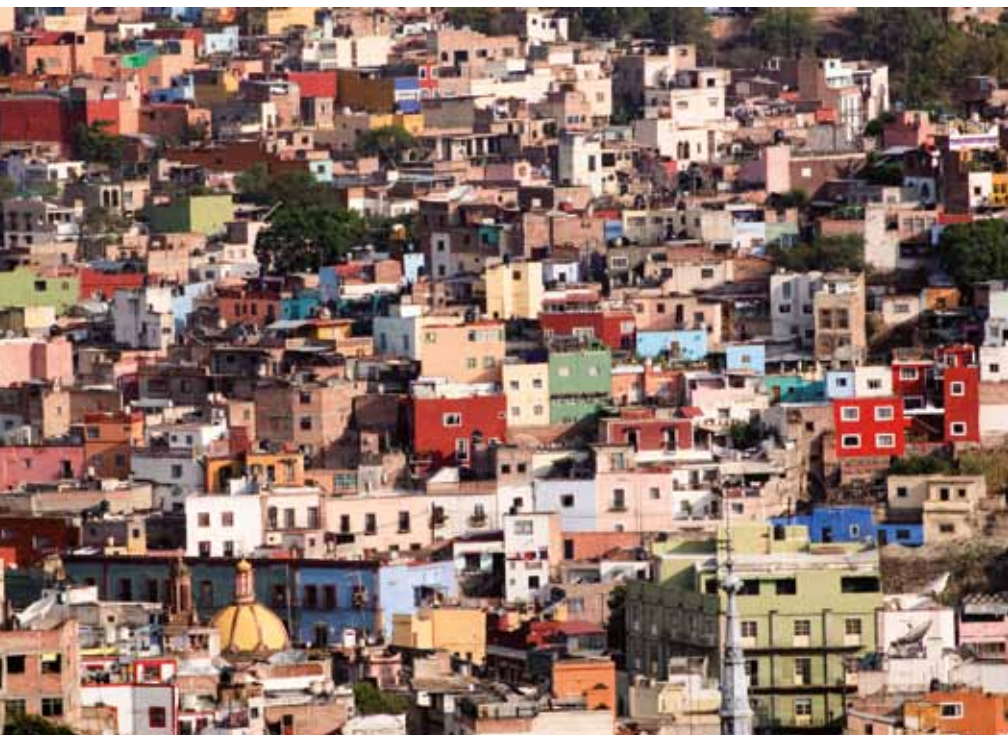


DÉVELOPPEMENT DURABLE

Enjeux et trajectoires

2^e édition



François Ancil • Liliana Diaz

Avec la collaboration
d'**Ariane Gagnon-Légaré**



DÉVELOPPEMENT DURABLE

Enjeux et trajectoires

François Anctil
Liliana Diaz

DÉVELOPPEMENT DURABLE

Enjeux et trajectoires

DEUXIÈME ÉDITION

Avec la collaboration
d'Ariane Gagnon-Légaré



**Presses de
l'Université Laval**

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

Nous reconnaissons l'aide financière du gouvernement du Canada par l'entremise du Fonds du livre du Canada pour nos activités d'édition.

Mise en pages: **Santô** *graph*

Maquette de couverture: Laurie Patry

ISBN: 978-2-7637-3078-3

PDF: 9782763730790

© Presses de l'Université Laval. Tous droits réservés.

Dépôt légal 1^{er} trimestre 2016

www.pulaval.com

Toute reproduction ou diffusion en tout ou en partie de ce livre par quelque moyen que ce soit est interdite sans l'autorisation écrite des Presses de l'Université Laval.

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	13
Le rapport Brundtland, plus qu'une définition	21
Rio 92, l'euphorie de l'après-guerre froide	26
De Rio à Rio	29
CHAPITRE 2	
Éthique, développement et environnement	31
L'essor de l'Occident	34
Éthique du développement durable	39
Les limites éthiques	42
Limites et précaution	43
Responsabilité et précaution	45
Éthiques écocentrées	47

Partie 2 **Neuf limites fonctionnelles au système Terre**

CHAPITRE 3	
Une atmosphère poubelle	55
Pollution de basse altitude	56
Appauvrissement de l'ozoneosphère	61
Changements climatiques	63

Développement durable - Enjeux et trajectoires

CHAPITRE 4

Une hydrosphère détournée	75
Capacité d'autoépuration	78
Cycles biogéochimiques	83
Volume des prélèvements	87

CHAPITRE 5

Une biosphère humanisée	93
Acidification des océans	96
Expansion des terres agricoles	100
Perte de biodiversité	105
L'intégration des limites	109

Partie 3

Notre avenir à tous

CHAPITRE 6

Empreintes et trajectoires	115
Population	118
Consommation	121
Technologie	126
Fin de l'économie linéaire	129

CHAPITRE 7

Complexité, vision et engagement	133
Complexité	136
Le pragmatisme des cibles	139
Les mesures du bonheur	142
Les actions collectives	146
Modes de pensée, modes de vie	152

Références bibliographiques	157
------------------------------------	------------

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'année. 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 en 2015 par l'Université Laval, et bénéficie dans sa seconde édition des échanges avec les quelque cinq mille participants qui l'ont suivie. Cette nouvelle version intègre également les principales décisions internationales adoptées en 2015 afin de concerter, voire d'encourager, les efforts individuels et collectifs en matière de développement durable. En effet, 2015 a été ponctuée par des dispositions longtemps attendues et qui orienteront l'action à l'échelle internationale pour les décennies à venir. D'abord, le 25 septembre 2015, 193 pays membres des Nations unies ont adopté par consensus le programme de développement pour 2015-2030, qui comprend 17 Objectifs de développement durable et 169 cibles. Ensuite, l'Accord de Paris, adopté le 12 décembre 2015, concerne enfin l'ensemble des pays et vise à contenir l'élévation de la température moyenne de la planète nettement en dessous de 2 °C par rapport au niveau préindustriel. Ensemble, ces outils expriment clairement la volonté des États à privilégier la coopération multilatérale et la recherche de solutions conjointes, ce qui n'est pas négligeable dans un contexte de crises et de tensions sans fin.

Partie 1

Notre prise de conscience

Il y a peu de chances, si vous tenez ce livre entre vos mains, 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. C'est 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. 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.

1. CMED, 1987, p. 40.

Ce que nous appelons développement durable est un projet qui concerne l'ensemble des habitants de notre planète. Ce projet comprend trois éléments : 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 les choix qui conduisent au but souhaité. Nous avons commencé à réagir. Nous comprenons mieux certaines répercussions, mais nous devons prendre des risques qui ne sont pas facilement mesurables. De plus, cela ne fait pas si longtemps que nous nous dotons de moyens pour orienter nos actions collectives à l'échelle mondiale. Ce n'est que depuis un peu plus d'un demi-siècle, que de nombreuses initiatives ont émergé sous la forme d'organisations et d'ententes internationales, de projets de collaboration scientifique et d'initiatives citoyennes.

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. Une meilleure compréhension de ces tensions ainsi qu'une analyse critique des solutions répertoriées jusqu'à présent peuvent nous aider à surmonter les obstacles et à mieux orienter les actions futures.

Nous vous proposons dans cette première partie un sommaire de notre progressive prise de conscience au cours du XX^e siècle, d'abord sur la scène internationale, lieu d'échanges et d'accords multilatéraux, puis sur la scène éthique, lieu de réflexion sur la relation complexe entre l'être humain et le territoire qu'il habite et exploite.

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
Quels sont les principales retombées du Sommet de Rio en 1992 ?	Déclaration (non contraignante) Trois conventions Agenda 21
Quels sont les faits marquants des années 1990 ?	Fin de la guerre froide Mondialisation Émergence de nouveaux acteurs
Quels sont les fait marquants de 2000 à 2012 ?	Sommet de Johannesburg Complexification de la gouvernance Augmentation des inégalités Conférence de Rio +20

On dit que le XX^e siècle commence en 1914 avec la Première Guerre mondiale et se termine en même temps que la guerre froide (1989). Ce siècle aura 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 choisi 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 nous². »

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 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

2. Manifeste Russell-Einstein, 9 juillet 1955.

convaincre, ils décrivirent les conséquences que la bombe pourrait entraîner. Cette expérience nous apprend qu'il n'est pas nécessaire que le risque se matérialise pour commencer à agir³.

Aujourd'hui, ce n'est plus la menace d'autodestruction qui inquiète, mais l'effet négatif grandissant de nos activités sur le fonctionnement naturel de notre planète et sur 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 comprendre leur rôle par rapport aux acteurs et aux forces qui influencent l'avenir.

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 et les crises des années 1970 jusqu'aux 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.

3. La fondation Pugwash, issue de ce manifeste, a reçu le prix Nobel de la paix en 1995.

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 dichlorodiphényltrichloréthane, ou 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 les groupes citoyens à critiquer le recours au DDT. Cette controverse, portée ultimement devant les tribunaux, est à l'origine de trois dimensions qui deviendront cruciales dans les débats autour du développement durable quelques années plus tard. Il s'agit de l'impératif de faire des

recherches scientifiques sur les effets à long terme sur l'environnement et la santé humaine de nouvelles substances chimiques conçues par l'industrie, du besoin pour les citoyens de connaître et de comprendre le résultat de ces recherches afin de modifier leurs comportements ou de manifester leurs préoccupations, et finalement de la nécessité de se doter des moyens d'établir et de faire respecter des limites à l'utilisation de telles substances. On attribue à ce débat 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 conservation de la nature (UICN). Fédérant des représentants d'agences gouvernementales environnementales naissantes, ainsi que d'organisations citoyennes et scientifiques, l'UICN 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 délimi-

tant 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 contrecarrait toutefois rapidement cette initiative, menaçant même des endroits reculés.

La Tennessee Valley Authority proposait, dès les années 1930, un autre 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 ce 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 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 étatsunien Harry 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 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.

Pourtant, en 1955, lors de la Conférence de Bandoeng 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 reflétèrent les tensions politiques de la guerre froide et le clivage Nord-Sud qui dominaient la scène internationale de la fin du colonialisme.

Entretemps, alors que la population mondiale s'urbanisait et s'industrialisait, la recherche scientifique sur les conséquences environnementales des activités humaines se poursuivait. 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. Ce modèle est somme toute partagé 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), 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, 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. 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 par Denis 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*, et 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 fait une analyse en 1977 à la demande des Nations unies⁴. Les critiques furent si virulentes que 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 Stockholm visait avant tout à trouver des compromis entre les pays du Nord et du Sud, déjà très polarisés. Maurice Strong, secrétaire général de la Conférence suite à son rôle de 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 et René Dubos 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

4. B. De Jouvenel, 1977.

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 points⁵ :

- 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 ;
- 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 uniquement 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.

5. M. Williams, 1993.

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'homme⁶ a un droit fondamental à la liberté, à l'égalité et à des conditions de vie satisfaisantes, dans un environnement dont la qualité lui permette de vivre dans la dignité et le bien-être». La Déclaration reconnaît l'importance des problématiques liées 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 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 juridiction 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, dans plus de cent pays, on assista à la création de nouvelles institutions étatiques et privées vouées à la protection de l'environnement.

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

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

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 quadripolaire : 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. D'une part, le Sud souhaitait des règles plus justes afin que chaque pays puisse prendre part au commerce international. D'autre part, les pays industrialisés appuyaient la vision promue par Robert McNamara alors président de la Banque mondiale, mettant de l'avant la nécessité de répondre aux besoins fondamentaux et d'éliminer la pauvreté absolue comme objectif principal de l'aide. Dans cette vision, la lutte contre les inégalités à l'intérieur des pays constituait une attente à laquelle les États du Sud n'étaient pas prêts à répondre.

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 proposa, en opposition à la bureaucratie et à l'interventionnisme étatique, une nouvelle vie plus économe et une décentralisation de la production vers de petites entités régionales. L'équivalent en France vint du livre *La Convivialité* d'Ivan Illich, qui prôna 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 1973⁷. 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 proposa entre autres de considérer le développement comme un processus intégré, pas seulement économique, et ancré dans des facteurs internes propres à chaque société. Le 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 est le résultat des relations entre le Sud et le Nord, mais également des structures internes de chaque pays. Le document suggéra d'accorder l'aide internationale en priorité aux États qui s'engagent à corriger les inégalités internes et de la refuser à ceux qui ne respectent pas les droits humains. 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

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

font partie les fonds marins. Le rapport reconnut que la viabilité de ces changements dépendait d'un consensus politique loin d'être acquis⁸.

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*⁹, qui conduisit à la Stratégie mondiale de la conservation¹⁰. 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.

Arrivèrent ainsi les années 1980, marquées par des conflits régionaux en Amérique latine, par les programmes d'ajustement structurel et par 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'essoufflaient 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.

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

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

10. UICN, PNUE, WWF, 1980.

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 entre 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 tendre¹¹.

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

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 Perez de Cuellar. 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 ;
- 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 mandant 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 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 : « Les risques augmentent plus rapidement que [...] notre capacité de les maîtriser¹². » Et plus loin : « Dans certains cas, nous sommes déjà très près de transgresser des limites critiques. [...] Cela est vrai, à l'échelle locale ou régionale, de certains dangers tels la désertification, la déforestation, les déchets toxiques et l'acidification ; cela est vrai à l'échelle mondiale des changements climatiques, de l'appauvrissement de la couche d'ozone et de la perte d'espèces¹³. »

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. Le but de la croissance économique n'est donc pas remis en question, pour autant que celle-ci puisse améliorer les conditions de vie des plus pauvres. « Pour satisfaire les besoins essentiels, il faut non seulement assurer la croissance économique dans les pays où la majorité des habitants vivent dans la misère, mais encore faire en sorte que les plus démunis puissent bénéficier de leur juste part des ressources qui permettent cette croissance. L'existence de systèmes politiques garantissant la participation populaire à la prise de décisions et une démocratie plus efficace dans la prise de décisions internationales permettraient à cette justice de naître. » En contrepartie et étant donné les limites écologiques non négociables, le rapport continue en affirmant : « Pour que le développement durable puisse advenir dans le monde entier,

12. CMED, *op. cit.*, p. 34.

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

les nantis doivent adopter un mode de vie qui respecte les limites écologiques de la planète. Cela vaut pour la consommation d'énergie, par exemple¹⁴. »

Malgré les constats sur l'état et les limites concrètes des types de ressources que l'on retrouve dans plusieurs passages du rapport, d'autres affirmations enthousiastes concernant la capacité de nos sociétés à relancer la croissance économique par la technologie reflètent les nombreuses tractations qui ont certainement eu lieu au sein de la commission. C'est dans ce contexte qu'il faut interpréter une partie du rapport qui mentionne 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 venir¹⁵ ». Il s'agit là d'une distorsion de la position majoritaire de la commission et reflète un enthousiasme technologique excessif et peut-être pas encore complètement dépassé.

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 sans dépasser les limites des ressources et des écosystèmes. « Cela dit, le développement durable n'est pas un état d'équilibre, mais plutôt un processus de changement dans lequel l'exploitation des ressources, les investissements, l'orientation du développement technique ainsi que le changement institutionnel sont déterminés en fonction des besoins tant actuels qu'à venir. Nous ne prétendons certainement pas qu'il s'agit là d'un processus simple. Des choix douloureux s'imposent. En dernière analyse, le développement durable est bien une affaire de volonté politique¹⁶. »

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

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

15. CMED, *op. cit.* p. 40.

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

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 fonctionnement 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 conférences de suivi et de mise en œuvre au niveau régional. Une conférence internationale devait être convoquée par la suite pour évaluer les progrès, soit celle qui fut tenue 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. Des problématiques comme la pauvreté 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 des modifications dans les secteurs agricole et industriel. Le plus grand défi de la coopération internationale devint alors la gestion des problèmes globaux à l'origine du concept des «biens communs mondiaux», pour lesquels le rapport Brundtland formulait aussi des recommandations.

La mondialisation s'accompagna alors 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 Amériques 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 alors aux problèmes environnementaux.

Pour marquer les 20 ans de la Conférence de Stockholm, l'ONU organisa la Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement (CNUED, Rio de Janeiro, Brésil, 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, une déclaration et un plan d'action.

Les trois conventions internationales ciblèrent 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. La déclaration finale, exempte de mesures contraignantes, présentait 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)¹⁷.

17. 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 socio-économiques 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 nationaux¹⁸ ».

Neuf secteurs de la société (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, 33 traités furent adoptés et touchèrent à des questions laissées de côté dans l'ordre du jour officiel, comme la dette extérieure, le militarisme, les entreprises multinationales et l'énergie nucléaire¹⁹.

Afin d'évaluer les progrès dans la réalisation des recommandations et des engagements de l'Agenda 21 et des autres documents issus de Rio 92, aux échelles internationale, régionale et nationale, l'ONU créa la Commission du développement durable. Le Fonds pour l'environnement mondial, destiné à financer les projets de développement durable, fut aussi mis sur pied. De nouvelles lois et agences se multiplièrent alors dans les pays en développement et plusieurs localités adoptèrent des Agendas 21 locaux.

