Environnement Canada Environment Canada

DIVISION DE RECHERCHE SUR L'ADAPTATION ET LES RÉPERCUSSIONS (DRAR)
ENVIRONNEMENT CANADA

LITTÉRATURE SUR L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Par :
James I. MacLellan

PAPIER OCCASIONNEL 14

2008

LITTÉRATURE SUR L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

James I. MacLellan[1]

[1] Division de la recherche sur l'adaptation et les répercussions
Environnement Canada, 4905, rue Dufferin, Toronto (Ontario) M3H 5T4

Ce rapport vise à créer un portail accessible général à la littérature sur l'adaptation aux changements climatiques, sans égard au point de départ du lecteur et qui évolue en fonction de ses connaissances. Il a pour but d'expliquer les principaux enjeux liés à ce domaine et de fournir les outils permettant d'accéder à ses ressources d'information. Il est donc divisé en deux parties : la première fournit un bref aperçu du Rapport de synthèse du quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat afin de présenter au lecteur les principaux thèmes de l'adaptation aux changements climatiques; la deuxième partie, qui est un cadre pour organiser l'ensemble des renseignements sur l'adaptation aux changements climatiques, est offerte afin d'aider les chercheurs à rester au fait des nouvelles tendances. Une vue d'ensemble générale du domaine de l'adaptation aux changements climatiques est ensuite présentée, suivie d'une analyse des questions méthodologiques et des options pour l'approfondissement de la recherche.

1.0 INTRODUCTION

Les novices de la science et de la politique des changements climatiques[1] sont immédiatement mis devant un domaine d'étude qui a progressé de façon à comprendre pratiquement tous les aspects de l'activité humaine[2]. Une simple recherche rapide sur Internet confirme à quel point ce domaine a pris de l'ampleur (p. ex. une recherche dans Google[MC] effectuée le 16 octobre 2007 avec les mots clés « changement climatique » a donné comme résultat 101 millions de sites et 1,67 million de sites ont été trouvés pour « adaptation aux changements climatiques » [recherche effectuée en anglais]). Malheureusement, ces renseignements ne sont pas structurés et il est très difficile d'y naviguer, au grand dam des visionnaires[3]. Même au sein du milieu officiel des revues spécialisées examinées par des pairs[4], les chercheurs sont aux prises avec un défi de taille, soit de rester informés et de diffuser les résultats non seulement au public et aux

[1] L'auteur a récemment reçu une bourse postdoctorale du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada pour entreprendre pour la première fois des travaux dans le domaine des changements climatiques au sein de la Division de la recherche sur l'adaptation et les répercussions d'Environnement Canada.

[2] Même le monde des courses de Formule 1 est sensibilisé à la nécessité de faire face au défi des changements climatiques **(http://www.formula1.com/news/interviews/2007/5/6174.html [consulté le 20 octobre 2007]).**

[3] Par exemple, voir la discussion sur l'avenir d'Internet (Web 3.0) [Borland, J., 2007; Tossell, I., 2007).

[4] Selon certains, il existerait plus de 40 000 publications universitaires évaluées par les pairs en utilisation active (http://www.libraryjournal.com/article/CA374956.html [consulté le 20 octobre 2007]).

décideurs, mais également entre eux (Bord, Fisher et al., 1999; Farbotko, 2005; Wall et Smit, 2006). L'objectif de ce rapport consiste donc à établir un portail accessible général à la recherche sur l'adaptation aux changements climatiques (ACC), sans égard au point de départ du lecteur et qui évolue en fonction de ses connaissances.

