pensée, on peut imaginer que le changement social est lié à des modifications dans des processus routiniers et partagés qui peuvent être introduits par des transformations des aspects matériels du monde que nous habitons (par exemple, par l'introduction de nouvelles technologies). Ces transformations peuvent également être provoquées par l'apparition de nouvelles représentations sociales, ou de nouvelles compétences, en lien avec certains objets de consommation.

Troisième stratégie d'action: créer de nouveaux liens entre les piliers des pratiques

Des changements dans les aspects matériels peuvent consister, par exemple, en l'introduction de protéines alternatives à la viande ou de voitures électriques sur le marché. Mais, pour qu'il soit durable dans le temps, ce changement matériel doit absolument être accompagné par l'émergence de nouvelles représentations

13. Reckwitz, 2002; Shove et Pantzar, 2005; Shove et collab., 2012.

14. Schatzki, 2001, p. 2.

sociales et de nouvelles compétences en lien avec le nouvel objet de consommation. D’ailleurs, il peut y avoir différentes combinaisons de significations / compétences / matériaux à l’œuvre en même temps dans une société, pour chaque type de pratique sociale. Ces constellations sont, de surcroît, généralement en opposition les unes envers les autres. Par exemple, l’idée que la viande est un élément normal, nécessaire et naturel¹⁵ – idée qui sous-tend l’accent mis sur cet aliment dans la cuisine occidentale – est défiée par les défenseurs des protéines alternatives, qui soutiennent que les protéines non animales sont meilleures pour l’environnement, les animaux et la santé, tout en procurant autant d’usages que la viande pour la cuisine quotidienne. C’est lorsqu’une nouvelle trilogie arrive à remplacer une ancienne que l’on assiste à un changement significatif des pratiques.

Pour favoriser l’adoption de pratiques sociales écoresponsables, les efforts devraient donc se concentrer sur la disruption des liens entre les piliers des pratiques à changer, tout en établissant de nouveaux liens entre les piliers des pratiques que l’on souhaite favoriser¹⁶. Ici encore, la communication peut s’avérer extrêmement utile en contrastant, par exemple, l’image d’automobilistes pris dans le trafic, alors qu’à côté d’eux un autobus dans une voie réservée les dépasse à toute vitesse. Ce genre d’image remet en question l’association symbolique, encore véhiculée par la publicité des automobiles, entre l’auto-solo, la liberté et les grands espaces. Parallèlement, mettre à disposition et faire la promotion de ressources et d’outils qui soutiennent les pratiques écoresponsables que l’on souhaite promouvoir est une excellente stratégie pour favoriser le changement des pratiques : les efforts de plusieurs villes de rendre accessibles des vélos à assistance électrique aux populations s’inscrivent dans cette optique. Finalement, toutes les initiatives visant à aider les individus à acquérir les compétences nécessaires à la bonne performance des pratiques (par exemple, des ateliers de cuisine végétarienne ou des cours de vélo) peuvent également induire des changements de pratiques. À ce niveau, les communautés de pratique, qui

15. Joy, 2010.

16. Shove et collab., 2012.

réunissent des individus partageant un domaine d'action et des objectifs similaires, pour apprendre mutuellement de leurs pratiques, jouent un rôle inestimable.

Les rôles sociaux comme système organisateur des pratiques

Lorsqu'on demande aux individus de réfléchir consciemment à leurs propres pratiques sociales, comme les raisons pour lesquelles ils cuisinent de la façon dont ils le font (ce qui sous-tend généralement l'achat de certains aliments et non d'autres) ou pourquoi ils se déplacent de la façon dont ils le font, les réponses obtenues gravitent souvent autour de ce qu'il convient d'appeler leurs « rôles sociaux ». Par exemple, les gens vont peut-être répondre qu'ils choisissent les aliments qu'ils achètent parce que c'est ce que leurs enfants aiment manger (rôle de parent) et qu'ils se déplacent de la façon dont ils le font parce qu'ils doivent se rendre au travail (rôle d'employé). Le concept de « rôle social », qui fait référence aux actions impliquées pour la bonne réalisation des relations familiales, de celles avec les pairs, en milieu de travail ou dans la communauté, s'impose donc comme un concept organisateur fondamental dans une discussion portant sur les pratiques sociales.

L'action et la consommation individuelle sont profondément façonnées par la volonté de remplir les rôles prescrits par la société de façon satisfaisante, et ces rôles servent souvent de cadre au comportement et à l'identité. Par exemple, la volonté d'être un « bon parent » peut motiver des décisions telles que l'achat d'aliments biologiques ou l'achat d'une maison en banlieue. De même, le rôle de « bon employé » peut inciter un individu à respecter les codes vestimentaires spécifiques. Dans cette optique, la consommation peut être appréhendée comme une représentation similaire à celle qui pourrait se déployer dans un théâtre¹⁷, où l'achat de produits écologiques ou d'un véhicule électrique peut servir de preuve visible de la bonne performance d'un rôle

17. Goffman, 1973.

quelconque, en donnant souvent la priorité à la validation sociale plutôt qu'aux préférences personnelles. Les écarts, tels que le rejet de la parentalité consumériste, risquent d'être stigmatisés, ce qui montre à quel point l'action individuelle est influencée par l'échafaudage invisible des rôles sociaux.

Quatrième stratégie d'action: capitaliser sur les changements naturels de rôles sociaux

La sphère des pratiques sociales est, vraisemblablement, la sphère d'action la plus à la portée des individus qui agissent dans leur vie quotidienne. Par exemple, les parents sont très souvent les architectes des choix alimentaires des ménages, et ce sont souvent eux qui décident de l'endroit où leur famille réside (choix qui dicte, à bien des égards, des choix subséquents en matière de mobilité). Autrement dit, nous participons tous à la performance de nos propres pratiques alimentaires, occupationnelles (travail, étude), de mobilité et d'habitation. Sans dire que nous sommes toujours en contrôle de toutes les ficelles qui dictent la façon dont ces pratiques se déploient, nous en détenons souvent plusieurs. Nous pouvons très généralement déterminer nous-mêmes ce que nous achetons à l'épicerie ou l'endroit où nous irons en voyage l'an prochain. Plusieurs choix se présentent à notre portée, et c'est souvent nous qui décidons de l'orientation avérée de nos pratiques. Une piste d'action concrète, pour les individus, est donc de s'attarder aux rôles sociaux que nous jouons tous (dans la famille, avec nos amis, dans le monde du travail ou dans la communauté) et de déterminer comment il serait possible de performer ces rôles de façon satisfaisante, d'une façon aussi écoresponsable que possible.

Une autre stratégie d'action est d'être très attentifs aux moments naturels de changement de pratiques dans la vie des individus, et de capitaliser sur ces moments autant que faire se peut. Par exemple, les recherches montrent que les déménagements résidentiels sont des moments opportuns pour influencer les pratiques de mobilité, car le déménagement perturbe les habitudes bien ancrées, créant une « discontinuité des habitudes » où les individus renégocient activement leurs routines quotidiennes.

Ainsi, le déménagement, en perturbant les habitudes, oblige à réévaluer les modes de déplacements quotidiens, ce qui crée une ouverture au changement¹⁸. D'autres exemples de moments naturels de changement des pratiques dans la vie des individus incluent le passage d'un statut d'étudiant à celui de travailleur (puis, éventuellement, à celui de retraité), ou le fait de devenir parent. Ces moments se présentent souvent, dans la vie des individus, comme des occasions de faire le bilan de ses propres pratiques et d'adopter une nouvelle trajectoire d'action.

L'influence des groupes sociaux sur l'organisation des pratiques sociales

Un autre concept essentiel à comprendre, pour saisir les mécanismes sous-jacents à l'organisation des pratiques sociales, est la notion de « groupe social ». Les groupes sociaux auxquels nous appartenons, tels que le genre, la classe sociale, l'ethnicité ou même l'âge, influencent les pratiques sociales de façon profonde en intégrant des dynamiques de pouvoir et des normes culturelles inégales dans la vie quotidienne. Les rôles de genre, par exemple, dictent souvent le choix des protéines que l'on consomme. En effet, les hommes mangent plus de viande que les femmes et sont moins enclins à devenir végétariens¹⁹. Parallèlement, la classe sociale détermine très souvent l'accès aux ressources : les groupes aisés normalisent des pratiques telles que la consommation d'aliments biologiques ou locaux en tant que marqueurs du capital culturel, tandis que les communautés de la classe ouvrière peuvent donner la priorité à l'accessibilité économique. Même les pratiques de loisirs, des clubs de golf aux tendances TikTok, deviennent des performances de classe, de genre ou même d'âge, définissant certains comportements comme « appropriés » pour des groupes spécifiques.

18. Bamberg, 2006.

19. Rosenfeld et Tomiyama, 2021.

Cinquième stratégie d’action : comprendre l’influence des inégalités sociales sur les actions individuelles

Travailler à réduire les inégalités entre les groupes sociaux de façon fondamentale est un travail ardu et de longue haleine. Ce travail est souvent porté par des acteurs de la société civile, tels que des groupes qui œuvrent à faire la promotion des droits des femmes ou des personnes racisées²⁰. Pour la réduction des inégalités sociales liées aux classes sociales, les syndicats sont le résultat des luttes sociales menées dès la fin du XIX^e siècle pour les droits de travailleurs²¹. Les institutions publiques ont également souvent à cœur de travailler à la réduction des inégalités sociales, et beaucoup des solutions à ce type de problème résident dans ce niveau d’action. Les prochaines sections de ce chapitre font état des stratégies d’action possibles dans ces sphères d’action.