18. CNUED, 1992 (2).

19. Global Forum, 1992.

Le nouveau contexte de mondialisation prit alors la place des débats sur le développement, comme celui-ci était venu remplacer les enjeux du colonialisme, sans pour autant faire disparaître les tensions entre le Nord et le Sud. L'approche de l'écologie globale des années 1990 se retrouva devant plusieurs dilemmes : résoudre la crise environnementale tout en favorisant le développement, promouvoir des actions au niveau global tout en admettant l'importance des autres niveaux d'action et leurs interrelations et utiliser la science sans imposer sa logique aux communautés locales²⁰. 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, l'émergence des économies en transition et l'entrée dans les pays industrialisés de la baisse de la croissance, l'augmentation du chômage et des réformes dans les secteurs agricole et industriel, les années 1990 rythment la transition vers le XXI^e siècle.

De Rio à Rio

Le début du millénaire fut marqué par le Sommet mondial sur le développement durable (SMDD) à Johannesburg en 2002, qui servit à réaffirmer les objectifs identifiés à Rio 92 alors que les problématiques environnementales s'aggravaient et que les inégalités continuaient à s'accroître. L'importance accordée aux Objectifs du millénaire pour le développement dans ce sommet fut toutefois mal reçue de nombreux environnementalistes à cause de l'absence de cette dimension, ce qui creusa davantage le clivage entre « développement » et « environnement ».

En 2012, une nouvelle conférence à Rio de Janeiro fit le point sur les progrès accomplis. Malgré l'absence de virages significatifs, le progrès des connaissances scientifiques fut

20. W. Sachs, 1993.

incontestable, ce qui ne diminua pas 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 permirent d'importants apprentissages, non seulement aux diplomates et aux politiciens, mais aussi aux milliers de chercheurs, ONG et entreprises privées désireux d'influencer le débat. Alors que l'urgence d'agir se fit sentir de plus en plus, le coût des actions tant économiques que politiques devint aussi plus important²¹. Bâtissant sur ces apprentissages, la conférence réussit malgré tout à unifier les enjeux liés au développement et à l'environnement en un seul dossier : les Objectifs du développement durable que nous aborderons dans les chapitres suivants.

Nous avons vu comment les questions environnementales ont été encadrées progressivement par des normes, des règles et des institutions nationales et internationales depuis les années soixante. Parallèlement, les liens entre environnement, économie et société sont devenus plus explicites, menant à un déploiement de nombreux cadres d'action publics et privés qui visent à renforcer les objectifs énoncés, déjà pour la plupart, dans les années 1990. La concrétisation et l'harmonisation de ces multiples outils demeurent cependant les plus grands défis du siècle qui commence.

21. Le Prestre, 2011.

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
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 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. 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, dans 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

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

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

lorsque des cadres de référence contradictoires se côtoient et se superposent. L'évolution de l'éthique qui accompagne la prise de conscience évoquée au 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 humains. 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

3. FAO, 2005.

4. R. Kapuściński, 2008.

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 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'infrastructures 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.

5. S. Todorov, 1991.

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

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 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 influence 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 promeut le bien-être du plus grand nombre d'individus. Pour Jeremy Bentham, chaque individu doit compter pour un et nul 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.

L'État et le marché, les deux principales institutions modernes, canalisent les demandes des individus. Le premier, un pouvoir centralisé responsable de la mise en œuvre de l'exploitation des ressources pour le plus grand bien commun, gère les projets de grande envergure, tels que les aqueducs municipaux, les barrages et les détournements massifs d'eau 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 à travers les 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. Or, tant que

les préoccupations environnementales ne constituent pas un enjeu défendu par une majorité, une telle approche ne permet pas 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) formule 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 tirera bénéfice. Il n'y a toutefois aucune limite imposée selon la capacité de la ressource ; la rivière pourrait éventuellement se tarir. L'utilitarisme permet plus facilement d'attribuer une valeur à l'eau consommée 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 Garret 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.

Véhiculés largement grâce aux conférences télévisées de Hardin, ces travaux ont jusqu'à nos jours une grande influence dans les universités nord-américaines. Or, la prix Nobel d'économie Elinor Ostrom a démontré la richesse des mécanismes de gouvernance que les collectivités locales déploient pour gérer leurs biens communs, contrairement à ce que Hardin postulait. C'est en absence de ces institutions de gouvernance 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 monétaire, 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.

Pour continuer avec l'exemple de l'eau, qu'en est-il des riverains 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 doit compter pour plus d'un. D'où l'importance de s'assurer que tous les acteurs concernés puissent 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-américaine⁷ 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 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

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

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. Et si, déjà pour le développement tout court, cette obligation morale ne s'éteint pas avec la distance dans l'espace, dans le cas du développement durable, elle 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 futures⁸. 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 façons différentes.

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.

8. T. Hurka, 1996.

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 atteinte⁹.

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 seuil¹⁰ ».

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 temps¹¹. » Si la troisième interprétation 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

9. *Ibid.*

10. *Ibid.*

11. *Ibid.*

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 à travers le 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 la Bureau international du travail (BIT), de définir les besoins fondamentaux, ont conduit au constat de l'impossibilité d'établir une liste exhaustive et universelle¹². Plus récemment, le philosophe politique sud-africain Lawrence Hamilton distingue 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 satisfaits.¹³

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

12. Rist, 2013.

13. L.A. Hamilton, 2007.

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.

L'île de Pâques est un exemple patent de gestion non durable des ressources naturelles. Colonisée par des Polynésiens aux environs de l'an 300, cette île des plus isolées possédait les atouts propices au développement d'une société florissante, malgré sa taille finie. Le succès de la colonisation fut tel que cette société érigea des statues monumentales, aujourd'hui classées au patrimoine mondial de l'UNESCO. On estime que, dès l'an 800, la consommation de bois dépassa la capacité des forêts et qu'en 1500, plus un arbre ne subsistait sur l'île¹⁴. Tout l'écosystème sur lequel reposait l'existence même de cette civilisation fut dévasté. Ne pouvant plus construire de maisons pour s'abriter, ni de canots pour pêcher, la population périclita. Les grottes furent investies et la subsistance ne reposa plus que sur de rares cultures et l'élevage de volailles.

Les Polynésiens de l'île de Pâques ne sont pas les seuls à avoir vécu un tel désastre, les grandes migrations humaines ont souvent été motivées par l'épuisement des ressources locales, y compris en Europe. Heureusement pour ces populations, des territoires accessibles dont les ressources permettaient un nouveau départ existaient encore. Les Polynésiens de l'île de Pâques n'ont pas eu cette chance.

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

14. M.E. Clark, 2002, p. 276.

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 ressources¹⁵. » 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.

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 drastique 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 industrielles¹⁶ ».

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

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

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

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 futures¹⁷.

Dans l'éthique de Jonas, la principale injonction est celle de « la préservation d'une vie authentiquement humaine sur Terre¹⁸ ». 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 à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement. » On note qu'il s'agit d'une éthique

17. M. Boutonnet et A. Gégan, 2000.

18. H. Jonas, 2007, p. 36.

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 pas 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.

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'inverse¹⁹.

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,

19. A. Leopold, 2000, p. 283.

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 contrecœur qu'on doit respecter les intérêts des autres si l'on souhaite qu'ils respectent nos propres intérêts, et si l'on veut préserver une société ordonnée, avec tous ces avantages²⁰». L'éthique de la terre d'Aldo Leopold nous soustrait à l'antagonisme persistant entre individus et collectivité, pour céder 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 vitaux²¹». Cette éthique rejette ainsi la notion courante de «ressource naturelle», de l'utilitarisme, et prône l'égalité entre les organismes vivants.

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

21. A. Næss, 2013, p. 60.

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. Par contre, 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?

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 Brown²², des regards multiples pourront mener à de meilleures prises de décision.

Voilà pourquoi Kelly A. Parker propose de délaisser le débat entre écocentrisme et anthropocentrisme et de recourir à la durabilité et la diversité comme critères porteurs du raffinement de l'éthique environnementale²³. 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

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

23. K.A. Parker, 1996.

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 Kapuściński²⁴. Déjà Aldo Leopold écrivait que la « diversité des cultures du monde reflète une diversité correspondante des natures qui lui ont donné le jour²⁵ ». Préserver les cultures, avec leurs savoirs traditionnels, leurs repères sociaux et moraux, et leurs explications transcendantes, 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 Callicott²⁶, 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.

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 postures 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.

24. R. Kapuściński, *op. cit.*

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

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

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 ères qui rendent compte de cette transformation. Nous vivons ainsi 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 marquerait l'influence humaine sans précédent sur le devenir de la Terre. Bien que cette proposition ne fasse pas encore consensus, il y a abondance de preuves que nos activités influencent de manière globale plusieurs processus terrestres. L'idée des trois prochains chapitres est de faire écho aux récentes propositions²⁷ énonçant neuf limites fonctionnelles au système terrestre, dont la transgression entraîne des dysfonctionnements marqués, possiblement irréversibles, et dont l'accumulation mène le système terrestre loin des conditions qui existaient au début 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 sur certains paramètres clefs 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), puisque l'on était convaincus que les océans absorberaient rapidement ces « surplus ». Nous avons été bernés par l'apparente linéarité du système lorsqu'il était soumis à de petites impulsions et négligé les délais de réponse qui existent souvent entre l'action et la réaction. La réalité est qu'il existe

27. J. Rockström et collab., 2009.

des seuils à partir desquels les non-linéarités induisent éventuellement de fortes réponses. À basse altitude, l'eau ne bout pas à 99 degrés Celsius, mais à 100 degrés, oui. Il faut donc à tout prix se tenir loin de tels seuils si l'on veut maintenir les conditions de l'Holocène.

Les limites fonctionnelles, proposées par l'équipe réunie autour de Johan Rockström, sont des valeurs établies au meilleur des connaissances scientifiques actuelles afin de se garder à une distance raisonnable des seuils et ainsi préserver les capacités autorégulatrices de la Terre. Il s'agit de repères plus que de valeurs définitives, et les incessants raffinements scientifiques permettront de les préciser davantage.

La prise de conscience de l'existence de limites fonctionnelles s'inscrit dans la démarche de développement durable puisque ces limites nous informent sur les marges dont notre civilisation dispose encore ou pas. La décision sur les actions à adopter revient ensuite à nous tous, comme nous l'avons déjà évoqué dans les premiers chapitres.

Les neuf limites fonctionnelles ont ici été regroupées en trois trios, selon la sphère où elles ont 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 neuf limites dont l'action transcende souvent la sphère à laquelle nous les avons rattachées. Trois limites fonctionnelles concernent donc en premier lieu l'atmosphère : la pollution de basse altitude, l'appauvrissement de l'ozonosphère et les changements climatiques. Trois autres touchent surtout l'hydrosphère : la capacité d'autoépuration, les cycles biogéochimiques et le volume des prélèvements. Finalement, trois affectent le devenir de la biosphère : l'acidification des océans, l'expansion des terres agricoles et la perte de biodiversité.

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 habileté à se déplacer librement au sein de l'atmosphère et de multiplier les points de vue à volonté? On se rend compte pourtant très jeune que l'on est plutôt confiné tout au bas de celle-ci, les pieds bien posés sur la lithosphère, au point d'oublier très rapidement notre relation intime avec l'air qui nous enveloppe constamment et que l'on respire 12 à 20 fois la minute. D'ailleurs, comment apprécier une atmosphère essentiellement formée de gaz invisibles sur une épaisseur difficilement évaluable depuis sa base? On retiendra plutôt sa rassurante couleur bleue diffusée par les gaz de haute altitude et ses nuages qui passent. Justement, c'est la pluie, le vent et le Soleil qui rythment nos activités et marquent notre lien profond avec une atmosphère qui sait se révéler douce ou brutale. Puisque nous subissons ces conditions de l'atmosphère, la lutte pour l'existence nous a poussés à profiter de ses bontés et à nous protéger de ses attaques. Parmi ses largesses, 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 ou qui nous encombrant. Or, à partir de quel taux de rejets l'atmosphère peut-elle se retourner contre nous, modifier ses normales climatiques locales, voire affecter notre santé et notre fonctionnement social? Ce chapitre se penche sur trois limites fonctionnelles terrestres : la pollution de basse altitude, l'appauvrissement de l'ozone et les changements climatiques.

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 des gaz 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 de 100 km. 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 (estimée à $5,2 \cdot 10^{18}$ 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 et de la Terre est telle (la masse des océans est de $1,4 \cdot 10^{21}$ kg et celle de la Terre, de $6 \cdot 10^{24}$ kg) 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 : aérosols (sols, sels, cendres, pollens), gouttelettes et glace. Les gaz les plus abondants sont l'azote (N_2), l'oxygène (O_2) et l'argon (Ar), dont les proportions ne varient pas de façon perceptible dans le temps ni dans l'espace, à cause de l'incessant mélange qui caractérise l'atmosphère. Le néon (Ne), l'hélium (He) et les autres gaz se manifestent dans des quantités moindres. La présence de vapeur d'eau (H_2O) varie localement d'une journée à l'autre, en réponse aux fluctuations de la température de l'air et aux mécanismes de condensation, de précipitation et d'évaporation. 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.

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

importantes agglomérations industrielles en est souvent affectée. Et à force de construire de très hautes cheminées, les aérosols et les gaz émis ont peut-être une moindre incidence locale, mais atteignent encore plus rapidement les lieux les plus isolés. C'est toute la basse atmosphère qui devient ainsi le véhicule de polluants.

La notion de pollution fait référence à la présence dans l'air d'une substance jugée nocive. Il faut donc pour cela identifier 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 sa susceptibilité personnelle, ainsi que la concentration de la substance et la durée et la fréquence de l'exposition. C'est avant tout l'inhalation de composés chimiques et leur absorption par le système pulmonaire qui posent problème chez l'humain. L'ingestion de composés ayant intégré la chaîne alimentaire est également possible, après 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 dangereuses²⁸. De nombreux pays, à travers leurs lois, leurs Constitutions ou leurs engagements internationaux, ont reconnu que l'accès à l'air pur est un élément essentiel 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 à cette concentration de base.

À cause de leurs effets reconnus sur la santé, nous discuterons exclusivement des rejets anthropiques de dioxyde d'azote (NO_2), de dioxyde de soufre (SO_2), d'ozone (O_3) et de particules fines.

28. OMS, 2006.

La combustion de carburant fossile produit plusieurs polluants atmosphériques toxiques dont le dioxyde d'azote, souvent employé comme marqueur lors d'études épidémiologiques puisqu'il est relativement facile à détecter. 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 routier et aux centrales électriques à carburant fossile, bien que la combustion à l'intérieur des maisons soit également problématique. L'OMS rapporte qu'il est davantage difficile d'établir une recommandation dans le cas d'une exposition à long terme puisque la présence de dioxyde d'azote implique généralement la présence de plusieurs autres toxiques. Un seuil de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une base moyenne annuelle est tout de même proposé. Les symptômes associés au dioxyde d'azote et aux autres toxiques liés à la combustion sont principalement pulmonaires et affectent plus largement les enfants et les personnes souffrant d'asthme et de bronchite.

Le dioxyde de soufre, produit de nombreux procédés industriels, entraîne des troubles pulmonaires et cardiovasculaires. L'OMS recommande d'éviter une exposition supérieure à une moyenne journalière de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette molécule est toutefois davantage connue pour son rôle dans l'acidification des pluies. 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 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 est un composé chimique instable qui peut entraîner 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 de l'air pollué par divers oxydes d'azote (NO_x), dont le dioxyde d'azote et les composés organiques

volatils relâchés par les industries et les véhicules. Puisqu'il dépend du rayonnement du Soleil, il prévaut en été, de la mi-journée jusqu'au début de la soirée. L'ozone au sol, à ne pas confondre avec celui de l'ozoneosphère, contribue alors largement au mélange de gaz et de particules fines nocives que constitue le smog²⁹. Des liens ont été établis entre le taux de mortalité et sa concentration. L'OMS recommande des concentrations d'ozone atmosphérique inférieures à 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les huit heures où les radiations solaires sont maximales. La concentration naturelle, qui dépend des sources locales de composés organiques volatils d'origine végétale, ne dépasse généralement pas 70 ou 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Finalement, les particules fines, d'un diamètre inférieur à 2,5 μm , pénètrent profondément dans le système respiratoire des humains, affectant potentiellement leur système cardiovasculaire. Elles sont le produit direct de la combustion de carburants fossiles ou résultent de réactions chimiques dans l'atmosphère, notamment entre carbone élémentaire ou organique, particules de soufre, de nitrate ou de sols. L'OMS recommande de maintenir ces concentrations sous 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les particules grossières, d'un diamètre de 2,5 à 10 μm , 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 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sont déconseillées.

La limite fonctionnelle pour la pollution de basse altitude, établie par l'équipe de Johan Rockström, cible les particules fines puisqu'elles ont le potentiel d'avoir une influence sur le climat en plus d'être dommageables pour la santé. La concentration de particules en suspension a déjà plus que doublé sous l'effet des activités humaines. Or, il est établi que la présence de ces particules en suspension joue un rôle important dans la formation et la persistance des nuages, et dans le bilan énergétique terrestre en reflétant une portion du rayonnement solaire vers l'espace. Ces interactions sont toutefois trop complexes

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

pour que l'on ait, à ce jour, déterminé une concentration à ne pas dépasser. Le problème est tout de même substantiel puisque l'OMS estime que sept millions de personnes sont décédées prématurément en 2012 des suites de l'exposition à de l'air pollué³⁰.