Il existe de nombreuses sources d'information et divers supports pour diffuser l'information relative aux « changements climatiques » (CC), qui comptent tous leurs avantages et leurs inconvénients[5]. Outre Internet, les points d'accès les plus évidents à ce savoir sont les ouvrages de présentation et les évaluations (Weart, 2003; Coward et Weaver, 2004; Fagan, 2004; Flannery, 2005; McGuffie et Henderson-Sellers, 2005; Beerling, 2007; Strom, 2007; Cohen, 2008). Bien qu'il s'agisse vraisemblablement du meilleur moyen pour établir la base, ce média a ses limites : les ouvrages présentent des sujets qui peuvent être vieillis, ils peuvent être excessivement verbeux en raison de leur contenu et le biais introduit par l'auteur pourrait être surfait vu l'absence d'examens officiels par les pairs (par exemple, voir la recherche de Lomborg [2007] sous l'angle des examinateurs [Dasgupta, 2007; Mitchell, 2007]). À l'autre extrême, les médias d'information sont une source relativement immédiate d'information, mais sont souvent inconstants quant aux sujets présentés, superficiels quant au contenu et ont un potentiel de subjectivité systématique malgré une politique implicite de présentation de rapports équilibrés (Boykoff et Boykoff, 2004; Boykoff, 2008; Ward, 2008).

La consultation de ces multiples sources d'information de façon non méthodique (c.-à-d. passant des ouvrages, à Internet, aux revues, aux documents de recherche, aux rapports, etc.) est souvent la seule manière qu'ont les chercheurs de gérer leurs dossiers d'information. Pour la plupart des scientifiques, un périodique, qui comprendrait une vue d'ensemble complète de leur domaine de spécialité et de ses effets sur l'activité humaine, n'est que pure fantaisie. Toutefois, ce rêve est devenu réalité pour les chercheurs du domaine des changements climatiques. Le « quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat » (GIEC) a récemment été publié. Il est composé de trois rapports : a) Les éléments scientifiques : Groupe de travail I (GIEC, 2007); b) Conséquences, adaptation et vulnérabilité : Groupe de travail II (GIEC, 2007), qui est le point de mire de cette enquête; c) Atténuation du changement climatique : Groupe de travail III (GIEC, 2007) et un Rapport de synthèse (GIEC, 2007), qui présente un condensé des résultats de ces trois rapports de travail. L'ensemble de ces travaux est considéré comme l'évaluation des changements climatiques la plus exhaustive et équilibrée ayant été publiée[6].

En 1988, l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) ont fondé le GIEC[7] en réponse aux problèmes liés aux changements climatiques mondiaux. Son mandat consiste à recueillir et à évaluer l'information scientifique, technique et socio-économique pertinente à la compréhension des changements climatiques, de leurs impacts potentiels, et des solutions d'adaptation et d'atténuation. Ce groupe ne mène pas lui-même la recherche, mais fonde ses évaluations sur les documents techniques et scientifiques publiés et examinés par les pairs. Ses rapports (publiés en 1990, 1997, 2001 et 2007) sont indispensables pour éclairer les négociations relatives aux politiques sur les changements climatiques, orienter les programmes de recherche et fournir des commentaires sur la méthodologie utilisée dans l'élaboration de stratégies d'adaptation et d'atténuation.

---

[5] Consulter les ouvrages de Adam de la Harvard Extension School.

[6] Cette citation est tirée de la description de l'éditeur des rapports du quatrième Rapport d'évaluation du GIEC.

[7] Des renseignements sur le GIEC sont accessibles sur le site Web à l'adresse http://www.ipcc.ch/about/about.htm (consulté le 20 octobre 2007).

Une série d'évaluations si complète n'a été produite dans aucun autre domaine, faisant de celle-ci le point de départ évident pour s'informer sur les changements climatiques et un critère pour toute recherche future. Il est toutefois important de comprendre la façon dont ces rapports sont créés afin de pouvoir reconnaître leurs limites. Bien que le GIEC tire ses renseignements de revues examinées par les pairs, ses rapports doivent être approuvés par consensus des membres, qui comptent des représentants gouvernementaux. Il a été avancé que cette façon de faire crée une partialité conservatrice dans la production des rapports du GIEC, étant donné que les gouvernements peuvent influencer indûment le processus (Homer-Dixon, 2008). En outre, le processus d'évaluation peut également être partial en raison des préconceptions structurelles et méthodologiques inhérentes qui lui sont associées, qui ont toujours favorisé les sciences sociales et physiques (Cohen, Demeritt et al., 1998). Enfin, ce processus est une entreprise lourde et complexe et représente le produit de nombreux auteurs, d'une quantité énorme de données et de milliers d'articles examinés. Il n'est donc pas étonnant que les rapports soient quelque peu décousus et que la documentation évaluée soit vieillie (Homer-Dixon, 2008).