En matière de pratiques sociales, l’important est surtout de mieux comprendre l’influence des groupes sociaux sur la performance des pratiques sociales individuelles. Cela réfère à un élément particulièrement crucial du changement des pratiques, c’est-à-dire que le message qui réussira à influencer les pratiques d’un groupe social quelconque diffère très souvent du message qui devra être utilisé pour influencer les pratiques d’un autre groupe social, pour la même pratique. Par exemple, une forte représentation sociale associée aux protéines alternatives à la viande est que ces produits sont nutritifs et bons pour la santé²². Si ce message s’adresse aux hommes, il est probablement fort judicieux de diffuser l’idée qu’il est tout à fait possible de construire de la masse musculaire en consommant des protéines alternatives à la viande. Tandis que, pour les femmes, le fait de mettre de l’avant l’aspect nutritionnel des protéines alternatives est probablement une stratégie davantage porteuse. Autrement dit, si le but consiste à favoriser le changement des pratiques alimentaires, de mobilité ou d’habitation d’une personne, la première étape devrait toujours être de s’attarder aux influences de

20. Van Tuijl, 1999.

21. Rouillard, 2004.

22. Laviolette et Godin, 2024.

genre, de classe sociale, d'âge, ou ethnoculturelles qui régissent probablement une très grande majorité des comportements de cette personne. Le tout dans le but d'adapter le message véhiculé à cette personne adapté à sa réalité. Beaucoup de ce qui est dit ici trouve écho dans la notion de « segmentation » en marketing et en affaires²³.

Les changements institutionnels

Rappelons que l'acteur collectif est influencé par des règles et des normes sociales qui se trouvent organisées à différents niveaux (figure 7). Ce que l'on désigne comme une « institution » (qu'elle soit politique, économique, communautaire ou religieuse) prend généralement racine dans la codification d'un ensemble de valeurs, de croyances, de façons de faire, ou normes sociales dans un contexte donné, par un groupe de personnes. Cette codification peut prendre plusieurs formes, que ce soit un énoncé de mission, une charte, des règlements, une constitution ou un texte religieux. Ces codes sont parfois transcrits textuellement, mais ils peuvent également être transmis oralement et par les pratiques établies du groupe institutionnalisé. La force d'une institution se réalise lorsque les valeurs, normes et façons de faire codifiées par un certain groupe continuent de guider les actions des membres de ce groupe, bien après le départ des acteurs initiaux qui les ont imaginées. D'où la puissance des changements institutionnels, car, dès lors que les orientations et règles d'opération d'un groupe changent, les effets de ces changements peuvent persister sur de longues périodes. Il est donc essentiel de mieux comprendre comment les institutions évoluent au fil du temps.

23. La segmentation de la clientèle est un processus par lequel la clientèle globale d'une entreprise est divisée en groupes qui partagent les mêmes caractéristiques.

Le rôle des leaders

Les dirigeants des institutions politiques, économiques ou communautaires, pour ne donner que quelques exemples, jouent un rôle central dans la conduite du changement institutionnel. Les leaders, surtout les plus charismatiques, ont souvent cette qualité d’être capables de galvaniser l’enthousiasme du public vers un ou des objectifs spécifiques. Cela se fait souvent par la mobilisation de l’action collective, mais également en comblant les fossés entre différents groupes présents dans la société, groupes qui ont souvent des intérêts bien distincts²⁴. Qui plus est, les dirigeants institutionnels ont généralement une grande emprise sur les processus inhérents à leurs organisations. Par exemple, dans une institution telle que le gouvernement du Québec, le premier ministre ainsi que le conseil des ministres monopolisent de nombreuses fonctions stratégiques au sein de l’appareil gouvernemental. Un dirigeant d’entreprise, de la même façon, est souvent la force qui dirige une compagnie dans un sens ou dans un autre. C’est ainsi que, lorsque le leadership d’une institution change d’orientation pour intégrer dans ses actions, par exemple, des stratégies de protection de l’environnement, cela entraîne souvent toute l’organisation par la suite.

Sixième stratégie d’action: influencer les leaders

La façon la plus directe d’influencer le type de leader qui sera à la tête des institutions pour les années à venir est de voter pour le chef que l’on souhaite avoir. En contexte de gouvernance démocratique, cela est notamment possible lors d’élections à de multiples niveaux (municipal, provincial / étatique, national). Dans certains types d’institutions économiques, par exemple en contexte coopératif, il est également possible de choisir ses dirigeants de façon habituelle. Il est indéniable que le fait de voter pour des chefs qui ont à cœur l’atteinte des objectifs de

24. Connor et Dovers, 2004.

développement durable, lorsque cela est possible, peut influencer grandement le changement institutionnel favorisant les transitions écologiques.

Une autre façon relativement directe d'influencer les leaders est d'utiliser ce qu'on appelle le lobbyisme. Le lobbyisme, ou la représentation d'intérêts, désigne le fait d'entrer en contact avec des personnes chargées de prendre et de voter les décisions publiques pour influencer leurs décisions. Quoique cette approche ait souvent mauvaise presse (on peut facilement imaginer toutes sortes d'intérêts, même les plus douteux, bénéficiant de cette stratégie), comme toutes les autres stratégies d'action présentées dans ce chapitre, le lobbyisme peut être déployé autant par des entreprises qui ne cherchent qu'à favoriser leurs intérêts particuliers que par des organisations qui défendent le bien commun et la protection de la planète: c'est l'intention derrière l'intervention qui compte, d'abord et avant tout. Une autre stratégie visant à interpeller les dirigeants de façon très directe peut être, tout simplement, d'écrire à ses élus pour leur souligner à quel point il est important de travailler à atteindre les objectifs de développement durable.

Finalement, soulignons l'importance des moyens plus indirects d'influence sur les dirigeants institutionnels que sont, par exemple, les manifestations ou les grèves. En plus de mettre de la pression sur les leaders pour les amener à changer certains aspects des structures qu'ils dirigent, ces actes de mobilisation ont souvent l'effet de galvaniser l'opinion publique en faveur ou en défaveur de certaines actions institutionnelles, ce qui augmente l'influence sur les leaders²⁵.

Le rôle des structures organisationnelles

Si le rôle des leaders dans le changement institutionnel est indéniable, une chose reste certaine: les dirigeants institutionnels ne peuvent généralement pas mettre en application les actions nécessaires pour mettre les changements en vigueur sans l'aide

25. Tarrow, 2011.

de ce qu’on appellera ici les « structures organisationnelles ». Les structures organisationnelles sont en très grande partie générées par le travail des bureaucrates qui appuient les gouvernements, ou par celui des employés au sein d’entreprises et d’organisations variées. Cette catégorie conceptuelle englobe donc plusieurs corps de métiers et représente une extension des rôles sociaux associés aux pratiques de travail, dont il était question dans la section précédente.

Les structures organisationnelles sont souvent perçues comme de simples exécutantes du leadership au pouvoir ou même des freins rébarbatifs au changement. Mais il est également possible de voir comment certaines structures institutionnelles peuvent être à l’origine du changement, sans qu’un leader charismatique ou politique soit nécessairement à l’origine du mouvement. Le moteur du changement, dans ce cas, vient de mécanismes internes à la structure elle-même (ex. : protocoles d’autoévaluation, obligations réglementaires, dynamiques professionnelles, culture organisationnelle, etc.). Les structures, dans cette optique, sont considérées comme ayant des dynamiques internes qui peuvent amorcer ou amplifier un changement.

Par exemple, à partir des années 2000, plusieurs systèmes éducatifs nationaux (notamment au Québec, en Suède, en Finlande et en Écosse) ont spontanément entrepris des réformes curriculaires visant à intégrer les enjeux environnementaux et sociaux dans les programmes d’enseignement, sans qu’une figure politique forte en soit l’instigatrice. Dans le cas du Québec, l’intégration de compétences liées à l’environnement, à la citoyenneté mondiale et au développement durable dans le renouveau pédagogique des années 2000 est un bon exemple. Ce mouvement est né d’un processus de révision interne, prévu par la mécanique du système d’éducation lui-même : comités d’experts, consultations avec les enseignants, groupes de travail interdisciplinaires, etc. Il ne s’agissait pas d’une réponse directe à une crise politique ou à une commande du ministre, mais plutôt d’un processus de révision curriculaire cyclique, pendant lequel les enjeux liés à l’environnement et à la transition socioécologique ont émergé comme

incontournables dans les discussions professionnelles²⁶. Ce cas illustre que le système éducatif, en tant que structure institutionnelle, est doté de mécanismes de mise à jour internes (ex. : révision périodique des programmes, recherche pédagogique, formation continue), qui peuvent faire émerger des changements profonds en réponse à des signaux scientifiques, sociaux, ou même culturels.