Appauvrissement de l'ozonosphère

En haute atmosphère, l'azote et l'oxygène sont dissociés par le rayonnement solaire, ce qui consomme une part importante des rayons ultraviolets. C'est le premier écran atmosphérique favorable à la vie, puisque les rayons ultraviolets endommagent l'ADN des plantes et des animaux, au point d'être létal.

Un second écran est constitué d'ozone qui absorbe les rayons ultraviolets qui ont franchi le premier écran. Ce gaz est présent en faibles quantités dans l'atmosphère et pour 90 % au-delà de 10 km d'altitude; c'est l'ozonosphère. Instable, il 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 rapidement s'associer à d'autres molécules d'oxygène pour former de l'ozone. Dans une seconde réaction, des photons ultraviolets de longueur d'onde différente dissocient l'ozone en molécules d'oxygène et en atomes libres, puis ces derniers se lient et forment de nouvelles molécules d'oxygène. 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. 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.

30. OMS, 2014.

L'ozone est également dissocié par d'autres gaz. Dans plusieurs cas, il s'agit d'une réaction catalytique dont la substance qui amorce la dissociation est régénérée à la fin de celle-ci. 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 faible quantité dans l'atmosphère. Les activités humaines ont cependant eu pour effet d'accroître leurs concentrations et d'en introduire de nouveaux, tels que les chlorofluorocarbures (CFC). Depuis 1973, on sait que ceux-ci sont répandus dans toute l'atmosphère et l'hypothèse de leur potentiel rôle catalytique est avancée l'année suivante. C'est un autre cas où il semblait qu'une petite impulsion engendrait une petite réponse, jusqu'en 1985, où l'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 300 DU. Puis l'ozonosphère australe s'est rapidement éclaircie à partir de 1980, pour chuter sous 100 DU quinze ans plus tard. 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 leurs équipements 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.

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 marins et des humains. 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'ozono-

sphère. La ratification universelle (196 pays) de ce protocole a été atteinte en 2009, en faisant le premier traité environnemental international à obtenir un tel appui.

On constate aujourd'hui le succès de cet accord par la récupération notable de l'ozonosphère. L'appauvrissement moyen en 2006-2009 n'atteignait plus que 3,5% de la moyenne de 1964-1980 et l'on prévoit un retour aux concentrations de 1980 entre 2020 et 2035. En revanche, le trou au-dessus de l'Antarctique persistera plus longtemps.

La limite fonctionnelle proposée par l'équipe de Johan Rockström pour l'ozonosphère cible sa partie extrapolaire, soit celle qui protège la vaste majorité des humains et des écosystèmes et dont l'appauvrissement n'est pas accéléré par la présence de nuages de très hautes altitudes propres à l'Antarctique. La recommandation est de maintenir en tous lieux extrapolaires un appauvrissement inférieur à 5 % par rapport à la moyenne de 1964-1980. Cette limite fonctionnelle n'est actuellement pas dépassée et les projections indiquent plutôt une amélioration de la situation.

Changements climatiques

Les nombreux rejets dans l'atmosphère incluent des gaz, dont le dioxyde de carbone (CO_2), réputés non pas pour leur effet nocif sur la santé ou pour leur participation à l'appauvrissement de l'ozonosphère, mais pour leur contribution au renforcement de l'effet de serre climatique. C'est un autre exemple dont nous avons longtemps pensé que les petites impulsions occasionnées par nos rejets atmosphériques se traduiraient toujours par de petites réponses. La conséquence de notre courte vue est globale et difficilement réversible.

Deux limites fonctionnelles ont été proposées par l'équipe de Johan Rockström : maintenir la concentration de dioxyde de carbone atmosphérique sous 350 parties par million et limiter le déséquilibre du bilan énergétique terrestre à un excédent de 1,0 watt par mètre carré. La première limite cible un gaz en

particulier alors que la seconde, la conséquence énergétique de l'ensemble des gaz à effet de serre et des particules en suspension. L'objectif général étant de maintenir la hausse moyenne des températures sous 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels, tel que convenu en vertu d'une entente non contraignante lors de la 16^e session de la Conférence des parties de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (Cancún, 2010).

La dangerosité du réchauffement climatique est évaluée en fonction de son effet irréversible sur un système particulier ou encore sur le risque de déclencher des ruptures par rapport au climat actuel. À cet égard, il est anticipé³¹ qu'une hausse de 1 °C par rapport à la moyenne de 1990 causerait d'importantes séquelles aux coraux, qu'une hausse de 2 °C entraînerait également la détérioration, voire la disparition, de la couverture de glace de l'Antarctique Ouest (accompagnée d'une hausse de 4 à 6 mètres du niveau de la mer) et qu'une hausse de 3 °C affecterait aussi la circulation thermohaline profonde des océans notamment responsable du Gulf Stream, un courant qui redistribue la chaleur des tropiques vers l'Arctique.

La Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC), avec l'ensemble de règles, normes et institutions qui constituent le régime international du climat (protocole de Kyoto, GIEC, etc.) cherchent justement à prévenir de tels dérèglements du système biogéochimique terrestre et vise la stabilisation de la concentration des gaz à effet de serre comme objectif ultime :

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 s'adapter naturellement aux chan-

31. B.C. O'Neill et M. Oppenheimer, 2002.

gements climatiques, que la production alimentaire ne soit pas menacée et que le développement économique puisse se poursuivre d'une manière durable³².

Il est établi que les concentrations préindustrielles de dioxyde de carbone, soit celles d'avant 1750, avoisinaient 280 parties par million. Il s'agit de la concentration mesurée au sein de minuscules poches d'air emprisonnées de longue date dans des glaciers et révélées par des carottages notamment effectués à la station Law Dome en Antarctique. Ce site est particulièrement utile pour étudier les fluctuations du climat au cours du dernier millénaire. Même si la limite fonctionnelle proposée de 350 parties par million est bien supérieure à cette concentration historique, elle est déjà largement dépassée. En effet, l'estimation de 2012 est de 392 parties par million, soit 140 % la valeur de l'ère préindustrielle, et la poussée à la hausse continue.

La série de concentrations en dioxyde de carbone recueillie à Mauna Loa à Hawaï est réputée d'excellente qualité, grâce à son emplacement loin des centres industriels et des volcans qui peuvent contaminer les observations. Entreprise en 1958 par Charles Keeling, c'est la plus longue série disponible. La moyenne pour l'année 1959 n'était que de 316 parties par million. Dès la seconde année de suivi, il est apparu évident que les rejets de dioxyde de carbone d'origine humaine accentuaient la concentration atmosphérique de ce gaz. Avant ces observations, il était généralement admis que les océans disposaient de la capacité d'absorption nécessaire pour que les rejets d'origine humaine soient sans conséquences. Depuis, on ne peut que constater une augmentation soutenue de la concentration de dioxyde de carbone. Il faut noter que cette concentration fluctue localement avec les saisons, révélant des différences dans la capacité de la végétation des hémisphères nord et sud à capter et à relâcher le dioxyde de carbone. Le niveau de 400 parties par million a été dépassé pour la première fois à Mauna Loa durant quelques jours en mai 2013.

32. Organisation des Nations unies, 1992.

La seconde limite fonctionnelle est celle d'un excédent énergétique inférieur à 1,0 watt par mètre carré. Le Soleil est notre principal pourvoyeur d'énergie. À quelque 150 millions de kilomètres de la Terre, avec une température de surface de l'ordre de 5 500 °C, le Soleil émet un rayonnement très intense dont seule une infime portion est captée par notre planète. Avec une température moyenne de 15 °C, la Terre émet vers l'espace un rayonnement (invisible à l'œil nu) passablement plus faible. La température moyenne de la Terre est stable tant que les énergies captées et émises sont égales. Depuis l'avènement de l'industrialisation, ce n'est plus le cas puisque l'accroissement des gaz à effet de serre modifie le bilan énergétique terrestre.

Les progrès dans les techniques d'observation et de modélisation permettent d'estimer l'influence de l'ensemble des activités humaines sur le bilan énergétique³³. Pour la période 1750-2011, les gaz à effet de serre anthropiques ont eu pour effet d'augmenter l'énergie captée par la Terre de 3,0 watts par mètre carré, l'équivalent d'une petite ampoule décorative. En revanche, les activités industrielles propulsent dans l'atmosphère une grande quantité de fines particules qui ont pour effet de refléter vers l'espace une partie du rayonnement solaire. Cette augmentation des aérosols a réduit l'énergie captée par la Terre de 0,9 watt par mètre carré. Une fois les modifications de l'occupation du territoire, de la couverture de neige et de l'intensité du rayonnement solaire comptabilisées, le bilan net des modifications s'élève à un accroissement de l'énergie captée par la Terre de 2,3 watts par mètre carré, soit au-delà de la limite fonctionnelle de 1 watt par mètre carré proposée par l'équipe de Johan Rockström. C'est pourtant cette petite quantité d'énergie supplémentaire, appliquée sans relâche sur l'ensemble de notre planète, qui est à l'origine de l'augmentation observée de 0,85 °C ainsi que des augmentations à venir.

Regardons de plus près le fonctionnement de ce processus. Les rayons solaires qui atteignent la Terre, tout comme ceux qui sont émis par celle-ci, franchissent obligatoirement

33. IPCC, 2013.

l'atmosphère dont certains gaz interceptent une partie de l'énergie en transit. Il s'agit toutefois de deux rayonnements aux qualités différentes. Le rayonnement solaire est composé en parts égales de rayons visibles (400 à 700 nm) et de rayons infrarouges (700 à 3 000 nm), auxquels s'ajoutent des rayons ultraviolets (100 à 400 nm) représentant 3 % du total. La Terre, beaucoup plus froide, émet uniquement dans un domaine infrarouge lointain (4 000 à 60 000 nm). Nous avons déjà évoqué que les rayons solaires sont en partie captés par l'oxygène atmosphérique (O_2 et O_3). Les rayons terrestres sont pour leur part partiellement captés par des molécules plus complexes, notamment l'eau (H_2O), le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4) et l'oxyde nitreux (N_2O). Ainsi pourvue de chaleur, l'atmosphère émet à son tour de l'énergie, essentiellement dans le même spectre que la Terre. L'effet de serre est le nom donné au phénomène par lequel l'atmosphère retourne vers la surface de la Terre une partie importante du rayonnement que celle-ci a initialement émis. Sans ce phénomène, sa température moyenne serait de l'ordre de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$: un habitat passablement moins hospitalier !

La vapeur d'eau est le gaz à effet de serre dont la concentration atmosphérique est la plus importante. Elle contribue pour près de 60 % de l'effet de serre. Les concentrations de vapeur d'eau varient toutefois considérablement dans le temps et l'espace, au gré des systèmes météorologiques, ce qui empêche d'établir clairement une tendance à la hausse ou à la baisse de la concentration de cette molécule. Néanmoins, de l'air plus chaud permet une présence accrue de vapeur d'eau.

Les sources naturelles de dioxyde de carbone sont notamment les océans, les volcans, les incendies de forêt et la respiration. Ce gaz contribue pour près de 35 % de l'effet de serre naturel. L'effet combiné de la combustion de carburant fossile et de la production de ciment aura libéré 8,3 milliards de tonnes de carbone dans l'atmosphère pour la seule année 2011. Depuis 1750, ce sont 375 milliards de tonnes qui ont globalement été rejetées³⁴. Les changements anthropiques liés à l'occu-

34. *Ibid.*

pation du territoire, notamment l'expansion des terres agricoles, ont aussi pour effet de relâcher du carbone dans l'atmosphère : 0,9 milliard de tonnes en 2011 et 180 milliards depuis 1750. Des 555 milliards de tonnes de carbone rejetées depuis 1750, 240 milliards sont encore dans l'atmosphère, 155 milliards ont été captées par les océans et 160 milliards ont été intégrées dans les écosystèmes.

Le méthane, l'ozone, l'oxyde nitreux et les autres gaz à effet de serre, tels que les chlorofluorocarbones, ne contribuent collectivement que pour 5 % de l'effet de serre. Ces gaz méritent néanmoins une attention particulière, car leur concentration respective a crû de façon importante. Depuis les débuts de l'industrialisation, les concentrations de méthane sont passées de 722 à quelque 1 800 parties par milliard et celles de l'oxyde nitreux, de 270 à environ 325 parties par milliard. 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. Le potentiel de réchauffement est cependant le phénomène qui mérite le plus d'attention en ce qui a trait à ces deux gaz. Le potentiel de réchauffement d'une molécule de méthane est 21 fois plus grand que celui d'une molécule de dioxyde de carbone et est 310 fois plus grand dans le cas de l'oxyde nitreux.

Se sont aussi ajoutés de nouveaux gaz à effet de serre littéralement construits par l'humain, tels que les chlorofluorocarbures dont l'usage, nous l'avons évoqué, est maintenant soumis au protocole de Montréal et à ses amendements, pas tant pour leur contribution à l'effet de serre que pour leur rôle dans l'appauvrissement de la couche d'ozone.

L'accentuation de l'effet de serre par les rejets anthropiques bouleverse le bilan énergétique terrestre et entraîne une hausse globale de la température. Une base de données mondiale intègre les données de plus de 3 000 stations terrestres et toutes les informations sur la température de surface des océans. Sa mise en place représente un travail colossal, car les observations ne sont pas réparties uniformément sur la Terre, surtout

au début de l'ère de l'instrumentation, il y a maintenant un peu plus de 100 ans. Comme nous l'avons déjà mentionné, l'ensemble des observations de 1880 à 2012 rapporte une hausse globale de température de 0,85 °C.

La projection des effets des changements climatiques, pour l'année 2100 par exemple, s'effectue à l'aide de modèles climatiques globaux. Ces derniers simulent le climat de toute la surface de la Terre, sous influence de différents scénarios d'évolution des concentrations des gaz à effet de serre. En pratique, afin d'évaluer les incertitudes, plusieurs modèles sont combinés pour un même scénario d'émission. Cette pratique vise à fournir un intervalle de changements probables, tout en tenant compte des incertitudes inhérentes à chacun des modèles. Par exemple, le doublement de la concentration de dioxyde de carbone, par rapport à la valeur préindustrielle, entraînerait une hausse de la température moyenne de la Terre de 1,5 à 4,5 °C. Cela masque une grande diversité spatiale : la hausse est plus du double en Arctique.

Seul un tiers de cette hausse de température est attribuable directement à la concentration accrue en gaz à effet de serre. Le reste découle d'effets indirects, telle la fonte des glaciers qui permet à la Terre d'absorber davantage d'énergie solaire puisque la neige a une plus grande capacité réfléchissante que le sol ou la végétation, une qualité nommée albédo. L'effet indirect le plus marquant est la hausse de la concentration de vapeur d'eau, elle-même un gaz à effet de serre. La présence de vapeur d'eau est limitée par la température de l'air ; une hausse des températures permet donc à l'atmosphère d'en accueillir davantage, ce qui est favorable à une hausse supplémentaire des températures.

Dans le cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)³⁵, des scénarios d'évolution des gaz à effet de serre permettent de comparer l'influence de différents bilans énergétiques terrestres pour l'année 2100, par rapport à 1750. Ces niveaux sont de

35. *Ibid.*

2,6, 4,5, 6,0 et 8,5 watts par mètre carré, ce qui inspira le nom attribué à chacun d'eux : RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 et RCP8.5. Rappelons que l'excédent actuel est de 2,3 watts par mètre carré. Ces scénarios tiennent compte principalement des concentrations en dioxyde de carbone pour arriver à leurs fins avec des concentrations respectives de 421, 538, 670 et 936 parties par million en 2100, mais également de celles d'autres gaz à effet de serre.

Le RCP2.6 est de loin le plus optimiste. Pour respecter ce scénario, il faudrait que les émissions de gaz à effet de serre soient réduites substantiellement dès maintenant, ce qui permettrait de limiter l'excédent énergétique à 3,1 watts par mètre carré autour de 2050, puis de l'abaisser à 2,6 pour la fin du siècle. L'augmentation de température moyenne projetée se stabiliserait alors dès 2050 entre 0,4 et 1,6 °C, soit fort probablement sous la cible la plus exigeante de 1,5 °C. Le RCP4.5 modère la hausse des émissions jusqu'en 2040 avant d'amorcer une diminution marquée, ce qui semble plus crédible, considérant la tendance actuelle d'augmentation des émissions de gaz à effet de serre. Dans ce cas, la hausse moyenne en 2100 se situerait entre 1,1 et 2,6 °C et a donc des chances de répondre à la cible de 2 °C, bien que la hausse se poursuive au-delà de 2100. Le RCP6.0 double les émissions jusqu'en 2060 environ, avant de mettre en place une restriction modérée. La hausse projetée en 2100 s'étend alors entre 1,4 et 3,1 °C, selon une trajectoire encore fortement ascendante. Finalement, le RCP8.5 reflète le laisser-aller actuel des émissions, pour une hausse de température de 2,6 à 4,8 °C projetée en 2100, hausse qui ne serait toujours pas stabilisée en 2300.