Malgré ces critiques, on ne peut nier que le GIEC a réussi, de façon remarquable, à accroître la sensibilisation aux effets du changement climatique et aux possibilités de réponses sociales[8]. « L'ACC pour les néophytes » ne vise pas à rivaliser avec le quatrième Rapport d'évaluation du GIEC, mais plutôt à le compléter en expliquant aux novices de l'ACC les principaux enjeux liés à ce domaine et en fournissant les outils qui permettent d'accéder à ses ressources d'information. Le rapport est donc divisé en deux parties : la première fournit un bref aperçu du Rapport de synthèse du quatrième Rapport d'évaluation afin de présenter au lecteur les principaux thèmes liés au domaine au moment de la publication du quatrième Rapport d'évaluation (section 2.0); la deuxième partie, qui est un cadre pour organiser l'accès à l'ensemble des renseignements sur l'ACC, est offerte afin d'aider les chercheurs à rester au fait des nouveaux enjeux (section 3.0). En somme, nous offrons un aperçu du domaine de l'ACC d'un point de vue donné (c.-à-d. le quatrième Rapport d'évaluation du GIEC), puis nous fournissons une manière efficace d'évaluer cet aperçu de manière critique, et ce, de différents points de vue afin de dégager de nouvelles tendances et les tendances durables.

2.0 SYNTHÈSE DU RAPPORT DE SYNTHÈSE DU QUATRIÈME RAPPORT D'ÉVALUATION DU GIEC

D'un point de vue de néophyte, les avantages des rapports du GIEC sont les suivants : les rapports regroupent la part du lion des renseignements sur les changements climatiques pertinents en un seul endroit; ils décrivent dans quelle mesure la science a évolué depuis la publication du dernier rapport; ils fournissent une feuille de route de l'orientation éventuelle du domaine dans l'avenir. Avant la publication des rapports de chacun des groupes de travail (c.-à-d. rapports du GT I [GIEC, 2007], du GT II [GIEC, 2007] et du GT III [GIEC, 2007]), un Résumé à l'intention des décideurs est publié, qui met en lumière les principaux résultats des groupes de travail. Une fois tous les rapports publiés, un Rapport de synthèse final (GIEC, 2007), qui regroupe toute l'information des groupes de travail de manière intégrée, est publié.

Ce Rapport de synthèse présente les « grandes lignes » du processus d'évaluation du GIEC et compte cinq grands points. La première section présente les données empiriques qui soutiennent la notion selon laquelle les changements climatiques anthropiques se produisent réellement. La deuxième section décrit la théorie et le modèle qui expliquent les répercussions du comportement humain sur l'atmosphère, qui ont entraîné des

[8] Le GIEC a remporté le prix Nobel de la paix en 2007 (http://nobelprize.org [consulté en 2007]).

changements climatiques. La section trois analyse les effets potentiels en fonction de diverses possibilités futures. La quatrième section décrit des façons d'atténuer intentionnellement ces possibilités grâce à des mesures d'adaptation et d'atténuation. Pour terminer, la cinquième section traite des prévisions à long terme. Malheureusement, l'ensemble des rapports représente une grande quantité d'information, qui peut sembler plutôt imposante si le « changement climatique » n'est pas votre principal domaine de recherche. Les renseignements qui suivent constituent un bref aperçu des principaux enjeux présentés dans le Rapport de synthèse du quatrième Rapport d'évaluation du GIEC. Ils ne visent pas à remplacer les rapports, mais plutôt à donner un avant-goût de ce qu'on peut y trouver.