Septième stratégie d'action : comprendre le fonctionnement des structures organisationnelles et participer aux moments opportuns

Si, comme cela a été présenté dans la section précédente, le domaine des pratiques est celui dans lequel les individus ont le plus de pouvoir d'action concrète, une question se pose donc : est-ce que les employés d'une entreprise ou les fonctionnaires publics sont à même de faire évoluer les structures institutionnelles que sont les entreprises ou les ministères ? Quoiqu'il ne soit pas toujours aisé pour les personnes qui travaillent au sein d'institutions de changer les aspects codifiés qui régissent intérieurement l'institution (par exemple, les orientations, règles ou normes institutionnelles), ce n'est malgré tout pas impossible. En effet, au sein de toute organisation, chaque membre conserve une capacité d'action autonome qu'il peut, ou non, activer. Les employés d'une organisation ou les fonctionnaires publics disposent d'une certaine zone de liberté d'action dans la façon dont ils déploient leurs activités courantes²⁷. Ainsi, lorsque vient le temps de renouveler un programme gouvernemental quelconque, par exemple pour le financement de projets en action climatique, il y a toujours tout un travail effectué par les fonctionnaires pour, entre autres, réviser le cadre normatif de ce programme. C'est lors de périodes critiques comme celles-ci que les personnes qui travaillent pour une organisation ou une institution ont le plus de potentiel d'influencer cette dernière.

26. Gouvernement du Québec, 2006 ; Sauvé, 2019.

27. Bernoux, 1985.

Les individus qui ne travaillent pas pour une organisation ou une institution peuvent également avoir intérêt à mieux comprendre le fonctionnement de cette dernière et à rechercher les moments pendant lesquels ils ont intérêt à participer et prendre part aux processus de changements institutionnels. Concrètement, cela peut revenir à participer aux consultations ou audiences publiques sur les sujets qui nous interpellent, activant ainsi les mécanismes de démocratie participative qui sont à notre portée. Il va sans dire que de se tenir au fait des mécanismes de consultations publiques des institutions n'est pas un travail aisé à faire pour les citoyens, et qu'un travail de traduction de ces processus complexes est à faire par les institutions elles-mêmes. Ce travail peut certainement être assisté par les acteurs de la société civile et les entreprises. Mais il revient également aux citoyens de participer là où ils le peuvent, lorsqu'ils sont effectivement mis au fait de ces consultations.

Les changements des cadres socioculturels

De dire que l'humain est une espèce sociale peut sembler banal de prime abord, mais les mécanismes qui sous-tendent la sociabilité humaine sont aussi passionnants à étudier qu'ils sont puissants en relation avec l'action humaine. En effet, les humains ont ce côté fascinant d'être capables de s'adapter les uns aux autres de façon particulièrement intuitive par ce qu'on appelle souvent, en philosophie et en sciences sociales, l'intersubjectivité humaine²⁸. Fondamentalement, l'immense influence qu'ont les valeurs, les croyances et les normes sociales sur les comportements humains est liée au fait que les représentations de ces concepts sont partagées au sein d'un groupe de personnes. Ce qu'on appelle communément « culture » n'est probablement rien d'autre qu'un ensemble de relations sociales longuement stabilisées autour de valeurs, croyances et normes communes qui

28. Pour Kaës, l'intersubjectivité qu'il qualifie de « généralisée » réfère au processus de « co-construction d'un espace psychique commun et partagé au sein duquel se déploient des processus et des formations inconscientes spécifiques » (Kaës, 2008, p. 773).

poussent les membres du groupe à poser des actions visant l'atteinte d'un idéal commun (dans le cas des valeurs) ou, alors, loin du jugement des autres membres du groupe (dans le cas des normes sociales). Il va sans dire que, lorsque nous arrivons, collectivement, à changer les grands principes orienteurs de nos propres cadres socioculturels, l'effet de ces changements est souvent phénoménal.

Dans cette section, nous discutons premièrement de la pression exercée par les crises environnementales sur les cadres socioculturels, avant de nous attarder au rôle de la socialisation dans la stabilité et la transformation des principes unificateurs qui sous-tendent les sociétés et les cultures.

La pression exercée par les crises environnementales sur les cadres socioculturels

Les chapitres 3 à 5 de ce manuel font état d'un nombre inquiétant d'enjeux environnementaux liés aux processus biogéochimiques de la Terre. Ces crises environnementales mènent aujourd'hui à d'autres types de crises, par exemple le déplacement des populations dans le cas des réfugiés climatiques ou alors la pression économique toujours croissante liée au fait d'avoir à réparer les dégâts causés par les dérèglements climatiques. Ces crises contemporaines, à leur tour, remettent radicalement en question le paradigme culturel occidental hérité de la révolution industrielle. Fondé sur une logique d'accumulation matérielle, d'optimisation productiviste et de domination de la nature, ce modèle a institutionnalisé l'exploitation sans limites des ressources naturelles au nom du progrès technique et de la croissance économique. Cependant, l'accélération des bouleversements écologiques révèle désormais les contradictions internes de ce système: la quête d'efficacité quantitative se heurte aux limites de la planète, tandis que l'idéal de consommation illimitée génère une pollution démesurée. Comme nous l'avons souligné dans les chapitres précédents, cette prise de conscience oblige à repenser les catégories philosophiques sous-jacentes – notamment la dissociation entre humains et écosystèmes – et à

promouvoir de nouveaux imaginaires sociaux privilégiant la résilience sur l’expansion, les biens relationnels sur les biens matériels, et les indicateurs de durabilité écologique et sociale sur les critères de rentabilité immédiate.

Huitième stratégie d’action: l’importance de développer son esprit critique

Les valeurs propres aux cultures occidentales, telles que la domination technoscientifique, l’utilitarisme, l’individualisme et l’action stratégique, ont émergé de ce qu’on appelle communément le siècle des Lumières et, à l’époque, ces idées étaient révolutionnaires. En effet, les penseurs des Lumières, tels que Descartes, Spinoza, Locke, Bayle et Newton, ont cherché à remettre en question l’autorité traditionnelle – en particulier les pouvoirs religieux et monarchiques – et à la remplacer par un savoir fondé sur la recherche rationnelle, les preuves empiriques et les droits individuels. Le mouvement était animé par la croyance dans le pouvoir de la raison humaine d’améliorer le monde et de libérer les gens de l’ignorance, de la superstition et de l’oppression²⁹. Cependant, et malgré les nombreux aspects positifs associés à l’héritage des Lumières, un grand nombre des valeurs qui ont contribué aux problèmes environnementaux ont également été formulées à cette époque.

Aujourd’hui, comme nous l’avons mentionné au chapitre 2, une nouvelle révolution philosophique est nécessaire. En effet, accablée par les crises environnementales et sociales qui ne cesseront pas de croître en raison des bouleversements biogéochimiques en cours, l’humanité n’a d’autres choix que de s’attaquer aux fondements mêmes de notre modèle de développement actuel, avec toute l’importance accordée à la raison, à la science, à l’individualisme et au progrès humain. Face à la complexité des défis environnementaux contemporains – qu’il s’agisse du réchauffement climatique ou de l’épuisement des ressources –, le développement d’une pensée critique s’impose comme un impératif civilisationnel. Cette compétence cognitive permet de décrypter les discours

29. Outram, 2005.

contradictoires, de démêler les intérêts économiques masqués derrière les fausses solutions écologiques et d'évaluer rigoureusement l'effet systémique des politiques environnementales. La pensée critique permet ainsi de repenser les modèles de durabilité globale en intégrant des dimensions éthiques, scientifiques et systémiques³⁰.

Le rôle de la socialisation dans le développement de la pensée critique

La socialisation a un grand rôle à jouer dans le développement de la pensée critique. La socialisation primaire, principalement assurée par la famille durant l'enfance, installe les bases cognitives, affectives, comportementales et normatives qui structurent la perception du monde. En transmettant des schémas de pensée, des valeurs implicites et des rapports à l'environnement, elle met en place plusieurs des évidences culturelles qui forgent la connaissance que les individus entretiennent avec le monde. La socialisation secondaire (école, médias, groupes de pairs) introduit ensuite une pluralité d'interactions qui obligent à comparer, à hiérarchiser et à justifier des points de vue divergents. Des institutions telles que l'éducation et la sphère médiatique peuvent encourager le doute méthodique, permettant de remettre en question les acquis familiaux et de développer des compétences argumentatives³¹. Ainsi, l'articulation entre ces deux phases détermine la possibilité de transformer les héritages culturels en matériau pour une réflexion autonome, en équilibrant l'intériorisation des cadres sociaux et leur remise en question raisonnée.

Les ODD, suivant l'Agenda 21 et l'UNESCO, réaffirment la centralité de l'éducation dans le cheminement vers un monde durable. L'éducation aux ODD (EODD) est un concept récent qui vise à former des citoyens ayant les compétences et les connaissances pluridisciplinaires nécessaires pour comprendre la complexité des enjeux du développement durable et pour trouver

30. Mascarenhas et collab., 2024.

31. Carlsson, 2019; García-Carmona, 2023.

des solutions pertinentes et innovantes. Ces compétences impliquent le pouvoir d’agir et la motivation pour promouvoir des changements positifs dans la société³².