Il faut retenir de tous ces scénarios que le facteur déterminant dans la hausse projetée des températures est la quantité cumulée de gaz à effet de serre. Retarder la diminution des émissions augmente d'autant le stock de gaz à effet de serre accumulé et pénalise largement la possibilité d'atteindre tout objectif de limiter la hausse des températures à un niveau sécuritaire.

Il faut aussi garder à l'esprit que les conséquences de nos rejets ne se limitent pas à la température de l'air, mais incluent la hausse du niveau des océans, des modifications aux patrons de précipitation, le retrait des glaciers, la fonte de pergélisols et des changements à la récurrence d'événements extrêmes : canicules, 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 subsistance³⁶.

Les gaz à effet de serre découlent d'un grand nombre d'activités humaines jugées utiles à notre bien-être et surtout bien ancrées dans nos habitudes de vie. Qui plus est, la réduction des émissions de carbone est un enjeu éminemment économique et politique et met souvent en opposition les pays développés, principaux responsables de la situation actuelle, notamment par leur industrialisation de plus longue date, et les pays en développement qui aspirent à réussir la leur afin d'atteindre un meilleur niveau de vie. En 2010, ces deux groupes étaient pratiquement responsables en parts égales du total cumulé des rejets de GES depuis 1850³⁷. Aujourd'hui, une quinzaine de pays sont imputables des trois quarts des émissions, alors que les États-Unis et la Chine en rejettent plus de 35 %. D'où l'importance de l'engagement universel atteint dans le cadre de l'Accord de Paris qui concerne enfin l'ensemble des pays et vise à contenir « l'élévation de la température moyenne de la planète nettement en dessous de 2 °C par rapport au niveau préindustriel en poursuivant l'action menée

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

37. UNEP, 2013.

pour limiter les températures à 1,5 °C³⁸ ». Cette approche par étapes permet de tenir compte du scénario le plus ambitieux (RCP 2.6) qui est à la fois le plus respectueux des générations futures (au-delà de 2100), mais aussi des générations qui habitent présentement les régions déjà affectées par la hausse du niveau de la mer comme les petits pays insulaires.

Ce nouvel instrument du régime international du climat oblige les pays à atteindre progressivement l'objectif visé, en rendant régulièrement compte de leurs actions concernant l'atténuation et la réduction des émissions de gaz à effet de serre, tout comme de leurs plans d'adaptation aux bouleversements climatiques en cours et à venir. Les pays développés doivent de plus préciser leurs contributions au transfert de ressources, de technologies et de capacités vers les pays qui en ont besoin pour atteindre leurs propres objectifs. L'Accord de Paris souligne finalement l'importance de la transparence et de la participation de tous les acteurs et prévoit la réalisation d'un premier bilan mondial des progrès en 2023 ainsi que d'un suivi quinquennal accompagnant les rapports périodiques du GIEC.

Afin d'atteindre cette ambitieuse cible, plusieurs équipes scientifiques travaillent à chiffrer les réductions requises d'émissions de gaz à effet de serre. Le plus récent rapport d'évaluation du GIEC a encore démontré sans équivoque que continuer comme si de rien n'était pousse la température moyenne de la Terre bien au-delà de la cible retenue. Tous les scénarios qui respectent la cible exigent une réduction des émissions à la manière de RCP2.6, puisque tarder à agir implique des compressions futures encore plus radicales et nécessairement plus coûteuses qu'aujourd'hui. Les émissions médianes des scénarios respectant la cible de 2 degrés sont de 12 gigatonnes d'équivalent de carbone en 2020, 10,9 en 2025, 9,5 en 2030 et 6 en 2050 – l'équivalent de carbone tient compte de l'influence combinée du dioxyde de carbone et des autres gaz à effet de serre. Pour mesurer le défi, on estime qu'en 2010 les émissions de gaz à effet de serre atteignaient 13,7 giga-

38. Conférences des Parties à la CCNUCC, Paris, 2015.

tonnes d'équivalent de carbone. De telles réductions n'ont été obtenues par le passé que par un petit nombre de pays, la tendance globale étant encore à la hausse.

Un tel défi est tout de même relevable avec les technologies existantes³⁹, à condition de ne pas tarder à mettre en place un grand nombre de mesures actives, dont des véhicules, des édifices et des procédés de production électrique plus efficaces, la séquestration de dioxyde de carbone à la source, un usage plus intensif d'énergies renouvelables, la reforestation (captation par la biomasse) et une meilleure gestion des sols agricoles. Le potentiel de réduction des émissions d'ici 2020 est actuellement évalué à environ 17 gigatonnes d'équivalent de carbone : 5,1 dans les secteurs de l'énergie et du transport, 5,2 dans l'industrie et le bâtiment, et 6,2 dans la foresterie, l'agriculture et la gestion des déchets. Cela suffit tout juste pour combler l'écart entre le laisser-aller et les scénarios moins coûteux qui permettraient de limiter la hausse sous les 2 °C. Tout délai sera particulièrement pénalisant, car des installations énergétiques ou industrielles, pour ne nommer que ces deux exemples, ont des durées de vie dépassant souvent 50 ans, ce qui a pour conséquence de retarder d'autant les réductions possibles. Devant l'ampleur de la tâche, et l'acceptation que désormais il est impossible d'éviter complètement les effets de ces changements, de plus en plus de stratégies sont mises en place pour encourager l'adaptation aux changements en plus d'atténuer les émissions de gaz à effet de serre.

39 *Ibid.*

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 culturelle Hypoxie
Quels 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 des changements climatiques 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'Espagne¹. Le projet River Link Plan cible 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 l'extrémité de la pointe sud du pays. L'Espagne discute d'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 ressource. 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 à 300 dernières années. Si l'on dénombrerait un milliard d'individus en 1804, à l'époque de Jeremy Bentham et de l'indépendance des colonies américaines, on en compte maintenant sept milliards, ce qui impose 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 en requiert également de vastes quantités.

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 sont toujours disponibles juste un peu plus loin, ce que l'on pourrait nommer l'ère de l'exploitation. Les technologies modernes, au cœur de ce nouveau paradigme, créent l'illusion

1. T. Tvedt, 2013, chapitres 7 et 12.

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 seau ou 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 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. La source d'eau convoitée un peu plus loin est déjà exploitée par un autre groupe. Le volume d'eau disponible est fini. La fuite en avant n'est plus une option. 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 repérer le meilleur usage ? Comment se partager les bénéfices tirés de l'eau ? Comment protéger la qualité de nos ressources ? Cette problématique 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 : la capacité d'autoépuration, les cycles biogéochimiques et le volume des prélèvements.

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. 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 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 nombreux sels disponibles. La géologie ayant alors une grande incidence sur la disponibilité locale en sels, les concentrations en sodium, magnésium, calcium, potassium, chlorure, sulfate, bicarbonate et silice dissous varient d'un site à l'autre selon les parcours locaux 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). 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 qui assurent collectivement la « pureté » naturelle de l'eau. 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 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'était que hameau ou village, la perturbation engendrée par cet apport ponctuel restait imperceptible, surtout si le débit du cours d'eau était élevé. En revanche, l'accroissement des populations finit par poser problème, notamment lors de périodes plus sèches alors que l'eau est 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 engendre alors plusieurs milliards de descendants en quelques jours.

Un rejet d'eaux usées domestiques non traitées peut déclencher une expansion exponentielle telle des décomposeurs que la concentration en oxygène dissout chutera de façon

draconienne, chassant la plupart des autres organismes. Une zone de dissolution plus ou moins longue est 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 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 jugées nocives, peu importe qu'elles soient organiques, comme nous l'avons décrit au paragraphe précédent, ou non. De l'avis de l'équipe réunie par Johan Rockström, la capacité d'autoépuration constitue une limite au système fonctionnel terrestre puisque la pollution a pour effet de perturber l'équilibre entre les communautés aquatiques. Cette limite est toutefois difficile à chiffrer à cause de la diversité des conséquences, selon les substances dissoutes et leurs concentrations. De manière concrète, l'état de santé des vivants est très certainement le meilleur indice que la limite à la capacité d'autoépuration des cours d'eau est outrepassée.

Consommer de l'eau est un acte naturel et vital. Le problème est qu'il n'est pas évident d'évaluer à vue de nez le risque que l'on s'apprête à prendre, d'autant plus que l'on n'a pas nécessairement de produits de rechange à l'eau dont on dispose. L'eau « propre » nettoie et purifie ; l'eau souillée tue ou à tout le moins véhicule des maladies hydriques, conséquences néfastes d'un contact direct avec de l'eau contaminée par des déchets d'origine humaine, animale ou chimique : intoxication à l'arsenic, 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 1,8 million de personnes en meurent chaque année, en très grande majorité des

enfants de moins de cinq 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.

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 locale. En d'autres mots, il faut à tout prix se prémunir contre l'autocontamination des ressources en eau.

Il s'agissait d'ailleurs de la troisième cible du septième objectif du millénaire pour le développement : « réduire de moitié, d'ici 2015, la proportion de personnes qui n'ont pas accès durablement à une eau bonne à boire et qui ne disposent pas de sanitaires de base² ». L'opération s'est avérée un succès quant à l'eau consommée, puisque la cible a été dépassée avant 2015³. Entre 1990 et 2015, plus de deux milliards d'individus ont obtenu l'accès à une source d'eau potable améliorée, ce qui correspond à une proportion de la population mondiale de 76 % en 1990 et de 91 % en 2015⁴. Malheureusement, compte tenu de l'augmentation de la population, cette ressource fait toujours défaut à 768 millions de personnes, un gain tout de même par rapport à 1990, alors qu'un milliard de personnes en étaient privées. La situation reste toutefois troublante en milieu rural, avec 636 millions de personnes s'abreuvant d'eau de surface ou d'une source non améliorée ; l'éloignement mais aussi la pauvreté endémique affectent encore les milieux ruraux.

Les gains sont également spectaculaires quant à l'accès à des installations d'assainissement améliorées. Des latrines aux toilettes à chasse d'eau, l'accès a été offert à 2,1 milliards de personnes de plus en 2015, par rapport à 1990. Ce gain a propulsé l'accès à 68 % des humains, comparativement à 54 % en 1990, mais encore 13 % de la population manque totalement

2. Organisation des Nations unies, 2013.

3. WHO, 2012.

4. Organisation des Nations unies, 2015.

d'installations sanitaires et doit se soulager à l'air libre. Afin de poursuivre les avancées dans ce domaine, l'objectif 6 des Objectifs de développement durable vise comme nouvelles cibles un accès universel à l'eau et à l'assainissement ainsi que la prévention de la pollution et du gaspillage, tout en améliorant la conservation des sources, la coopération transfrontalière, le transfert de technologies et la participation de tous les acteurs à l'échelle locale⁵.

L'eau est une molécule qui compte. Elle permet, par exemple, à une famille de subvenir quotidiennement à quatre besoins vitaux : boire, cuisiner, se laver et 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 trois autres besoins vitaux en sus de s'abreuver, la cible minimale par personne a été fixée à 50 litres par personne par jour⁶.

Dans les pays où l'eau est abondante, de 10 à 50 litres par personne par jour sont consacrés à la préparation des aliments. Lorsque l'eau est moins accessible, c'est plutôt entre 10 et 20 litres qui sont alors utilisés. Les besoins minimaux pour la préparation des aliments ont donc été fixés à 10 litres par personne par jour. L'hygiène corporelle ne peut être maintenue sans eau. Encore une fois, ce sont les citoyens des pays industrialisés qui en font le plus grand usage : entre 45 et 100 litres par bain ou douche. Les besoins minimaux ont été fixés à 15 litres par personne par jour, de quoi s'offrir un modeste bain. Finalement, pour contrôler les agents infectieux et interrompre la transmission des maladies, il est impératif de préserver l'envi-

5. Assemblée des Nations unies, 2015.

6. P.H. Gleick, 1996.

ronnement à l'intérieur et autour de sa maison. Sous sa forme la plus élémentaire, cette tâche requiert de l'eau pour évacuer les déchets humains. Bien qu'il existe des technologies « sans eau », les besoins minimaux pour chasser l'eau des toilettes ont été fixés à 20 litres par personne par jour. En Amérique du Nord, les toilettes économes en eau consomment tout de même quatre litres par chasse.

L'accès à l'eau salubre est avant tout une question de technologies et d'infrastructures⁷. Seule l'installation d'eau courante à l'intérieur de l'habitation permet une consommation supérieure à 50 litres par jour par personne. Sinon, le transport manuel de l'eau doit être limité à une courte distance de l'habitation pour assurer un approvisionnement de l'ordre de 50 litres par personne par jour. Dès qu'un parcours d'un demi-kilomètre est requis pour s'approvisionner, les volumes utilisés dépassent rarement 20 litres par personne par jour et chutent sous cinq litres par personne par jour dès que le parcours exigé dépasse un kilomètre.

Cycles biogéochimiques

Nous avons mentionné que l'eau véhicule de nombreux éléments indispensables à la formation des 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 ne reviennent à leur médium initial. Deux de ces cycles ont été retenus par les experts réunis par Johan Rockström comme limites fonctionnelles terrestres, ceux de l'azote et du phosphore, parce que les activités humaines tendent à augmenter leur disponibilité au point de compromettre certains écosystèmes.

7. OMS, 2003.

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, ce qui limite la croissance des plantes. 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 potentiel. En fait, seules ces carences empêchent l'envahissement des milieux aquatiques par les végétaux.

Le phénomène de l'eutrophisation est la conséquence de l'altération 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 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 culturelle. Ce phénomène est réversible si les apports indésirables cessent.

Une des conséquences potentielles de l'eutrophisation culturelle est la prolifération de cyanobactéries, également connues sous le nom d'algues bleu-vert, leur capacité photosynthétique leur conférant cette couleur. Ces bactéries, présentes de 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 culturelle est la meilleure façon de contrer la prolifération des cyanobactéries. Cela implique un meilleur contrôle de nos déchets organiques, mais également de nos actions qui rendent disponibles l'azote et le phosphore.

Le cycle de l'azote est relativement complexe, car il comporte plusieurs transformations chimiques. Peu de plantes consomment directement l'azote atmosphérique; celui-ci doit d'abord être fixé sous forme de nitrate (ion NO_3^-) avant d'être assimilable par la majorité d'entre elles. Cette fixation est principalement prise en charge par des microorganismes présents dans les sols ou associés aux racines. Les animaux obtiennent de l'azote en ingérant des végétaux. D'autres microorganismes complètent le cycle en transformant les résidus animaux ou végétaux ainsi que les nitrates en azote atmosphérique, un processus nommé dénitrification.

Les activités humaines accélèrent la rotation de l'azote d'abord par la production industrielle et l'épandage de fertilisants azotés favorables à la croissance des plantes, puis par la monoculture de plantes fixatrices d'azote comme le soja, le trèfle, les lentilles, les pois, les pois chiches et d'autres espèces de légumineuses. Ces actions ont pour effet de modifier l'équilibre préalable entre fixation et dénitrification, au point d'aug-

menter la disponibilité de l'azote dans l'eau des lacs et des rivières, avec les conséquences que l'on a déjà évoquées.

Les experts de l'équipe de Johan Rockström proposent de limiter la fixation industrielle et agricole de l'azote atmosphérique à 35 mégatonnes par année, soit à 25 % des processus naturels de fixation. Cette limite est déjà allègrement transgressée puisque la fixation d'azote atmosphérique par l'ensemble des activités humaines est estimée à 150 mégatonnes par année : 80 par des procédés industriels, 40 par la sélection de cultures fixatrices, 20 par la combustion de carburant fossile et 10 par la combustion de biomasse.

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 particulière (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 microorganismes agissant sur la biomasse morte.

Les engrais industriels ont également pour objet d'accroître la disponibilité en phosphore des sols. Cette disponibilité accrue favorise l'eutrophisation des lacs et des rivières. Du point de vue global, c'est le rôle que jouent les phosphates dans l'apparition de zones océaniques hypoxiques (déficitaires en oxygène) qui inquiète l'équipe de Johan Rockström. 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. À ce jour, 415 zones côtières ont été désignées eutrophes, dont 169 hypoxiques. 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 dix mégatonnes de phosphore par année dans les océans, soit environ 10 fois la charge « natu-

relle» préindustrielle. L'apport actuel de phosphore aux océans est estimé à neuf mégatonnes par année, soit légèrement sous la limite fonctionnelle proposée.

Volume des prélèvements

Les prélèvements en eau effectués sur un territoire peuvent être mesurés et comptabilisés afin de tracer un portrait utile à l'analyse. Cette comptabilité requiert d'abord la définition d'un territoire. L'unité naturelle de gestion de l'eau est le bassin versant. L'opération devient toutefois plus ardue dans le cas des rivières transfrontalières puisque chaque pays riverain est alors responsable de la gestion d'un secteur, ce qui complique souvent l'émergence d'un portrait global.