■ POINT 1 - Changements observés

Les résultats présentés sous le point 1 décrivent les données empiriques (par opposition aux prévisions modélisées) qui soutiennent l'affirmation selon laquelle les changements climatiques se produisent réellement. Ils reconnaissent que la modélisation atmosphérique ne suffit pas pour établir le fait du réchauffement planétaire (voir McGuffie et Henderson-Sellers [2005] pour un aperçu) et que les projections relatives aux changements climatiques doivent être vérifiées (voir Weart [2003] pour une analyse de l'élaboration de la modélisation du climat). Une formulation forte est employée, indiquant que le réchauffement du système climatique est « sans équivoque ». Les éléments probants comprennent une hausse des températures moyennes à l'échelle mondiale (c.-à-d. onze des douze dernières années figurent parmi les douze années les plus chaudes), une hausse observée des températures de l'océan, un nombre accru d'observations de plus fortes précipitations dans des régions précises, ainsi que la fonte massive de la neige et de la glace (les glaces de mer de l'Arctique ont diminué de 2,7 % par décennie) et l'élévation du niveau de la mer à l'échelle planétaire.

Le rapport mentionne également que certains systèmes répondent au réchauffement planétaire de la manière attendue (conformément à la théorie). Par exemple, on a noté une multiplication et une extension des lacs glaciaires, une instabilité accrue des sols dans les régions montagneuses et d'autres zones à pergélisol. De même, certains systèmes hydrologiques ont subi les effets du réchauffement par l'intensification du ruissellement et la précocité des crues de printemps dans de nombreux cours d'eau alimentés par la fonte des glaciers et de la neige. La hausse des températures a également entraîné une modification de la structure thermique et de la qualité de l'eau des lacs et des rivières. Plus précisément, des éléments probants de plus de 29 000 séries de données d'observation sur des systèmes physiques et biologiques sont cohérents (89 %) et abondent dans le sens attendu en réaction à un réchauffement du climat. Ces changements sont notamment : dans les écosystèmes terrestres, le caractère hâtif des phénomènes printaniers et la migration d'espèces animales et végétales vers les pôles (hauteurs); dans certains écosystèmes marins et d'eau douce, le déplacement des aires de répartition et les variations du degré d'abondance des algues, du plancton et des poissons; des modifications de la couche de glace, de la salinité, de la teneur en oxygène et de la circulation de l'eau.

De plus, des changements observés dans l'environnement humain concordent avec le réchauffement planétaire (bien qu'ils puissent être maquillés par d'autres facteurs). Parmi les exemples tirés des pratiques agricoles et sylvicoles aux latitudes élevées de l'hémisphère Nord, notons la plantation plus précoce au printemps et la modification des régimes de perturbation des forêts découlant des incendies et des organismes nuisibles. La santé humaine a également été perturbée par les changements climatiques : la mortalité liée à la chaleur en Europe; l'évolution des vecteurs de maladies infectieuses dans certaines régions; la production de pollens allergènes aux moyennes et hautes latitudes de l'hémisphère Nord. Certaines activités humaines dans l'Arctique (p. ex. la chasse et le déplacement sur la neige et la glace) ainsi que dans les régions alpines de faible altitude (p. ex. les sports de montagne) ont aussi été touchées.

■ POINT 2 - Causes de l'évolution du climat

Cette section du rapport porte sur les connaissances scientifiques actuelles des causes des changements climatiques anthropiques. Pour un lecteur qui ne connaît pas les théories sous-jacentes à l'atmosphère, au climat et à la température ni les débats actuels dans la littérature, il peut s'avérer difficile de cerner l'importance des enjeux soulevés dans cette section. Néanmoins, certains abécédaires peuvent fournir suffisamment d'information pour être en mesure de comprendre la discussion, dont : des comptes rendus populaires sur les processus atmosphériques (Flannery, 2005; Cohen, 2008), des textes d'introduction sur la science de l'atmosphère (Barry et Chorley, 2003) ou des évaluations plus précises de l'élaboration (Weart, 2003) et des aspects techniques de la modélisation climatique (McGuffie et Henderson-Sellers, 2005).