Neuvième stratégie d’action: encourager les dialogues philosophiques transformateurs à tous les niveaux

Il découle de la discussion précédente que l’une des stratégies d’action qui peut être déployée pour l’atteinte des objectifs de développement durable est la remise en question de certaines des valeurs, croyances et normes sociales de nos scénarios culturels qui sont problématiques à l’égard de la durabilité de nos civilisations dans toutes les sphères qui touchent la socialisation des individus. Concrètement, cela peut se faire par l’organisation de communautés de recherche philosophique (CRP), activité qui cherche à éduquer les enfants et les adolescents à un modèle où différents enjeux s’affrontent, dans un esprit de coopération et où la diversité des avis est vue comme une richesse précieuse. Il existe des guides pour l’animation de CRP³³, et ces dernières peuvent être organisées dans différents contextes (écoles, centres communautaires, etc.).

Il existe, par ailleurs, des formules dédiées à cultiver l’esprit critique chez les adultes, et la société civile semble être un terrain fertile pour ce type d’initiative. Par exemple, au Québec, la Maison Philo, préoccupée par le fait qu’il y a peu d’occasions de pratiquer une pensée critique et créative dans notre société, s’est donné comme mission de faire la promotion de la réflexion philosophique par l’animation d’ateliers de discussions philosophiques pour tous³⁴. La Chicagerie, un organisme à but non lucratif, crée de son côté un espace sécurisant et inclusif qui invite à regarder le conflit non comme un obstacle, mais comme une occasion de mieux collaborer et de créer un lien – que ce soit avec soi-même, les autres ou l’environnement partagé³⁵. La Chicagerie

32. Keita et collab., 2025.

33. Gagnon, 2005.

34. <https://maisonphilo.org/>.

35. <https://www.lachicagerie.com/>.

est issue d'un projet de recherche-action, inspiré du travail novateur de Percolab, un organisme qui propose des outils pratiques permettant de transformer les manières de vivre ensemble, de penser le pouvoir et la collaboration³⁶.

Finalement, il est bon de souligner que nous pouvons tous agir comme modèle de changement au sein de nos familles, dans nos lieux de travail, notre groupe d'amis, nos communautés, etc. Car, autant les « autres » arrivent souvent à nous socialiser d'une façon ou d'une autre, autant nous jouons tous un rôle dans la socialisation de quelques-uns de ces « autres ». Par exemple, dans certaines familles où, dès le plus jeune âge, les enfants apprennent des gestes écoresponsables (par exemple, trier les déchets, économiser l'eau, éteindre les lumières), ces pratiques deviennent des routines implicites, souvent sans explication approfondie, mais elles installent une première « évidence culturelle » selon laquelle prendre soin de l'environnement est important et « normal ». Parallèlement, les jeunes peuvent s'influencer les uns les autres à utiliser pour se déplacer un mode de transport plutôt qu'un autre. Ainsi, même si la lourdeur des changements nécessaires aux transitions socioécologiques peut parfois nous mener à croire que l'influence des actions individuelles est négligeable, l'étude de la façon dont les processus de socialisation opèrent laisse croire que chaque action contribue nécessairement à la reproduction, ou alors au changement, du tout social.

Les feuilles de route collectives

Après des dizaines d'années d'initiatives mises en place par de nombreux secteurs de la société, des apprentissages collectifs importants ont été réalisés. Les municipalités, par exemple, peuvent introduire dans leurs outils de planification et d'aménagement des mesures pour favoriser l'atténuation des émissions de GES et l'adaptation de leur population aux effets des changements climatiques pour les rendre plus résilientes. Les organisations de toutes sortes peuvent prendre des mesures de responsabilité

36. <https://www.percolab.com/fr/>.

sociale et environnementale (RSE), adopter des normes environnementales, sociales et de gouvernance (ESG) ou adhérer aux systèmes d’accréditation qui les aident à améliorer leur performance en matière de développement durable³⁷.

Ces nombreuses pratiques et approches s’avèrent concluantes, même si elles ne sont pas encore suffisantes. Nous savons que, pour changer durablement les systèmes sociaux et économiques, deux choses sont indispensables : coordonner les actions et accélérer le rythme des transitions. D’où l’importance que les ODD accordent à la coordination et à la cohérence des politiques publiques (cible 17.13 et 17.14) et au renforcement des partenariats entre tous les acteurs. La planification à long terme est l’outil préconisé depuis les années 1990 pour favoriser ces principes, d’abord par l’Agenda 21 et plus récemment par les ODD.

Dixième stratégie d’action : prospective et planification.

Si nous voulons garder un certain contrôle sur les résultats des changements, il est indispensable de se projeter vers le futur de manière constructive, malgré l’incertitude inhérente à ce processus. C’est ce que cherchent les approches de prise de décision basées sur la planification et sur la prospective.

Les exercices de planification stratégique pour les organisations ou de planification régionale pour les territoires ont démontré leur importance pour favoriser l’émergence de l’intelligence collective et des collaborations³⁸. Ces exercices permettent aussi d’aller chercher les voix qui ne se font pas toujours entendre par les mécanismes traditionnels de participation, ce qui permet de s’assurer que les politiques publiques respectent le principe de « ne laisser personne derrière ». Ces exercices peuvent être pilotés par les administrations publiques pour aboutir à des outils de prise de décision, comme les plans d’action municipale ou les budgets participatifs. Ils peuvent aussi être pilotés par des organisations

37. Les normes ISO 26000 visent spécifiquement la mise en œuvre des ODD, [En ligne], <https://www.iso.org/fr/publication/PUB100401.html>.

38. Göran et collab. (2017).

de la société civile et contribuer à la cohésion sociale ou aux savoirs citoyens sur certains enjeux et prendre la forme de dialogues sociaux ou d'examens locaux volontaires.

La prospective est un outil qui nous aide à représenter les scénarios futurs possibles selon différentes trajectoires d'action. Une expérience basée sur cette approche est celle des chemins de transition, pilotée par des chercheurs de plusieurs universités avec la mobilisation de multiples acteurs de la province du Québec pour orienter les actions collectives dans un vaste ensemble de domaines liés à la consommation, à la technologie et à l'aménagement du territoire³⁹.

Les facteurs qui motivent et déterminent le comportement humain sont complexes. Face aux nombreux défis que l'humanité doit relever, les sciences sociales, déterminées à comprendre les fondements des caractéristiques humaines, nous proposent des pistes pour mieux comprendre les facteurs qui influencent nos actions et peuvent nous aider à reprendre le contrôle de nos choix. Jamais dans toute notre histoire nous n'avons eu autant besoin de comprendre ce qui nous rend humains et d'essayer de façonner un nouvel humanisme pour les siècles à venir.

39. <https://cheminsdetransition.org/>.

Postface

Alors que nous terminons la rédaction de cette troisième édition, à l'automne 2025, les sentiments par rapport à ce travail sont contradictoires. D'une part, l'affirmation d'une série de valeurs auxquelles nous adhérons et qui semblaient universellement acceptables et acceptées il y a juste quelques mois, est devenue un défi pour de nombreux chercheurs et citoyens en Amérique du Nord. D'autre part, le corpus de connaissances sur lequel s'appuient les programmes et projets présentés dans cet ouvrage et que nous avons vu progresser continuellement depuis des dizaines d'années est maintenant menacé par des décisions politiques hostiles ou tout simplement par l'absence de soutien.

On a longtemps affirmé que « personne n'est contre la vertu », ce qui suggérait que les obstacles à la mise en œuvre des propositions promues au nom du développement durable se trouvaient, soit dans l'absence de ressources, soit dans l'inertie des systèmes, ce qui nous a toujours poussés à essayer de mieux comprendre ces deux types de blocages et à chercher des solutions pour les surmonter.

Mais qu'arrive-t-il lorsque la vertu même est mise en cause ? Lorsque des voix parmi les plus influentes de la planète attaquent le fondement de toute possibilité de lien social et combattent le principe même d'empathie ? Lorsque toute pensée stratégique se heurte aux pouvoirs tout puissants, sourds, aveugles, erratiques et sauvagement destructeurs ? Tirer des leçons de la trajectoire historique peut nous aider à nous rappeler les valeurs que l'être humain a su préserver au fil des siècles pour ne pas perdre son humanité et trouver le courage de s'épanouir collectivement sans dérégler irrémédiablement le fonctionnement de la Terre, en harmonie avec notre milieu. Suivant l'héritage de Jane Goodall,

grande scientifique et militante pour la conservation de la nature qui nous a quittés à ses 91 ans, nous devons nous rappeler que l'espoir et l'action sont les ingrédients essentiels qui, combinés, nous aideront à bâtir un meilleur futur.

