

Chantal Gevrey

PETITE PLANÈTE, GRANDS DÉFIS

L'ENVIRONNEMENT

LA TERRE : UN HÉRITAGE EN PÉRIL ?

Dossier n° 6

© Chantal Gevrey 2012

Toute reproduction interdite sans l'autorisation de l'auteur

PETITE PLANÈTE, GRANDS DÉFIS

Dossier n° 1 – L'ABC de la géographie : la discipline et ses outils

Dossier n° 2 – Le milieu physique et les ressources

Dossier n° 3 – La question démographique

Dossier n° 4 – Le développement économique

Dossier n° 5 – L'équilibre géopolitique

Dossier n° 6 – L'environnement : La Terre, un héritage en péril ?

Chacun des dossiers n° 2 à 6 (le dossier n° 1 constituant une introduction à la discipline) de l'ensemble *Petite planète, grands défis* aborde l'une des grandes problématiques de notre époque, sous l'angle de la géographie – une dimension souvent méconnue et pourtant essentielle des questions d'actualité, car les faits se situent non seulement dans le temps mais aussi dans l'espace.

Initialement conçu sous la forme d'un manuel pour le cégep, plus particulièrement adapté au cours « Initiation à la carte du monde », le projet de publication a été abandonné par l'éditeur peu avant la date prévue pour la parution, soit avril 2012. La rédaction proprement dite était alors pratiquement terminée, mais il restait beaucoup à faire. J'aurais trouvé dommage, cependant, de ne pas partager le matériel déjà disponible, car le contenu informatif demeure pertinent et actuel, susceptible d'intéresser un large public – étudiant ou non.

À quoi s'attendre, en tant qu'utilisateur ?

- Il s'agit d'un ouvrage d'initiation, qui s'en tient à un aperçu de base des questions abordées. Des études de cas (rubrique « Sous la loupe »), ainsi que des liens occasionnels vers des dossiers disponibles sur le Web, permettent d'approfondir davantage certains sujets.
- Les éléments à caractère strictement pédagogique ont été retirés, la perspective n'étant plus celle d'un outil d'enseignement dans le cadre d'une classe.
- Afin de respecter la *Loi sur le droit d'auteur*, les hors-textes ne figurent que sous la forme de liens vers les sites d'où ils proviennent. À l'exception des schémas et tableaux dont je suis l'auteure, les illustrations n'ont donc pas été « traitées » comme elles le seraient dans un livre (simplification, harmonisation, traduction, et autres adaptations) et surtout, il est impossible de prévoir jusqu'à quand un lien demeurera actif. Elles sont donc données à titre plutôt indicatif.
- Les exemples fournis tiennent compte de la situation mondiale jusqu'au 3 juillet 2013, date de la dernière mise à jour. Au-delà, il vous appartiendra d'adapter le propos au besoin.

Conditions d'utilisation

L'accès à ce fichier est libre et gratuit, en vue d'une utilisation personnelle ou pédagogique uniquement. Toute reproduction, modification, rediffusion ou utilisation à des fins commerciales est strictement interdite. Il ne peut être hébergé, en totalité ou en partie, sur un autre site que celui de l'auteure, ni intégré à d'autres fichiers, même avec mention de l'auteure, à moins d'une autorisation formelle de sa part.

Pour citer ce dossier : Chantal Gevrey. « Dossier n° 6 – L'environnement : la Terre, un héritage en péril ? », *Petite planète, grands défis*, [pdf], 2012, p. xx, <http://www.petiteplanetegrandsdefis.com>, (date de consultation).

<http://www.petiteplanetegrandsdefis.com>

<http://www.chantalgevrey.com>

PETITE PLANÈTE, GRANDS DÉFIS

L'environnement. La Terre, un héritage en péril ?

La fin des glaciers ?

[Photos et dossier](#)

«La mer de Glace», 14 octobre 2009, «Glaciers du Mont-Blanc – Mémoire du climat», *Glaciers et climat* 2011, [En ligne], http://www.glaciers-climat.fr/Mer_de_glace/La_Mer_de_glace.html (Page consultée le 3 juillet 2013)

Table des matières

1	Les nouvelles dimensions du problème environnemental	6
1.1	Le concept de changement global	6
1.2	La mesure de la pression humaine sur la nature	6
2	Les risques écologiques majeurs	8
2.1	Les atteintes à la biodiversité	8
2.2	La question de l'eau	13
2.3	Nous jetons, ils jettent : gaspillage et poisons	17
2.4	L'amincissement de la couche d'ozone	18
3	Les changements climatiques	21
3.1	Existe-t-il des preuves d'un réchauffement ?	21
3.2	La responsabilité humaine est-elle démontrée ?	23
3.3	À quoi faut-il s'attendre ?	24
4	L'environnement, une question aux multiples facettes	28
4.1	La nécessité d'une stratégie globale	28
4.2	L'environnement et la société	29
	Sous la loupe... Les Pays-Bas : survivre à la montée des eaux	31
	Pour aller plus loin	34
	Bibliographie	36

On constate le poids de plus en plus lourd, dans l'équilibre planétaire, d'une masse humaine nombreuse et encore en expansion, mais surtout de comportements susceptibles de compromettre la capacité vitale de la Terre. L'espèce humaine semble en passe d'éliminer les autres. Son action est devenue si puissante qu'elle bouleverse l'équilibre naturel dans sa totalité et beaucoup se demandent aujourd'hui si nous pourrions encore vivre dans un milieu aussi différent de celui auquel les générations précédentes se sont peu à peu adaptées.

L'empreinte humaine est plus ou moins profonde et durable selon que les groupes installés dans un milieu sont plus ou moins nombreux, plus ou moins prospères, plus ou moins outillés. Ils défrichent, cultivent, extraient des minéraux, circulent, transportent, bâtissent, en un mot ils aménagent la surface de la Terre pour la rendre la plus productive possible. Aux différentes sphères terrestres (lithosphère, hydrosphère, atmosphère, biosphère), ils ont superposé l'anthroposphère (la sphère humaine). Ils y ont même greffé ce que le paléontologue et théologien français Teilhard de Chardin nomme la noosphère (la sphère de la pensée), dont la densité passe inaperçue parce qu'elle est virtuelle. Si elle se matérialisait à nos yeux, ainsi que le réseau des ondes de toutes sortes qui en sont le support, nous serions certainement stupéfaits. Mais les humains détruisent aussi, rejettent leurs déchets. Ce faisant, ils modifient les grands cycles de la nature. La constatation récente d'un changement global nous fait voir sous son véritable jour la question de l'environnement : toute atteinte à l'équilibre naturel, même localisée, se répercute sur l'ensemble des systèmes. Une réponse unanime de la communauté internationale semblerait donc une solution logique et c'est le défi auquel tente de répondre le concept de développement durable, dont il est question dans le *dossier n° 4*. Malheureusement, nous sommes loin de maîtriser toutes les données de cette problématique d'une extrême complexité, loin également de partager la même volonté d'apporter les changements nécessaires à nos modes de production et de consommation.

Dans ce dossier, nous présenterons un aperçu des données disponibles sur l'état actuel de l'environnement, avec les conclusions parfois opposées qu'en tirent les spécialistes. Nous essaierons d'en prévoir les conséquences. Enfin, nous envisagerons les moyens disponibles pour nous adapter à l'évolution qui est en cours et se poursuivra, que les humains en soient responsables ou non, ainsi que pour réduire notre empreinte écologique future, selon un sage principe de précaution.

1 Les nouvelles dimensions du problème environnemental

Littéralement, le terme «environnement» désigne «ce qui nous entoure», comme si l'univers n'avait d'autre finalité que de servir de toile de fond à nos occupations. Mais la Terre n'a pas besoin de l'humanité : si notre espèce disparaissait, d'autres la remplaceraient et l'équilibre naturel se redéfinirait comme il l'a fait depuis des centaines de millions d'années. C'est de notre survie, en réalité, qu'il est question.

1.1 Le concept de changement global

Nous avons pris l'habitude de vivre dans une nature profondément transformée : cultures, développements résidentiels, industriels et commerciaux, barrages hydroélectriques, infrastructures de transport, édifices alternativement chauffés et climatisés font partie de notre quotidien. De plus, un rythme de vie déterminé par la puissance des énergies fossiles s'est substitué à celui des cycles naturels depuis la révolution industrielle du XVIII^e siècle, et nous considérons tout cela comme allant de soi. Cependant, la somme de nos pratiques individuelles et collectives finit par atteindre, et même dépasser, le seuil d'adaptation et d'autorégulation de la nature. La portée des actions humaines égalerait désormais celle des forces naturelles, influant ainsi sur les principaux mécanismes planétaires, notamment sur le climat. C'est ce que l'on désigne par le terme «changement global».

La préoccupation à l'égard de l'environnement a commencé à se manifester à l'époque de la révolution industrielle, mais l'échelle des phénomènes a changé. Des problèmes auparavant circonscrits – ou considérés comme tels – à l'une ou l'autre région du monde se sont étendus à l'ensemble du globe. Nous percevons maintenant la dimension planétaire de la question environnementale et cette conscience s'est généralisée dans le public.

Par ailleurs, l'espace dont nous disposons est beaucoup plus peuplé qu'autrefois et délimité par des conventions plus strictes. Il est difficile, pour les groupes humains menacés par la détérioration de leur environnement, de partir à la recherche d'un nouvel habitat. Ils le feront néanmoins car ils n'auront pas le choix et les conséquences des déplacements de ces «réfugiés climatiques» représentent une importante donnée géopolitique. Ainsi, la question environnementale concerne à la fois les habitants des pays riches, désireux de conserver leur qualité de vie, et ceux des pays en développement, désireux de ne pas être victimes des changements à venir. Lorsqu'ils peuvent déterminer eux-mêmes leurs priorités, ces derniers ne sont pas insensibles à la nécessité d'un développement plus respectueux de l'environnement, mais ne veulent pas porter seuls le poids de l'effort.

La croissance économique telle que nous la connaissons a un prix, que paient même ceux qui n'en bénéficient pas et que paieront ceux qui ne sont pas encore nés. Envisager les conséquences pour l'avenir de nos activités présentes, voilà un autre aspect nouveau de la question environnementale, car les effets d'un dérèglement global de l'équilibre naturel se font sentir à long terme. Il est notamment permis de penser que, dans le domaine climatique, les modifications ont un caractère irréversible et qu'une fois amorcées, elles ne peuvent que s'amplifier.

1.2 La mesure de la pression humaine sur la nature

L'empreinte écologique [1] correspond à la superficie nécessaire pour combler les besoins en ressources naturelles d'un individu ou d'un groupe et pour absorber ses déchets. Selon le Fonds mondial pour la nature (WWF, 2010), la biocapacité de la Terre – c'est-à-dire la surface disponible pour assurer la survie d'une personne – s'établirait à 1,8 hectares globaux (hag). Jusque dans les années 1970, les ressources planétaires suffisaient à combler ce besoin, mais depuis, l'humanité est passée à une situation de déficit, la moyenne mondiale s'établissant à 2,7 hectares en 2007 [2]. Nous consommons donc les ressources renouvelables plus vite que la nature ne peut les régénérer et nous rejetons plus de gaz carbonique que les écosystèmes ne peuvent en absorber, une situation appelée «dépassement écologique». Selon les calculs du WWF, il faudra deux planètes en 2030 pour satisfaire nos besoins, et il faudrait plutôt trois planètes et demie si tous les pays avaient la même empreinte écologique que le Canada (WWF, 2012).

Cela signifie que nous hypothéquons la survie des générations qui nous suivent car, à l'image d'un capital financier, les ressources qui ne se renouvellent plus finissent par s'épuiser. L'équation IPAT : Impact = Population x Affluence (revenu per capita) x Technologie (Leridon, 2009) fournit également une mesure de la pression écologique. On pourrait reprocher à cette formule de ne pas prendre en compte les technologies propres, qui font au contraire partie de la solution. De ces deux outils, il ne faut toutefois pas attendre autre chose que des estimations, utiles surtout dans la perspective des stratégies de développement durable. Selon le mot de Mathis Wackernagel, ingénieur suisse co-inventeur du concept, «l'empreinte écologique permet de générer non pas de bonnes réponses mais les bonnes questions» (Copin, 2006).

WWF – World Wildlife Fund (Fonds mondial pour la nature).

Hectares globaux – 1 hag correspond à la capacité de production d'un hectare de terre selon la productivité mondiale moyenne.

[1] L'empreinte écologique de l'humanité (2010)

Graphique

WWF. «Figure 2 : Empreinte écologique de l'humanité», *Rapport Planète Vivante 2010 – Biodiversité, biocapacité et développement*, p. 7, [En ligne], http://www.wwf.be/media/WWF_LPR_2010_FR_556967.pdf (Page consultée le 3 juillet 2013)

La plupart des atteintes à l'environnement sont bien documentées et il est difficile de les contester, mais en ce qui concerne les modifications climatiques, la question est plus complexe. Les avis sont partagés sur le degré de responsabilité de l'humanité, ainsi que sur les actions à prendre. Certains scientifiques accusent leurs confrères d'exagérer le danger à seule fin d'obtenir plus de subventions, bloquant ainsi le progrès (Vignes, 1994). À l'opposé, les plus alarmistes vont jusqu'à considérer les hommes comme de simples parasites de la nature, qui disparaîtront après avoir provoqué la mort de leur proie, la Terre (Paccalet, 2007). Est-il déjà trop tard, quoi que l'on fasse ? Des initiatives plus audacieuses réussiraient-elles au contraire à restaurer l'équilibre naturel ? Y a-t-il vraiment déséquilibre, d'ailleurs, ou simplement un nouveau cycle d'évolution ? Il n'existe pas de réponses toutes faites. On sait que dans l'évolution de notre planète, le changement est la norme et qu'une infinité d'éléments interagissent, tantôt en se renforçant les uns les autres, tantôt en annulant mutuellement leurs effets, parfois rapidement et parfois au terme d'un processus lent et pas toujours régulier. Dans ces conditions, comment affirmer hors de tout doute que les changements actuels sont dus à l'influence humaine et que l'action humaine pourra les atténuer ? Quels que soient les points de vue considérés dans ce débat, celui-ci mobilise tous les domaines de la connaissance, y compris la philosophie et les sciences religieuses. Afin de mener une réflexion aussi rigoureuse que possible, nous devons faire la part des éléments objectifs (par exemple la mesure des émissions de polluants) et celle de l'interprétation des faits observés.

[2] L'empreinte écologique relative par personne (2007)

Carte

«Carte 3 – Carte mondiale de l'Empreinte écologique relative par personne en 2007», *Ibid*, p. 38 et 41.

2 Les risques écologiques majeurs

Les signes de rupture dans l'équilibre naturel global sont relativement faciles à discerner : la diminution de la diversité biologique, la dégradation des sols, les problèmes d'approvisionnement en eau et l'amincissement de la couche d'ozone en constituent les principaux, mais il est souvent plus difficile d'en mesurer les causes, et plus encore de mettre en œuvre les moyens d'y remédier. Quant aux changements climatiques, en raison de leur immense portée, nous y consacrerons une étude distincte dans *le troisième chapitre de ce dossier*.

2.1 Les atteintes à la biodiversité

Dans ses efforts pour rendre le milieu plus conforme à leurs besoins, les humains ont atteint un haut degré d'efficacité : irrigation ou drainage, augmentation de la productivité agricole, éradication de parasites, détournement de cours d'eau, constituent quelques exemples de leur puissance d'action. Malheureusement, ils ont eu tendance à simplifier et à spécialiser, alors que la nature est par essence complexité. De plus, l'échelle de temps limitée dont dispose une génération ne permet pas de respecter la chaîne des réactions des écosystèmes : adaptation progressive de la végétation au sol, à la pente et au climat, adaptation du monde animal (incluant les insectes et les parasites) à la végétation, interactions et ajustements réciproques. L'une des conséquences les plus préoccupantes de l'activité humaine est la réduction de la diversité du monde vivant, car l'humanité ne peut survivre durablement dans un milieu naturel privé de sa richesse biologique.

Les services rendus par les écosystèmes

Si l'on s'inquiète de la réduction de la diversité biologique, c'est que les écosystèmes naturels nous fournissent, en plus des ressources que nous en tirons, des «services écologiques» difficiles à chiffrer avec précision mais d'une importance capitale [3][4]. Les forêts, par exemple, protègent le sol de l'impact des pluies et de l'évaporation, retiennent les eaux de ruissellement qui provoqueraient des inondations, freinent les vents et les avalanches, filtrent l'eau. Elles humidifient l'air, produisent de l'oxygène et piègent d'importantes quantités de gaz carbonique. Elles contribuent donc à freiner l'effet de serre responsable de l'élévation du niveau des mers et de la détérioration de la chaîne alimentaire. Elles garantissent la survie de quantité d'animaux, renferment les plantes médicinales qui nous sont nécessaires et servent également à nos loisirs. Tout cela représente des milliards de dollars. À la base de la chaîne alimentaire, les mers et les milieux humides sont particulièrement précieux, car de nombreuses espèces s'y reproduisent.

[3] Les insectes pollinisateurs sont essentiels au maintien de la capacité agricole

Photo

«Appréciation de la nature», *biodiv.canada.ca*, 30 avril 2012, [En ligne], <http://www.biodivcanada.ca/default.asp?lang=Fr&n=2A7A3258-1> (Page consultée le 3 juillet 2013)

[4] La valeur des services environnementaux fournis par les écosystèmes

Carte conceptuelle

«Diversité biologique, fonctionnement des écosystèmes, services fournis par les écosystèmes et facteurs de changement», *Ibid.*

La diversité du monde vivant est également la condition essentielle de l'adaptation continue des espèces. Si une maladie ou un parasite spécifique dévastait les espèces cultivées, c'est grâce à la robustesse, à la diversité et à la capacité d'adaptation des espèces sauvages que l'on pourrait reconstituer le capital productif. L'extinction massive

des espèces animales et végétales accroît notre fragilité face aux modifications de l'équilibre naturel. Nous sommes donc, nous aussi, une espèce menacée !