L'UNESCO et d'autres organisations internationales travaillent à colliger et à uniformiser la comptabilité de la ressource en eau⁸. Le volume annuel renouvelable (déduit de la recharge des nappes et du débit des cours d'eau) est présentement estimé à quelque 43 000 km³, tandis que le volume annuel des prélèvements s'élève à environ 3 400 km³. Cette dernière valeur semble encourageante, car elle constitue moins de 10 % de la première. Il faut en fait adapter ce pourcentage, car une part importante de l'eau renouvelable coule dans des régions peu ou pas habitées, voire inhospitalières. Le rapport entre le volume d'eau prélevé et le volume d'eau renouvelable « accessible » s'approche ainsi plus de 50 % que de 10 %. Les experts réunis par Johan Rockström proposent donc de limiter le volume annuel des prélèvements à 4 000 km³, ce qui laisse encore une certaine marge de manœuvre par rapport au volume actuel exploité.

Avant de s'intéresser davantage à l'appétit insatiable des humains pour l'eau, prenons le temps de décrire ses fonctions au sein du système biogéochimique terrestre. On en dénombre cinq, dont certaines ont déjà été évoquées :

8. Unesco, 2003.

1. L'eau altère les roches et véhicule des charges particulières et dissoutes. En cheminant au sein et à la surface des sols, elle dissout des sels et déplace des particules. C'est la fonction « transport », variable dans le temps et l'espace.
2. 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.
3. 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.
4. L'eau abreuve tous les écosystèmes ainsi que les villes et les industries 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 : pomper, traiter, distribuer, user, collecter et rejeter.
5. 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 cinq. 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.

Le volume d'eau disponible dans un bassin versant étant fini, l'arbitrage entre les différentes 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 la consommation de l'eau par les organismes d'un écosystème aquatique.

Chaque prélèvement, pris individuellement, peut sembler sans conséquences, mais, dans plusieurs régions du monde, leur cumul est tel qu'il surtaxe déjà la capacité locale de renouvellement en eau. 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 passe indéniablement par la mise en place de politiques 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 des précipitations. 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 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, un type de 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 entraîner des conséquences draconiennes et parfois irréversibles lorsque qu'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, institutions municipales, provinciales, fédérales et internationales, 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 capita ? 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 renouvelables disponibles ? On constate bien que, dans tous les cas, les projections sont incertaines.

Le cas de l'usine de traitement des eaux usées Werdhölzli de la ville de Zurich en Suisse est un exemple éclairant des différences entre planification et déroulement des événements⁹. Cette usine est entrée en fonction en 1985 après quatre années de construction (1981-1985), précédées de dix années de conception (1972-1981). Au cours de ses dix-huit premières années de service (1985-2003), elle a dû subir de nombreuses modifications rendues nécessaires à cause d'écarts importants entre les conditions d'exploitation prévues et réelles. Par exemple, les volumes d'eau à traiter ont chuté significativement à la suite d'une baisse non anticipée de la population desservie (-21 %), ainsi que de la consommation per capita (-25 %, grâce à des programmes incitatifs d'économie d'eau mis en place par la municipalité). Cela s'est soldé entre autres par la fermeture d'une usine voisine, dont les eaux usées ont été réacheminées à l'usine Werdhölzli. Les normes environnementales suisses ont aussi été resserrées après la mise en fonction de l'usine, forçant la révision en profondeur des procédés de traitement, afin notamment de réduire les charges en nitrate des eaux de rejets. Les administrateurs et les ingénieurs de l'usine Werdhölzli ont trouvé des solutions aux nouvelles réalités auxquelles ils avaient à faire face, puisqu'ils disposaient de tous les leviers financiers et techniques nécessaires.

9. D. Dominguez et W. Gujer, 2006.

Dans le cas de partage d'eaux transfrontalières, les traités entre les acteurs en jeu sont parfois si rigides qu'ils empêchent toute adaptation à des conditions nouvelles ou contraignent grandement les actions possibles. Prenons le cas du fleuve Colorado qui prend sa source aux États-Unis. Diverses ententes, certaines remontant à 1922, dictent le partage des eaux entre les États riverains, les réserves indiennes et le Mexique¹⁰. En pratique, le volume disponible a été surévalué dans ces ententes légales et les eaux n'atteignent plus qu'exceptionnellement l'océan Pacifique, au détriment notamment des écosystèmes de son delta. Au même moment, des villes comme Las Vegas continuent leur développement fulgurant et cherchent à accroître leur part des eaux du Colorado. Or, le traité idéal devrait prévoir une structure de gestion souple, des critères précis, mais adaptables, d'allocation d'eau et de qualité de l'eau, une répartition équitable des bénéfices et un mécanisme détaillé de résolution des conflits. La réalité est cependant encore loin de cet idéal. Des 263 rivières transfrontalières dans le monde, plus de la moitié, soit 158, sont exploitées sans accords de coopération. Les autres, généralement parmi les plus gros bassins versants, disposent d'accords souvent partiels qui excluent certains pays concernés.

Les modalités de gestion doivent tenir compte également des objectifs, des logiques et des besoins qui animent les usagers à l'intérieur d'un même pays, comme les communautés locales, les entreprises privées et l'État¹¹. Il devient par ailleurs impératif d'accroître nos capacités d'anticiper adéquatement les conditions futures imposées par tous les acteurs affectant les ressources en eau. Entretemps, il faut tenir compte des incertitudes inhérentes à ce genre d'exercice en adoptant des modes de planification adaptatifs. Plusieurs scénarios futurs doivent être élaborés et leur conception doit considérer les évolutions probables des usages et des infrastructures afin de faciliter leur adaptation mutuelle.

10. E. Kuhn, 2005.

11. S. Hoffmann, 2005.

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 outrepasser 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 que nous appelons la biosphère regroupe la fraction vivante de la nature, donc tous les organismes occupant la terre, les airs et les océans.

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 au moins depuis 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 naissance de la Terre. La principale hypothèse repose sur le volcanisme particulièrement actif qui a suivi la formation initiale 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, 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 dispo-

nible 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 km de sa surface, compte tenu de la condensation et des précipitations. En contrepartie, le processus de libération d'eau depuis les profondeurs de la Terre serait maintenant négligeable, du moins à l'échelle 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 aplanit. 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 et résilients. 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 du 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 biogéo-

chimiques, 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 existence. Prenons le cas du dioxyde de carbone. Avant les mesures irréfutables recueillies à Mauna Loa, en Hawaï, peu de gens se souciaient des conséquences 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 155 des 555 milliards de tonnes de carbone rejetées depuis 1750. Et voilà que l'on découvre une nouvelle limite biogéochimique. 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 effrénée.

Mais commençons par discuter d'acidité. Le caractère acide d'une eau dépend de sa concentration en 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 $[H^+]$, d'une eau pure (neutre, c'est-à-dire ni acide ni basique) est de 10^{-7} mole 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} mole par litre (0,00001 mole par litre) et basique si $[H^+]$ n'est par exemple que de 10^{-9} mole par litre (0,000000001 mole par litre).

L'échelle du pH a été inventée pour simplifier la description du caractère acide : $pH = -\log_{10}[H^+]$. Ainsi une eau neutre possède un pH de 7, et une eau acide dont la concentration en ions hydrogène est de 10^{-5} mole 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 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) dissout, 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 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 considérée acide dès que 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. Son pH moyen (couche supérieure) est aujourd'hui de l'ordre de 8,1 unités, soit 0,1 unité de moins qu'en 1750 alors que le pH atteignait 8,2¹. En d'autres mots, la concentration en ion hydrogène s'est accrue de 26 % depuis le début de l'industrialisation. Au rythme actuel d'augmentation du dioxyde de carbone atmosphérique, l'acidification des océans ne peut que

1. IPCC, 2013, *op. cit.*

s'accroître davantage. Reprenons les récents scénarios d'évolution des gaz à effet de serre élaborés par le GIEC dans son cinquième rapport d'évaluation, que nous avons décrits au chapitre 3. Une acidification supplémentaire de 0,06 à 0,07 unité de pH est attendue en 2100 selon le scénario le plus optimiste (RCP2.6), alors qu'elle atteindrait de 0,30 à 0,32 dans le scénario le plus pessimiste (RCP8.5). Notons que l'incertitude de la modélisation est très faible : de l'ordre de 0,01 à 0,02 unité. On connaît donc assez précisément la manière dont l'acidité des océans évoluera en fonction de l'intensité de nos rejets de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. On sait aussi que les mécanismes autocorrectifs sont lents : des dizaines de milliers d'années seraient nécessaires pour que les océans retrouvent leur niveau d'acidité préindustriel.

Les conséquences de l'acidification des océans sur la vie marine sont en contrepartie moins connues. Les organismes qui exploitent la calcification pour construire les coquilles et les plaques externes qui les protègent notamment contre les prédateurs semblent toutefois 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), toutes 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 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, et qui est notamment le cas des coraux, des mollusques et des algues. Les experts qui se sont penchés sur les limites biogéochimiques terrestres sous le leadership de Johan Rockström ont donc ciblé l'état de saturation de l'aragonite comme indicateur des conséquences de l'acidification des océans. 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, l'état de saturation de l'aragonite a déjà chuté, passant de 3,44 à 2,90 depuis le début de l'industrialisation. Bien que cette valeur 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 experts ont donc établi à 2,75 la limite inférieure de l'état de saturation de l'aragonite, soit 80 % de sa valeur préindustrielle.

Les travaux du GIEC, rapportés dans leur cinquième rapport d'évaluation, révèlent, pour la plupart des scénarios de rejet en dioxyde de carbone, que la couche supérieure des océans deviendra corrosive à l'aragonite d'ici une décennie dans certaines régions de l'Arctique et quelques zones côtières réputées pour leur remontée d'eau profonde, et d'ici 10 à 30 ans dans plusieurs autres parties des océans de l'hémisphère sud. La situation s'aggraverait par la suite.

Les rejets anthropiques de dioxyde de carbone ont donc deux conséquences distinctes et indépendantes : les changements climatiques énoncés au chapitre 3 et l'acidification des océans. Si certains imaginent sans peine vivre sur une planète plus chaude, l'acidification des océans a également le potentiel de générer des

désordres socioéconomiques². 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 10 sont commercialisés par des pays en développement³.

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 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.

Expansion des terres agricoles

Nourrir tous les habitants de la planète demeure encore aujourd'hui un défi constant, comme en fait foi la troisième cible du premier objectif du millénaire pour le développement : « réduire de moitié, entre 1990 et 2015, la proportion de personnes qui souffrent de la faim⁴ ». Et pour cause. 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 d'une multiplicité d'intervenants. Il demeure qu'encore une personne sur neuf souffre de la faim dans le monde (soit 795 millions de personnes), la plupart dans les pays les plus pauvres, dont beaucoup d'enfants⁵.

2. UNEP, 2010.

3. FAO, 2013.

4. Organisation des Nations unies, 2013, *op. cit.*

5. Organisation des Nations unies, 2015.

Compte tenu de l'accroissement de la population humaine, de la 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 globales. La superficie cultivée par habitant a en conséquence chuté, passant de 0,44 à 0,25 hectare dans 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 irriguer selon les besoins. Or, déjà 70 % de la captation mondiale en eau sert à l'irrigation agricole. 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 pas 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 passera de sept à neuf milliards d'individus d'ici 2050. En général plus riches que par le passé, ils feront

littéralement exploser la demande en nourriture au cours de cette période; l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) prévoit en effet une hausse de 60 %. La demande de nourriture destinée aux humains croît déjà à un rythme plus rapide que celui de la population 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 20 milliards de poulets, 1,4 milliard de bovins et un milliard d'ovins.

Nous avons déjà passablement modifié l'occupation naturelle des continents, principalement en convertissant 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 1990⁶. 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 a été convertie 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. Aujourd'hui, 12 % de la superficie des terres est dédiée à la production de végétaux et 26 %, aux pâturages. Si, avant de s'adonner à l'élevage, les humains ne comptaient que pour 0,1 % de la masse totale des mammifères, on estime aujourd'hui que les humains et leurs cheptels forment 90 % de cette masse.

Les forêts n'occupent aujourd'hui que 30 % du territoire 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

6. Millennium Ecosystem Assessment, 2005.

de carbone en contrant leur dégradation et en substituant des produits forestiers aux bétons et aux aciers 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 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.

Les experts réunis par Johan Rockström ont retenu la superficie des terres dédiées à la production de végétaux comme indicateur du bon fonctionnement biogéochimique de la Terre et proposent une superficie de 15 % du territoire comme limite à ne pas enfreindre. Or, au rythme actuel de croissance, de l'ordre de 1 % par année, cette portion des terres allouées à la production de végétaux passera de 12 % à 15 % en quelques décennies seulement. Il devient donc impératif de réussir à nourrir tout le monde convenablement sans étendre des superficies consacrées à cette activité. 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 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).

Il ne faut pas oublier que les pratiques agricoles sont étroitement liées aux systèmes fonciers et aux connaissances traditionnelles, 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 de la troisième cible du premier objectif du millénaire pour le développement, sont minés par des problèmes importants de conservation, de distribution et de mise en valeur des aliments produits. La FAO évalue qu'environ un tiers 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 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 distribution pour éviter tout ce gaspillage.

L'objectif 2 des Objectifs de développement durable vise l'augmentation de la productivité et des revenus des petits agriculteurs, ainsi qu'un meilleur fonctionnement des marchés alimentaires. Il circonscrit également la lutte contre la faim dans le cadre d'une gestion adéquate des écosystèmes tout en préservant la biodiversité⁷.

7. Assemblée générale des Nations unies, 2014 *op. cit.*

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 n'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 génétiques⁸ ». 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 inscrite dans la convention : « la diversité au sein des espèces et entre les espèces ainsi que celle des écosystèmes⁹ ».

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, qu'il soit plante, mammifère, 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 cueilleurs-chasseurs, tant il 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'enseigne-

8. Organisation des Nations unies, 1992.

9. *Ibid.*

ment, 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 (changements climatiques, acidification des océans, eutrophication, 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 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 planète¹⁰. » 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. Ces 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 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

10. Millennium Ecosystem Assessment, 2005.

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 :

- services d'approvisionnement, en nourriture, en matériaux, en fibres, en énergie (bois et hydroélectricité) ou en ressources génétiques ;
- services de contrôle (résilience), du climat, des crues, de l'érosion, des populations et des maladies ;
- services culturels, d'ordre spirituel, esthétique, récréatif et même créatif (source d'inspiration) ;
- services de soutien à la vie, tels que le cycle de l'eau, les cycles biogéochimiques, la formation des sols, l'autoépuration (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 proposée par l'équipe de Johan Rockström est de 10 extinctions par mille espèces, sur une période de mille ans, soit 10 fois plus que la valeur historique, mais 100 fois moins que le rythme actuel, ce qui constitue un défi colossal pour notre société.

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, tels 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, des études montrent que certains écosystèmes agricoles traditionnels ont 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 ont fixé l'objectif, d'ici 2020, de conserver des territoires représentatifs écologiquement couvrant au moins 17 % des terres, et 10 % des côtes (12 milles nautiques) et des océans (200 milles nautiques). L'appel semble avoir été bien reçu puisque, de 1990 à 2012, les terres protégées ont crû, passant de 8,9 % à 14,6 %, les eaux côtières protégées de 4,6 % à 9,7 % et les zones marines protégées de 1,2 % à 5,3 %.

Les aires protégées ne suffisent toutefois pas à elles seules à maintenir la biodiversité globale. 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 accepter¹¹ ».

L'objectif 15 des Objectifs de développement durable vise à enrayer l'ensemble des facteurs qui affectent la biodiversité. Ses cibles concernent la conservation des écosystèmes, la gestion 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 biodiversité¹².

L'intégration des limites

Les limites biogéochimiques terrestres font partie des six éléments fondamentaux que le secrétaire général de l'ONU, Ban Ki-moon, identifiait dans le programme de développement pour 2015-2030 :

11. R. Barbault, 2006, p. 213.

12. Assemblée générale des Nations unies, 2015.

Pour respecter nos limites planétaires, nous devons nous attaquer aux changements climatiques selon le principe de l'équité, mettre un terme à l'appauvrissement de la diversité biologique et remédier à la désertification et à la surexploitation des terres. Nous devons protéger la faune, préserver les forêts et les montagnes et réduire les risques de catastrophe en misant sur la résilience. Nous devons protéger nos océans, nos mers, nos rivières et l'atmosphère, qui sont notre patrimoine mondial, et faire régner la justice climatique. Nous devons garder à l'esprit l'impératif de viabilité en ce qui concerne l'agriculture, les pêcheries et les systèmes alimentaires; la gestion des ressources en eau et des déchets et produits chimiques; le recours à des sources d'énergie renouvelables et plus efficaces; la nécessité de découpler la croissance économique de la dégradation de l'environnement, la promotion de l'industrialisation et la mise en place d'infrastructures résilientes; l'adoption de nouveaux modes de consommation et de production; et la gestion des écosystèmes marins et terrestres et l'exploitation des terres¹³.