Références bibliographiques

- Albrech, Glenn. 2020. *Les émotions de la Terre: des nouveaux mots pour un nouveau monde*, Éditions Les liens qui libèrent.
- Alliance for strategic sustainable development. 2012. *A Framework for Strategic Sustainable Development*, [En ligne], <http://www.alliance-ssd.org/about/#framework> (consulté le 3 décembre 2013).
- Ancil, F. 2016. *L'eau et ses enjeux*. 2^e édition. Québec, Les Presses de l'Université Laval, 244 p.
- Ancil, F., D. Nadeau, J. Rousselle et N. Lauzon. 2025. *Hydrologie: cheminements de l'eau*, 3^e édition, Montréal, Presses internationales Polytechnique, 520 p.
- Assemblée générale des Nations unies, « La dignité pour tous d'ici à 2030 : éliminer la pauvreté, transformer nos vies et protéger la planète », *Rapport de synthèse du Secrétaire général sur le programme de développement durable pour l'après-2015*, décembre 2014.
- Assemblée générale des Nations unies, *Transformer notre monde: le Programme de développement durable à l'horizon 2030*, septembre 2015.
- Bagla, P. 2014. « India plans the grandest of canal networks », *Science*, 345, 128.
- Bamberg, S. 2006. « Is a residential relocation a good opportunity to change people's travel behavior? Results from a theory-driven intervention study. » *Environment and behavior*, 38(6), 820-840.
- Barbault, R. 2006. *Un éléphant dans un jeu de quilles*, Paris, Éditions du Seuil.
- Bar-On, Y. M., R. Phillips, R. Milo. 2018. « The biomass distribution on Earth. » *Proceedings of the National Academy of Science*, 115, 6506-6511.
- Bernoux, P. 1985. *La sociologie des organisations*, Paris, Le Seuil.

- Bessis, Sophie. « Les nouveaux enjeux et les nouveaux acteurs des débats internationaux dans les années 90 », dans André Guichaoua (dir.) *Tiers-Monde*, tome 38, n° 151, 1997. Coopération internationale : le temps des incertitudes, p. 659-675.
- Bjørn, Anders, et Michael Z. Hauschild. 2012. « Absolute versus Relative Environmental Sustainability », *Journal of Industrial Ecology*, 17 : 321-332.
- Bodirsky, B. L., J. P. Dietrich, E. Martinelli, A. Stenstad, P. Pradhan, S. Gabrysch et A. Popp. 2020. « The ongoing nutrition transition thwarts long-term targets for food security, public health and environmental protection », *Scientific reports*, 10(1), 19778.
- Boisvert, Valérie, Leslie Carnoye et Rémy Petitimbert. 2019. « La durabilité forte : enjeux épistémologiques et politiques, de l'économie écologique aux autres sciences sociales », *Développement durable et territoires*, vol. 10, n°1, avril 2019.
- Boivin, M., A. S. Gousse-Lessard et N. Hamann Legris (2025). « Towards a unified conceptual framework of eco-anxiety: mapping eco-anxiety through a scoping review. » *Cogent Mental Health*, 4(1), 1-48, [En ligne], <https://doi.org/10.1080/28324765.2025.2490524>.
- Bourg, Dominique, et Kerry Whiteside. 2010. *Vers une démocratie écologique : le citoyen, le savant et le politique*, Paris, Éditions du Seuil et La République des idées.
- Boutonnet, Mathilde, et Anne Gégan. 2000. « Historique du principe de précaution », dans Philippe Kourilsky et Geneviève Viney, *Le principe de précaution*, rapport au premier ministre, La Documentation française, Paris, Odile Jacob.
- Bozzo-Rey, Malik, et Émilie Dardenne (dir.). 2012. *Deux siècles d'utilitarisme*, Presses universitaires de Rennes.
- Brown, Lester R. 2001. *Éco-économie, une autre croissance est possible, écologique et durable*, Paris, Seuil.
- Brundiers, Katja, Matthias Barth, Gabriela Cebrian et collab. 2021. « Key competencies in sustainability in higher education – toward an agreed-upon reference framework. » *Sustainability Science*, 16, 13-29, [En ligne], <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00838-2>.

Références bibliographiques

- Buster Benson. «Cognitive Bias Cheat Sheet: Because Thinking Is Hard. Better Human», [En ligne], <https://medium.com/better-humans/cognitive-bias-cheat-sheet-55a472476b18> (consulté le 20 septembre 2020).
- Caballero, Paula, et Patty Londoño. 2022. *Redefining development: the extraordinary genesis of the sustainable development goals*. Lynne Rienner Publishers, [En ligne], <https://ulaval.on.worldcat.org/oclc/1336989450>.
- Callicott, John Baird. 2011. *Pensées de la terre*, Wildproject.
- Carbon Major Database. 2024. «The Carbon Majors Database: Launch Report.» *InfluenceMap*, Royaume-Uni.
- Carlsson, U. 2019. «Media and Information Literacy: field of knowledge, concepts and history.» *Understanding media and information literacy (MIL) in the digital age: A question of democracy*. UNESCO Chair on Freedom of Expression, Media Development and Global Policy.
- Champagne St-Arnaud, V., K. Labonté, A. Olivier et S. Vincent. 2024. *Baromètre de l'action climatique 2024 – Disposition des Québécoises et des Québécois envers les défis climatiques*. Rapport de recherche préparé par le Groupe de recherche sur la communication-marketing climatique, Université Laval. <https://doi.org/10.60918/5962>.
- Cialdini, R. B. 2007. *Influence: The Psychology of Persuasion*, Harper Business.
- Clark, Mary E. 2002. *In Search of Human Nature*, New York, Routledge.
- Comélieu, Christian. 2006. *La croissance ou le progrès? Croissance, décroissance, développement durable*, Paris, Éditions du Seuil.
- Comité 21. 2000. *Agenda 21 des territoires*, [En ligne], <http://www.agenda-21france.org/agenda-21-de-territoire/index.html> (consulté le 1^{er} mai 2014).
- Commission mondiale de l'environnement et du développement. 1987. *Notre avenir à tous*, [En ligne], http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/sites/odysee-developpement-durable/files/5/rapport_brundtland.pdf (consulté le 31 mars 2014).
- Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement. 1992. *Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement*, Rio de Janeiro, Brésil, [En ligne], <http://www.un.org/french/events/rio92/rio-fp.htm#three> (consulté le 31 mars 2014).

- Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement. 1992. *Action 21*, Rio de Janeiro, Brésil; version en ligne préparée par la Section de la technologie de l'information du Département de l'information : <http://www.un.org/french/ga/special/sids/agenda21/> (consulté le 23 février 2014).
- Conférence des parties à la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, *Accord de Paris*, 2015.
- Connor, R., et S. Dovers. 2004. *Institutional change for sustainable development*, Edward Elgar Publishing.
- Conseil des droits de l'homme. 2009. *Résolution 10/4*, « Droits de l'homme et changements climatiques », A/HRC/10/L.11, 12 mai 2009.
- [COP 15] Conférence des Parties à la Convention sur la diversité biologique. 2022. *Cadre mondial de la biodiversité de Kunming-Montréal*, 16 p.
- [COP 21] Conférence des Parties à la Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques. 2015. *Accord de Paris*, 26 p.
- Copernicus. 2025. *Global Climate Highlights 2024*, [En ligne], <https://climate.copernicus.eu/global-climate-highlights-2024> (consulté le 11 janvier 2025).
- Cortina, Adela. 2021. *Ética cosmopolita Una apuesta por la cordura en tiempos de pandemia*. España: Editorial Planeta.
- Costanza, Robert, Gar Alperovitz, Herman E. Daly, Joshua Farley, Carol Franco, Tim Jackson, Ida Kubiszewski, Juliet Schor et Peter Victor. 2012. *Building a Sustainable and Desirable Economy-in-Society-in-Nature*, New York, United Nations.
- Dasmann, Raymond F., John P. Milton et Peter H. Freeman. 1973. *Ecological Principles for Economic Development*, London, John Wiley & Sons Ltd.
- De Jouvenel, Bertrand. 1977. « Wassaly Leontief: The future of world economy, analyse critique », *Futuribles*, 10, printemps 1977, [En ligne], <https://www.futuribles.com/en/base/revue/10/the-future-of-world-economy-analyse-critique-du-ra/> (consulté le 30 avril 2014).
- Dominguez, Damian, et Willi Gujer. 2006. « Evolution of a wastewater treatment plant challenges traditional design concepts », *Water Research*, 40: 1389-1396.

Références bibliographiques

- Engelen, B. 2019. « Ethical criteria for health-promoting nudges: a case-by-case analysis », *The American journal of bioethics*, 19(5), 48-59
- Ewing, Brad, David Moore, Steven Goldfinger, Anna Oursler, Anders Reed et Mathis Wackernagel. 2010. *Ecological Footprint Atlas 2010*, Oakland, Global Footprint Network.
- Falkenmark, M., L. Andersson, R. Castensson et K. Sundblad. 1999. *Water, a Reflection of Land Use*, Stockholm, Swedish Natural Science Research Council.
- [FAO] Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. 1995. *Agriculture mondiale: horizon 2015-2030*. Rapport abrégé, Rome, Italie.
- [FAO] Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. 2005. « Questions d'éthique en matière de pêche », *Collection Questions d'éthique*, 4, FAO, Rome, Italie, [En ligne], <http://www.fao.org/docrep/008/y6634f/y6634f03.htm> (consulté le 3 mars 2014).
- [FAO] Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. 2013. *Statistical Yearbook*; World food and agriculture, FAO, Rome, Italie.
- [FAO] Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. 2017. *AQUASTAT*, Base de données principale, [En ligne], <http://www.fao.org/aquastat/fr/databases/maindatabase> (consulté en mai 2021).
- [FAO] Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. 2018. *L'avenir de l'alimentation et de l'agriculture: parcours alternatifs d'ici à 2050*. Résumé. Rome, 64 p.
- [FAO] Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. 2023. *Land use statistics and indicators 2000-2021*. Global, regional and country trends. FAOSTAT Analytical Briefs Series n° 71. Rome, 13 p.
- [FAO] Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. 2024. *World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2024*. Rome, 368 p.
- [FAO] Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. 2005. « Questions d'éthique en matière de pêche », *Collection Questions d'éthique*, 4, FAO, Rome, Italie, [En ligne], <http://www.fao.org/docrep/008/y6634f/y6634f03.htm> (consulté le 3 mars 2014).