Les causes de la réduction de la biodiversité

Bien qu'il soit difficile de comptabiliser les espèces vivantes avec exactitude, on en compterait 1,9 million décrites et nommées et le quart d'entre elles pourraient avoir disparu au milieu du siècle. Il en resterait entre 10 et 100 millions à découvrir (UICN, s.d.). Selon des études récentes, leur rythme de disparition aurait cependant été surestimé (Gewin, 2011). Quoiqu'il en soit, la disparition d'une espèce appauvrit doublement le patrimoine naturel, car elle entraîne le dépérissement de toutes celles qui vivaient en symbiose avec elle.

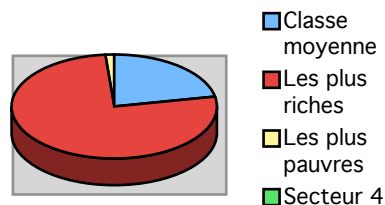
De nombreuses causes contribuent à cet appauvrissement.

- L'accroissement démographique, conjugué à l'amélioration du niveau de vie dans les pays émergents, exerce une pression croissante (demande alimentaire, construction, industries, besoins en eau et en énergie), ce qui entraîne la fragmentation et la disparition progressive des habitats naturels.
- L'agriculture et l'élevage industriels spécialisent leur production pour ne conserver que les espèces les plus adaptées aux besoins du marché. Ils exigent de vastes espaces d'un seul tenant et consomment de grandes quantités de produits chimiques. Les victimes de ces pratiques sont notamment les oiseaux, les animaux fouisseurs indispensables à l'aération des sols, les microorganismes, la faune des rivières et des côtes où se déversent les résidus polluants. On s'interroge beaucoup, depuis quelques années, sur la diminution brutale des pollinisateurs, en particulier les abeilles. Sans eux, en effet, les végétaux demeurent stériles. Les cultures de plantes génétiquement modifiées (OGM) représentent une autre inconnue, et non la moindre, en matière d'impacts de l'activité agricole sur la biodiversité. Le même principe de spécialisation s'applique dans le domaine forestier, où l'on plante des forêts entières de l'espèce qui convient le mieux à la fabrication de pâte à papier ou à la récolte de sapins de Noël, en alignant bien les arbres pour faciliter la gestion et l'abattage.
- La surexploitation des ressources terrestres et marines.

L'impact de la croissance démographique

La croissance démographique accroît certes les besoins en ressources et le degré de pollution. Toutefois, l'impact de ce facteur sur le milieu ne se mesure pas au seul chiffre de la population. Le mode de vie des populations à niveau de vie élevé est nettement plus déterminant [5]. Bien sûr, le problème se complique lorsque le niveau de vie s'accroît dans les pays les plus peuplés, tels que la Chine et l'Inde.

[5] Consommation des ressources mondiales et niveau de vie



D'après Isabelle Beaulieu *et al.* *Mondes*, Montréal, Graficor, 2010, p. 38.

L'impact de l'activité agricole

L'agriculture moderne, spécialisée et fortement mécanisée, intervient très lourdement dans l'équilibre naturel. La spécialisation favorise un nombre limité d'espèces, tandis que le gain de productivité aboutit à la perte, à long terme,

du potentiel des sols, sans compter l'écrasement de ceux-ci par la machinerie lourde et le déversement de résidus de carburant. La situation est encore pire pour les monocultures tropicales, à cause du lessivage par les eaux et de l'évaporation. Certaines expériences se sont révélées absolument catastrophiques. C'est le cas du détournement de deux fleuves, le Syr-Daria et l'Amou-Daria, pour irriguer des plantations de coton dans les steppes du Kazakhstan et de l'Ouzbékistan. La mer d'Aral, privée des eaux qui l'alimentaient, a disparu peu à peu, alors que des remontées de sels empoisonnaient les zones irriguées. De gigantesques travaux permettent aujourd'hui à la remontée des eaux de s'amorcer, mais il y faudra beaucoup de temps et le milieu ne sera que partiellement restauré. Il s'agit de l'un des désastres environnementaux majeurs du XX^e siècle. Et dans toutes les exploitations agricoles, les produits chimiques tuent ou altèrent un nombre élevé d'espèces. La terre et la végétation, ainsi traitées en machines à produire de la matière vivante, ne peuvent que s'appauvrir, tandis que la suppression des arbres favorise l'érosion éolienne.

Les cultures de plantes génétiquement modifiées (OGM) représentent sans doute la question la plus problématique en matière d'impacts de l'activité agricole sur la biodiversité. Présentés comme solution miracle à l'insuffisance alimentaire, les OGM sont effectivement très productifs. Ils permettent aussi de diminuer l'utilisation de certains produits chimiques. Les rendements et la qualité des récoltes enthousiasment les fermiers. Mais ces organismes sont en même temps de véritables éponges à pesticides. Ils exigent de grandes quantités d'engrais et d'eau. Ils pourraient aussi avoir des effets profondément négatifs sur la biodiversité. Contenant leurs propres insecticides, ils tuent sans distinction des espèces utiles comme les abeilles ou inoffensives comme les papillons. Il est à peu près impossible d'éviter le transfert de gènes des OGM vers les espèces naturelles et l'agriculture biologique, aussi bien que le transfert de gènes résistants vers des espèces indésirables (mauvaises herbes, par exemple). En fait, il reste à leur sujet beaucoup d'inconnues. On ignore notamment quelles mutations peuvent les affecter. À cet égard, le principe de précaution reconnu par le Protocole de Carthagène¹ (*voir le dossier n° 4 : Le développement économique*), ne fait pas toujours le poids face aux intérêts des multinationales de l'agroalimentaire. Malgré l'absence de certitudes en matière d'innocuité, les cultures transgènes se multiplient : soya, maïs, coton, canola, blé, riz, tournesol, colza, courge, pomme de terre, fruits... Peut-on espérer le maintien de la biodiversité lorsqu'un seul géant de l'industrie chimique est propriétaire de 90 % des semences OGM du monde ? (Adam, 2008) .

Par ailleurs, l'élevage industriel ne correspond plus guère à l'image bucolique de vaches paissant paisiblement dans des champs verts. Qu'il s'agisse de bovins, de porcs et surtout de poulets, l'animal n'est souvent qu'une machine biologique à la vie éphémère, objet de recherches destinées à lui faire produire davantage de viande, lait, œufs ou autres en un temps de plus en plus bref et au moindre coût possible. Cela suppose une alimentation qui n'a plus rien à voir avec ce qu'il mangerait normalement (ainsi, les moulées distribuées aux vaches ont déjà contenu des farines animales, alors que la vache est un herbivore), des hormones de croissance, des antibiotiques pour contrer les inévitables épidémies, et des déchets capables de tuer plusieurs espèces vivant dans l'environnement, et en particulier dans l'eau.

[6] L'élevage industriel du porc

Photo et article

Chantal Dupille. «L'élevage industriel - Les animaux malades du capitalisme», *Libertés d'informer*, 28 novembre 2010, [En ligne], <http://senor-informacion.over-blog.com/article-les-animaux-malades-du-capitalisme-tortures-elevage-industriel-61902315.html> (Page consultée le 3 juillet 2013)

L'agriculture et l'élevage sont responsables du rejet de grandes quantités d'azote (nitrates), notamment à cause de l'utilisation d'engrais chimiques, et de phosphore. Ces deux composés favorisent une croissance excessive des végétaux aquatiques, lesquels absorbent l'oxygène de l'eau et finissent par asphyxier toute autre forme de vie, un processus nommé eutrophisation. Quant aux milieux humides, ils filtrent l'eau et la rendent purifiée aux rivières et aux nappes souterraines. Or l'étalement urbain et l'agriculture industrielle représentent les pires menaces à la survie des marais, marécages et tourbières, amenant le déclin de plusieurs espèces d'oiseaux et obligeant à remplacer l'action purificatrice de la nature par de coûteuses (et polluantes) installations d'égout et des bassins de rétention artificiels. Les surplus de produits toxiques aboutissent dans les mers, appauvrissant du même coup les eaux marines en bordure des côtes.

¹ Le Protocole de Carthagène a été signé en 2000 dans le cadre de la Convention des Nations unies sur la biodiversité. Il encadre notamment les risques liés à l'exploitation du patrimoine génétique. Voir le dossier n° 4 : «Le développement économique».

L'appauvrissement des ressources des mers

La pêche, ainsi que la chasse aux mammifères marins, aboutissent à l'appauvrissement des stocks des espèces les plus consommées. Certains abus attirent plus particulièrement l'attention, comme le massacre des dauphins ou la capture de baleines. Sous couleur de recherche scientifique, le Japon, la Norvège et l'Islande poursuivent en effet cette chasse grâce à une faille dans la Convention de la Commission baleinière internationale signée en 1946.

L'aquaculture pourrait représenter une solution à la surpêche. Mais il faut de 2,5 à 5kg de poissons pour produire 1 kg de saumon d'élevage (Greenpeace, 2009). L'aquaculture fait aussi grand usage d'additifs chimiques, d'antibiotiques, de colorants et elle produit, comme l'élevage des animaux de boucherie, beaucoup de bactéries et de déchets. Enfin, des poissons génétiquement modifiés pourraient perturber gravement l'équilibre des espèces sauvages. Il s'agit donc d'un réel danger pour la biodiversité marine.

Par ailleurs, on a découvert de grandes régions, qualifiées de «déserts océaniques», où la vie se raréfie, et ces zones progressent rapidement (Kerr, 2008). L'équilibre de la vie marine est étroitement tributaire des échanges thermiques entre les eaux profondes et les eaux superficielles. L'eau froide, plus dense, plonge vers le fond, tandis que les eaux plus chaudes remontent (ces courants ascendants portent le nom d'*upwelling*), apportant avec elles les nutriments des profondeurs. Ces remontées, plus actives près des côtes qu'au large, favorisent la prolifération du plancton et des poissons qui le consomment. C'est dire que le réchauffement climatique affectera au moins autant les océans que les continents. L'acidification des océans causée par une absorption accrue du gaz carbonique menace elle aussi la vie marine, ce que peut constater un plongeur équipé d'une simple bonbonne en observant des coraux, un autre milieu riche en biodiversité. Ce qui se passe au sein des océans a des conséquences sur les continents, et inversement. L'exploitation humaine, la pollution et la perte d'habitats sont responsables des disparitions d'espèces et du dépeuplement des espèces restantes, en particulier dans les estuaires. Face au risque du déclin des formes de vie marine, des scientifiques du monde entier ont entrepris un recensement des espèces, dont beaucoup sont menacées avant même d'être connues, comme ils le font dans la forêt amazonienne. Cette entreprise couvre l'ensemble des étendues océaniques, des montagnes sous-marines aux grandes profondeurs et sous la glace de l'Antarctique.

L'appauvrissement des milieux forestiers

C'est le déboisement de la forêt amazonienne qui a sonné l'alarme relativement à un danger nouveau : l'extinction massive d'espèces végétales. La recherche d'essences de bois de grande valeur dans les forêts tropicales, les coupes à blanc pratiquées par les papetières ou résultant de l'exploitation du bois d'œuvre, l'abattage d'arbres pour faire place à des plantations agricoles ou sylvicoles [7] constituent autant de causes expliquant le recul des forêts du globe. Ajoutons à ce portrait l'exploitation des ressources minières et énergétiques (notamment l'inondation d'immenses surfaces pour les besoins de la production hydroélectrique). Non seulement les superficies forestières ont reculé, mais la diversité des espèces s'est réduite.

[7] La déforestation à Bornéo (Indonésie)

Photo et article

«Déforestation à Bornéo, Indonésie» dans «Le cycle électoral lié au taux de déforestation en Indonésie», *Mongabay.com*, 21 juillet 2011, [En ligne], http://fr.mongabay.com/news/2011/fr0414-elections_indonesia.html (Page consultée le 3 juillet 2013)

Les pays riches, à la notable exception du Canada (troisième réserve boisée de la planète en importance, après la Russie et le Brésil), ont tous mis fin au déclin de leurs forêts et, dans de nombreuses régions du monde, les arbres ont poussé en plus grand nombre qu'il ne s'en est perdu. En effet, les industries s'approvisionnent davantage dans les plantations et moins dans les forêts naturelles (Réseau Ligniculture Québec, s.d.). On coupe moins de bois pour les besoins domestiques dans les pays pauvres et la consommation de papier journal a diminué. On recycle aussi davantage les résidus forestiers. Malgré la contre-performance de pays comme le Canada, le Brésil, l'Indonésie et quelques autres dans une moindre proportion, la diminution mondiale nette est maintenant quasi nulle. Il n'est donc pas interdit de penser à la possibilité d'un retour à la croissance des forêts.

Sur le plan commercial, du moins pour une certaine durée, le reboisement représente une amélioration : le volume de bois récolté satisfait aux besoins de l'industrie. Malgré tout, sur le plan de l'équilibre naturel, il demeure l'équivalent d'un génocide. La plupart des espèces natives (végétaux et animaux) ont disparu, il n'y a plus de sous-bois ni de plantes vivant en symbiose avec les arbres, le sol écrasé par la machinerie lourde et privé des résidus naturels (trunks morts, branches et feuilles tombées) ne se régénère pas. Et même si les arbres repoussent à temps pour être recoupés, ils n'atteindront jamais la vieillesse, ce qui signifie la disparition des végétaux, champignons, insectes et petits animaux tout à fait uniques qui vivent des vieux arbres (Ville, 2012). Une telle sélection peut fort bien aboutir à la prolifération d'insectes nuisibles qui étaient auparavant la proie des disparus. Chaque disparition a des conséquences dont nous mesurons mal les effets multiplicateurs. De plus, c'est l'observation de la forêt naturelle qui permet de mettre au point des programmes de régénération efficaces. Si celle-ci disparaît, nous perdons nos références. Encore nos forêts font-elles l'objet de soins attentifs, puisqu'on en attend une production commercialisable. Mais le Canada a beaucoup de retard, quant à leur gestion écologique, sur d'autres pays comme ceux du nord de l'Europe, alors que les forêts boréales ne se renouvellent que lentement, en raison du climat froid.

Comment protège-t-on la biodiversité ?

Une gestion écosystémique des forêts soutiendrait la régénération par les mécanismes naturels plutôt qu'un reboisement limité aux besoins des usines. Le calcul de la productivité devrait tenir compte de la mort des arbres et de leur vieillissement. Il faudrait aussi prévoir des aires protégées pour la conservation de forêts naturelles. Le gouvernement canadien poursuit son programme d'ouverture de zones de conservation de la nature, en particulier dans le Grand Nord (Environnement Canada, 2008). Plusieurs réserves fauniques et parcs (y compris des parcs marins et lacustres) ont été créés récemment ou verront le jour dans un proche avenir. À l'échelle mondiale, l'ONU a mis de l'avant un vaste programme de protection des forêts et des écosystèmes menacés.

La Charte mondiale de la nature, adoptée par l'ONU en octobre 1982, établit le principe de la biodiversité comme une richesse à préserver (*voir le dossier n° 4 : Le développement économique*). Le programme «L'homme et la biosphère» de l'Unesco a rendu possible la création de plusieurs centaines de réserves naturelles à travers le monde, notamment là où existent des forêts pluviales, des récifs de coraux, des marais côtiers ou de la **mangrove** [8]. À l'occasion du Sommet de la Terre à Rio de Janeiro (Brésil), en 1992, 160 États ont signé la Convention de Rio. Malheureusement, les grands pays industrialisés se sont montrés les moins empressés à la ratifier. Deux dimensions importantes du problème de la disparition des espèces ont été mises en lumière à ce moment : l'éducation des populations et le partage équitable des profits tirés des ressources génétiques. En effet, les grandes entreprises industrielles veulent bien constituer des banques de gènes et financer la recherche, mais elles répugnent à en partager les profits. Il existe toute une controverse sur la possibilité de faire breveter un organisme vivant transgénique («amélioré» par des manipulations génétiques consistant à introduire dans une espèce un gène d'une autre espèce, abolissant ainsi la barrière prévue par la nature). Reconnaître que la vie puisse être considérée comme une matière première industrielle et un produit commercialisable constitue en effet un pas majeur à franchir... ou à ne pas franchir. La Convention de Rio, complétée par le Protocole de Carthage, ne reconnaît pas les ressources naturelles comme un patrimoine commun à l'humanité, mais établit une «priorité mondiale». Un tel choix préserve les droits des pays tropicaux sur leur propre environnement. Cela suffira-t-il ?

Mangrove - Écosystème marécageux des littoraux tropicaux, caractérisé par des forêts de palétuviers dont les racines s'enfoncent dans la vase.

[8] La mangrove

Photo

Richard Unsworth. « 16 % of worlds mangrove species at elevate risk of extinction : No Mangrove – No Fish », *Climate Shifts*, 5 mai 2010, [En ligne], <http://www.climatehifts.org/?p=5272> (Page consultée le 3 juillet 2013)

Un peu partout, des individus, organismes ou États tentent de promouvoir un mode de production respectueux de la biodiversité et de préserver la richesse de celle-ci.