Les cinq autres éléments clés sont les êtres humains, la dignité, la prospérité, la justice et les partenariats, autant de dimensions à la fois intégrées, interdépendantes et indivisibles qui constituent ce programme. Il s'agit là de la preuve que la synthèse de recherches et les outils de communications développés par l'équipe de Rockström ont pénétré largement les espaces onusiens, ce qui témoigne d'une notable amélioration de la compréhension mutuelle entre scientifiques, diplomates et technocrates dans la gouvernance internationale, mais aussi de la force de l'évidence scientifique dont nous disposons actuellement.

Au dire de Rockström lui-même, « Depuis deux ou trois ans les scientifiques sont en train de sortir de leur zone de confort très rapidement et deviennent de plus en plus inquiets. C'est que 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 mentalité¹⁴ ».

13. Assemblée générale des Nations unies, 2014.

14. Entrevue réalisée par Mylène Bergeron et Liliana Diaz, New York, septembre 2015.

Partie 3

Notre avenir à tous

Indépendamment de nos convictions sur la relation éthique que les femmes et les hommes devraient entretenir avec la nature, les preuves s'accumulent : 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 (primaires ou dérivés) et à ceux de notre famille nous laisse souvent avec le sentiment d'avoir peu de marge de manœuvre.

Les gens peuvent s'investir de trois façons en faveur d'une transition écologique : avec leur esprit, avec leur cœur et avec leurs corps¹. 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 »

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

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. Prenons un 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 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. 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 Réuser Recycler

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 au cours de 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 au 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 d'empreinte écologique s'inscrit ainsi dans la foulée des débats, entrepris dans les années 1970 et évoqués au 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, mais il semblait d'ores et déjà que, dans notre contexte d'accroissement de la population et de la consommation, la technologie constituait l'issue de crise la plus facile.

L'empreinte écologique s'appuie sur une structure de comptabilisation de type I = PCT. Sa quantification pour 2007 s'élève à 2,7 hectares globaux par personne, c'est dire qu'en 2007 l'humanité utilisait en moyenne 2,7 hectares par personne pour entretenir son style de vie¹. Un hectare global est un hectare ayant une productivité égale à la productivité moyenne de la Terre. En 2007, 6,7 milliards d'individus se partageaient ainsi 18 milliards d'hectares globaux. Cette valeur cache toutefois une grande disparité de niveaux de consommation entre individus et régions du monde. Le milliard d'habitants des pays les plus riches a une empreinte écologique moyenne de 6,1 hectares globaux par personne, alors que les 1,3 milliard de personnes qui habitent les pays les plus pauvres utilisent en moyenne 1,2 hectare global par personne.

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. Compte tenu de la taille de la population, 1,8 hectare global par personne était disponible en 2007.

Comparer l'empreinte écologique et la capacité du support permet d'évaluer la durabilité écologique de nos consommations et de nos activités. On constate ainsi qu'en 2007 l'espèce humaine accusait un déficit écologique de l'ordre de 0,9 hectare global par personne, soit un dépassement équivalant à la moitié de la capacité du support de la Terre. En d'autres termes, notre mode de fonctionnement global n'est pas durable d'un point de vue écologique puisqu'il mène soit à l'épuisement des ressources, soit à des dysfonctionnements du système terrestre. Par exemple, pêcher au-delà de la capacité de renouvellement des espèces mène à la chute des populations et relâcher du

1. B. Ewing, D. Moore, S. Goldfinger, A. Oursler, A. Reed et M. Wackernagel, 2010.

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.

Ce chapitre aborde les principales clefs d'interprétation des trajectoires 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 global dans les années 1970 eurent pour événement déclencheur les analyses du Fonds des Nations unies pour la population (FNUAP) en 1969². Leur approche visait à promouvoir la limitation active des naissances dans 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

2. D. Tabutin et E. Thiltgès, 1992.

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 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 émergea 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 humain³. »

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

Il est maintenant acquis 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 humains 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 révèlent une réduction substantielle du taux de natalité pour l'ensemble de la population, ainsi qu'une augmentation de l'espérance de vie⁴.

La population mondiale surpassa sept milliards de personnes en 2011 et les projections récentes annoncent huit milliards d'humains pour 2025 et 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.

4. DESA, Organisation des Nations unies, 2014.

La migration internationale constitue un facteur dont on reconnaît aujourd'hui l'importance. On dénombrait 154 millions de personnes vivant à l'extérieur de leur pays d'origine en 1990, contre 232 millions aujourd'hui. 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 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.

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 vivons 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 prétendre⁵. »

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 durables⁶.

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. Pour analyser davantage le phénomène, examinons ses différentes dimensions. Les biologistes Paul Ehrlich et Barry Commoner s'appuyaient sur une définition écologique de la consommation : dans un écosystème, les organismes vivants consomment les ressources de leur milieu pour assurer leur survie et produisent des déchets convoités par

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

6. PNUE, 2012.

d'autres organismes vivants. La disponibilité des ressources et les interactions entre les espèces ont donc une incidence directe sur la taille des populations. C'est dans cet esprit que Thomas Malthus écrivit en 1798 *Principle of Population*, qui évoque une nature poussée au-delà de sa capacité de support par un accroissement continu de la population et de sa consommation. Vivant à l'aurore de la révolution industrielle, Malthus n'a pas su anticiper le rôle positif de la technologie sur l'impact environnemental, bien que cela ne change en substance rien à son raisonnement puisque cet effet positif se limite généralement à décaler dans le temps le moment où la capacité de support sera dépassée.

Il demeure que les comportements individuels et les pratiques collectives de consommation dépendent également d'un grand nombre de facteurs sociaux et culturels au-delà des transformations technologiques. L'économiste Fred Hirsch décrivait en 1976⁷ les mécanismes de la différenciation sociale comme les principaux moteurs de la consommation. 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. Si le développement durable veut nous amener à formuler d'autres modèles de consommation, il nous faut tenir compte de la complexité des mécanismes sociaux et psychologiques qui les sous-tendent.

Le rapport Brundtland comprenait une analyse des enjeux liés à la consommation des ressources. Les auteurs y enjoignaient les pays industrialisés à fabriquer des produits moins gourmands en énergie et en matériaux et les pays en développement, à répondre aux besoins essentiels de tous leurs habitants. Ils s'inquiétaient de la surconsommation de l'eau et de

7. F. Hirsch, 1976.

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 11 milliards de personnes. Les auteurs précisaient que cela exigerait de « modifier les habitudes alimentaires et, aussi, d'améliorer considérablement l'efficacité de l'agriculture traditionnelle⁸ ». Les évaluations plus récentes montrent que l'état de la nutrition dans le monde s'est amélioré dans les dernières années et cette amélioration devrait se maintenir. Cependant, 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 milliers de personnes qui n'ont pas les ressources financières pour se procurer les produits dans le marché ou pour les produire eux-mêmes, restera le principal problème de sécurité alimentaire des prochaines années⁹.

D'autres recommandations de la CMED visaient à modifier le modèle de consommation de produits manufacturiers, à encourager la prise de conscience des consommateurs et à 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 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 déchets¹⁰. 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

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

9. FAO, 1995.

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

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 personnes¹¹. »

Ces quelques exemples montrent 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 industrialisés¹². 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.

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. Par conséquent, une certaine augmentation de la production et la consommation globales est nécessaire afin de répondre aux besoins non couverts d'une grande partie de la population mondiale. On utilise le terme de 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,

11. *Ibid.*, p. 208.

12. DESA, Organisation des Nations unies, 2010.

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.

Technologie

Bien plus que la croissance démographique, 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 a permis 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. Cette nouvelle économie permit à l'Angleterre, et ensuite au reste de l'Europe, de sortir 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

Lanshire, 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 milliard et demi 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.

Pour apprécier les limites des solutions technoscientifiques destinées à résoudre les problèmes environnementaux, il faut considérer les conséquences irréversibles causées par l'industrialisation, telles que les changements climatiques et la perte de biodiversité. Les solutions techniques permettent d'amoindrir la pression sur les écosystèmes et les cycles biogéochimiques, sans toutefois éliminer les effets négatifs. Dans certains cas, par exemple les répercussions de la pollution atmosphérique ou des eaux usées, des solutions existent sans que tous les usagers puissent y avoir accès faute de moyens économiques. 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.

Fin de l'économie linéaire

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 vie¹³. 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

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

évitent ainsi les transferts de problèmes d'une étape du cycle de vie à une autre. L'objet de l'analyse de cycle de vie est ainsi de réduire les effets socioenvironnementaux 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'éco-efficacité qui consiste à tirer le maximum de valeur d'un minimum de ressources, tout en engendrant un minimum de pollution¹⁴.

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.

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 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

14. A. Bjørn et M.Z. Hauschild, 2012.

l'utilisation des ressources et de l'énergie sont encouragés par les organisations internationales qui les regroupent sous la rubrique «économie verte», thème qui était à l'ordre du jour lors de la Conférence de Rio+20 en 2012.

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, réutilise 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, réusiner 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 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 réusiner 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.

Nous pouvons ainsi avoir un aperçu de la complexité des variables à considérer pour apprécier nos répercussions actuelles sur l'environnement et l'effet de ces tendances dans le futur. Les choix techniques, les modèles de connaissance et les représentations de la nature sont des facteurs à considérer autant que les politiques publiques et les institutions qui expriment les choix collectifs. Nous pourrions ajouter à cette équation, comme le proposent certains auteurs, la variable éthique, les valeurs¹⁵. Ces valeurs se traduisent parfois en normes et en institutions qui influencent à leur tour nos choix et les trajectoires à venir et qu'il convient donc d'intégrer également¹⁶. Il demeure que l'empreinte écologique de l'économie linéaire exige des actions novatrices, notamment sur l'usage durable des stocks et des flux de matières.

15. L.C. Hempel, 1996.

16. P. Van Griethuysen, 2002.

Chapitre 7

Complexité, vision et engagement

Objectif	
Préciser les principales options qui s'offrent à nous pour accélérer la transition vers un développement durable	
Questionnements	Notions associées
Quels principes orientent l'évolution des systèmes complexes ?	Adaptation Auto-organisation
Quelles sont les tendances marquantes des relations internationales ?	Interdépendance Coopération Concurrence
Quelles sont les options permettant de réconcilier des visions contradictoires ?	Recherche du consensus Compromis sur des actions concrètes
Pourquoi a-t-on intérêt à s'entendre sur des objectifs universels en matière de durabilité ?	Efficacité Cohérence Reddition de comptes
De quels outils disposons-nous pour mesurer le développement et le progrès ?	PIB Indice de développement humain Comptabilité environnementale nationale Objectifs de développement durable
Quels sont les sujets des actions collectives vers la transition écologique ?	Gouvernements Réseaux Organisations et collectivités Entreprises d'économie privée et sociale
Quels sont les préalables à une action individuelle porteuse ?	Comprendre les problèmes Faire ressortir ses valeurs Anticiper la portée de ses actions

Le caractère global 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 celles-ci sont reliées aux comportements individuels des sept milliards d'humains qui habitent aujourd'hui la planète et dont la conduite est façonnée 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 unifié 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'approprier 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 étape consiste à passer à l'action, à différents niveaux. Nous verrons 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 suite¹.

Nous présentons dans ce chapitre un portrait de certaines options qui s'offrent à nous pour opérer cette transition vers un développement viable, provenant d'une diversité d'acteurs et à plusieurs échelles d'intervention.

1. Alliance for strategic sustainable development, 2012.

Complexité

Les enjeux de durabilité sont éminemment complexes, ils concernent au bas mot l'ensemble des facettes des sociétés humaines. À ce titre, la science de la complexité peut éclairer notre réflexion, sachant qu'en matières sociales le recours aux méthodes et principes issus des sciences naturelles doit être prudent.

Les systèmes complexes sont caractérisés par des interactions non linéaires de plusieurs acteurs ou entités autonomes, au sein d'une structure de réseau et dans un système ouvert. Ils montrent l'émergence de nouvelles propriétés qui dépassent le simple cumul des propriétés des composantes du système. La somme est alors plus que les parties. Les systèmes complexes ne sont pas réductibles. Il est impossible de réduire leur explication à une ou des causes définies et circonscrites. Enfin, l'évolution des systèmes complexes ne peut être anticipée de manière certaine. Il est ainsi impossible de les maîtriser ou de connaître le résultat d'interventions dans de tels systèmes.

Les principes qui orientent l'évolution des systèmes complexes sont l'adaptation et l'auto-organisation. Dans un contexte complexe, ces deux principes peuvent nous aider à apprécier les stratégies d'action à notre disposition. Les stratégies flexibles seront les plus adéquates, ainsi que celles qui prévoient des mécanismes pour s'adapter à des situations nouvelles et inattendues et qui favorisent l'autonomie des acteurs en présence.

Le développement durable présuppose un objectif vers lequel tendre. Face à la complexité, cet objectif devrait demeurer assez large pour permettre l'adaptation et l'auto-organisation. Ce pourrait être simplement l'idée que les sociétés du monde poursuivent l'amélioration continue de leur situation. Cette idée de progrès, pour nommer autrement le développement, fait aujourd'hui consensus tant que nous ne tentons pas de préciser la nature de l'amélioration en question².

2. Cette idée n'existait pas avant la modernité. Les sociétés prémodernes, y compris la société médiévale en Occident, s'organisaient en fonction d'un

L'interdépendance, la contradiction entre nécessaire coopération et compétition ordinaire, ainsi que l'intégration de la science dans la prise de décisions individuelles et collectives sont trois faces du défi de la complexité de notre développement durable.

En supposant que chaque société puisse préciser cette amélioration comme elle le souhaite, en fonction de ses particularités, il resterait la question des moyens dont chacune dispose pour y parvenir. Qu'il s'agisse de terres fertiles, de sources d'énergie ou encore de l'accès à des voies de transport maritime ou terrestre, ou à la technologie et aux connaissances, ces moyens ne sont pas répartis de manière égale entre les sociétés et les pays, ni à l'intérieur de chaque unité nationale. Dans notre monde globalisé, caractérisé par l'interdépendance croissante des économies et des sociétés du monde entier, cette disparité ne peut se résoudre par de simples transferts financiers ; on doit remédier à ses causes. La solution des problèmes des uns dépend nécessairement des actions des autres. Il est ainsi nécessaire de décider en tenant compte des objectifs, des actions et des contraintes des uns et des autres. Cela implique la coopération. La reconnaissance que la coopération est incontournable au progrès des sociétés est à l'origine de la création des organisations internationales. Celles-ci servent de plateformes où formuler une vision du progrès et comme mécanismes pour la promouvoir.

Or, les pays membres des organisations internationales maintiennent par ailleurs que leur responsabilité concerne d'abord l'amélioration des conditions de *leurs* propres ressortissants et, d'autre part, que cette amélioration repose sur la maximisation des occasions qui sont à *leur* disposition. Ces dernières comprennent non seulement les ressources de leur territoire, mais également celles qu'ils peuvent obtenir ailleurs par des mécanismes de commerce, de production et d'investis-

ordre transcendant, représenté dans les mythes ou dans les religions et non pas dans une vision de futur à atteindre.

sements internationaux. Il s'agit ici d'une idée du progrès fondée sur le principe de la concurrence entre pays pour l'accès aux ressources.

Ces deux visions – la coopération pour améliorer des conditions de vie de l'humanité et la concurrence pour améliorer les conditions de vie d'une population nationale – sont difficilement compatibles du point de vue des principes et des valeurs qui les fondent. La plupart des stratégies de développement sont structurées autour de compromis entre ces deux visions, sans reconnaître toutefois leur antagonisme. Ce paradoxe fait partie de la complexité contemporaine, où la coopération cherche sa place face à l'impératif concurrentiel.

Afin de choisir la route à suivre, deux options s'offrent à nous, chacune ayant ses avantages et ses limites. Nous pouvons tenter de formuler une vision consensuelle du futur qui soit cohérente dans ses principes afin de motiver les actions collectives. Cette option demeure un objectif difficile à atteindre dans le monde actuel. Elle risque de retarder des actions qui seraient à la fois souhaitables et possibles. Elle a toutefois le mérite d'établir des critères et des balises permettant de décider parmi plusieurs stratégies, lorsqu'on souhaite évaluer les conséquences multiples et inattendues des gestes à faire.

La deuxième option consiste à trouver un compromis autour d'actions concrètes et des moyens de les réaliser, sans attendre un consensus sur la vision d'ensemble et les valeurs à adopter. Plus pragmatique, cette option permet d'obtenir des résultats pour autant qu'on s'entende sur des objectifs précis. Elle permet de surmonter les visions trop floues, telle l'idée d'un monde meilleur pour tous, sans s'enliser dans la recherche d'un équilibre théorique entre des principes d'action contradictoires. Cet avantage n'exclut pas la difficulté d'évaluer les éventuelles conséquences des moyens à utiliser, et se traduit en général par l'adoption de moyens considérés comme « gagnant-gagnant ». Cependant, en absence d'un cadre de référence plus large pour évaluer les avantages, les risques et les conséquences

à long terme de ces stratégies par rapport à d'autres moyens possibles, les seuls barèmes applicables sont la capacité de négociation et les relations de force entre les acteurs en présence.