- Fondation David-Suzuki. 2014. «In the urban green revolution, small is big», *Blogs*, [En ligne], http://www.davidsuzuki.org/blogs/science-matters/2014/05/in-the-urban-green-revolution-small-is-big/?mkt_tok=3RkMMJWWfF9wsRolu63MZKXonjHpfsX56uwoXKexlMI%2F0ER3fOvrPUfGjI4CSMBkI%2BSLDwEYGJlv6SgFS7jNMbZkz7gOXRE%3D (consulté le 2 mai 2014).
- Forster, P. M., C. Smith, T. Walsh, W. F. Lamb, R. Lamboll, B. Hall, M. Hauser, A. Ribes, D. Rosen, N. P. Gillett, M. D. Palmer, J. Rogelj, K. von Schuckmann, B. Trewin, M. Allen, R. Andrew, R. A. Betts, A. Berger, T. Boyer, J. A. Broersma, C. Buontempo, S. Burgess, C. Cagnazzo, L. Cheng, P. Friedlingsstein, A. Gettelman, J. Gütschow, M. Ishii, S. Jenkins, X. Lan, C. Morice, J. Mühle, C. Kadow, J. Kennedy, R. E. Killick, P. B. Krummel, J. C. Minx, G. Myhre, V. Naik, G. P. Peters, A. Pirani, J. Pongratz, C.-F. Schleussner, S. I. Seneviratne, S. Szopa, P. Thorne, M. V. M. Kovilakam, E. Majamäki, J.-P. Jalkanen, M. van Marle, R. M. Hoesly, R. Rohde, D. Schumacher, G. van der Werf, R. Vose, K. Zickfeld, X. Zhang, V. Masson-Delmotte, et P. Zhai. 2024. «Indicators of Global Climate Change 2023: annual update of key indicators of the state of the climate system and human influence», *Earth System Science Data*, 16, 2625-2658.
- Gagnon, M. 2005. *Guide pratique pour l'animation d'une communauté de recherche philosophique*, Québec, Presses de l'Université Laval.
- García-Carmona, A. 2023. «Scientific thinking and critical thinking in science education: Two distinct but symbiotically related intellectual processes», *Science & Education*, 1-19.
- [GIEC] Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. 2013. *Résumé à l'intention des décideurs. Changements climatiques 2013: les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [sous la direction de T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P.M. Midgley]. Cambridge University Press, Royaume-Uni et États-Unis d'Amérique, 27 p.
- [GIEC] Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. 2021. *Résumé à l'intention des décideurs. Changement climatique 2021: les bases scientifiques physiques. Contribution du*

Références bibliographiques

- Groupe de travail I au sixième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [sous la direction de V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, et B. Zhou]. Cambridge University Press, Royaume-Uni et États-Unis d'Amérique, 35 p.
- Gleick, Peter H. 1996. « Basic water requirements for human activities: Meeting basic needs », *Water International*, 21 : 83-92.
- Goffman, E. 1973. *La mise en scène de la vie quotidienne*, Paris, Les Éditions de Minuit.
- Gonçalves, D., P. Coelho, L. F. Martinez et P. Monteiro. 2021. « Nudging consumers toward healthier food choices: A field study on the effect of social norms », *Sustainability*, 13(4), 1660.
- Göran Ingvar Broman et Robèrt Karl-Henrik. 2017. « A framework for strategic sustainable development ». *Journal of Cleaner Production*, volume 140, Part. 1, 2017, p. 17-31.
- Gordon, Robert B., M. Bertram et Thomas E. Graedel. 2006. « Metal stocks and sustainability », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103: 1209-1214.
- Gouvernement du Québec. 2006. *Programme de formation de l'école québécoise: niveaux primaire et secondaire*. Québec: ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport.
- Guimelli, C. 1999. *La pensée sociale*, Paris, Presses universitaires de France.
- Guisan, Esperanza. 1992. « Utilitarismo », dans Victoria Camps, Oswaldo Guariglia et Fernando Salmeron, *Concepciones de ética*, Editorial Trotta, Madrid, 269-296.
- Hamilton, Lawrence A. 2007. *The Political Philosophy of Needs*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Hao, Karen. 2025. *Empire of AI: Dreams and Nightmares in Sam Altman's OpenAI*, Penguin Press.
- Hempel, Lamont C. 1996. *Environmental governance: the global challenge*, Washington D.C., Island Press.
- Hirsch, Fred. 1976. *Social Limits to Growth*, Harvard University Press.

- Hoffmann, Sabine. 2005. «La cogestion étatique-communautaire de l'eau à Cochabamba (Bolivie)», *Annuaire suisse de politique de développement*, 24, 2. Institut des hautes études internationales et du développement, [En ligne], <http://aspd.revues.org/362> (consulté le 20 mars 2014).
- Hurka, Thomas. 1996. «Développement durable: que devons-nous aux générations futures?», *Unasylva*, 187, Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, FAO, Rome, Italie.
- ICLEI. 2014. *Local governments for sustainability*, [En ligne], www.iclei.org; www.sustainablecities.eu (consulté le 3 avril 2014).
- [IHME] Institute for Health Metrics and Evaluation. 2024. *Global Burden of Disease*, [En ligne], <https://www.healthdata.org/research-analysis/gbd> (consulté le 8 décembre 2024).
- Intergovernmental panel on climate change (IPCC). 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers, Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge et New York, Cambridge University Press.
- [IPBES] Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. 2019. *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*, Bonn, Germany, 56 p.
- Jiang, L.-Q., J. Dunne, B. R. Carter, J. F. Tjiputra, J. Terhaar, J. D. Sharp, A. Olsen, S. Alin, D. C. E. Bakker, R. A. Feely, J.-P. Gattuso, P. Hogan, T. Ilyina, N. Lange, S. K. Lauvset, E. R. Lewis, T. Lovato, J. Palmieri, Y. Santana-Falcón, J. Schwinger, R. Séférian, G. Strand, N. Swart, T. Tanhua, H. Tsujino, R. Wanninkhof, M. Watanabe, A. Yamamoto, et T. Ziehn. 2023. «Global surface ocean acidification indicators from 1750 to 2100», *Journal of Advances in Modeling Earth Systems* 15, e2022MS003563, 1-23.
- Jodelet, D. 2003. *Les représentations sociales*, Paris, Presses universitaires de France.
- Jonas, Hans. 2007. *Le principe de responsabilité*, Anjou, France, Éditions CEC.
- Joy, M. 2010. *Why we love dogs, eat pigs, and wear cows: An introduction to carnism*. United States: Red Wheel Weiser.

Références bibliographiques

- Kaës, R. 2008. « Définitions et approches du concept de lien », *Adolescence*, 26(3), 763-780.
- Kahneman, D. 2011. *Thinking, fast and slow*, Farrar, Straus and Giroux.
- Kapuściński, Ryszard. 2008. *The Other*, London, Verso.
- Keita, N.B., M. Pepin et B. Bader. 2025. « Intégration de l'éducation en vue des objectifs de développement durable dans l'enseignement supérieur », dans L. Diaz et É. Berthold, *Les objectifs de développement durable: regards interdisciplinaires*, Québec, Presses de l'Université Laval.
- Khan, S., M. Naushad, M. Govarathanan, J. Iqbal, S. M. Alfadul. 2022. « Emerging contaminants of high concern for the environment: Current trends and future research », *Environmental Research* 207, 112609, 1-17.
- Kuhn, Eric. 2005. « Colorado River water supplies: Back to the future », *Southwest Hydrology*, 4: 20-21.
- Lainé, Michel. 2025. *L'ère de la post-vérité: comment les algorithmes changent notre rapport à la réalité*, Paris, La Découverte.
- Lavolette, C., et L. Godin. 2024. « Between “better than” and “as good as”: mobilizing social representations of alternative proteins to transform meat and dairy consumption practices », *Agriculture and Human Values*, 1-12.
- Lee, N. R., et P. Kotler. 2015. *Social marketing: Changing behaviors for good*, Sage Publications.
- Leopold, Aldo. 2000. *Almanach d'un comté des sables*, Paris, Flammarion.
- Le Prestre, Philippe (dir.). 2011. *Vingt ans après: Rio et l'avant-goût de l'avenir*, Québec, Presses de l'Université Laval.
- Les Écolohumanistes, s.d., [En ligne], <https://lesecolohumanistes.fr/la-legende-du-colibri/>.
- Locher, Fabien. 2013. « Les pâturages de la guerre froide: Garrett Hardin et la « Tragédie des communs », *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, vol. 2013, n° 1, 2013, p. 7-36.
- Maison philo (s.d.). Accueil, [En ligne], <https://maisonphilo.org/>.
- Mascarenhas, O. A., M. Thakur et P. Kumar. 2024. « Ecozoic Critical Thinking Applied to Cosmic Sustainability and Developmental Goals », dans *A Primer on Critical Thinking and Business Ethics* (p. 47-87), Emerald Publishing Limited.