En Inde, la célèbre activiste Vandana Shiva se consacre à la promotion d'une agriculture organique et a créé une importante banque de semences (Folliot, 2011). Dans plusieurs pays, ont lieu des expériences d'agriculture sur sol

vivant. De tels exemples demeurent malheureusement trop exceptionnels. De véritables musées de l'environnement voient le jour, dont l'un des tout premiers au Jardin botanique de Rio de Janeiro, consacré aux écosystèmes mondiaux, aux villes et aux changements climatiques. Un Consortium des universités canadiennes sur la biodiversité réunit 12 universités et six jardins botaniques, dont celui de Montréal (*UdeMNouvelles*, 2010). Mais la réalisation la plus spectaculaire est sans doute l'«arche de Noé» souterraine inaugurée par la Norvège dans une île du Svalbard [9]. Plus de quatre millions d'échantillons de semences provenant du monde entier y seront stockés afin de protéger le patrimoine végétal de la planète contre le changement climatique, les catastrophes naturelles, les guerres ou d'autres menaces (*Swissinfo*, 2007). Il existe dans le monde 1400 autres banques de semences, mais plusieurs ont disparu en Irak et en Afghanistan à cause des guerres et une autre, aux Philippines, à cause d'un typhon. La réserve norvégienne est conçue pour offrir une protection maximale durant plusieurs millénaires. L'archéologue Hendrik van Gijseghem, de l'Université de Montréal, souligne que «jamais une civilisation n'a laissé un témoignage indiquant qu'elle anticipait son propre déclin. Pire, qu'elle était consciente d'y participer.» (Van Gijseghem, 2008) Parallèlement, de grandes sociétés industrielles comme Monsanto et Cargill mettent au point et commercialisent des semences transgéniques qui pourraient éventuellement remplacer les espèces sauvages ou cultivées dans un cadre traditionnel.

[9] Le dépôt de semences du Svalbard

Photo et carte

- Photo: Luigi Jorio. «Une arche de Noé au cœur de l'Arctique», *swissinfo.ch*, 4 mai 2007, [En ligne], http://www.swissinfo.ch/fre/sciences_technologies/Une_arche_de_Noee_au_coeur_de_lArctique.html?cid=1334018 (Page consultée le 3 juillet 2013)
- «Carte Arctique et Svalbard», *Svalbard Images*, s.d., [En ligne], <http://www.svalbard-images.com/arctique-svalbard.php> (Page consultée le 3 juillet 2013)

Voilà donc un bilan bien mitigé de l'intervention humaine dans l'équilibre biogéographique. Que réserve l'avenir ? Les prophètes de malheur prédisent qu'avec l'augmentation de l'effet de serre, certaines espèces gavées de gaz carbonique élimineront celles qui supportent moins bien cette potion magique, et que le déplacement des zones de climat entraînera celui des zones de végétation. Une telle évolution compromettrait la capacité agricole des zones tempérées, qui ravitaillent actuellement les régions moins productives. Ils s'opposent aussi énergiquement à l'utilisation des OGM. Cependant, la conscience mondiale évolue, plusieurs gouvernements s'impliquent dans la protection du patrimoine naturel, les institutions internationales s'efforcent de veiller sur la planète et de nouveaux équilibres s'établiront sans doute... au prix d'ajustements que nous ne pouvons encore prévoir. Si la théorie de la catastrophe créatrice est fondée, nous devrions trouver rapidement les moyens de rétablir la situation.

2.2 La question de l'eau

L'eau est l'une des principales composantes de la planète, l'élément le plus indispensable à la vie, avec l'air, et notre santé dépend de sa qualité [10]. L'accès à l'eau a des implications géostratégiques de plus en plus évidentes. Son rôle est essentiel dans le développement économique (*voir le dossier n° 4*). Pourtant, malgré l'importance universelle de cette ressource, il reste beaucoup à faire pour l'inventorier, la comprendre, la préserver et la partager.

[10] La répartition des eaux

Répartition des eaux de la planète	%	Teneur en eau de quelques organismes	%
Océans et mers	97,25	Laitue	95
Calottes glaciaires et glaciers	2,05 à 2,15	Tomate	91
Eaux souterraines	0,68	Œuf	75
Lacs	0,01	Viande	60
Humidité des sols	0,005	Corps humain	65
Atmosphère	0,001	Cerveau	75
Fleuves et rivières	0,0001	Os	22
Biosphère	0,00004		

- CNRS. «L'eau dans tous ses états», *eau-direct.fr*, 2008, [En ligne], <http://www.eau-direct.fr> (Page consultée le 4 mai 2012),

- Agence de l'eau Rhin-Meuse. «Pourquoi l'eau est-elle indispensable à la vie ?», *L'eau notre patrimoine*, 2010, [En ligne], <http://www.eau-rhin-meuse.fr/patrimoine/cyclo/cyclo01.htm> (Page consultée le 4 mai 2012)

Une denrée rare et précieuse

L'eau est présente à l'état gazeux dans l'atmosphère, à l'état solide dans la neige et la glace, et à l'état liquide dans les mers, les lacs, les cours d'eau, mais aussi dans tous les organismes vivants. Bref, on la trouve partout, mais son abondance, qui nous semble inépuisable, fait illusion. Les organismes vivants (plantes, animaux, humains) n'utilisent pas l'eau salée. Il reste donc moins de 0,7% de la totalité des eaux de la planète pour l'ensemble de leurs besoins. De plus, c'est toujours la même eau qui circule, sous ses différentes formes, et cela depuis la nuit des temps : ce qu'on appelle le cycle hydrologique, ou cycle de l'eau (*voir le dossier n° 2 : Le milieu physique et les ressources*).

Le schéma du cycle hydrologique montre la circulation naturelle de l'eau. On n'y fait habituellement figurer aucun établissement humain, mais demandons-nous quel rôle y jouent nos activités : nous puisons dans les eaux courantes pour satisfaire nos besoins agricoles, industriels, domestiques. Le cycle de l'eau est donc perturbé. L'urbanisation, le détournement des eaux superficielles (notamment pour l'irrigation), la pollution des nappes phréatiques – ou aquifères – et les prélèvements qu'on y fait empêchent l'eau de se régénérer et de remplir son rôle climatique. Partout, les rivières et les nappes s'assèchent, faisant craindre pour la sécurité alimentaire mondiale, pour le développement, pour la santé et pour la paix. Plusieurs scientifiques voient dans la rareté absolue de l'eau le plus important problème de ce siècle.

Les eaux douces aboutissent tôt ou tard, du simple fait de la gravité, dans la mer où la pente du continent les conduit. Lorsque leur déversoir est un vaste océan, leur pollution plus ou moins importante se dilue suffisamment pour en retarder les effets, du moins au large des côtes. Lorsqu'ils se déversent dans une mer fermée ou un lac, cela peut signifier une catastrophe sur le plan de l'environnement si l'on ne prend pas des mesures systématiques de protection. En Russie, la mer Caspienne et surtout la mer d'Aral illustrent bien ce type d'évolution. La mer d'Aral ayant perdu 50 % de sa superficie, les polluants y sont particulièrement concentrés [11].

[11] La catastrophe de la mer d'Aral

Le bateau échoué rappelle les activités du passé.

Photo et carte

Khalintz. «La disparition de la mer d'Aral», fiche/article de la section Culture, Arts & Spectacles créée sur le forum Le Comptoir, *Hyjoo*, 13 janvier 2006, [En ligne], <http://www.hyjoo.com/sujet-19712.html> (Page consultée le 3 juillet 2013)

Puisque la croissance démographique et économique est appelée à augmenter sans fin la consommation de l'infime quantité d'eau douce dont nous disposons, il serait important de ne pas gaspiller celle-ci et d'éviter autant que

possible de la souiller. L'eau à l'état naturel se purifie par elle-même, ce qui en fait une ressource théoriquement renouvelable, mais cela demande beaucoup de temps : au minimum 1 000 ans pour une nappe phréatique, 15 000 ans pour un glacier. Il y a longtemps que nous ne respectons plus ces seuils de renouvellement. L'avenir est sans aucun doute à l'économie de la ressource. Traiter l'eau coûte cher et ne la rend pas parfaitement pure. Au cours de ce processus, les matières solides tombent au fond des bassins où s'opère la décantation (les boues d'épuration seront utilisées notamment comme fertilisants). On neutralise ensuite les nitrates et les pesticides au moyen de filtres au charbon actif. La dernière opération consiste à éliminer les germes **pathogènes** par la chloration ou le rayonnement ultraviolet, et les virus par l'ozonation. Certains composés toxiques demeurent cependant dans l'eau, où ils se combinent pour en former de nouveaux. La recherche se poursuit pour trouver des solutions plus économiques et plus performantes, comme la filtration au moyen de membranes. Les industriels, quant à eux, mettent au point des procédés consommant moins d'eau. Dans certaines régions, comme le sud des Etats-Unis, l'avenir de l'agriculture dépend d'une utilisation plus économe, à défaut de pouvoir compter à court terme sur d'autres sources d'approvisionnement, en provenance du Canada par exemple.

Pathogène – Du grec pathos (souffrance). Qui cause la maladie.

Une politique de l'eau

Il faut une volonté concertée de tous les intervenants pour parvenir à utiliser plus rationnellement la précieuse ressource qu'est l'eau. La question de sa propriété se pose aussi avec acuité. Rappelons qu'il existe un débat éthique entre les tenants du statut de l'eau comme patrimoine commun de l'humanité et les partisans de la souveraineté nationale sur l'eau. L'enjeu est de taille, puisqu'il s'agit du libre accès – ou non – à la ressource pour ceux qui en ont besoin. Cette notion de besoin peut faire elle-même l'objet de bien des débats ! Outre l'enjeu éthique, on devine les implications politiques et économiques d'une décision dans un sens ou dans l'autre et c'est pourquoi les Nations Unies n'ont pas encore pris position nettement sur le sujet. Sur le plan environnemental, puisque c'est celui dont nous traitons ici, il en découlera un principe de responsabilité, mais d'ores et déjà le principe du pollueur payeur prévaut en droit et dans les faits. Pour ce qui est des prélèvements, nombre de conflits politiques y sont liés, surtout dans les régions menacées par la pénurie comme le Moyen-Orient et une partie de l'Asie. Ainsi, lorsque des barrages captent l'eau au profit de l'État situé en **amont**, alors que le pays situé en **aval** en manque pour son propre développement, on peut s'attendre à des confrontations. L'eau des océans se prête aussi à des litiges, par exemple à propos de la pêche, de l'exploitation des ressources extracôtières ou des déversements accidentels de produits dangereux.

Amont – Partie supérieure d'un cours d'eau, du côté de la source.

Aval – Partie inférieure d'un cours d'eau, du côté de son débouché dans la mer ou dans un autre cours d'eau.

Dans un contexte de changement climatique, la rareté de l'eau risque d'exacerber les conflits. Le Soudan, l'Éthiopie et l'Égypte se disputent le bassin du Nil. La Palestine conteste à Israël l'utilisation des nappes aquifères des Territoires occupés. Israël dispute, quant à lui, le Jourdain à la Jordanie et interdit à la Syrie et au Liban le contrôle du plateau du Golan. Les États du «Croissant fertile» rivalisent pour la maîtrise des eaux du Tigre et de l'Euphrate, dont dépendent la Turquie, la Syrie et l'Irak. En Turquie, le projet GAP (Great Anatolian Project) (Guezengar, 2008), dont la réalisation doit s'achever entre 2015 et 2020, comporte 22 barrages sur le Tigre et l'Euphrate [12]. Il ne servira pas seulement à l'irrigation, mais aussi au développement économique du Kurdistan turc, grâce auquel l'État espère mettre en veilleuse le séparatisme kurde. Pour l'instant, le mécontentement l'emporte au contraire, à l'intérieur du pays à cause des expropriations et à l'extérieur à cause des revendications de la Syrie et de l'Irak, situés en aval et qui recevront donc moins d'eau des deux fleuves du Croissant fertile. L'Indus oppose l'Inde et le Pakistan, tandis que le Bangladesh (un delta) n'a aucun contrôle sur ses eaux qui viennent toutes des États voisins. Le Canada et les Etats-Unis, jusqu'à présent, gèrent pacifiquement le partage du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent. Il en sera question un peu plus loin, à propos de la Politique nationale de l'eau.

[12] L'aménagement du Tigre et de l'Euphrate (GAP)

Carte

Philippe Rekaewicz et Salif Diop. «Visions cartographiques – Gestion de l'eau : entre conflits et coopération», Les blogs du Diplo, *Le Monde diplomatique*, 14 janvier 2008, [En ligne], <http://blog.mondediplo.net/IMG/jpg/tigre-euphrate.jpg> (Page consultée le 3 juillet 2013)

La communauté internationale se mobilise aujourd'hui pour lutter contre les émissions de gaz à effet de serre, et c'est tant mieux, mais aucun effort en ce sens ne renversera la tendance au réchauffement du climat. Il est donc à prévoir que le dossier le plus important à régler sera, à court terme, celui de l'eau. En attendant que la question de la propriété de l'eau soit tranchée, de nombreux intervenants préconisent une augmentation de la part de l'aide internationale consacrée à l'accès à l'eau et à son assainissement.

Un exemple de gestion écologique des cours d'eau

Plusieurs pays ont entrepris la dépollution de leurs cours d'eau, en général avec succès comme en témoignent la Tamise en Grande-Bretagne ou la Ruhr en Allemagne. Le cas de l'Elbe [13], également en Allemagne, a ceci d'intéressant que ce fleuve a été préservé, jusqu'ici, grâce aux problèmes financiers de l'ex-RDA (Schwarz, 2008). Le gouvernement n'avait en effet pas les moyens de canaliser l'Elbe pour améliorer la navigation. Son lit, encore intact, a été classé par l'UNESCO. On trouve le long de son cours des forêts uniques, des îles où subsistent bancs de sable et prairies, ainsi qu'une biodiversité exceptionnelle qui comprend de nombreuses espèces menacées. Comme le lac Saint-Pierre au Québec, il constitue une escale pour les oiseaux migrateurs. De plus, la végétation naturelle absorbe en partie les crues, évitant ainsi les inondations. Mais le développement économique menace ces vestiges paradisiaques. L'Elbe relie le cœur de l'Europe centrale à la mer du Nord. Son estuaire abrite le port de Hambourg, deuxième d'Europe en importance. Des canaux la relient au Rhin et à la mer Baltique, ce qui fournit aux marchandises un itinéraire autre que routier ou ferroviaire. L'État fédéral, sollicité entre autres par les transporteurs fluviaux, est fort tenté d'aménager le fleuve, dont les eaux peu profondes se prêtent pourtant mal à la navigation. Les décisions de cette nature ont aussi une couleur politique puisqu'elles dépendent des voix obtenues par les Verts et leurs alliés.

[13] L'Elbe

[Carte et photos](#)

«Elbe» / Présentation de l'Elbe / Échanges Viarmes-Clenze : Les documents pour l'Allemagne, Collège Blaise Pascal, Viarmes, Académie Versailles, s.d., [En ligne], <http://www.clg-pascal-viarmes.ac-versailles.fr/IMG/pdf/elbe.pdf> (Page consultée le 3 juillet 2013)

La politique de l'eau au Canada

Au Canada, contrairement à l'extraction d'autres ressources naturelles, le captage de l'eau n'est soumis à aucune redevance. Nous n'avons pas d'inventaire sérieux des ressources en eau, et pas davantage de stratégie d'utilisation, malgré l'adoption en 2002, par le Québec, d'une Politique nationale de l'eau visant à reconnaître, pour la première fois, l'eau comme un bien collectif à protéger. À l'échelle canadienne, les investissements publics dans la définition d'un cadre juridique et dans les connaissances se font attendre. Le contrôle des données déjà accumulées ne représente plus une priorité. Un rapport d'Environnement Canada attirant l'attention sur le fait qu'à peine 1 % de la réserve totale d'eau douce du pays se renouvelle chaque année (Environnement Canada, 2009), n'a suscité aucune réaction. Un projet de nationalisation de l'eau, en 2008, a été relégué aux oubliettes par le déclenchement des élections. Le Québec a cependant été salué pour son approche de la gestion de l'eau par bassin versant [14], qui permet d'intégrer toutes les variables touchant un cours d'eau et ses affluents, et a un plan d'investissement destiné à l'acquisition des connaissances sur la qualité et la quantité de l'eau sur son territoire, grâce auquel un portrait détaillé des aquifères sera disponible dans vingt ans. Pour le moment, les vendeurs d'eau embouteillée, jus et boissons gazeuses, les brasseurs, les pisciculteurs, les industries minières et papetières continuent à s'approvisionner gratuitement à même les nappes aquifères.

[14] Les zones de gestion intégrée de l'eau par bassins versants

[Carte](#)

Développement durable, Environnement et Parcs, Québec. «Zones de gestion intégrée des ressources en eau», *Bassins versants*, 5 mars 2009, [En ligne], <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/zones-gire/inter.htm> (Page consultée le 4 juillet 2013)

En ce qui concerne l'exportation de l'eau, un accord datant de 2005, signé par le Québec, l'Ontario et les huit États américains riverains, interdit les exportations massives de l'eau des Grands Lacs, sauf pour des usages comme la production d'eaux embouteillées (Cyr et Demers, 2005). Cet accord n'a toutefois pas la valeur contraignante d'un traité international, puisqu'il n'implique pas les deux gouvernements fédéraux. La question est d'importance, car on sait que l'eau ne constitue pas une marchandise commerciale, soumise aux règles de l'ALENA, tant qu'elle demeure à l'état naturel. Il existe aussi un Traité des eaux limitrophes internationales visant à interdire les prélèvements massifs d'eaux canadiennes dans environ 300 lacs et rivières limitrophes (CMI, s.d.). Il n'est donc pas question de donner suite aux divers projets de dérivation des eaux du Nord qui ont germé dans le passé. Ottawa n'a cependant pas fermé la porte à l'exportation de l'eau en vrac. Quant à la gestion de l'eau entre provinces canadiennes, la baisse de niveau des Grands Lacs suscite des craintes mais aucun des divers plans proposés ne fait l'unanimité puisqu'ils avantagent soit l'Ontario soit le Québec.