Lorsque nous interprétons la complexité du présent pour projeter un futur souhaitable, nous devons considérer un troisième aspect : notre rapport aux connaissances scientifiques. Comme nous l'avons déjà évoqué, les problèmes avec lesquels nous sommes aux prises échappent souvent à notre capacité de perception individuelle. Ils exigent que nous fassions appel aux connaissances scientifiques afin d'en cerner adéquatement la nature et les risques. Or, la profusion d'information ne se traduit pas automatiquement en savoirs applicables sous forme de décisions. Nous subissons, pour utiliser les termes de Denis Poussart³, une « surcharge cognitive », autrement dit une masse d'informations sans les mécanismes d'abstraction nécessaires pour traduire ces informations en nouvelles connaissances. Ainsi, une augmentation de connaissances ne signifie pas un meilleur savoir, à moins qu'on ne dispose de la capacité de décoder, d'interpréter et de traduire ces informations en des pratiques et des comportements qui les intègrent sous la forme d'un savoir et d'un savoir-faire individuel et collectif. C'est le défi que notre société hyper connectée pose à l'enseignement⁴. Cette double dimension de la science, à la fois comme moyen incontournable pour évaluer les problèmes et comme défi à la prise de décisions individuelles et collectives, constitue un troisième élément pour analyser les tendances et les possibilités actuelles.

Le pragmatisme des cibles

Le développement durable comprend, rappelons-le, une obligation de résultat. Ce constat pourrait expliquer l'attitude pragmatique privilégiée dans la stratégie des Objectifs du millénaire pour le développement (OMD). Énoncés lors du Sommet du Millénaire en 2000, ces huit objectifs visaient à

3. D. Poussart, 2010.

4. M. Serres, 2012.

répondre à ce que nous avons nommé les limites inférieures du développement : les besoins essentiels des populations les plus démunies. Ils fixaient des cibles à atteindre en 2015, touchant le niveau des revenus, l'emploi, l'éducation, la nutrition, l'égalité des sexes, la mortalité infantile, la santé maternelle, la lutte contre les épidémies, l'environnement humain et la coopération internationale. Ayant favorisé la mobilisation de ressources, notamment grâce à des partenariats entre les entreprises et les États, la définition d'objectifs précis et mesurables a été le moyen de canaliser ces efforts vers la solution de problèmes concrets dans un horizon de temps limité.

Cette entente sur un minimum à atteindre peut sembler bien insuffisante par rapport à l'ampleur des problèmes. L'évaluation finale de 2015 montre toutefois 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. Malgré la persistance des fortes disparités entre les pays et au niveau national, ces résultats positifs, identifiés déjà lors des évaluations de mi-parcours, ont fait de cette stratégie, lors du Sommet de Rio+20 en 2012, un exemple à suivre afin d'orienter les actions communes vers un développement durable. En 2013, un groupe de travail a été 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 2015⁵.

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

5. Organisation des Nations unies, 2014.

développement, ainsi que les politiques et les priorités nationales⁶. Le groupe 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, les mers et les océans 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 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, adopté par consensus le 25 septembre 2015 par les 193 pays membres des Nations unies. 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 ». Plus participatif que les OMD dans son processus de formulation, ce nouveau programme est aussi plus large puisqu'il vise autant des défis environnementaux, que sociaux et économiques. Il exprime la volonté des États à privilégier la coopération multilatérale et la recherche de solutions conjointes, ce qui n'est pas négligeable dans un contexte de crises et de tensions sans fin. Cette volonté, aussi louable soit-elle, doit s'entourer de moyens et d'actions concrètes pour pouvoir se réaliser. La définition d'indicateurs précis pour chacune des cibles constitue une étape incontournable en vue de sa mise en œuvre.

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

Cela dit, qui devrait s'intéresser à la mise en oeuvre des ODD? Si l'on accepte l'affirmation de Martha Nussbaum, qui maintient que tous les pays sont «en voie de développement», même si cette expression est habituellement appliquée aux pays les plus pauvres⁷, on comprend pourquoi ces objectifs doivent être mis en oeuvre dans *tous les pays*. En effet, chaque pays a du pain sur la planche afin d'assurer une qualité de vie décente à *tous* ses habitants et, *a fortiori*, d'une façon viable. D'ailleurs, ce ne sont pas seulement les gouvernements nationaux ou un nombre limité de fonctionnaires et d'experts internationaux qui doivent agir pour les réaliser, mais également tous les citoyens et les organisations citoyennes qui souhaitent influencer leurs gouvernements respectifs pour qu'ils respectent leurs engagements, aussi bien en matière de financement de programmes internationaux qu'en ce qui concerne l'intégration de ces objectifs et de leurs indicateurs à l'intérieur de chaque pays ou région. Il s'agit ici d'une occasion de promouvoir une meilleure cohérence entre les échelles de décision ainsi qu'entre les actions de tous les acteurs, individuels et collectifs, qui peuvent faciliter la construction d'une vision d'ensemble du futur souhaité.

Les mesures du bonheur

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. Considérant les efforts que la majeure partie de l'humanité a dû investir historiquement pour assurer sa survie matérielle, et les efforts qu'une

7. M.C. Nussbaum, 2012, p. 33.

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.

La stratégie des ODD s'inscrit dans la continuité des rapports sur le développement humain publiés par le PNUD. Ces rapports cherchent à rassembler et à comparer les informations provenant des différents pays afin d'orienter les débats sur les politiques de développement. Le modèle des indicateurs est très répandu en raison de son double caractère qui permet à la fois de définir collectivement la vision du futur souhaité et de mesurer la contribution des actions concrètes pour réaliser cette vision. L'indice de développement humain (IDH) a été élaboré à partir des travaux d'une équipe d'économistes mandatée par le PNUD dans les années 1990, dont principalement le Prix Nobel d'économie Amartya Sen. Il s'agit d'une des premières réponses aux nombreuses critiques du concept de développement centré exclusivement sur la croissance économique et mesuré uniquement par le produit intérieur brut (PIB).

Depuis les années 1990, le PNUD produit des rapports basés sur l'IDH en mesurant, 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.

Les travaux d'Amartya Sen offrent une solution de rechange aux lacunes de l'approche des besoins présentée au chapitre 2. Plutôt que de définir un ensemble de besoins fondamentaux et universels, Sen propose 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'équité⁸. Si l'exercice de formulation des ODD représente un élément charnière dans la définition de ce seuil minimal autour duquel mobiliser les efforts collectifs mondiaux, il est prévu que leurs mécanismes de suivi permettent à chaque pays d'identifier leurs priorités et d'adapter les indicateurs à leurs propres contextes social et culturel.

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. Ce

8. M.C. Nussbaum, *op. cit.*

système complète l'ancien plutôt que de le remplacer. Son objectif est de rendre compte des interrelations entre l'économie, l'environnement et la société grâce à des statistiques et 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.

Le SCEE est le premier système comptable à relier les statistiques environnementales et économiques, alors que la plupart des pays collectent déjà les données requises. Cette information statistique intégrée permet des analyses plus complètes et fournit aux décideurs des outils pour élaborer de meilleures politiques⁹. L'effort de collecte de données et de production d'analyses fiables et comparables permettant d'évaluer adéquatement le niveau d'avancement vers les objectifs, constitue un défi majeur de la mise en oeuvre des ODD qu'on appelle « révolution des données ».

Parmi d'autres type 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 ne 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.

D'autres réflexions proposent une vision différente du progrès qui tient compte des aspirations de l'individu en dehors de la consommation et du marché. Elles formulent des principes et des valeurs qui peuvent se traduire en objectifs ou servir de critères pour évaluer des stratégies. Une formulation possible de ces principes serait :

- Réviser la place réservée à la croissance économique dans la conception du progrès de la société ;
- Reconnaître le pluralisme ;

9. DESA, Organisation des Nations unies, 2013.

- 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 progrès¹⁰.

Ces principes s'inscrivent dans des valeurs de liberté, de responsabilité, de solidarité et de transcendance, cette dernière référant à la reconnaissance d'une dimension humaine au-delà les besoins matériels. Ils permettent de reconnaître la diversité des valeurs qui sous-tendent les conceptions du progrès, donc la diversité des objectifs de développement ; 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 bâti¹¹.

Les actions collectives

Les collectivités et les organisations, telles les institutions et les entreprises, prennent également la voie du développement durable. Certaines répondent aux pressions citoyennes

10. C. Comélieu, 2006.

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

ou de leurs clientèles et, dans certains cas, elles se contentent de verdir leur image. D'autres réagissent aux demandes de leurs employés, à une prise de conscience de leurs dirigeants ou à de nouvelles réglementations. Nous survolerons ici quelques initiatives choisies, en guise d'illustration du foisonnement des idées qui prennent forme en matière de développement durable.

Réunissant à l'échelle globale une myriade de localités, l'International Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI) est une association de villes et de gouvernements locaux qui souhaitent mettre en œuvre le développement durable. Fondée en 1990, l'association regroupe plus de 1 000 villes et villages de toutes tailles issus de 86 pays. Elle promeut l'action locale pour la viabilité globale et appuie les villes pour qu'elles deviennent durables, résilientes et efficaces dans leur utilisation des ressources, riches en biodiversité, faibles émettrices de GES. L'ICLEI appuie aussi la construction d'infrastructures intelligentes et le développement d'économies urbaines inclusives et vertes, avec pour finalité des communautés saines et heureuses. En ce sens, il forme et relie autour d'un réseau des élus et des maires, rassemble et propage des ressources et des expériences, mène des campagnes, trouve des solutions et appuie leur mise en œuvre, etc. Par exemple, l'ICLEI-Europe a conçu un outil de gestion de la durabilité intégré et cyclique, pour que les gouvernements locaux avancent vers la durabilité et mettent en œuvre leurs engagements en ce sens¹².

La tenue d'événements verts, durables, responsables ou carboneutres est un champ circonscrit où se manifeste le souci des organisations pour une action plus respectueuse de l'environnement et de la société, parallèlement à la publication régulière de guides pour aiguiller différents secteurs économiques en ce sens (*Creating a Sustainable Brand: A Guide to Growing the Sustainability Top Line*, *Pharmacie écoresponsable: guide des meilleures pratiques en développement durable (DD)*, *Comment prendre le virage vert peut bénéficier à votre entreprise*, *Guides à l'intention des petites et moyennes entreprises*,

12. ICLEI, 2014.

Sustainia100). Cet engagement peut être plus officiel et prendre la forme d'une politique d'approvisionnement responsable (PAR), à travers laquelle une organisation s'engage à tenir compte des effets sur la nature et la société des biens et services qu'elle consomme. Une telle politique, en principe simple, peut néanmoins être assez complexe à mettre en place, selon la nature des biens et des services consommés et si l'on tient compte de l'ensemble de leur cycle de vie.

La responsabilité sociale des entreprises (RSE) inclut la PAR, mais est un concept plus large. Une entreprise, ou une organisation, socialement responsable se porte volontairement garante des conséquences de ses activités sur la collectivité. Elle intègre ainsi à sa culture, à ses valeurs et à son mode de fonctionnement (processus de prise de décisions, stratégies, activités commerciales, relations en général) des considérations sociales et environnementales. La Sustainable Apparel Coalition est un exemple d'initiative de RSE dans le secteur vestimentaire. Cette coalition rassemble des marques, des détaillants, des manufacturiers, des gouvernements, des ONG et des experts universitaires représentant plus du tiers du marché mondial des produits vestimentaires. Elle œuvre à réduire les effets environnementaux et sociaux de ses produits et s'est dotée d'un outil d'évaluation standard pour mesurer ces effets sur l'ensemble de leur cycle de vie.

La RSE peut notamment prendre forme à travers une démarche d'Agenda 21 ou suivre la méthode diffusée par The Natural Step (TNS). Adopté à Rio en 1992, l'Agenda 21 est un plan d'action destiné à l'usage des Nations unies et d'autres organisations multilatérales, mais aussi des communautés locales. En France, le Comité 21 a été créé en 1995 pour faciliter la mise en œuvre d'Agendas 21 locaux, entre autres grâce à des outils méthodologiques et à l'établissement des bonnes pratiques sur les territoires. Environ 650 municipalités françaises s'inscrivaient dans une telle démarche au début des années 2000¹³. Le gouvernement du Québec (Canada) a pour sa part mis en place un Agenda 21 de la culture, qui a pour

13. Comité 21, 2000.

objectif de renouveler la vision du développement de la culture¹⁴. Le volumineux plan adopté en 1992 se montre ainsi adaptable et pertinent pour aiguiller l'action d'une variété de gouvernements et d'organisations.

TNS est une ONG lancée en 1989 par Karl-Henrick Robèrt, un scientifique suédois, dans la foulée de la publication du rapport Brundtland. S'appuyant sur les lois de la thermodynamique et les sciences sociales, Robèrt énonça quatre conditions systémiques que doivent respecter les activités humaines pour s'inscrire à l'intérieur des limites de la nature et ainsi être viables. Ces conditions sont que nos sociétés doivent éliminer leur contribution :

- à l'accumulation progressive dans la nature de substances extraites de la croûte terrestre ;
- à l'accumulation progressive dans la nature de produits chimiques et autres composés engendrés par la société ;
- à la destruction et à la dégradation physiques progressives de la nature et des processus naturels ;
- et aux conditions qui minent la capacité des personnes à répondre à leurs besoins de base.

TNS innova en proposant la « rétrospective à partir de principes » comme méthode pour cheminer vers la durabilité. Cette méthode consiste à définir la situation désirée à terme, puis à formuler les étapes pour atteindre cette situation recherchée. Présente dans 13 pays, TNS accompagne des organisations privées et gouvernementales de tout type dans leur démarche.

Plus fondamentalement, l'économie sociale est le secteur économique où œuvrent des organisations ou des entreprises dont la finalité première est de servir leurs membres ou la communauté, plutôt que de dégager des profits ou de faire fructifier leur capital financier. Qu'elles soient à but lucratif ou non,

14. Ministère de la Culture et des Communications, 2014.

ces organisations proactives se soucient des répercussions de leurs activités sur les humains et la nature avant de se préoccuper des questions financières. Ce sont donc des organisations qui appliquent de prime abord la RSE, et ensuite la « responsabilité financière des entreprises », soit le monde à l'envers par rapport à notre système économique usuel, même si le modèle existe depuis le XIX^e siècle.

Résolument ancré dans la collectivité, le projet communautaire de parc national (Homegrown National Park Project) de la Fondation David-Suzuki a pour objectif de faire naître un corridor vert au cœur de la ville de Toronto. En 2013, une douzaine de partenaires et le double de bénévoles conjuguent ainsi leurs forces pour inciter les résidents, les entreprises et autres groupes à verdir leurs cour, ruelle, trottoir, rue, toit et autres espaces urbains, en y installant des jardins, des arbres, des arbustes ou simplement des fleurs. Dans le secteur de Palmerston Square, le projet s'est incarné en un vieux tableau, posé sur la clôture d'une école. Les passants étaient invités à y émettre leurs idées sur la manière de verdir leur milieu. Dans la foulée de cette idée mise en pratique par deux bénévoles, les résidents ont commencé à se réunir, à investir et à verdir leurs alentours et, dès l'année suivante, le mouvement pollinisait des quartiers voisins¹⁵.

Le mouvement Transition est pour sa part né en 2006 en Grande-Bretagne. Il met de l'avant une transition de la dépendance au pétrole vers une résilience communautaire, un passage piloté à l'échelle locale. Il existe à ce jour des centaines d'initiatives de Transition dans une vingtaine de pays. Le modèle invite les populations locales à réduire leur consommation d'énergie fossile, à reconstruire une économie locale vigoureuse et soutenable et à acquérir les qualifications utiles en ce sens. La logique qui sous-tend ce mouvement est que, face aux changements climatiques, l'économie devra être redéfinie à plus petite échelle (soit reposer sur des circuits plus courts, un des principes de l'économie circulaire) et que chaque communauté est la mieux à même de penser et de réaliser les

15. Fondation David-Suzuki, 2014.

actions adaptées à ses ressources et à ses enjeux. Le modèle de la transition se veut ainsi un cadre de travail souple, modulable à l'échelle locale¹⁶.

Dans l'esprit de l'IDH, du SCEE et du BNB, la Ville de Winnipeg (Canada) a instauré Peg, un programme d'indicateurs pour suivre l'évolution du bien-être de sa communauté d'une manière qui soit significative. Le programme étudie entre autres la santé des nouveau-nés, le taux de diplomation, la quantité de déchets enfouis, l'utilisation des transports en commun, l'évolution des heures de bénévolat. En fait, huit grands thèmes sont analysés : besoins de base, santé, éducation et apprentissage, vitalité sociale, gouvernance, environnement bâti, économie et environnement naturel. Outre les indicateurs chiffrés, Peg diffuse également des témoignages d'expériences vécues et d'individus engagés autour des thèmes documentés. Ces récits transmettent un autre niveau d'information et de connaissances aux utilisateurs. Grâce à Peg les Winnipegéois savent comment leur quartier et leur ville change. Une information de base pour que les citoyens, les entrepreneurs et les décideurs agissent pour bâtir une ville meilleure pour leurs enfants¹⁷.