- McCarthy, F. M., R. T. Patterson, M. J. Head, N. L. Riddick, B. F. Cumming, P. B. Hamilton, M. F. Pisaric, A. C. Gushulak, P. R. Leavitt, K. M. Lafond, B. Llew-Williams, M. Marshall, A. Heyde, P. M. Pilkington, J. Moraal, J. I. Boyce, N. A. Nasser, C. Walsh, M. Garvie, S. Roberts, N. L. Rose, A. B. Cundy, P. Gaca, A. Milton, I. Hajdas, C. A. Crann, A. Boom, S. A. Finkelstein et J. H. McAndrews. 2023. « The varved succession of Crawford Lake, Milton, Ontario, Canada as a candidate Global boundary Stratotype Section and Point for the Anthropocene series », *The Anthropocene Review*, 10, 146-176.
- McGuire, V.L. 2017. « Water-level and recoverable water in storage changes, High Plains aquifer, predevelopment to 2015 and 2013-2015 ». *U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2017-5040*, 14 p.
- McKay, D. I. A., A. Staal, J. F. Abrams, R. Winkelmann, B. Sakschewski, S. Loriani, I. Fetzer, S. E. Cornell, J. Rockström, et T. M. Lenton. 2022. « Exceeding 1.5°C global warming could trigger multiple climate tipping points ». *Science* 377, eabn7950, 1-10.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. « Ecosystems and Human Wellbeing », *Synthesis*, Washington D.C. Island Press.
- Ministère de la Culture et des Communications. 2014. Agenda 21 C. Culture aujourd'hui demain, [En ligne], <https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/2079489?docref=-OnOpSp42qcP8s7YEnfqYg> (consulté le 11 octobre 2025).
- Morris, A. D., et S. Staggenborg. 2004. *Leadership in social movements. The Blackwell companion to social movements*, 171-196.
- Næss, Arne. 2013. *Écologie, communauté et style de vie*, Bellevaux, France, Éditions Dehors.
- [NASA] National Aeronautics and Space Administration. 2024. *Ozone Hole Watch*, [En ligne], <http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/> (consulté le 30 janvier 2024).
- [NOAA] National Oceanic and Atmospheric Administration. 2024. *Trends in CO2, CH4, N2O, SF6*, [En ligne], <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/> (consulté le 22 novembre 2024).
- Nussbaum, Martha C. 2012. *Capabilités: comment créer les conditions d'un monde plus juste?*, Paris, Flammarion.

Références bibliographiques

- O'Brien, Catherine. 2014. *Sustainable Happiness*, [En ligne], <https://sustainablehappiness.world/> (consulté le 11 octobre 2025).
- [OIM] Organisation internationale pour les migrations, 2024. *Rapport État de la migration dans le monde*, [En ligne], <https://worldmigrationreport.iom.int/msite/wmr-2024-interactive/?lang=FR> (consulté le 21-08-2025).
- [OMS] Organisation mondiale de la santé. 2003. *Right to Water; Health and Human Rights*, Publication Series, 3, Genève, Organisation mondiale de la santé.
- [OMS] Organisation mondiale de la santé. 2006. *Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air: particules, ozone, dioxyde d'azote et dioxyde de soufre*, Genève, Organisation mondiale de la santé.
- [OMS] Organisation mondiale de la santé. 2014. *Burden of disease from the joint effects of household and ambient air pollution for 2012*, Genève, Organisation mondiale de la santé.
- [OMS] Organisation mondiale de la santé. 2021. *Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air: particules, ozone, dioxyde d'azote, dioxyde de soufre et monoxyde de carbone*, Genève, Organisation mondiale de la santé.
- [OMS] Organisation mondiale de la santé. 2024. *Pollution de l'air à l'intérieur des habitations*, [En ligne], <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health> (consulté le 18 octobre 2024).
- [OMS] Organisation mondiale de la santé. 2024. *Diarrhée*, [En ligne], <https://www.emro.who.int/fr/health-topics/diarrhoea/> (consulté le 30 décembre 2024).
- [OMS] Organisation mondiale de la santé, 2025. *Obésité et surpoids*, [En ligne], <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (consulté le 21-08-2025).
- O'Neill, Brian C., et Michael Oppenheimer. 2002. «Dangerous climate impacts and the Kyoto protocol», *Science*, 296, 5575: 1971-1972.
- [ONU] Organisation des Nations unies. 1992. *Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques*, New York.
- [ONU] Organisation des Nations unies. 1992. *Convention sur la diversité biologique*, New York.

- [ONU] Organisation des Nations unies. 2012. Conférence des Nations Unies sur le développement durable Rio+20. *Cadre décennal de programmation concernant les modes de consommation et de production durables* [En ligne], <https://docs.un.org/fr/A/CONF.216/5> (consulté le 11-10-2025)
- [ONU] Organisation des Nations unies. 2014. *La dignité pour tous d'ici à 2030: éliminer la pauvreté, transformer nos vies et protéger la planète*. Rapport de synthèse du Secrétaire général sur le programme de développement durable pour l'après-2015.
- [ONU] Organisation des Nations unies. 2015a. *Transformer notre monde: le Programme de développement durable à l'horizon 2030*, New York.
- [ONU] Organisation des Nations unies. 2015b. *Objectifs du Millénaire pour le développement – Rapport de 2015*, New York. [En ligne]. <https://www.un.org/fr/millenniumgoals/> (consulté le 11 octobre 2025).
- [ONU] Organisation des Nations unies. 2024. *World Population Prospects 2024: Summary of Results*. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. New York, 64 p.
- [ONU] Organisation des Nations unies. 2024. *Résolution 79*, [En ligne], <https://docs.un.org/fr/A/RES/79/1> (consulté le 22 août 2025).
- Our World in Data. 2024. *IPCC Scenarios Data Explorer*, [En ligne], <https://ourworldindata.org/explorers/ipcc-scenarios> (consulté le 28 novembre 2024).
- Outram, D. 2005. *The Enlightenment* (2^e éd.), Cambridge University Press.
- Parker, Kelly A. 1996. «Pragmatism and environmental thought», dans E. Katz et A. Light. *Environmental pragmatism*. Routledge.
- Parson, Edward, Peter Hass et Marc Levy. 1992. «A Summary of the Major Documents Signed at the Earth Summit and the Global Forum». *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*. 34. 12-36.
- Planetary Health Check. 2024. *Our planet's vital signs are flashing red*, [En ligne], <https://www.planetaryhealthcheck.org/> (consulté le 18 octobre 2024).
- Protected Planet. 2025. *Discover the world's protected and conserved areas*, [En ligne], <https://www.protectedplanet.net/en> (consulté le 22 janvier 2025).

- Reckwitz, A. 2002. «Toward a theory of social practices: A development in culturalist theorizing.» *European journal of social theory*, 5(2), 243-263.
- Riahi, K., D. P. van Vuuren, E. Kriegler, J. Edmonds, B. C. O'Neill, S. Fujimori, N. Bauer, K. Calvin, R. Dellink, O. Fricko, W. Lutz, A. Popp, J. Crespo Cuaresma, S. KC, M. Leimbach, L. Jiang, T. Kram, S. Rao, J. Emmerling, K. Ebi, T. Hasegawa, P. Havlik, F. Humpenöder, L. Aleluia Da Silva, S. Smith, E. Stehfest, V. Bosetti, J. Eom, D. Gernaat, T. Masui, J. Rogelj, J. Streffer, L. Drouet, V. Krey, G. Luderer, M. Harmsen, K. Takahashi, L. Baumstark, J. C. Doelman, M. Kainuma, Z. Klimont, G. Marangoni, H. Lotze-Campen, M. Obersteiner, A. Tabeau et M. Tavoni. 2017. «The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview», *Global Environmental Change*, 42, 153-168.
- Richardson, K., W. Steffen, W. Lucht, J. Bendtsen, S. E. Cornell, J. F. Donges, M. Drüke, I. Fetzer, G. Bala, W. von Bloh, G. Feulner, S. Fiedler, D. Gerten, T. Gleeson, M. Hofmann, W. Huiskamp, M. Kumm, C. Mohan, D. Nogués-Bravo, S. Petri, M. Porkka, S. Rahmstorf, S. Schaphoff, K. Thonicke, A. Tobian, V. Virkkil, L. Wang-Erlandsson, L. Weber et J. Rockström. 2023. «Earth beyond six of nine planetary boundaries», *Science Advances*, 9, eadh2458, 1-16.
- Rist, Gilbert. 2013. *Le développement: histoire d'une croyance occidentale*, Paris, Presses de Sciences Po.
- Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, A. Persson, F. S. Chapin, III, E. Lambin, T. M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H. Schellnhuber, B. Nykvist, C. A. De Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sorlin, P. K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R. W. Corell, V. J. Fabry, J. Hansen, B. Walker, D. Liverman, K. Richardson, P. Crutzen, and J. Foley. 2009. «Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity», *Ecology and Society*, 14, 32, 1-32.
- Rockström, J., 2021. «Protecting planetary boundaries: aligning the SDGs to ensure humankind's future», *SDG Action*, [En ligne], <https://sdg-action.org/protecting-planetary-boundaries-aligning-the-sdgs-to-ensure-humankinds-future/> (consulté le 21 août 2025).