Le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent est sous la juridiction de la Commission mixte internationale (CMI, s.d.) qui veille à l'application du traité sur les eaux limitrophes des deux pays. Sur le plan de l'environnement, la santé de ce vaste ensemble s'est améliorée à certains égards, tandis que de nouveaux problèmes sont apparus.

- Les Grands Lacs (Environnement Canada, 2010) souffrent d'un manque d'oxygène en profondeur. Les 42 millions de personnes qui vivent dans cette région, au surplus très industrialisée et au centre d'un bassin agricole de toute première importance, produisent une charge de plus en plus élevée de contaminants, tout en prélevant de plus en plus d'eau. La concentration en ingrédients toxiques et en bactéries est donc en augmentation, ce qui perturbe la faune aquatique. La navigation internationale a en outre introduit de nouveaux prédateurs, comme la moule zébrée, et le réchauffement climatique (*voir le chapitre 3 de ce dossier*) imposera de nouveaux stress.
- Le Saint-Laurent lui-même se porte plutôt mieux (*Plan Saint-Laurent*, 2010). Le Plan d'action Saint-Laurent, une initiative fédérale-provinciale mise sur pied à la fin des années 1980, a permis de réduire considérablement la contamination industrielle. Mais, comme dans le cas des Grands Lacs, de nouveaux envahisseurs et de nouveaux polluants (les résidus médicamenteux, par exemple) ont pris le relais. L'érosion représente, elle aussi, un grave problème, en accroissant le volume des substances indésirables et en détruisant les habitats fauniques. Le lac Saint-Pierre, déclaré réserve mondiale de la biosphère par l'UNESCO en raison de sa remarquable biodiversité, doit être tout particulièrement protégé. Encore n'a-t-on pas évoqué une possible exploitation des hydrocarbures enfouis dans le sous-sol du fleuve et du Golfe.

Des politiques de gestion systématique devront absolument prendre forme pour utiliser au mieux cette ressource essentielle et fragile qu'est l'eau, et en préserver la qualité, face aux besoins croissants et aux inconnues du changement climatique, ainsi que pour limiter le risque des frictions politiques.

2.3 Nous jetons, ils jettent : gaspillage et poisons

La consommation débridée qui caractérise les sociétés avancées a une contrepartie : l'invasion par les déchets et la prolifération des résidus toxiques. On a beau réussir à en réemployer ou recycler une partie, à les «valoriser» en les transformant en énergie, la meilleure solution consisterait malgré tout à en produire beaucoup moins. Certains sont relativement inoffensifs, quoique parfois encombrants. Ils se dégradent naturellement, au cours d'une période plus ou moins longue, sans dégager de sous-produits toxiques. D'autres ont la vie dure et hypothèquent gravement l'environnement.

NB – L'analyse détaillée de cette question a été retirée du projet. Elle pourrait être disponible ultérieurement.

2.4 L'amincissement de la couche d'ozone

Depuis le milieu des années 1980, chaque printemps ramène dans l'actualité la question du «trou» dans la couche d'ozone. Comme de nouveaux dossiers monopolisent l'attention, on en parle moins depuis quelques années, mais le sujet n'a pas perdu son importance. L'ozone (O₃), un gaz peu abondant, joue en effet un rôle essentiel.

L'ozone stratosphérique a la même composition que celui qui se trouve à la surface de la Terre, mais nous ne le respirons pas. Le second – une composante du smog – a une action irritante sur les muqueuses (yeux, poumons) ; c'est un polluant dit secondaire parce qu'il réagit au rayonnement solaire au contact d'autres polluants, comme les résidus de combustion (émanations des véhicules, chauffage, feux de forêts, etc.), alors que le premier joue un rôle bénéfique. Il nous protège en filtrant les rayons ultraviolets et, en les absorbant, il devient une source de chaleur à l'origine de courants stratosphériques qui déterminent l'équilibre du climat mondial. C'est le même ozone, qui obéit à deux cycles bien distincts selon qu'il se trouve à haute altitude ou près de la surface du sol (Baillet, 2004). Or l'ozone d'altitude diminue et celui de surface augmente, à l'inverse de ce qui serait souhaitable.

La couche d'ozone se situe à la limite de l'atmosphère et de la troposphère [15]. Ce qu'on appelle le «trou» est en réalité un amincissement marqué de la couche d'ozone aux latitudes polaires, et plus particulièrement au-dessus de l'Antarctique. Auparavant limité à ces régions, l'amincissement a progressivement gagné aussi les latitudes tempérées. Il a atteint en 2006 une surface record de 29,5 millions de kilomètres carrés (NASA, 2012), mais son évolution fluctue beaucoup selon les années [16]. Le Canada, ayant une vaste portion de son territoire dans les hautes latitudes, se trouve évidemment très concerné par l'état de la couche d'ozone.

En 2004, la NASA lançait Aura, un satellite d'une durée de vie de six ans, voué à l'étude de la couche d'ozone, et plus particulièrement à la compréhension des liens entre celle-ci et les mécanismes climatiques (Magdelaine, 2004). Aura complétait la gamme des satellites d'observation terrestre de la NASA, qui comprend en outre Terra pour l'étude géologique et Aqua pour l'étude des cycles de l'eau.

[15] La couche d'ozone dans l'atmosphère

Schéma

Philippe Rekacewicz. «Le Protocole de Montréal a 20 ans – Histoire d'une réussite», Visions cartographiques, Les blogs du Diplo, *Le Monde diplomatique*, 18 septembre 2007, [En ligne], <http://blog.mondediplo.net/2007-09-18-Le-protocole-de-Montreal-a-vingt-ans> (Page consultée le 3 juillet 2013)

[16] Le « trou » dans la couche d'ozone et ses conséquences sur la santé

Carte et schéma

Ibid.

Les conséquences de l'amincissement de la couche d'ozone

Si la couche d'ozone disparaissait, notre survie deviendrait fort problématique. Nous savons que le déficit en ozone s'accompagne d'une plus forte pénétration des rayons ultraviolets dans l'atmosphère, ce qui entraîne trois catégories de risques.

Les risques pour la santé

- Incidence accrue des coups de soleil et du cancer de la peau. Préserver et restaurer la couche d'ozone devrait permettre d'éviter près de 20 millions de ces cas de cancer d'ici 2060, selon un rapport de l'ONU présenté à Montréal en 2007, à l'occasion du vingtième anniversaire de la signature du Protocole de Montréal (Rekacewicz, 2007). En attendant, un doublement était prévu avant 2015.

- Vieillesse prématurée de la peau.
- Affections oculaires : conjonctivite, cataracte.
- Dérèglement du système immunitaire.
- Possibilité de mutations.

Les risques pour les ressources

- Les rayons UVB pénètrent loin sous la surface des océans, où ils risquent de tuer le phytoplancton, un ensemble de minuscules plantes unicellulaires à la base de la chaîne alimentaire. L'avenir de la pêche dépend des ressources en plancton. Plusieurs scientifiques pensent, cependant, que les organismes vivants peuvent s'adapter aux nouvelles conditions et que ce processus a déjà commencé.
- Le rayonnement ultraviolet affecte le rendement des cultures agricoles et des forêts en perturbant la photosynthèse. Les récoltes de base sont également menacées par une instabilité plus forte de l'atmosphère. Enfin, la présence d'ozone dans la basse atmosphère a augmenté. On se souvient du caractère nocif de ce dernier pour la santé humaine. Pour les plantes, l'ozone troposphérique diminue leur capacité d'absorber le CO₂, qui est un puissant fertilisant. On a enregistré un ralentissement de la croissance de plusieurs cultures vivrières mondiales (canola, avoine, orge et soja en particulier). L'impact négatif sur les forêts inquiète moins, car les arbres croissant à des altitudes élevées résistent assez bien aux rayons ultraviolets. On pourrait donc pallier les baisses de productivité.
- La durée des matériaux de construction et plus particulièrement des plastiques, diminue lorsque l'exposition aux rayons UV augmente.

La détérioration de la couche d'ozone apparaît donc préoccupante puisqu'une importante partie de l'humanité ne mange pas à sa faim et que des menaces supplémentaires (pluies acides, réchauffement atmosphérique, substances toxiques) pèsent sur les ressources disponibles. Les effets à long terme de l'exposition aux rayons UV se combinent avec les autres facteurs de stress environnemental. S'y ajoutent les poussées soudaines causées par le brutal amincissement saisonnier, le fameux «trou», au début du printemps.

Les conséquences sur le climat

Si l'ozone en plus forte concentration au niveau du sol diminue la capacité des plantes à absorber le dioxyde de carbone, comme nous venons de le souligner, la proportion de ce gaz à effet de serre augmentera dans l'atmosphère, contribuant à accélérer le réchauffement. Les végétaux, en effet, stockent environ le quart des émissions de CO₂ d'origine anthropique (humaine).

Dans la haute atmosphère, une couche d'ozone amincie intercepte moins de rayons ultraviolets, ce qui signifie que davantage d'énergie solaire pénètre jusqu'au sol, contribuant tant au réchauffement du climat qu'à l'augmentation de l'ozone nuisible.

L'appauvrissement de la couche d'ozone contribue donc quelque peu à l'effet de serre, mais il ne faut pas confondre les deux phénomènes. Les gaz qui alimentent l'effet de serre, par exemple, ne sont pas ceux qui nuisent à la couche d'ozone.

Quelles sont les causes de cette détérioration ?

Doit-on accuser la pollution, ou jeter le blâme sur des phénomènes tels que les éruptions volcaniques ? Comme les cycles naturels couvrent habituellement plusieurs décennies, il faudra du temps pour faire la part des responsabilités dans cette évolution. En attendant, on peut agir sur l'utilisation des substances qui s'attaquent à l'ozone.

L'élargissement du «trou» dans la couche d'ozone est associé aux températures très basses dans la stratosphère. Le froid accumulé par la masse de glace polaire durant l'hiver joue donc un rôle dans l'amincissement saisonnier. Mais ce phénomène n'a été observé que récemment et on a pu démontrer que l'activité humaine y contribue davantage encore. La communauté scientifique a identifié plusieurs produits néfastes pour la couche d'ozone, des composés à base de chlore : les halocarbures (chlore, fluor, bromure, carbone et hydrogène) et les chlorofluorocarbures, ou CFC

(tétrachlorure de carbone, méthylchloroforme). Ces gaz ont des applications dans de nombreux domaines, comme la réfrigération et la climatisation, le gonflage de la mousse – par exemple celle des gobelets à café –, ou en tant que solvants et insecticides. Les halons, qui font partie du groupe des halocarbures, ont été beaucoup utilisés pour éteindre les incendies (Magdelaine, 2012).

Une fois émises, les molécules de CFC s'élèvent progressivement dans l'atmosphère jusqu'à ce qu'elles soient frappées par les rayons ultraviolets. À ce moment, elles se décomposent en relâchant du chlore. Celui-ci réagit avec l'ozone en convertissant deux molécules d'ozone (O₃) en trois molécules d'oxygène (O₂). Comme une seule molécule de chlore peut détruire jusqu'à 100 000 molécules d'ozone et demeurer 100 ans dans l'atmosphère, il était urgent de réduire, et même de supprimer, tous ces composés gloutons.

Un problème en voie de résolution

En 1987, 27 États signaient le Protocole de Montréal, visant à limiter la production de CFC, puis à l'interdire totalement (*voir le dossier n° 4 : Le développement économique*). Depuis, le Protocole a été étendu à d'autres pays et à d'autres produits. En 2007, à l'occasion du vingtième anniversaire de sa signature, un autre produit s'est ajouté à la liste : les hydrochlorofluorocarbones (HCFC).

La production de CFC devait cesser en 1996, mais l'application intégrale du Protocole a été régulièrement reportée. Le texte a été modifié quatre fois, pour une interdiction totale en 2010 (Magdelaine, 2012). Il faut comprendre que de telles mesures ne font pas facilement l'unanimité : des pays en développement accéléré, comme l'Inde et la Chine, entendent bien accéder à un niveau de vie permettant à toutes les familles (et cela fait beaucoup de familles) de posséder un réfrigérateur ; or les modèles récents, qui utilisent des substituts mis au point pour remplacer les CFC, sont coûteux. Quant aux pays déjà industrialisés, ils ont cherché à obtenir des délais de manière à rentabiliser le plus possible leurs équipements de production. L'élévation du niveau de vie et la contrebande d'équipements usagés, florissante dans les pays en développement, ont failli anéantir les efforts de réduction, mais le Protocole de Montréal a tout de même fait baisser sensiblement la quantité des émissions de CFC. La production de HCFC, pour sa part, cessera dix ans plus tôt que prévu, soit en 2020 pour les pays industrialisés et 2030 pour les pays en développement. Pour le Québec, cela signifie entre autres le remplacement du système de réfrigération de toutes les patinoires intérieures, au coût de plusieurs millions de dollars chacune (Clément, 2008). Il faudra aussi stocker d'importantes quantités de fréon (gaz devenu illégal à partir de 2012) pour continuer à réfrigérer les arénas en attendant son remplacement progressif par de l'ammoniac. Il ne s'agit que d'un exemple, mais celui-ci permet de constater l'ampleur de l'effort demandé aux signataires du Protocole.

Les résultats obtenus jusqu'ici sont encore fragiles mais encourageants. Le rythme de disparition de l'ozone a ralenti dans la partie la plus haute de la stratosphère et commence, depuis peu, à fléchir aussi dans la basse stratosphère (celle-ci contient 80 % de l'ozone protecteur). Les CFC, qu'on a commencé à utiliser industriellement dans les années 1950, arrivent à la fin de leur durée de vie moyenne. Le «trou» devrait se cicatriser au fur et à mesure qu'ils disparaîtront de l'atmosphère, et l'ozone revenir vers 2050 à sa concentration de 1980 – avant l'apparition des trous – à condition que les accords internationaux soient vraiment respectés, et que le réchauffement planétaire et les gaz d'échappement des avions volant à haute altitude ne l'empêchent pas de se régénérer.

Tous les risques écologiques dont nous avons traité jusqu'ici ont en commun de demeurer contrôlables. Nous pouvons cesser de piller et dévaster le patrimoine vivant, de polluer l'air et l'eau, de jeter nos déchets. Au bout d'un certain temps, la nature reprendra le dessus. La reconstruction de la couche d'ozone montre qu'il est possible de solutionner un problème global d'environnement. Quelle que soit la provenance des gaz nocifs pour l'ozone, leur brassage a en effet des conséquences planétaires, tout comme cela se produit pour le changement climatique. Malheureusement, ce dernier entre dans une catégorie distincte, car il obéit à des mécanismes infiniment complexes et probablement irréversibles.

3 Les changements climatiques

Le réchauffement climatique représente en quelque sorte la synthèse d'une évolution naturelle – que nous sommes loin de comprendre parfaitement – et de la somme des activités humaines depuis le début de l'ère industrielle. Quelle est la part de la responsabilité humaine dans les changements que nous constatons ? À quoi faut-il s'attendre ? Pouvons-nous, au moyen d'actions énergiques et bien ciblées, interrompre (ou du moins ralentir) le processus de réchauffement ? Et si nous ne le pouvons pas, comment nous adapter aux bouleversements qui surviendront ?

Les changements climatiques soulèvent certes des questions scientifiques, mais ils ont des répercussions bien concrètes sur l'économie, les sociétés humaines, la politique des États. Ils soulèvent jusqu'à des interrogations sur le rôle de l'humanité dans l'univers, donnant à ce problème une dimension de portée philosophique. Une question on ne peut plus globale, donc.

3.1 Existe-t-il des preuves d'un réchauffement ?

La Terre a connu, au cours de son histoire, nombre de changements climatiques : c'est le changement qui est la norme, plutôt que le statu quo. Ils se sont produits, pour autant que nous le sachions, de façon graduelle, mais il y a des exceptions. Les signes actuels de réchauffement ne devraient donc pas nous surprendre outre mesure. Ce qui inquiète, c'est la rapidité de l'évolution, dans le contexte d'une planète très peuplée, découpée en États par des frontières jugées intangibles, et dont l'espace a été transformé pour y intégrer des activités sédentaires à forte valeur ajoutée. Il ne reste guère de place pour l'improvisation, si les indices pointent en direction d'un tel réchauffement.

NB – L'analyse détaillée de cette question a été retirée du projet. Elle pourrait être disponible ultérieurement.

L'effet de serre, un phénomène normal, mais...

La Terre reçoit du Soleil une énergie qui prend essentiellement la forme de la lumière visible. Elle en absorbe une partie et reflète le reste par un effet de miroir variable selon la nature des sols. On désigne cet effet par le nom d'albedo. Ainsi, un albedo de 80 signifie que 80 % de la radiation reçue par la terre est réfléchie au lieu d'être absorbée. Sur un sol sombre, comme le sont par exemple les surfaces asphaltées des villes, l'absorption de l'énergie solaire est très élevée et l'albedo faible. Sur une surface neigeuse ou gelée, la plus grande partie de la chaleur est renvoyée dans l'espace. C'est pourquoi la fonte des glaces accélère le réchauffement des températures de façon plus marquée qu'ailleurs dans les régions polaires. La Terre disperse également sa propre chaleur interne, sous forme de rayonnement infrarouge (invisible).