Des stratégies intégrant des conditions de production favorables aux petits producteurs et une commercialisation permettant de garantir la stabilité de leurs revenus se multiplient autour de l'enseigne du commerce équitable. Grâce à des mécanismes de certification visant des consommateurs sensibilisés aux enjeux sociaux et écologiques, ce type de commerce est promu par de nombreux organismes depuis les années 1980.

16. Transition Network – Villes et communautés en transition, 2014.

17. Peg, 2014.

Modes de pensée, modes de vie

L'unité de base de l'espèce humaine, c'est l'individu. C'est lui, c'est chacun de nous, qui incarne et relaie, qui subit, résiste à des idées, des comportements, des valeurs, des attitudes, des modes, des habitudes ou les promeut. Nous maîtrisons chacun un petit fragment de la société, de l'humanité. À ce titre, nous disposons d'un levier ténu, mais fondamental. À la lumière de ce dont nous avons discuté à ce jour, nous explorons dans la dernière section de ce dernier chapitre l'espace dont disposent les individus pour favoriser le développement.

À la base, l'engagement pour la viabilité est un choix moral, c'est l'adoption d'une éthique qui reconnaît les principes d'égalité, d'équité et de solidarité entre les êtres humains. C'est aussi reconnaître notre part de responsabilité dans le cours des choses, donc notre devoir de mettre notre grain de sel pour contribuer à améliorer le bien-être de nos congénères.

L'engagement en faveur du développement durable repose sur la reconnaissance de l'interdépendance qui nous unit. À l'heure où le moindre de nos gestes quotidiens – par exemple, l'achat de café – peut avoir des répercussions à l'autre bout de la planète – en générant des gaz à effet de serre et par les conditions de travail imposées aux populations locales –, la compréhension et la prise en compte de cette interdépendance s'imposent. Comme le faisait remarquer Laure Waridel, les citadins à une certaine époque vidaient le contenu de leur pot de chambre par la fenêtre. Éventuellement, on a pris en compte les effets de ce comportement et mis en place une gestion du contenu des pots de chambre plus respectueuse de la communauté. Les enjeux actuels requièrent des changements similaires, mais à une autre échelle.

La simplicité volontaire, que l'écologiste Pierre Dansereau nomme « austérité joyeuse », est une attitude face à la vie ou un mode de vie où l'on choisit de réduire sa consommation de biens matériels, voire ses possessions matérielles, pour mieux profiter de la vie et respecter ses valeurs. Les écrivains Léon Tolstoï, John Ruskin et Henry Thoreau sont parmi les penseurs pionniers de

ce courant, dans lequel Gandhi se reconnaissait. Serge Mongeau fait la promotion de ce mode de vie au Canada. Il existe diverses raisons d'opter pour la simplicité volontaire, et les manières de la vivre sont multiples. Ce mode de vie comporte de nombreux avantages individuels : en consommant moins, ses adeptes peuvent travailler moins et ainsi récupérer du temps pour des loisirs, les moments en famille, des projets personnels, s'engager dans leur communauté. Cette consommation réduite est également bénéfique pour l'environnement, évitant la pollution associée au cycle de vie de ce qui n'est pas consommé. Plus qu'un geste individuel, la simplicité volontaire peut ainsi s'inscrire dans une perspective de consommation responsable et découler de la conscience de son empreinte écologique.

Le développement durable demande qu'à titre personnel on accepte aussi la complexité. Bien qu'il soit indisposant de considérer des enjeux autour desquels il n'y a pas de certitudes, des risques associés à des probabilités et des solutions sans garantie de succès, ce sont les données du problème de notre développement. Amorcer la transition vers la durabilité implique de s'engager et d'agir en dehors de notre zone de confort, dans l'incertitude de la complexité.

Un tel engagement et la prise en compte de la complexité prescrivent de s'informer, tous azimuts. Nous devons apprendre à connaître :

- le fonctionnement des systèmes naturels, sociaux et économiques et leurs interrelations ;
- l'interdépendance entre les riches et les pauvres, les humains et la nature, les générations actuelles et futures ;
- les fondements des systèmes de pensée ;
- le lien entre les formes de développement et les manières de penser, de vivre et de travailler.

Au bas mot, nous devons comprendre autant que possible la riche complexité de notre monde. Le dialogue est un outil tout indiqué en ce sens : entre les personnes, les disciplines, les

lieux, les générations, les cultures, les secteurs économiques, les groupes sociaux. Comme il s'agit du choix d'orienter notre action, notre vie, nous avons à décortiquer notre propre vision du monde et nos présupposés culturels, tout en cherchant à comprendre ceux des autres. Le concept de « bonheur durable » peut être utile en ce sens. Il a été proposé par Catherine O'Brien au milieu des années 2000, afin d'attirer l'attention sur les conséquences, positives ou négatives, de la manière dont les individus, les communautés et les nations recherchent le bonheur. Un « bonheur durable » contribue au mieux-être des individus, de la communauté ou de l'humanité, sans exploiter d'autres êtres humains, la nature ou les générations futures. Cette approche invite à penser les enjeux de la viabilité tout en considérant les occasions d'améliorer la qualité de vie des gens et des collectivités¹⁸.

S'engager ainsi pour la durabilité demande du temps. Pour réfléchir, pour s'informer, pour agir. Pour consommer autrement, s'engager dans des débats, s'exprimer auprès de nos représentants politiques, manifester nos valeurs aux entreprises dont on consomme les biens et les services. Plusieurs mouvements engagés dans la recherche d'une société plus viable insistent sur l'importance de sortir du rythme effréné que la modernité nous impose, pour ralentir nos modes de vie et même de production, afin de mieux respecter les cycles de la nature. C'est le cas du mouvement éco-gastronomique *slow food* fondé en Italie en 1986, qui prône la consommation de nourriture saine, produite dans des conditions écologiques et équitables. Cet appel pour un autre rapport au temps a aussi gagné le domaine de la recherche et s'exprime par des manifestes de scientifiques européens qui réclament la possibilité de prendre le temps nécessaire pour réfléchir, pour échanger et pour favoriser les rapprochements entre différentes disciplines, notamment entre les sciences naturelles et les sciences humaines¹⁹.

18. C. O'Brien, 2014.

19. The Slow Science Academy, 2010.

Nous avons présenté ici un aperçu d'actions en cours en provenance de multiples niveaux, domaines, régions du monde et promoteurs. Des ouvrages entiers comme ceux de Bénédicte Mannier²⁰ ou de David Suzuki et Holly Dressel²¹, ainsi que de nombreuses sections d'organismes multilatéraux sont consacrés à retracer une diversité d'initiatives existantes partout dans le monde, nous permettant de constater qu'un vent de changement s'est levé.

Un regard détaché sur les problèmes que nous avons soulevés ici, comme celui qui pose généralement l'approche scientifique, pourrait nous amener à vouloir évaluer le chemin parcouru. Une telle appréciation comporte toutefois, indéniablement, une dimension subjective. Ainsi, certains auront tendance à voir le verre à moitié vide et d'autres le voir à moitié plein. Mais, au-delà de la question de l'appréciation de la valeur globale de ces initiatives, il s'agit plutôt de comprendre que nous allons tous boire au même verre et que nos actions conjointes donneront le caractère à son contenu. Pour reprendre l'image du poète espagnol Antonio Machado, plutôt que de concentrer nos efforts sur le verre, tâchons de mieux comprendre le contenu de notre soif.

20. B. Manier, 2012.

21. D. Suzuki et H. Dressel, 2007.

Références bibliographiques

- Alliance for strategic sustainable development. 2012. *A Framework for Strategic Sustainable Development*; <http://www.alliance-ssd.org/about/#framework> (consulté le 3 décembre 2013).
- 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.
- Barbault, Robert. 2006. *Un éléphant dans un jeu de quilles*, Éditions du Seuil, Paris.
- Bjørn, Anders, et Michael Z. Hauschild. 2012. « Absolute versus Relative Environmental Sustainability », *Journal of Industrial Ecology*, 17 : 321-332.
- Bourg, Dominique, et Kerry Whiteside. 2010. *Vers une démocratie écologique : le citoyen, le savant et le politique*, Éditions du Seuil et La République des idées, Paris.
- 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, Odile Jacob, Paris.
- 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*, Seuil, Paris.
- Callicott, John Baird. 2011. *Pensées de la terre*, Wildproject.

- Clark, Mary E. 2002. *In Search of Human Nature*, Routledge, New York.
- Comélieau, Christian. 2006. *La croissance ou le progrès? Croissance, décroissance, développement durable*, Éditions du Seuil, Paris.
- Comité 21. 2000. *Agenda 21 des territoires*; <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*; 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; <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 Conventions cadre des Nations unies sur les changements climatiques, Accord de Paris, 2015.
- 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.
- 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*, United Nations, New York.
- Dasmann, Raymond F., John P. Milton et Peter H. Freeman. 1973. *Ecological Principles for Economic Development*, John Wiley & Sons Ltd., London.
- De Jouvenel, Bertrand. 1977. «Wassaly Leontief: The future of world economy, analyse critique», *Futuribles*, 10, printemps 1977; <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.
- Ewing, Brad, David Moore, Steven Goldfinger, Anna Oursler, Anders Reed et Mathis Wackernagel. 2010. *Ecological Footprint Atlas 2010*, Global Footprint Network, Oakland.
- Fondation David-Suzuki. 2014. « In the urban green revolution, small is big », *Blogs*; 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).
- Gleick, Peter H. 1996. « Basic water requirements for human activities: Meeting basic needs », *Water International*, 21 : 83-92.
- Gordon, Robert B., M. Bertram et Thomas E. Graedel. 2006. « Metal stocks and sustainability », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103 : 1209-1214.
- 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 University Press, Cambridge (R.-U.).
- Hempel, Lamont C. 1996. *Environmental governance: the global challenge*, Island Press. Washington D.C.
- 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; <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*; www.iclei.org; www.sustainablecities.eu (consulté le 3 avril 2014).

- 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 University Press, Cambridge, R.-U. et New York.
- Jonas, Hans. 2007. *Le principe de responsabilité*, Éditions CEC, Anjou, France.
- Kapuściński, Ryszard. 2008. *The Other*, Verso, London.
- Kuhn, Eric. 2005. « Colorado River water supplies: Back to the future », *Southwest Hydrology*, 4: 20-21.
- Leopold, Aldo. 2000. *Almanach d'un comté des sables*, Flammarion, Paris.
- Le Prestre, Philippe (Dir.), *Vingt ans après: Rio et l'avant-goût de l'avenir*, Presses de l'Université Laval, Québec, 2011.
- Manier, Bénédicte. 2012. *Un million de révolutions tranquilles*, Édition Les liens qui libèrent.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being. Synthesis*, Island Press, Washington D.C.
- Ministère de la Culture et des Communications. 2014. *Agenda 21 C. Culture aujourd'hui demain*; <http://www.agenda21c.gouv.qc.ca/> (consulté le 8 avril 2014).
- Næss, Arne. 2013. *Écologie, communauté et style de vie*, Éditions Dehors, Bellevaux, France.
- Nussbaum, Martha C. 2012. *Capabilités: comment créer les conditions d'un monde plus juste?*, Flammarion, Paris.
- O'Brien, Catherine. 2014. *Sustainable Happiness*; <http://sustainablehappiness.ca> (consulté le 23 avril 2014).
- O'Neill, Brian C., et Michael Oppenheimer. 2002. « Dangerous climate impacts and the Kyoto protocol », *Science*, 296, 5575: 1971-1972.
- Organisation mondiale de la santé (OMS). 2003. *Right to Water; Health and Human Rights*, Publication Series, 3, Organisation mondiale de la santé, Genève, Suisse.
- Organisation mondiale de la santé (OMS). 2006. *Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air: particules, ozone, dioxyde d'azote et dioxyde de soufre*, Organisation mondiale de la santé, Genève, Suisse.

- Organisation mondiale de la santé (OMS). 2014. *Burden of disease from the joint effects of household and ambient air pollution for 2012*, Organisation mondiale de la santé, Genève, Suisse.
- Organisation des Nations unies. 1992. *Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques*, New York.
- Organisation des Nations unies. 1992. *Convention sur la diversité biologique*, New York.
- Organisation des Nations unies. 2013. *Objectifs du Millénaire pour le développement – Rapport de 2013*, New York.
- Organisation des Nations unies. 2014. *Objectifs du Millénaire pour le développement*; <http://www.un.org/fr/millenniumgoals/bkgd.shtml> (consulté le 12 mai 2014).
- Organisation des Nations unies. 2015. *Objectifs du Millénaire pour le développement – Rapport de 2015*, New York.
- Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). 1995. *Agriculture mondiale: horizon 2015-2030. Rapport abrégé*, Rome, Italie.
- Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). 2005. « Questions d'éthique en matière de pêche », *Collection Questions d'éthique*, 4, FAO, Rome, Italie; <http://www.fao.org/docrep/008/y6634f/y6634f03.htm> (consulté le 3 mars 2014).
- Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). 2013. *Statistical Yearbook; World food and agriculture*, FAO, Rome, Italie.
- 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*, Unesco et Berghahn Books, Paris.
- Parker, Kelly A. 1996. « Pragmatism wCrutzen et Jonathan Foley. 2009. « Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity », *Ecology and Society*, 14 (2): 32; <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/> (consulté le 3 octobre 2013).
- Rist, Gilbert. 2013. *Le développement. Histoire d'une croyance occidentale*. Presses de Sciences Po, Paris.
- Sachs, Wolfgang. 1993. *Global ecology: A new arena of political conflict*, Atlantic Highlands, London.
- Serres, M. 2012. *Petite Poucette*, Éditions Le Pommier, Paris.

- Suzuki, David, et Holly Dressel. 2007. *Enfin de bonnes nouvelles. Mille et un moyen d'aider la planète*, Boréal.
- Tabutin, Dominique, et Évelyne Thiltgès. 1992. « Relations entre croissance démographique et environnement », *Tiers-Monde*, 33, 130 : 273-294.
- The Slow Science Academy. 2010. *Slow science manifesto*; <http://slow-science.org/slow-science-manifesto.pdf> (consulté le 30 avril 2014).
- Todorov, Tzvetan. 1991. *Les morales de l'histoire*, Grasset & Fasquelle, Paris.
- Transition Network. 2014. <http://villessenttransition.net/>; <http://www.transitionnetwork.org/> (consulté le 21 avril 2014).
- Tvedt, Terje. 2013. *A Journey in the Future of Water*, I.B. Tauris & Co Ltd., Londres (R.-U.).
- Union internationale pour la conservation de la nature (UICN). 1980. *Stratégie mondiale de la conservation*, UICN, PNUE, WWF, Gland, Suisse.
- United Nations Environment Programme (UNEP). 2010. *Environmental Consequences of Ocean Acidification: A Threat to Food Security*, United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.
- United Nations Environment Programme (UNEP). 2013. *The Emissions Gap Report 2013*, United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs. 2010. *Trends in sustainable development, towards Sustainable Consumption and Production*.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs. 2013. *DESA News*, 17, 8; <http://www.un.org/en/development/desa/newsletter/desanews/feature/2013/08/index.html#8064> (consulté le 23 avril 2014).
- United Nations Department of Economic and Social Affairs. 2014. *DESA News*, 18, 4.
- Van Duysen, Jean-Claude, et Stéphanie Jumel. 2008. *Le développement durable*, L'Harmattan, Paris.
- Van Griethuysen, P. 2002. « Sustainable development: an evolutionary economic approach », *Sustainable Development*, 10 : 1-11.

Références bibliographiques

- Williams, Marc. 1993. « Re-articulating the Third World Coalition : the role of the environmental agenda », *Third World Quarterly*, 14, 1 : 7-29.
- 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.



La question des limites au développement a refait surface sous la forme de nouveaux résultats scientifiques qui permettent d'établir neuf limites fonctionnelles au système terrestre, dont la transgression entraînerait des dysfonctionnements marqués, irréversibles. En même temps, la communauté internationale a adopté de nouveaux objectifs pour intégrer ces contraintes dans des actions communes qui visent du même souffle à surmonter la pauvreté et les inégalités dans le monde. Autant de défis qui ne peuvent être laissés aux seuls experts. À nous d'exercer notre citoyenneté globale !

FRANÇOIS ANCTIL est professeur au Département de génie civil et de génie des eaux de l'Université Laval, où il est également directeur de l'Institut Hydro-Québec en environnement, développement et société. Il a rédigé, seul ou conjointement, deux autres livres et plus de cent publications scientifiques dans des revues avec comité de lecture.

LILIANA DIAZ est titulaire d'un doctorat en études du développement. En tant que conseillère en formation à l'Institut Hydro-Québec en environnement, développement et société de l'Université Laval, elle conçoit et organise des formations sur les dimensions humaines et sociales du développement durable. Elle a aussi contribué à plusieurs publications sur la gouvernance environnementale.

Photographies de couverture : iStockphoto

www.pulaval.com

ISBN 978-2-7637-3078-3



9 782763 730783



Presses de
l'Université
Laval

Écologie/Environnement