- Rodell, M., H. K. Beaudoin, T. S. L'Ecuyer, W. S. Olson, J. S. Famiglietti, P. R. Houser, R. Adler, M. G. Bosilovich, C. A. Clayson, D. Chambers, E. Clark, E. J. Fetzer, X. Gao, G. Gu, K. Hilburn, G. J. Huffman, D. P. Lettenmaier, W. T. Liu, F. R. Robertson, C. A. Schlosser, J. Sheffield, E. F. Wood. 2015. « The observed state of the water cycle in the early twenty-first century », *Journal of Climate*, 28, 8289-8218.
- Rodhe, H. Sorlin, S. Snyder, P. K. Costanza, R. Svedin, U. Falkenmark, M. Karlberg, L. Corell, R. W. Fabry, V. JHansen, J. Walker, B. Liverman, D. Richardson, K. Crutzen, P. et J. Foley. 2009. « Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity », *Ecology and Society* 14(2): 32, [En ligne], <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>.
- Rosenfeld, D. L., et A. J. Tomiyama. 2021. « Gender differences in meat consumption and openness to vegetarianism », *Appetite*, 166, 105475.
- Rouillard, J. 2004. *Le syndicalisme québécois: deux siècles d'histoire*, Montréal, Boréal.
- Sachs, Wolfgang. 1993. *Global ecology: A new arena of political conflict*, London, Atlantic Highlands.
- Sachs, Wolfgang. 2022 « Le dictionnaire du développement revisité », dans Kothari et collab. 2022, *Plurivers: un dictionnaire du post-développement*, France : Wildproject.
- Sauvé, L. (dir.). 2019. *Mobiliser les acteurs de changement – Stratégie québécoise d'éducation en matière d'environnement et d'écocitoyenneté: défis, visions et pistes d'action*. Montréal: Les Éditions du Centr'ERE.
- Schatzki, T. R. 2001. « Introduction: Practice theory ». Dans T. R. Schatzki, K. Knorr Cetina et E. von Savigny (dir.), *The Practice Turn in Contemporary Theory* (p. 10-23). London/New York: Routledge.
- Selman, M., S. Greenhalgh, R. Diaz et Z. Sugg. 2008. « Eutrophication and hypoxia in coastal areas: A global assessment of the state of knowledge », *World Resources Institute Policy Note*, Washington DC, 6 p.
- Shove, E., et M. Pantzar. 2005. « Consumers, producers and practices. Understanding the invention and reinvention of Nordic walking », *Journal of Consumer Culture*, 5(1), 43-64.

- Shove, E., M. Pantzar et M. Watson. 2012. *The dynamics of social practice: everyday life and how it changes*, London, Sage.
- Sogari, G., F. Riccioli, R. Moruzzo, D. Menozzi, D. A. T. Sosa, J. Li, A. Liu et S. Mancini. 2023. «Engaging in entomophagy: The role of food neophobia and disgust between insect and non-insect eaters», *Food Quality and Preference*, 104, 104764.
- Steffen, W., K. Richardson, J. Rockström, S. E. Cornell, I. Fetzer, E. M. Bennett, R. Biggs, S. R. Carpenter, W. de Vries, C. A. de Wit, C. Folke, D. Gerten, J. Heinke, G. M. Mace, L. M. Persson, V. Ramanathan, B. Reyers et S. Sörlin. 2015. «Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet», *Science*, 347, 1259855, 1-10.
- Stockholm Resilience Centre. 2024. *Planetary boundaries*, [En ligne], <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html> (consulté le 18 octobre 2024).
- Tabutin, Dominique, et Évelyne Thiltgès. 1992. «Relations entre croissance démographique et environnement», *Tiers-Monde*, 33, 130: 273-294.
- Thaler, R.H., et C. R. Sunstein. 2008. *Nudge: Improving Decisions about Health, Wealth, and Happiness*, Yale University Press, New Haven.
- Tarrow, S. 2011. *Power in movement: Social movements and contentious politics* (3^e éd.). Cambridge University Press.
- Todorov, Tzvetan. 1991. *Les morales de l'histoire*, Paris, Grasset & Fasquelle.
- Trenberth K. E., J. T. Fasullo et J. Kiehl. 2009. «Earth's global energy budget», *Bulletin of the American Meteorological Society*, 90, 311-324.
- Tvedt, Terje. 2013. *A Journey in the Future of Water*, Londres, I.B. Tauris & Co Ltd.
- [UICN] Union internationale pour la conservation de la nature. 1980. *Stratégie mondiale de la conservation*, UICN, PNUE, WWF, Gland, Suisse.
- [UNICEF et WHO] United Nations Children's Fund and World Health Organization. 2023. *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2022: special focus on gender*. New York, 156 p.

- [UNDESA] United Nations Department of Economic and Social Affairs. 2010. *Trends in sustainable development, towards Sustainable Consumption and Production*.
- [UNEP] United Nations Environment Programme. 2010. *Environmental Consequences of Ocean Acidification: A Threat to Food Security*, United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.
- [UNEP] United Nations Environment Programme. 2013. *The Emissions Gap Report 2013*, United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.
- [UNEP] United Nations Environment Programme. 2024. *Emissions Gap Report 2024: No more hot air... please!: With a massive gap between rhetoric and reality, countries draft new climate commitments*, Nairobi, 75 p.
- [UNESCO] Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture (Unesco). 2003. *Rapport mondial sur la mise en valeur des ressources en eau*, Paris, Unesco et Berghahn Books.
- Vallentyne, J. R. 1978. *L'homme, les lacs et la prolifération des algues*, ministère des Pêches et de l'Environnement, Service des pêches et de la mer, Ottawa, Canada.
- Van Duysen, Jean-Claude, et Stéphanie Jumel. 2008. *Le développement durable*, Paris, L'Harmattan.
- Van Tuijl, P. 1999. «NGOs and human rights: Sources of justice and democracy.» *Journal of International Affairs*, 493-512.
- Wieviorka, M. 2016. «Postface». Dans G. Pleyers et B. Capitaine (dir.), *Mouvements sociaux* (1). Éditions de la Maison des sciences de l'homme.
- Williams, Marc. 1993. «Re-articulating the Third World Coalition: the role of the environmental agenda», *Third World Quarterly*, 14, 1: 7-29.
- Wilson, Edward O. 1984. *Biophilia*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wolf, Johanna, et Susanne C. Moser. 2011. «Individual understandings, perceptions, and engagement with climate change: insights from in-depth studies across the world», *WIREs Climate Change*, 2, 4: 547-569.

Références bibliographiques

- [WMO] World Meteorological Organization. 2022. *Executive Summary. Scientific Assessment of Ozone Depletion*. GAW Report n° 278, Genève, 56 p.

Quels sont les éléments que chacun de nous devrait connaître et comprendre afin de participer activement aux débats et aux actions pour une transition vers le développement durable ?

Guidés par cette question, nous avons rédigé cet ouvrage en reprenant les concepts de base des problèmes environnementaux, sociaux et économiques liés au développement, sans évacuer la diversité des discours et la complexité des enjeux. Élément central de cette problématique, la question des limites au développement a refait surface sous la forme de résultats scientifiques qui ont permis d'établir neuf limites fonctionnelles au système terrestre, dont la transgression entraîne des dysfonctionnements marqués, possiblement irréversibles. En même temps, la communauté internationale a adopté de nouveaux objectifs pour intégrer ces contraintes inédites dans des actions communes, tout en visant à surmonter la pauvreté et les inégalités dans le monde. Tous ces défis ne peuvent pas être laissés uniquement aux experts. Chacun de nous a un rôle à jouer. C'est pourquoi une formation gratuite en ligne, ouverte à tous, est offerte depuis 2015 par l'Université Laval. Elle tire maintenant profit de la troisième édition de cet ouvrage, enrichie des échanges avec les plus de vingt mille participants qui ont suivi la formation jusqu'à aujourd'hui. Cette nouvelle version intègre notamment les principaux résultats des rapports du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) postérieurs à 2015 et revient sur les nouveaux défis du développement durable de la décennie 2015-2025.

FRANÇOIS ANCTIL est professeur et directeur du Département de génie civil et de génie des eaux de l'Université Laval. Il est spécialisé en hydrologie, hydrométéorologie, prévision des crues, changement climatique et gouvernance de l'eau.

LILIANA DIAZ est titulaire d'un doctorat en études du développement. Elle est chargée d'enseignement au baccalauréat en développement durable du territoire et responsable de travaux pratiques et de recherche à l'Institut en environnement, développement et société de l'Université Laval.

CLAUDIA LAVIOLETTE est titulaire d'un doctorat en sociologie et a été formatrice du cours en ligne ouvert à tous *Développement durable, enjeux et trajectoires*, de 2015 à 2024.