Les gaz contenus dans l'atmosphère, notamment la vapeur d'eau, retiennent la plus grande partie de la chaleur provenant de ces deux sources combinées et réfléchissent vers la Terre le rayonnement infrarouge qui normalement se disperserait dans l'espace. : c'est l'effet de serre [17]. Sans lui, la température moyenne sur la Terre serait de – 18°C et la vie impossible (*Dictionnaire environnement*, 2010). L'effet de serre donne au **bilan radiatif** de la Terre une valeur positive (+ 15°C de température moyenne planétaire) qui permet, entre autres, la croissance des plantes. Ce que nous désignons actuellement comme «effet de serre» en relation avec la question du changement climatique est en réalité un effet de serre additionnel, ou forçage radiatif, dû à la présence de gaz dégagés par nos activités, qui accroissent la capacité de l'atmosphère à retenir les rayons infrarouges. Ce déséquilibre provoque une hausse accélérée des températures.

Bilan radiatif – Écart entre la quantité d'énergie solaire (chaleur) reçue et la quantité de chaleur réémise vers l'espace.

[17] Le mécanisme de l'effet de serre

Schéma

Jean Jouzel. «La définition de l'effet de serre climatique utilisée par le GIEC est-elle valable?», *e-monsite.com*, s.d., [En ligne], <http://co2climate.e-monsite.com/pages/la-definition-de-l-effet-de-serre-climatique-utilisee-par-le-giec-est-elle-valable.html> (Page consultée le 3 juillet 2013)

Les signes d'un réchauffement accéléré

L'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) ont créé, en 1988, un organisme dédié à l'observation du climat mondial : le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), connu en anglais sous le sigle IPCC (International Panel for Climate Change). Son mandat consiste à évaluer, de façon rigoureuse et sans parti pris, toutes les informations nécessaires à la compréhension des risques liés au changement climatique d'origine humaine, à en prévoir les conséquences possibles et à envisager des stratégies d'adaptation. Il n'effectue pas lui-même les recherches mais fonde ses conclusions sur les publications reconnues pour leur valeur scientifique. Il comprend trois groupes de travail et une équipe spéciale :

- Un groupe évalue les aspects scientifiques du système climatique et de l'évolution du climat.
- Un groupe s'intéresse aux questions concernant la vulnérabilité des systèmes socio-économiques et naturels aux changements climatiques.
- Un groupe évalue les solutions à envisager pour atténuer les changements en cours.
- L'équipe spéciale met en œuvre le Programme du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre.

Le GIEC rend périodiquement compte de ses travaux au moyen de rapports, de résumés (dont l'un spécialement conçu à l'usage des décideurs) et de documents techniques. Le quatrième rapport d'évaluation, qui a mobilisé 2 500 chercheurs et des centaines d'auteurs, réviseurs et autres experts de 130 pays durant près de six ans, a été publié en novembre 2007, juste avant la Conférence de Bali (ONU, 2008). La synthèse, d'une vingtaine de pages, concluait que le réchauffement en cours s'effectue à une vitesse mille fois supérieure à celle des cycles naturels et recommandait une stabilisation des émissions de GES à l'horizon de 2015 et une réduction par la suite, faute de quoi l'humanité irait au devant de conséquences désastreuses.

Certaines conclusions ont été mises en doute. Toutefois, de nombreuses observations permettent d'affirmer «sans équivoque» que le climat de la Terre se réchauffe.

- Sur les douze années écoulées entre 1995 et 2006, onze comptent parmi les plus chaudes jamais enregistrées depuis que l'on mesure les températures à la surface du globe, soit depuis 1850. L'année 2011 a été la plus chaude depuis 1980 (Cardinal, 2012). Quantité d'articles parus dans les revues et journaux en 2012 attestent que l'évolution s'est poursuivie dans la même direction.
- La chaleur des cinquante dernières années est inhabituelle en comparaison avec les données des 1300 années précédentes. Les épisodes de chaleur exceptionnelle se sont multipliés.
- Au cours du siècle 1906-2005, la température moyenne de la planète a augmenté de 0,74°C [18]. Au Canada, il s'agit plutôt d'une hausse de 1,3°C – presque le double... – en raison de l'importance de la portion arctique du territoire. Il existe un consensus scientifique selon lequel le changement climatique devient irréversible à partir du seuil d'augmentation annuelle de 2°C (Francœur, 2006).
- Au Tibet, l'analyse des carottes glaciaires montre que les années 1990 ont été les plus chaudes des mille dernières années.
- Les glaciers de montagne reculent sur tous les continents. et de nombreux lacs sont en voie d'assèchement. À très haute altitude cependant, la couverture neigeuse augmente, l'évaporation entraînant un surplus de précipitations sous forme de neige (Perreault, 2012).
- Les régions arctiques se sont tout particulièrement réchauffées (2°C au cours du dernier siècle, et même 2,1°C au Yukon), comme l'atteste la fonte rapide des glaces, qui ont perdu le quart de leur superficie depuis les années 1960. Il est vrai que ces régions ont déjà été beaucoup plus chaudes que de nos jours, il y a environ 125 000 ans, et que le niveau des mers s'était alors élevé de 4 à 6 mètres, mais l'évolution s'est produite sur une période bien plus longue. Une alliance internationale de chercheurs a fondé, à l'initiative

- du Canada, le Réseau de centres d'excellence ArcticNet pour étudier les changements dans l'Arctique.
- Les printemps sont plus précoces, partout sur la planète. Floraison et feuillaison se produisent en moyenne trois jours plus tôt par décennie.
- Les températures hivernales sont plus élevées. Dans les régions arctiques, la banquise se forme plus tard et fond plus tôt. Elle est aussi moins épaisse.
- Le niveau moyen des mers a augmenté de 17 cm au cours du XX^e siècle, en partie par la dilatation de l'eau qui s'est réchauffée, en partie par la fonte des neiges et glaces continentales. De plus, cette élévation s'accélère : de 1,8 mm par an à partir de 1961, elle est passée à 3,1 mm à partir de 1993.

[18] L'élévation des températures et du niveau des mers

Graphique

IPCC. «Figure SPM-3. (WGI) Changes in Temperatures, Sea Level and Snow Cover between 1850 and 2010», *Climate Change 2007 Update in Green Facts*, 2007, [En ligne], <http://www.greenfacts.org/en/climate-change-ar4/figtableboxes/figure-3.htm> (Page consultée le 3 juillet 2013)

Le dérèglement du climat se révèle également par d'autres indices, comme le changement du taux de salinité des océans et du régime des vents, la fréquence des vagues de chaleur, l'intensité des cyclones tropicaux, les sécheresses ou au contraire les records de pluviosité, selon les régions, et autres phénomènes climatiques extrêmes. Prenons l'exemple de l'année 2007 : sécheresse historique et incendies dans l'ouest américain et en Australie, cyclones au Bangladesh, vagues de chaleur dans le sud-est de l'Europe, pluies diluviennes et inondations en Grande-Bretagne. Peu à peu, de tels scénarios perdent leur caractère exceptionnel et l'on ne s'étonne plus de battre régulièrement des records météorologiques.

Rares sont aujourd'hui les négationnistes irréductibles, qui nient jusqu'à la réalité des changements climatiques. Il en subsiste quelques-uns dans les milieux politiques les plus conservateurs, mais les sceptiques qui contestaient l'importance accordée au réchauffement sur la base d'arguments scientifiques sérieux ont aujourd'hui rallié le consensus exprimé par le GIEC. Parmi les sceptiques les plus influents, citons en particulier Bjørn Lomborg, statisticien danois, auteur notamment de *The Skeptical Environmentalist* (1998) et *Cool It !* (2007). Politologue et polémiste très médiatisé, Bjørn Lomborg estime que les effets du changement climatique sont largement surestimés et que la lutte contre la pauvreté serait moins coûteuse et plus efficace que la réduction des émissions de gaz à effet de serre pour diminuer l'impact du réchauffement.

Ceux-ci dénoncent maintenant plutôt la manière de contrer les changements climatiques (ils s'opposent notamment au protocole de Kyoto) et la place du discours écologiste, qu'ils comparent à une nouvelle religion, dans la société. Ils se sont également ralliés à l'hypothèse d'une presque certaine responsabilité humaine dans l'évolution climatique. Tous s'accordent sur le fait qu'une quasi certitude suffit largement pour justifier des actions immédiates. Nous reviendrons sur ce dernier aspect dans la suite du dossier.

3.2 La responsabilité humaine est-elle démontrée ?

Le premier rapport du GIEC, en 1990, se bornait à constater le réchauffement de la Terre et à prévoir qu'il continuerait, affirmations alors contestées par plusieurs scientifiques et lobbyistes, parmi lesquels des personnalités scientifiques de premier plan. En 1995, l'organisme détectait la signature d'une cause humaine dans ce réchauffement. Le rapport de 2007 a confirmé la responsabilité humaine, avec un taux de certitude de 90 % (ONU, 2008). On ne peut donc guère mettre en doute le rôle de nos activités dans l'évolution climatique. Même les écosceptiques en conviennent, tout en relativisant les conclusions les plus alarmistes (Duran, 2012). Il est par ailleurs impossible de discerner la part, dans le processus de réchauffement, des mécanismes naturels tels que l'activité solaire et le volcanisme. Dans la mesure où les interventions humaines y jouent un rôle majeur, quels en seraient les facteurs les plus déterminants ?

Au premier rang dans le box des accusés : les gaz à effet de serre. Mais d'autres facteurs sont à considérer.

- Il est possible que la pollution réduise le réchauffement en tamisant les rayons du soleil et en favorisant la croissance des plantes qui absorbent le carbone.
- L'interdiction de l'essence au plomb, dans les années 80, aurait accéléré l'élévation des températures.
- Les mesures favorisant la réparation du «trou» dans la couche d'ozone accélèreraient la fonte des glaces.

Précisons que la mesure de la quantité de pollution produite dans les pays industrialisés par rapport à celle que produisent les pays en développement ne reflète pas fidèlement la part de responsabilité des uns et des autres, car il faut tenir compte de la délocalisation de l'agriculture et de l'industrie lourde.

NB – L'analyse détaillée de cette question a été retirée du projet. Elle pourrait être disponible ultérieurement.

3.3 À quoi faut-il s'attendre ?

Selon le biologiste britannique James Lovelock, revenu sur ses propos depuis (Johnston, 2012), les pires prédictions du GIEC sous-estiment l'ampleur du changement climatique [19]. Un nombre appréciable d'universitaires et de chercheurs se montrent, eux aussi, très préoccupés au vu de ce rapport et insistent sur l'urgence d'agir (Rigaud, 2012). D'après la NASA, les travaux avancent trop lentement pour tenir compte des recherches les plus récentes, qui sont beaucoup plus inquiétantes (U.S. Environmental Agency, 2011). D'autres jugent au contraire les rapports du GIEC trop alarmistes, inspirés sans doute par le désir de déclencher une réaction mondiale. Les écoseptiques parlent volontiers d'une mode de l'écologie, de la culture de peur qui sert les intérêts des médias et d'une conspiration visant à faire taire les critiques à l'égard de l'approche actuelle du problème.

[19] Modèles de réchauffement climatique, selon trois hypothèses

Cartes et dossier

United States Environmental Protection Agency (EPA). «Increasing greenhouse gas concentration will have many effects», *Future Climate Change*, 16 février 2013, [En ligne], <http://www.epa.gov/climatechange/science/future.html> (Page consultée le 3 juillet 2013)

Les interprétations diffèrent, mais le GIEC est formel : quelle qu'en soient les causes et quoi que nous fassions, le point de non retour est franchi, les impacts sur les écosystèmes sont amorcés et le réchauffement se poursuivra. Les experts prévoient une hausse moyenne des températures, par rapport à 1990, de 1,8 à 4°C, pouvant aller jusqu'à 6,4°C en 2100. En diminuant de moitié les émissions mondiales de gaz à effet de serre d'ici à 2050, on pourrait limiter cette hausse à 2°C (*Portail environnement*, s.d.). En aucun cas le climat ne reviendra à la «normale», même si nous cessons totalement d'émettre des GES. Le changement est bel et bien irréversible, ce qui signifie, selon la définition du National Oceanic and Atmospheric Administration's Earth System (NOAA), qu'il persistera pendant au moins mille ans (*La Libre Belgique*, 2009).

Il nous reste la possibilité d'en amoindrir les conséquences, car les impacts dépendront de l'ampleur de l'augmentation des températures. Une augmentation importante entraînerait des coûts très élevés et des conséquences écologiques et humaines extrêmement négatives. En l'absence de mesures supplémentaires de réduction des émissions de GES, celles-ci continueront de croître, particulièrement dans les pays en développement. Les acteurs économiques, pour leur part, réorientent leurs stratégies de manière à transformer les changements attendus en opportunités d'affaires, car la demande en technologies propres va exploser.

NB – Les études de cas suivantes ont été retirées du projet : L'évolution des températures / L'évolution des précipitations / Les événements climatiques extrêmes / La valeur des modèles climatiques. Elles pourraient être disponibles ultérieurement.

Les conséquences du réchauffement climatique

Au sortir d'un hiver québécois, la perspective de réchauffement semble plutôt agréable, et il faut reconnaître que nous nous en tirerions assez bien malgré le fait que toutes les conséquences ne seraient pas positives. Dans les régions subtropicales, au contraire, des températures plus élevées et une augmentation des sécheresses condamneraient à la famine des populations nombreuses. Les régions arctiques, qui seraient les plus touchées, sont heureusement peu peuplées. Pour l'ensemble du globe, la modification du climat se concrétise et ne laisse de côté aucun domaine de notre vie.

- Le déplacement des zones de culture ne permettrait peut-être plus de fournir à l'ensemble de la planète suffisamment de céréales de base.
- L'élévation du niveau des mers (d'abord par la dilatation de l'eau devenue plus chaude, ensuite par la fonte des glaces continentales) réduirait les surfaces disponibles et menacerait plus directement les deltas et les plaines côtières, qui ont une importance cruciale pour l'agriculture et pour la reproduction des espèces terrestres et marines. De plus, plusieurs nappes phréatiques seraient atteintes par l'eau salée, donc inutilisables. Comme la moitié de la population urbaine mondiale se concentre sur ces mêmes zones côtières (la plupart des grandes villes se situent à peu de distance des côtes et les plus grandes densités rurales se rencontrent dans les deltas fertiles), il faudrait relocaliser tous ces gens à l'intérieur des terres, ce qui ne manquerait pas de réduire encore le pourcentage de terres cultivables et de causer des conflits. Certains pays voient même leur existence menacée.
- Le réchauffement des eaux aurait en outre pour conséquence de diminuer le potentiel de pêche : ce sont les eaux froides qui contiennent le plus de plancton, donc de poisson. Évidemment, la circulation des courants marins se modifierait aussi, puisque les courants se forment en fonction des différences de température et de salinité des eaux. Ces modifications entraîneraient à leur tour de nouveaux changements climatiques. La tempête de verglas subie par le Québec en janvier 1998 représente un échantillon de ce type de conséquences. L'année 1997 avait coïncidé avec un cycle «**El Nino**», auquel on peut certainement associer aussi plusieurs sécheresses catastrophiques (particulièrement au Mexique), des inondations en Alberta et aux États-Unis, des tempêtes tropicales exceptionnellement violentes (Mitch en Amérique centrale) et d'autres dérèglements. Or, il s'agit là de cycles normaux, de courte durée, et localisés. Nul ne peut prévoir ce qu'il adviendrait de modifications plus générales affectant la totalité des océans sur une échelle de temps indéterminée.

El Nino – Perturbation périodique dans la circulation des courants marins, qui empêche la remontée habituelle des eaux froides au large des côtes du Pérou et de l'Équateur. La température de l'océan augmente alors de façon anormale. On a surnommé cette perturbation «courant de l'Enfant Jésus» car elle se produit peu après Noël.

Ces bouleversements provoqueront à plus ou moins long terme la migration de centaines de millions de personnes. Des affrontements sont prévisibles. L'équilibre géopolitique pourrait également changer avec le déplacement des grandes régions productrices et des zones stratégiques, avec la nécessité de contrôler des ressources aussi essentielles que l'eau et avec certaines frontières à redéfinir.

Dès à présent, l'évolution du climat devient une donnée dont il faut tenir compte dans la planification économique (par exemple, les compagnies forestières plantent depuis plusieurs années des semis de nouvelles espèces d'arbres en prévision des futures récoltes). Elle nous touche aussi déjà dans notre quotidien, à bien plus d'occasions que nous ne l'imaginons, et définit les conditions de vie des générations à venir.

NB – L'analyse détaillée des répercussions de l'évolution climatique (La fonte des glaciers / Le dégel des sols / Le bouleversement des océans / Les eaux de surface / Les écosystèmes et la biodiversité / Le mode de vie des populations arctiques / La santé / Les incidences économiques / L'équilibre géopolitique) a été retirée du projet. Elle pourrait être disponible ultérieurement.

Les stratégies d'adaptation

Comment gérer le changement climatique ? Les plus alarmistes voient l'extinction de l'humanité dans leur boule de cristal, mais sans aller jusque-là, nous voulons tout de même préserver une certaine qualité de vie : ressources suffisantes, santé, etc. Nous savons déjà que les pays riches ont le plus contribué à l'augmentation critique de l'effet de serre, alors que les plus pauvres en subiront davantage les conséquences négatives. Cependant, il s'agit d'une crise planétaire, face à laquelle une stratégie solidaire s'impose pour la mise en place de mesures efficaces d'atténuation et d'adaptation. Les changements climatiques se produisent lentement. Cela a eu pour effet de masquer les effets pernicieux des actions humaines sur l'environnement, nous empêchant ainsi d'agir à temps, mais cela nous laisse aussi un certain délai.

Plus particulièrement depuis 1992, Année internationale de l'espace, les satellites surveillent sans relâche les océans, l'atmosphère et les terres, à l'affût de tout changement significatif. Le programme spatial Mission vers la planète Terre, élaboré par les pays du G7, a mobilisé durant 25 ans des milliers d'experts de tous les pays et de toutes les disciplines ; le satellite canadien Radarsat était d'ailleurs l'un des fleurons de cette mission. Les Nations Unies ont multiplié les Années internationales consacrées à l'environnement (océans, eau, pôles, etc.) et les Conférences sur le climat. On ne compte plus les missions d'étude concernant le climat et la biodiversité. Le quatrième rapport de synthèse du GIEC, rendu public en 2007, présentait le bilan le plus complet jusqu'à cette date sur les changements climatiques. Mais que fait-on pour concrétiser les engagements pris et répondre aux problèmes soulevés par les observations scientifiques ?

Les gouvernements préparent des scénarios d'intervention. Partout dans le monde, on songe à relocaliser les populations des zones inondées. Il faudra aussi préparer les esprits à cette réalité. Des égouts et des dépotoirs, des installations électriques, des autoroutes et des aéroports, des centrales nucléaires, des zones agricoles et des usines risquent d'être submergés. Les terres restantes devront être exploitées plus rationnellement. Le défi consistera à maintenir des rendements agricoles très élevés sans épuiser les sols, en recourant le moins possible aux engrais chimiques et aux pesticides. En effet, il faudra ménager la qualité des eaux superficielles et souterraines restantes ; à cet égard, la disponibilité en eau deviendra un objectif géopolitique majeur. Pour atteindre à la fois les objectifs de production et les objectifs environnementaux, des recherches se poursuivent activement dans le secteur des biotechnologies. Il faudra cependant explorer davantage les solutions qui sont à la portée des agriculteurs les plus modestes, car ils représentent une majorité. Par ailleurs, on ignore encore quel rôle exact joueront les OGM dans cette problématique : solution miracle ou dérapage aux conséquences tragiques ? Dans l'intervalle, les spéculateurs achètent de vastes surfaces de terre, car ils savent que l'accroissement démographique et l'élévation graduelle du niveau de vie entraîneront une demande toujours croissante de denrées alimentaires.

Dans tous les domaines de la production, les technologies de pointe se développent rapidement. Gagneront-elles la course ? La volonté politique comptera pour beaucoup dans la réponse à cette question. Selon le GIEC, les efforts d'adaptation, déjà commencés, nous rendront plus supportables les impacts du réchauffement, mais ne suffiront pas car celui-ci est plus rapide que prévu. Lutter contre ses effets deviendra toujours plus difficile et plus coûteux. Il faut donc recourir rapidement à des solutions d'atténuation afin d'éviter ou de retarder et limiter le plus possible les impacts du réchauffement. Gagner du temps est devenu une nécessité.

Les mesures ciblées s'inscrivent dans la perspective du développement durable, qui vise, rappelons-le, à concilier le développement économique avec le respect des droits humains aujourd'hui et la préservation du capital Terre dont devraient hériter ceux qui nous succéderont. Elles ont certes un coût, mais bénéficieront aussi à l'économie et à la qualité de l'environnement. On peut penser, par exemple, à de normes plus exigeantes de construction, aux toits verts et aux murs végétalisés permettant de réduire les îlots de chaleur urbains, à la consolidation des sols devenus instables ou à la lutte contre de nouveaux parasites.

Le quatrième rapport du GIEC insistait sur le fait que le changement climatique est désormais inévitable, ainsi que son accélération. Face à cette réalité, il proposait une vision d'ensemble articulée autour d'objectifs prioritaires, et des principes d'action reposant sur...

- des mécanismes technologiques, comme des ouvrages défensifs en mer ;
- des mesures comportementales, par exemple les choix alimentaires ;

- des mesures de gestion, par exemple de nouvelles pratiques agricoles ;
- des stratégies politiques, telles que des réglementations et des programmes.

Il soulignait l'énormité des problèmes soulevés par l'application des mesures préconisées et la nécessité d'agir rapidement, en particulier d'accélérer la recherche, car le dérèglement du climat va s'accroître avec le temps, malgré ce que nous ferons pour essayer de le contrer. Les mesures d'adaptation ne suffiront donc pas elles non plus, il faudra les doubler de mesures d'atténuation dans l'espoir de ralentir le processus.

Au Québec, le gouvernement a créé en 2002 le consortium Ouranos, organisme regroupant plus de 250 chercheurs provenant de plusieurs universités et institutions publiques, afin d'identifier les vulnérabilités spécifiques de la Province face à l'évolution du climat et de proposer des stratégies d'adaptation. Le rapport *S'adapter aux changements climatiques*, publié en 2004, résume de façon très accessible «l'état actuel des quelques connaissances et multiples ignorances relatives aux influences du climat et à ses changements possibles sur le Québec.»

NB – Les études de cas suivantes ont été retirées du projet : La protection des côtes et des rives / La gestion des eaux / Les normes de construction et d'urbanisme / La santé / L'agriculture / La forêt et les écosystèmes / L'aide financière / Les mesures d'atténuation du réchauffement et de préservation des ressources de la nature. Elles pourraient être disponibles ultérieurement.

Des recherches supplémentaires sont évidemment nécessaires pour combler les lacunes de nos connaissances actuelles, réduire les incertitudes et faciliter la prise de décisions. Cette période de transition nous place devant un défi technologique et économique sans équivalent, mais aussi devant une occasion unique de renouveler notre façon d'envisager le progrès et les rapports entre les peuples.

4 L'environnement, une question aux multiples facettes

Le biochimiste britannique James Lovelock, auteur de la très controversée «hypothèse **Gaïa**», a soulevé la question de la place de l'homme dans l'ordre naturel et mis en évidence la responsabilité de notre espèce dans sa propre survie. Comment, après le choc salutaire des idées, trouver les moyens pratiques de conserver notre droit à l'existence et apprendre à faire de la nature une alliée ?

Gaïa – Déesse personnifiant la Terre, dans la mythologie grecque. L'hypothèse Gaïa fait de la Terre un organisme vivant intelligent et capable de s'autoréguler.

4.1 La nécessité d'une stratégie globale

Chaque État peut réglementer la production de polluants, réparer les dommages environnementaux particuliers à son territoire, modifier ses priorités, subventionner ou taxer, choisir ses partenaires économiques, stimuler la recherche, éduquer. Des campagnes de sensibilisation, surtout de la part des organismes «verts» et groupes de pression, contribuent à mobiliser le public... à moins que ce ne soit l'opinion publique elle-même qui pousse les gouvernements à agir. Quant aux grandes sociétés industrielles, bon nombre ont compris qu'il est de leur intérêt d'emprunter la voie des technologies propres, mais plusieurs ont encore une vision de rentabilité à court terme ou n'ont tout simplement pas les moyens d'investir suffisamment, dans un contexte de féroce concurrence internationale. Il existe pourtant un marché de la consommation durable au potentiel pratiquement illimité. On a beaucoup parlé aussi des «fonds éthiques» dans le domaine des investissements boursiers. Les fonds éthiques regroupent les actions des sociétés industrielles dont la production respecte l'environnement et les droits humains. Cependant, toutes ces initiatives prometteuses donnent peu de résultats lorsqu'elles demeurent isolées. Un consensus mondial est absolument nécessaire, mais tous les pays n'ont ni les mêmes priorités ni les mêmes moyens. Le public doit d'ailleurs demeurer vigilant, car les «opérations propreté» des grandes entreprises – voire des gouvernements – ne sont souvent que des offensives de marketing limitées aux apparences (*greenwashing*).

Il faut aussi compter avec la contrebande, la corruption et l'importance du crime organisé. En effet, les produits bannis d'un pays sont souvent convoités dans un autre où l'on pourra se les procurer à meilleur compte, et les intermédiaires de ce trafic y accumulent des fortunes. Au surplus, comment contrôler la circulation de produits aussi dangereux que, par exemple, le matériel radioactif, particulièrement facile à dissimuler, dans des régions où les pouvoirs publics ont du mal à surveiller le territoire ou se laissent corrompre ?

Pour leur part, les pays en développement industriel rapide après avoir connu la pauvreté manifestent un appétit de consommation difficile à modérer. Ils doivent aussi offrir leurs produits à des prix concurrentiels et associés à une image propre en vue de conquérir les marchés. Cela signifie des choix difficiles. Ainsi, la Chine, qui dispose d'énormes ressources de charbon (celles-là même qui ont permis l'essor économique de l'Europe et de l'Amérique du Nord) en sacrifiera-t-elle l'utilisation sur l'autel de l'environnement ? On pouvait en douter il y a peu de temps, mais la Chine sait que ce charbon à forte teneur en soufre menace son propre environnement et ses marchés. Elle pourrait l'utiliser sous une forme liquide, ce qui est en voie de réalisation. Les autres possibilités sont les aménagements hydroélectriques lourds comme le barrage des Trois Gorges et/ou une prolifération de centrales nucléaires (alternatives considérées avec intérêt par le Canada qui exporte les deux technologies). Devant le risque d'une explosion dans la consommation des énergies fossiles, le recours à l'énergie nucléaire apparaît aujourd'hui le plus plausible à court et moyen terme, malgré les dangers qu'il comporte.

Réglons le problème de la pauvreté, affirme Bjørn Lomborg, l'écosceptique bien connu, ce sera plus efficace que de combattre l'effet de serre en réduisant les émissions de GES, un effort coûteux, voué à l'échec selon lui, puisque le changement climatique est irréversible et nous affecte moins que le disent les plus catastrophistes, comme Al Gore (Lomborg, 2008). En dotant les collectivités des pays en développement de meilleures infrastructures, en les aidant à se nourrir, à se soigner, à s'éduquer et à accéder à l'eau potable, on les armerait contre l'impact du réchauffement.

Malgré la timidité des actions et certains désaccords, la cause de l'environnement a progressé sur la scène mondiale, et cette progression devrait continuer. Cependant, il ne faut pas trop s'illusionner. Des États comme le Canada, qui faisaient figure de pionniers du virage écologique il y a quelques années, se montrent beaucoup plus réticents à adopter des mesures environnementales. Soucieux de maintenir ou d'augmenter leur compétitivité dans le contexte d'une économie mondialisée, soucieux aussi de ménager les grandes puissances économiques qui sont leurs partenaires et principaux investisseurs, ils ont réduit leur aide et développé les activités les plus rentables, même si elles ne sont pas inoffensives pour l'environnement. Ainsi, le Premier ministre Jean Chrétien signait-il finalement, à la fin de l'année 2002, le protocole de Kyoto visant la réduction de la production de gaz à effet de serre (GES), après bien des atermoiements et le vote de plusieurs mesures destinées à en atténuer la portée. On sait ce qu'il en est advenu par la suite.

Il est donc probable que de simples aménagements de l'ordre existant ne suffiront pas. Il faut réfléchir sur nos civilisations elles-mêmes. Le monde associatif fourmille d'ailleurs de groupements, organismes, lobbies, réseaux, etc. qui orientent les mentalités, conseillent le public et poussent à l'action les décideurs.

4.2 L'environnement et la société

L'habitude qu'ont les sociétés occidentales de considérer la Terre comme un capital qui doit produire des dividendes est fortement remise en question par ceux qui réfléchissent sérieusement à l'avenir de la communauté humaine. Seule une évolution des mentalités pourra régler en profondeur la crise environnementale, et cela est si évident que les chefs des grandes religions désirent participer à ce débat. Plusieurs rencontres interreligieuses ont eu lieu parallèlement à celles des dirigeants politiques, en vue de faire le point sur les valeurs qui déterminent les rapports des sociétés entre elles et avec la nature.

Les débats sur la question ne manquent pas, en ce début de siècle. Pour les uns, l'Apocalypse est à nos portes. D'autres se moquent des prophètes de malheur. Le public ne sait trop lesquels croire, mais prend de plus en plus au sérieux les avertissements et adopte des habitudes moins insouciantes. D'autres encore passent à l'action politique (groupes de pression, partis verts, par exemple) ou même à l'écoterrorisme (pose de bombes, attentats contre des entreprises jugées néfastes pour l'environnement et des projets de centrales nucléaires, incendie de puits de pétrole, ou champs de cultures OGM, etc). Sans aller jusqu'à l'action violente, les défenseurs purs et durs du droit de la nature tiennent parfois un discours extrémiste qui n'est pas plus rassurant que celui des adeptes de l'exploitation de la nature aux seules fins de rentabilité économique. Entre les intégrismes opposés, religion écologiste et religion économiste, il est utile de situer une réflexion sur les valeurs en jeu.

Yves Paccalet, autrefois membre de l'équipe du commandant Cousteau, intitule son livre le plus récent (2007) *L'Humanité disparaîtra, bon débarras !* Selon une tendance émergente, quelques auteurs voient en chaque nouveau-né un futur tueur de nature et émetteur de GES (Galipeau, 2009).

L'économiste canadien Jeff Rubin prédit la fin de la mondialisation avec la fin du pétrole bon marché (Benoît-Lapointe, 2009). Il n'est pas le seul à annoncer d'importantes hausses de prix qui nous forceront à changer notre manière de vivre, mais y voit un avantage pour la société. Il brosse le tableau de gens vivant plus simplement, délaissant les voitures et les banlieues pour se rapprocher des lieux de travail, retrouvant les activités de production qui avaient été délocalisées dans les pays en développement et renonçant aux voyages et aux produits exotiques. La diminution de leurs exportations affecterait toutefois négativement les pays du Sud. Quant à la raréfaction du pétrole, son horizon recule à mesure que l'on planifie la mise en exploitation d'immenses gisements accessibles grâce à de nouvelles technologies.

Al Gore affirme : «La crise climatique n'est pas une question politique, c'est un défi moral et spirituel lancé à l'humanité tout entière. C'est aussi la meilleure occasion que nous ayons d'élever la conscience mondiale.» (Environnement Wallonie, s.d.)

Le Droit de l'environnement se construit, et les Nations unies ont élaboré une Charte de la Terre (Unesco, 2006), adoptée en l'an 2000 – il existait déjà, depuis 1982, une Charte mondiale de la nature. Dans cette perspective, nous serions tous investis d'une responsabilité morale de base : gérer la planète «en bon père de famille», selon l'expression consacrée par le droit civil. Cela contredit fortement les «valeurs» d'avidité et de facilité qui conditionnent le maintien de la civilisation industrielle sous sa forme actuelle. Le terme même de «gestion» soulève certaines réserves, car il suppose une mentalité de propriétaire, ou du moins l'existence d'un droit prioritaire sur la nature. Or on peut se demander si l'être humain possède un mandat particulier pour remanier l'ordre naturel et s'il est apte à cette tâche.

Imitant en cela les économies les plus développées, des pays comme Taïwan, la Corée ou Singapour, ont payé leur succès économique d'énormes problèmes environnementaux. Pour échapper à ceux-ci, ils ont transféré une partie de leurs activités de production dans les pays d'Asie moins avancés qu'eux. Ces derniers, probablement, feront la même chose à leur tour. Jusqu'où ? Nous sommes maintenant à la croisée des chemins. Il est certainement préférable d'agir avant que surviennent des conflits mettant aux prises des groupes qui cherchent à fuir un environnement devenu trop inhospitalier ou à s'approprier les ressources vitales... à moins de quitter purement et simplement la planète que nous aurons gâchée. Le projet Biosphère, aux Etats-Unis, teste les conditions de vie d'un groupe complètement isolé de l'environnement extérieur, produisant ce qui lui est nécessaire, recyclant son eau, son air et ses déchets. Une autre arche de Noé ?

Une conception romantique du pouvoir créateur de la nature, perçue comme une puissance intelligente, est à l'origine de la théorie de l'évolution de Darwin sur l'évolution des espèces et, plus près de nous, de l'hypothèse Gaïa. Même le matérialisme dialectique de Karl Marx et Friedrich Engels évoque un principe créateur maternel – la matière, dans ce cas. Sir Martin Rees, un scientifique britannique de réputation mondiale, astronome officiel de la reine Elizabeth II, s'inquiète énormément, quant à lui, de ce qui attend l'humanité (Rees, 2004). Il craint l'ampleur des conséquences de nos erreurs, toutes nos activités étant désormais connectées et interdépendantes, aussi défend-il le principe de précaution. L'astrophysicien québécois Hubert Reeves fait remarquer, dans le même esprit, qu'en s'autodétruisant, l'humanité mettrait un terme à des milliards d'années d'évolution de la matière vers une complexification et une intelligence croissantes, ce qui représente une responsabilité non seulement planétaire, mais cosmique (Reeves, 1988).

La question environnementale débouche donc sur des questions d'éthique et sur d'importants choix de société. Elle suppose notamment une remise en question de la société de consommation. Laissons le dernier mot au biologiste bien connu David Suzuki :

Nous sommes la première génération à avoir le pouvoir de radicalement modifier la prospérité et la qualité de vie de ceux qui viendront après nous. [...] Chaque jour, la dette que nous laisserons aux prochaines générations s'accroît. Ce que cette dette écologique a de particulier cependant, c'est qu'elle ne pourra jamais être remboursée. Une fois les ressources disparues, le climat bouleversé, les sources d'approvisionnement en eau épuisées, il n'y aura plus de retour en arrière possible. [...] Puisque nous créons chaque jour le monde de demain, il est l'heure de nous réinventer nous-mêmes et de réinventer notre relation avec la planète. [...] Des communautés dans le monde réussissent déjà à accomplir cela. Pourquoi ne le pourrions-nous pas ?» (Suzuki, 2009)

Sous la loupe...

Les Pays-Bas : Survivre à la montée des eaux

Les Pays-Bas [19] ont été maintes fois victimes d'inondations catastrophiques, soit en raison de tempêtes exceptionnelles, soit en raison de la crue des fleuves. Aujourd'hui ce pays, dont le tiers du territoire se situe à plusieurs mètres au-dessous du niveau de la mer, planifie sa survie à long terme (ministère des Affaires étrangères des Pays-Bas, 2011). Plusieurs défis se conjuguent : l'élévation du niveau de la mer, l'affaissement des terres, l'augmentation des précipitations qui gonflent les eaux des fleuves et les tempêtes violentes, le pire scénario étant évidemment que tout cela se produise simultanément.

Plusieurs systèmes défensifs ont été réalisés, puis renforcés, mais on ne peut pas indéfiniment rehausser les digues, dont certaines atteignent déjà une hauteur de 40 mètres (*Science-Presse*, 2005). Les ingénieurs néerlandais conçoivent maintenant des systèmes particulièrement audacieux, face à un péril qu'aucune zone basse du monde ne peut éviter et que l'on ne peut encore définir que par des hypothèses.

[19] Les Pays-Bas

Carte

«Carte des Pays-Bas», *Europa-planet*, 2012, [En ligne], http://www.europa-planet.com/pays_bas/carte_pays_bas.htm (Page consultée le 3 juillet 2013)

La digue du Nord et les polders

La digue du Nord [20] sépare la mer des Wadden du lac d'Ijssel (*voir la carte 19*). Derrière la digue, les zones inondées et les marécages ont été asséchés pour former des polders de terres agricoles d'une exceptionnelle fertilité et des espaces urbanisés. L'assèchement a cependant eu un effet imprévu : l'affaissement rapide du sol. La digue protège efficacement les polders des assauts des vagues, mais il a fallu endiguer aussi les cours d'eau, dont les crues inondaient ces mêmes polders. Des inondations particulièrement importantes, survenues au milieu des années 1990 ont provoqué l'évacuation de deux d'entre eux... et la remise en question de l'approche qui prévalait jusque-là (Leroy, 2006). Les crues n'étaient plus un phénomène occasionnel, mais le signe d'une évolution permanente : chacune faisait davantage monter le niveau des cours d'eau, tout particulièrement du Rhin, au débouché duquel se trouvent le port de Rotterdam et une zone urbanisée de plusieurs millions d'habitants exposés à voir leurs maisons submergées jusqu'au deuxième étage. Le lit des cours d'eau, canalisé par les digues, devient tout simplement trop étroit pour le volume de l'eau, surtout dans les zones urbaines qui forment des goulots d'étranglement. Or les précipitations pourraient s'accroître de plus de 20 % d'ici la fin du siècle (RAC, 2012) et le relèvement du niveau de la mer amènera forcément celui des fleuves qui s'y jettent. Les aménagements du plan Delta (*voir plus loin «Les côtes et le plan Delta»*) accentuent encore le risque d'inondations provenant des fleuves. Face à ces dangers inédits dans l'histoire pourtant mouvementée des Pays-Bas, un plan, nommé «De l'espace pour les fleuves», ou «Plan Delta des grands fleuves» (Labourdette et Auzias, 2011), concrétise la nouvelle stratégie mise de l'avant par les spécialistes : travailler avec l'eau, et non contre l'eau (Gagneux, 2009). Les digues seront abaissées pour permettre aux cours d'eau de déborder dans des régions bien ciblées, afin de protéger les zones les plus densément peuplées et le cœur économique du pays. Décision douloureuse, on s'en doute, pour ceux qui se sont tant investis dans la conquête et la mise en valeur des terres gagnées sur la mer au fil des siècles. Mais les Néerlandais ne perdent pas l'espoir d'occuper tout de même les zones ainsi sacrifiées : il travaillent à la mise au point de solutions alternatives telles que maisons et routes amphibies, qu'on peut surélever à mesure que monte le niveau de l'eau (*Terraviva*, 2011).

[20] La digue du Nord

Deux photos

«Afsluitdijk : la digue du Nord», *Holland, Le site officiel de la Hollande* [En ligne], <http://www.holland.com/fr/Tourisme/article/afsluitdijk-la-digue-du-nord.htm> (Page consultée le 3 juillet 2013)

Les côtes et le Plan Delta

Les scénarios actuels d'élévation du niveau de la mer prévoient la possibilité d'une hausse allant jusqu'à 4 mètres, d'ici l'année 2200 (RNW, 2008). Une étude controversée de l'Université d'Amsterdam, le scénario Neo Atlantis, avance même le chiffre de 5 mètres (Leroy, 2006). Il s'agit d'une estimation très exagérée, de l'avis de pratiquement tous les spécialistes, mais Neo Atlantis pose des questions pertinentes : face aux coûts sans cesse croissants de la lutte contre les eaux, la solidarité séculaire des Néerlandais se maintiendra-t-elle ? Les grandes entreprises désertent-elles le pays ? Quels sont les coûts acceptables ? Quelles sont les limites des technologies ? En d'autres termes, les Pays-Bas survivront-ils au-delà de deux ou trois siècles ? L'ingéniosité et le courage des Néerlandais ne sont plus à démontrer et les réalisations actuelles laissent à penser que la région maritime la mieux protégée du monde le restera pour longtemps.

Après les ravages causés par les inondations de 1953 (Watersnoodmuseum, s.d.), une onde de tempête ayant submergé et brisé les digues existantes au sud du pays, l'extraordinaire système de défense côtière que constitue le plan Delta a été mis en œuvre. La province de Zélande était désormais abritée par des barrages reliant entre elles plusieurs îles du delta commun de la Meuse, de l'Escaut et du Rhin et fermant complètement l'un des bras du delta [21]. En contrepartie, ces aménagements entraînaient deux inconvénients majeurs. D'une part, ils gênaient l'écoulement des rivières vers la mer, d'où le risque accru des inondations consécutives aux crues et la nécessité de rehausser les digues fluviales. D'autre part, l'équilibre écologique des milieux humides, d'une incroyable richesse dans cette région du monde, ne pouvait résister à l'interruption des apports d'eau salée.

[21] Les travaux du Plan Delta

Carte

«Les travaux du Plan Delta», Deltawerken Online, 2004, [En ligne], <http://www.deltawerken.com/924> (Page consultée le 3 juillet 2013)

Le dispositif comportait une autre faiblesse : il était impossible de barrer l'Escaut oriental sans sacrifier l'activité économique de Rotterdam, le troisième port du monde, relié à la mer par le Nieuwe Waterweg (Nouvelle Voie maritime), un canal d'une quinzaine de kilomètres qui permet l'accès du port aux navires de haute mer. La solution a été à la hauteur du défi. Prouesse technologique qualifiée de huitième merveille du monde, l'Oosterscheldekering [22] ferme maintenant l'Escaut oriental, sans toutefois le bloquer complètement, ce qui préserve à la fois les écosystèmes des milieux humides et l'accès au port de Rotterdam, qu'empruntent 150 000 à 200 000 bateaux par an (*MainPort Delta*, 2008). Il s'agit d'une route-barrage comportant 65 piliers et des vannes grâce auxquelles l'eau des fleuves continue à s'écouler vers la mer en temps normal et capables de se refermer pour bloquer une marée critique, tout en laissant passer un peu d'eau à la partie inférieure du barrage pour diminuer la pression de la masse liquide (Tarantola, 2011). Quant au port lui-même, c'est le Maeslantkering [23] qui assure sa protection (*Deltawerken*, 2004). Dernier ouvrage du plan Delta, le Maeslantkering est un spectaculaire barrage mobile formé de deux bras articulés de plus de 200 mètres de long chacun, conçu pour se fermer de lui-même lorsque le NAP (niveau de référence zéro de la mer à marée basse) dépasse les trois mètres, bien qu'en réalité il puisse contenir une élévation de 5 mètres au-dessus du NAP (Tobler, 2010). Tout repose sur un système informatique continuellement alimenté en données météorologiques et océanographiques, qui prend automatiquement les mesures nécessaires pour fermer le dispositif lorsque le seuil d'alerte est atteint. Les concepteurs prévoient qu'il se fermerait, en moyenne, une fois tous les dix ans, mais depuis son achèvement en 1997, les effets du réchauffement se font sentir plus tôt et avec plus d'intensité que prévu. Il devra donc être fermé beaucoup plus souvent, ce qui suppose chaque fois une interruption coûteuse du trafic maritime.

[22] L'Oosterscheldekering

Deux photos

- Lars Zwemmer. «Flying over de Oosterscheldekering (25786)», Photos, *TrekEarth*, 9 juillet 2006, [En ligne], <http://www.trekearth.com/gallery/photo425647.htm> (Page consultée le 3 juillet 2013)
- Vladimir Siman. «Overall view of Oosterscheldekering surge barrier», *Wikipedia Commons*, 6 août 2008, [En ligne], <http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Oosterscheldekering-pohled.jpg> (Page consultée le 3 juillet 2013)

[23] Le Maeslantkering Gros plan sur les écluses flottantes

Deux photos

- «Le vrai Maeslantkering», Maquette “Maeslantkering”, Projet, *Compu Phase*, 28 janvier 2008, [En ligne], http://www.compuphase.com/projects/maeslantkering_fr.htm (Page consultée le 3 juillet 2013)
- «Les Ponts et Chaussées choisissent de travailler avec ABB pour la gestion du Maeslantkering», 2011, p. 8-9, [En ligne], [http://www02.abb.com/global/nlabb/nlabb034.nsf/0/f31f56fe4ae35aa4c125789d0045aad5/\\$file/ABB_ETCETERA_2_11_FR_%28web%29.pdf](http://www02.abb.com/global/nlabb/nlabb034.nsf/0/f31f56fe4ae35aa4c125789d0045aad5/$file/ABB_ETCETERA_2_11_FR_%28web%29.pdf) (Page consultée le 3 juillet 2013)

D'autres travaux d'Hercule

Malgré ces ouvrages gigantesques, d'une précision inouïe, les Néerlandais doivent travailler sans relâche à l'amélioration des systèmes existants et continuer à se préparer au pire. Les anciennes digues sont maintenues, de sorte que les Pays-Bas disposent de plusieurs barrières protectrices. En principe, même la pire tempête imaginable en 10 000 ans devrait leur laisser assez de temps pour déplacer la population, dont près des deux tiers vit sous le niveau de la mer. Cependant, compte tenu de l'évolution du climat, le gouvernement voit d'un œil favorable les recommandations de la Commission Delta, un groupe d'experts, qui préconise des mesures supplémentaires. Encore celles-ci ne pourront-elles pas garantir une sécurité absolue.

- Multiplier par dix le coefficient de sécurité des 1100 kilomètres de digues maritimes au nord et au sud, de manière à pouvoir retarder la prochaine inondation de 100 000 ans, plutôt que de 10 000 (RNW, 2008), un programme de près de 2 000 milliards d'euros.
- Élargir d'un kilomètre, grâce à l'injection de sable, les dunes qui protègent la côte hollandaise. En créant chaque année 30 à 50 mètres de côte, il serait possible de suivre, et même de devancer un peu, l'élévation du niveau de la mer. Les zones créées pourraient, entre-temps, être utilisées pour les loisirs (Royaume des Pays-Bas, s.d).
- Augmenter de plus de 10 % la capacité d'absorption de l'eau provenant du Rhin et de la Meuse. Une simulation d'une double tempête en 2050 démontre que les ouvrages maritimes résisteraient mais que les eaux du Rhin dévasteraient tout. L'élargissement des digues, s'il devient nécessaire, obligera sans doute à démolir des immeubles, avec des frais élevés d'expropriation, surtout en zone urbaine (Cessou, 2008).

Pour les fleuves et rivières, la consolidation des rives, par exemple au moyen d'enrochement, nuit à l'équilibre naturel, ainsi que les ouvrages de régulation du débit et des évacuateurs de crues (canaux de dérivation). Face à la baisse de niveau, au contraire, on peut soit surcreuser le chenal de navigation (au risque de remuer les sédiments toxiques qui y sont enfouis et de bouleverser les habitats naturels), soit utiliser des bateaux de plus faible tirant d'eau, favoriser aussi le **cabotage** et l'intermodalité. Il faudra peut-être réaménager les ports.

Cabotage – Navigation le long des côtes, entre des ports rapprochés.

Ce sont donc des coûts phénoménaux qui s'ajouteront aux centaines de milliards d'euros déjà budgétés pour l'entretien et le renforcement des installations actuelles. Heureusement, l'argent et les connaissances sont disponibles, jusqu'à ce que soit atteint un éventuel point de rupture. L'expérience néerlandaise est à cet égard exemplaire.

Ce savoir-faire, si cher payé, profitera maintenant aux pays aux prises avec le même problème mais ne disposant pas de la même expertise. On trouve actuellement des ingénieurs néerlandais dans tous les points du globe menacés par l'élévation du niveau des mers, à commencer par les Etats-Unis. Tous n'ont cependant pas les moyens d'entreprendre de tels travaux et d'entretenir de telles infrastructures. Et les conditions locales ne le permettent pas nécessairement. Il faut alors compter sur un meilleur système de détection, d'avertissement et d'évacuation, comme l'a démontré le tsunami qui a ravagé les côtes de l'Asie en décembre 2004.

Pour aller plus loin

À lire

- Bindé, Jérôme (dir.) et al. *Signons la paix avec la Terre*, Paris, Éditions UNESCO et Albin Michel, 2007, 192 p. (Coll. «La bibliothèque du philosophe»)
- «Le réchauffement climatique». *Sciences et Avenir*, numéro hors série n° 150, mars-avril 2007, 130 p.
- Lomborg, Bjørn. *Cool It !*, Random House, Londres, 2007, 354 p.
- Rubin, Jeffrey. *Why Your World Is About to Get a Whole Lot Smaller : Oil and the End of Globalization*, Toronto, Random House Canada, 2009, 265 p.
- Sheldrake, Rupert. *L'âme de la nature*, coll. «Espaces libres», Albin Michel, 2001, 277 p.
- Sur, Serge (dir.) et al. Dossier «Le climat : risques et débats», *Questions internationales* n° 38, La Documentation française, juillet-août 2009, 128 p.

À voir

- Arthus-Bertrand, Yann. *Home*, film documentaire, France, 2009. Pour visionner en ligne : <http://www.home-2009.com/fr/index.html>
- Gore, Al. *An Unconvenient Truth (Une vérité qui dérange)*, film documentaire, Etats-Unis, United International Pictures, 2006.
- Lemire, Jean. Série *Mission Arctique*. Canada, Office National du Film, 2002. Voir <http://www.onf.ca/missionarctique>
- *The Age of Stupid (L'âge de la stupidité)*, film documentaire. Les Productions de la Gode, Angleterre, 2009.

Sur le Web

- Centre national de la recherche scientifique (CNRS), France
Dégradation. Le réchauffement climatique : http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/degredation/19_rechauffement.htm
- Recherches polaires (actualités de la recherche scientifique aux pôles) : <http://recherchespolaires.veille.inist.fr/>
- Commission européenne, Research / Environment : <http://ec.europa.eu/research/environment/newsanddoc>
- Consortium OURANOS. Rapport *S'adapter aux changements climatiques* : <http://www.ouranos.ca/>
- Fondation David Suzuki : <http://www.davidsuzuki.org>
- Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC).
Accueil : <http://www.greenfacts.org/fr/dossiers/changement-climatique/liens/giec.htm>
Publications : <http://www.greenfacts.org/fr>
Résumé du rapport du GIEC actualisé au 21 novembre 2007 : <http://www.greenfacts.org/fr/changement-climatique-re4/index.htm>
- Gouvernement du Canada.
Commissaire à l'environnement et au développement durable : http://www.oag-bvg.gc.ca/internet/Francais/esd_fs_f_46.html
Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada : http://www.nserc-crsng.gc.ca/index_fra.asp
Great Lakes Information Network (GLIN) : <http://www.great-lakes.net/>
Pêches et Océans Canada. Accueil : <http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/iml-mli/science/activites-activities/index-fra.asp> et <http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/>
- Institut français de l'environnement ; <http://www.ifen.fr>
- Institut Maurice-Lamontagne (écosystème du Saint-Laurent) : <http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/iml/>
- La Documentation française.
Bibliothèque des rapports publics : <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports/index.shtml>
Comprendre les enjeux du Grenelle de l'environnement (26 octobre 2007) : <http://www.vie-publique.fr/actualite/dossier/grenelle-environnement>

- Organisation des Nations unies :
Portail de l'action du système des organismes des Nations unies sur le changement climatique
<http://www.un.org/french/climatechange/background/ata glance.shtml>
Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) : <http://www.unep.org/french/>
Secrétariat de l'Ozone : <http://www.unep.ch/ozone/french/index.shtml>
- Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE)
Environnement : http://www.oecd.org/topic/0,3373,fr_2649_37465_1_1_1_1_37465,00.html
- Worldwatch Institute. *L'état de la planète magazine* : <http://www.delaplanete.org/>
- World Wide Fund for Nature (WWF)
Accueil : <http://www.wwf.org/>
WWF Canada : <http://wwf.ca/>
Empreinte écologique : <http://www.wwf.fr/s-informer/calculer-votre-empreinte-ecologique>

Bibliographie

- Adam, David. «Q&A : GM crops», *The Guardian*, 23 mai 2008, [En ligne], <http://www.guardian.co.uk/environment/2007/jul/26/gmcrops> (Page consultée le 7 mai 2012)
- Baillet, C. «Questions fréquentes sur la couche d'ozone et les effets connexes sur l'environnement», *Educnet*, 2004, [En ligne], <http://www.educnet.education.fr/mchimie/phys/baillet/04/atmosphere.pdf> (Page consultée le 6 mai 2012)
- Benoît-Lapointe, Christian. «Jeff Rubin : le pétrole à 200 \$ mettra fin à la mondialisation», *Finance et Investissement.com*, 26 mai 2009, [En ligne], http://www.finance-investissement.com/blog/blog/2009/05/26/jeff-rubin-le-petrole-a-200-mettra-fin-a-la-mondialisation/?set_print=1 (Page consultée le 9 mai 2012)
- «Bienvenue au Watersnoodmuseum ou Musée des Inondations», site du Watersnoodmuseum, s.d., [En ligne], http://www.watersnoodmuseum.nl/fr_FR/ (Page consultée le 9 mai 2012)
- «Bjørn Lomborg fixe des priorités pour le monde», *Talks*, vidéo, 16 min 45, février 2005, TED Ideas Worth Spreading, janvier 2007, [En ligne], http://www.ted.com/talks/lang/fr/bjorn_lomborg_sets_global_priorities.html (Page consultée le 9 mai 2012)
- Cardinal, François. «Contrevérité», *La Presse*, cahier A, p. 16 (6 février 2012).
- «Certains effets du réchauffement sont déjà irréversibles», *La Libre Belgique*, 27 janvier 2009, [En ligne], <http://www.lalibre.be/societe/sciences-sante/article/477747/certains-effets-du-rechauffement-sont-deja-irreversibles.html> (Page consultée le 9 mai 2012)
- Cessou, Sabine. «Les Pays-Bas mobilisés pour faire barrage à la montée des eaux», *Libération*, 3 novembre 2008, [En ligne], <http://www.liberation.fr/terre/0101166646-les-pays-bas-mobilises-pour-faire-barrage-a-la-montee-des-eaux> (Page consultée le 11 mai 2012)
- Clément, Éric. «À cause du climat et des coûts. Bientôt des patinoires synthétiques», *La Presse*, cahier A, p. 20 (10 décembre 2008).
- Commission mixte internationale Canada et États-Unis. «Traité sur les eaux limitrophes», C.M.I., s.d., [En ligne], <http://www.ijc.org/rel/agree/fwater.html> (Page consultée le 8 mai 2012)
- «Concept de forêt 2020», Réseau Ligniculture Québec (RLQ), s.d., [En ligne], http://www.rlq.uqam.ca/foret2020_fr.asp (Page consultée le 7 mai 2012)
- Copin, Didier. «Synthèse de la rencontre-débat sur l'empreinte écologique, le 13 décembre, à la CCI Lille-Métropole», Lille, 28 janvier 2006, Centre Ressource du Développement durable (CERDD), [En ligne], <http://www.cerdd.org/spip.php?article933> (Page consultée le 15 octobre 2011)
- Cyr, Hélène et Andréanne Demers. *Rapport sur la situation de l'industrie de l'eau embouteillée au Québec, étude réalisée pour la coalition Eau Secours*, septembre 2005, [En ligne], eausecours.org/esdossiers/rapport_industrie_embouteillee.pdf (Page consultée le 8 mai 2012)
- «De botaniste à responsable d'un centre sur la biodiversité», *Journal Forum*, dans *UdeMNouvelles*, Université de Montréal, 8 février 2010, [En ligne], <http://www.nouvelles.umontreal.ca/recherche/sciences-sociales-psychologie/de-botaniste-a-responsable-dun-centre-sur-la-biodiversite.html> (Page consultée le 8 mai 2012)
- Duran, Jacques. «Paroles de grands chercheurs sur le réchauffement climatique», *Pensée unique*, 19 avril 2012, [En ligne], <http://www.pensee-unique.fr/paroles.html> (Page consultée le 9 mai 2012)

«Effet de serre est une définition du dictionnaire environnement et développement durable», Dictionnaire environnement, *Portail environnement*, RecyConsult, 2010, [En ligne], http://www.dictionnaire-environnement.com/effet_de_serre_ID282.html (Page consultée le 8 mai 2012)

Environnement Canada. *État des Grands Lacs 2009*, Publications, 12 juillet 2010, [En ligne], <http://www.ec.gc.ca/Publications/default.asp?lang=Fr&xml=59A8B353-326A-4455-A684-DD1330F438A9> (Page consultée le 8 mai 2012)

Etats-Unis. «Future Temperature Changes», *Climate Change – Science*, U.S. Environmental Protection Agency, 14 avril 2011, [En ligne], <http://www.epa.gov/climatechange/science/futuretc.html> (Page consultée le 9 mai 2012)

Etats-Unis. «Ozone Hole Watch : Latest status of Antarctique ozone», National Aeronautics and Space Administration (NASA), 5 mai 2012, [En ligne], <http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/> (Page consultée le 8 mai 2012)

«Fiches sur les indicateurs de suivi de l'état du Saint-Laurent», *Le Saint-Laurent sous observation*, Plan Saint-Laurent – Pour un développement durable, 19 août 2010, [En ligne], http://www.planstlaurent.qc.ca/sl_obs/sesl/publications/fiches_indicateurs/fiches_f.html (Page consultée le 8 mai 2012)

Folliot, Colin. «Vandana Shiva, une Indienne contre la multinationale Monsanto», *Delhi Planet*, 17 mars 2011, [En ligne], <http://www.delhiplanet.fr/2011/03/17/vandana-shiva-une-indienne-contre-la-multinationale-monsanto/> (Page consultée le 8 mai 2012)

Francœur, Louis-Gilles : «Deux degrés de plus, deux degrés de trop», *Le Devoir*, p. B8 (18 février 2006).

Gagneux, Thibaud. «Nouveaux modes de vie écologiques : maisons flottantes et logements conteneurs», *Synergiz Écosystèmes urbains*, 8 juillet 2009, [En ligne], <http://www.synergiz.fr/nouveaux-modes-de-vie-ecologiques-maisons-flottantes-et-logements-conteneurs/> (Page consultée le 10 mai 2012)

Galipeau, Sylvia. «Faire moins de bébés sauvera-t-il la planète ?», *La Presse*, cahier Vivre, p. 2 (25 septembre 2009).

Gewin, Virginia. «Hidden assumption hype species-loss predictions», *Nature news*, 18 mai 2011, [En ligne], <http://www.nature.com/news/2011/110518/full/news.2011.301.html> (Page consultée le 17 octobre 2011)

Guezengar, Anne. «Le GAP, quel projet de développement pour le Sud-est de la Turquie ?», *Turquie Européenne*, 12 juin 2008, [En ligne], <http://www.turquieeuropeenne.eu/le-gap-quel-projet-de-developpement-pour-le-sud-est-de-la-turquie.html> (Page consultée le 8 mai 2012)

«Inondations : le secret des Pays-Bas», La science d'ici et d'ailleurs, archives de Science-Press, *Hebdo-Science*, 27 septembre 2005, [En ligne], <http://www.sciencepresse.qc.ca/archives/2005/cap2609054.html> (Page consultée le 9 mai 2012)

Johnston, Ian. «Le scientifique de “Gaïa”, James Lovelock : J'ai été “alarmiste” au sujet du changement climatique», interview à la chaîne américaine *World News* rapportée dans «Paroles de grands chercheurs sur le réchauffement climatique», *Pensée unique*, 14 avril 2012, [En ligne], <http://www.pensee-unique.fr/paroles.html#lovelockII> (Page consultée le 9 mai 2012)

Kerr, Richard. «The Ocean's Biological Deserts Are Expanding», *ScienceNOW*, 25 janvier 2008, [En ligne], <http://news.sciencemag.org/sciencenow/2008/01/25-01.html> (Page consultée le 7 mai 2012)

Labourdette, Jean-Paul et Dominique Auzias. *Amsterdam, Pays-Bas 2011-2012*, Petit Futé, 2011, 514 p. (Coll. «City Guide»)

«Le combat d'Al Gore contre le réchauffement de la planète», Dossier d'accompagnement du film *Une vérité qui dérange*, ministère de l'Environnement, région wallonne, s.d., [En ligne], <http://environnement.wallonie.be/publi/education/algore.pdf> (Page consultée le 9 mai 2012)

«Le pays et sa population», *Les Pays-Bas*, Ministère des Affaires étrangères, s.d., [En ligne], <http://www.minbuza.nl/fr/pays-bas/a-propos-des-pays-bas/informations-generales/le-pays-et-sa-population.html> (Page consultée le 9 mai 2012)

«3. Le plan Delta», *Deltawerken online*, s.d., [En ligne], <http://www.deltawerken.com/Le-plan-Delta/1538.html> (Page consultée le 11 mai 2012)

«Le Programme de conservation des zones naturelles», Publications, Environnement Canada, 21 mai 2008, [En ligne]. <http://www.ec.gc.ca/envirozine/default.asp?lang=Fr&n=DC1D3A6B-1> (Page consultée le 8 mai 2012)

Leridon, Henri. *Cours 9 - La population dans les études sur le développement durable*, Paris, Collège de France, 2009, [En ligne], http://www.college-de-france.fr/media/hen_leri/UPL34967_La_population_dans_les_etudes_sur_le_developpement_durable_9.pdf (Page consultée le 14 octobre 2011)

Leroy, Pieter. «Rendre les Pays-Bas à l'eau ? Le rude défi du changement climatique», traduit du néerlandais par Jean-Philippe Riby, *Septentrion. Jaargang 35 . dbnl*, 2006, 10 p., [En ligne], http://www.dbnl.org/tekst/_sep001200601_01/_sep001200601_01_0030.php et Ons Erfdeel, [En ligne], <http://www.onserfdeel.be/pdf/eau.pdf> (Page consultée le 10 mai 2012)

«Les Pays-Bas doivent surélever leurs digues», Rédaction Afrique, *Radio Nederland Wereldomroep (RNW)*, 4 septembre 2008, [En ligne], <http://www.rnw.nl/afrique/article/les-pays-bas-doivent-sur%C3%A9lever-leurs-digues> (Page consultée le 11 mai 2012)

Lomborg, Bjørn. «Gore, le catastrophiste», *La Presse*, cahier A, p. 17 (1^{er} avril 2008).

Magdelaine, Christophe. «Aura, un satellite d'étude de l'atmosphère, est en orbite», *notre-planete.info*, 16 juillet 2004, [En ligne], http://www.notre-planete.info/actualites/actu_376_aura_satellite_atmosphere.php (Page consultée le 8 mai 2012)

Magdelaine, Christophe. «Le trou dans la couche d'ozone : causes et solutions», Environnement, *notre-planete.info*, 9 mai 2012, [En ligne], http://www.notre-planete.info/environnement/trouozone_1.php (Page consultée le 9 mai 2012)

MainPort Delta. «Le port de Rotterdam», 2008, [En ligne], <http://www.mainportdelta.eu/FR/44.html> (Page consultée le 11 mai 2012)

Mumford, Lewis. *La cité à travers l'histoire (The City in History)*, trad. Gérard et Guy Durand, Paris, Seuil, 1964, 781 p. (coll. «Esprit»).

«Nieuwe Waterweg», InfoRapid Portail de Connaissance, s.d., [En ligne], <http://fr.inforapid.org/index.php?search=Nieuwe%20Waterweg> (Page consultée le 9 mai 2012)

«Notes pour un discours de l'honorable Jim Prentice, C.P., C.R., député, ministre de l'Environnement, au sujet de la gestion des eaux usées municipales, le 6 août 2009», *Discours*, Environnement Canada, 19 novembre 2009, [En ligne], <http://www.ec.gc.ca/default.asp?lang=Fr&n=6F2DE1CA-1&news=53C60955-501F-4B04-B714-5470DFA4CC4B> (Page consultée le 8 mai 2012)

Organisation des Nations unies. «La Convention de Vienne pour la protection de la couche d'ozone et le Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone», Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE), Secrétariat de l'ozone, [En ligne], http://ozone.unep.org/new_site/fr/index.php (Page consultée le 7 mai 2012)

Organisation des Nations Unies. *Rapports du GIEC*, Portail de l'action du système des organismes des Nations Unies sur les changements climatiques, 2008, [En ligne], <http://www.un.org/french/climatechange/ipcc.shtml> (Page consultée le 8 mai 2012)

Paccalet, Yves. *L'Humanité disparaîtra, bon débarras !* Paris, J'ai Lu, 2007, 190 p.

Perreault, Mathieu. «L'Himalaya prend du poids», *La Presse*, cahier A, p. 27 (28 avril 2012).

«Réchauffement climatique : impacts en Europe et en Afrique est une définition du dictionnaire environnement et développement durable», Dictionnaireenvironnement, *Portail environnement*, s.d., [En ligne], http://www.dictionnaire-environnement.com/rechauffement_climatique : impacts_en_europe_et_en_afrique_ID5425.html (Page consultée le 9 mai 2012)

Rees, Sir Martin. *Notre dernier siècle ?*, Paris, JC Lattès, 2004, 231 p.

Reeves, Hubert. *Patience dans l'azur*, Paris, Seuil, 1988, 324 p. (coll. «Points Science »)

Rekacewicz, Philippe. «Le Protocole de Montréal a 20 ans – Histoire d'une réussite», Visions cartographiques, Les blogs du Diplo, *Le Monde diplomatique*, 18 septembre 2007, [En ligne], <http://blog.mondediplo.net/2007-09-18-Le-protocole-de-Montreal-a-vingt-ans> (Page consultée le 8 mai 2012)

Réseau Action-Climat France (RAC). *Changements climatiques. Fortes pluies, sécheresse. Comprendre et anticiper*, février 2012, 15 p., [En ligne], <http://www.rac-f.org/DocuFixes/Sécheresse%20et%20fortes%20pluies%C2%A0-%20Comprendre%20et%20anticiper.pdf> (Page consultée le 10 mai 2012)

Rigaud, Louis. *Climatologie*, 2012, [En ligne], <http://pythacli.chez-alice.fr/climatologie.htm> (Page consultée le 9 mai 2012)

Royaume des Pays-Bas. «Un banc de sable artificiel pour protéger le littoral néerlandais», Actualités économiques, Ambassade des Pays-Bas à Paris, s.d., [En ligne], http://www.amb-pays-bas.fr/index.php?actualites-economiques&newsdetail=20120106-179_Un-banc-de-sable-artificiel-pour-protAger-le-littoral-nAerlandais (Page consultée le 11 mai 2012)

«Saumon d'élevage de l'Atlantique», *Greenpeace Canada*, septembre 2009, [En ligne], <http://www.greenpeace.org/canada/fr/campagnes/Oceans1/oceans/archive/apercu/notretravail/supermarches/listeroug e/saumon-atlantique/> (Page consultée le 7 mai 2012)

Schwarz, Géraldine. «L'Elbe, havre d'une biodiversité et objet de convoitises», *La Presse*, cahier A, p. 9 (15 octobre 2008).

Suzuki, David. «Une planète à réinventer», *La Presse*, cahier A, p. 12 (5 juin 2009).

Tarantola, Andrew. «This Is What Keeps the Netherlands Dry», Monster Machines, Osterscheldekering News, Videos, Reviews and Gossip, *Gizmodo*, 19 mai 2011, [En ligne], <http://gizmodo.com/oosterscheldekering/> (Page consultée le 10 mai 2012)

Terraviva. «Face au réchauffement climatique, les Pays-Bas testent la maison amphibie», *Euronews*, 9 mai 2011, [En ligne], <http://fr.euronews.com/2009/05/11/face-au-rechauffement-climatique-les-pays-bas-testent-la-maison-amphibie/> (Page consultée le 10 mai 2012)

Tobler, Jérôme. «Un monstre technologique aux Pays-Bas, plus qu'une prévention, une protection !», *Toblerjerome's Blog*, 30 avril 2010, [En ligne], <http://toblerjerome.wordpress.com/> (Page consultée le 11 mai 2012)

Union internationale pour la conservation de la nature (UICN). Cité dans «Biodiversité – disparition des espèces», *Planetoscope*, s.d., [En ligne], <http://www.planetoscope.com/Faune/126-nombre-d-especes-de-flore-et-faune-sauvage-disparues.html> (Page consultée le 17 octobre 2011)

Van Gijsegem, Hendrik. «Un triste constat», *La Presse*, cahier A, p. 13 (2 mars 2008).

Vignes, Laurence. «Heidelberg, appel ou rappel ?», *Mots*, n° 39, juin 1994, p. 79-90, CNRS, Université de Rouen, dans Persée, s.d., [En ligne], http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/mots_0243-6450_1994_num_39_1_188 (Page consultée le 14 octobre 2011)

Ville, Arnaud. «À propos des vieux arbres, du bois mort et des insectes», *Le Jardin des Insectes*, 25 février 2012, [En ligne], <http://lejardindesinsectesleblogdarnaudville.blogspot.ca/2012/03/propos-des-vieux-arbres-du-bois-mort-et.html> (Page consultée le 7 mai 2012)

WWF. Rapport *Planète Vivante 2010 – Biodiversité, biocapacité et développement*, 120 p., [En ligne], http://www.wwf.be/media/WWF_LPR_2010_FR_556967.pdf (Page consultée le 15 octobre 2011)

WWF. Rapport *Planète Vivante 2012 – Notre mieux-être et notre prospérité dépendent de la nature*, [En ligne], http://www.wwf.ca/fr/nouvelles/publications/rapport_planete_vivante_2012.cfm (Page consultée le 3 juillet 2013)

WWF France. «Calculer votre empreinte écologique», WWF France, s.d., [En ligne], 64 p. <http://www.wwf.fr/s-informer/calculer-votre-empreinte-ecologique> (Page consultée le 14 octobre 2011)