La section commence par l'énonciation de l'hypothèse de base selon laquelle les concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre (GES) et d'aérosols, du couvert terrestre et du rayonnement solaire influent sur le bilan énergétique du système climatique. L'étendue relative de ces divers facteurs du changement climatique est établie, tout d'abord, en déterminant les variations historiques de ces diverses composantes des systèmes climatiques : augmentation des émissions de GES anthropiques à l'échelle mondiale de 70 % entre 1970 et 2004; augmentations marquées des concentrations de CO_2, de méthane (CH_4) et d'oxyde nitreux (N_2O) depuis 1750; concentrations de CO_2 et de CH_4 en 2005 largement supérieures à celles de l'intervalle de variation naturelle des 650 000 dernières années. La cause première de la hausse de la concentration de CO_2 est l'utilisation de combustibles fossiles et l'augmentation de la concentration de CH_4 provient surtout de l'agriculture et de l'utilisation de combustibles fossiles.

Compte tenu de ces tendances anthropiques, le défi qu'ont dû relever les modélisateurs en climatologie a été de montrer l'effet relatif de ces facteurs sur le climat, par rapport aux facteurs naturels. Selon la littérature, au cours des 50 dernières années, la somme des forçages solaires et volcaniques aurait vraisemblablement entraîné un refroidissement, et non un réchauffement. De plus, l'augmentation de la concentration des GES tend à réchauffer la surface, alors que l'effet net de l'augmentation de la concentration des aérosols tend à la refroidir. Cependant, l'effet net attribuable aux activités anthropiques observé depuis l'ère préindustrielle est un réchauffement (+1,6 [+0,6 à +2,4]W/m^2), et on estime que l'irradiation solaire n'a produit qu'un léger effet de réchauffement (+0,12 [+0,06 à +0,30]W/m^2). Par conséquent, il est conclu que les activités humaines menées depuis 1750 ont eu pour effet net de réchauffer le climat, de changer la configuration des vents, de modifier les régimes des précipitations et de modifier des phénomènes extrêmes.

■ POINT 3 - Changement climatique et ses incidences selon divers scénarios

L'objectif de cette section est de présenter les résultats relatifs aux incidences anticipées des changements climatiques anthropiques. Il s'agit donc de l'une des sections les plus importantes des rapports du GIEC, vu sa pertinence directe à la prise de décisions et à l'élaboration de politiques. Afin de définir ces incidences, un certain nombre de subtilités associées à la modélisation de prévisions a été pris en compte. Idéalement, un seul modèle intégré, qui serait lui-même le produit de connaissances approfondies des systèmes naturels et socioéconomiques, produirait une série de possibilités à partir desquelles on pourrait établir une voie optimale pour l'activité humaine. Ce modèle idéal tiendrait compte de toutes les interactions et les rétroactions entre les systèmes naturels et socioéconomiques ainsi que l'évaluation des valeurs des divers résultats.

En réalité, les modèles naturels et socioéconomiques se composent de nombreux sous-systèmes, qui sont chacun intrinsèquement incomplets et habituellement modélisés séparément, malgré les rétroactions importantes entre les systèmes. Les résultats sont produits par plusieurs groupes de recherche, qui ont tous leurs propres théories rivales et les méthodologies s'y rattachant, ainsi que leurs propres ensembles de données d'entrées uniques sur les conditions initiales et futures. Les modèles plus complexes sont lourds sur

le plan informatique, en ce sens que leur exécution nécessite beaucoup de temps et de ressources, et ils ne peuvent qu'exécuter une série limitée de simulations. Par conséquent, l'idéal de la solution optimale cède habituellement la place à la production d'une série de scénarios probables ou opposés. Le problème qu'a rencontré le GIEC était le manque de cohérence entre les scéanrios utilisés par les différentes équipes de recherche.

Dans le passé, les modélisateurs utilisaient une gamme de scénarios d'émissions comme données d'entrée des modèles climatiques globaux (MCG) pour examiner les effets de l'augmentation des GES (p. ex. doubler la concentration de CO_2). Outre le manque de cohérence, l'évaluation n'a pas été très concluante quant aux conditions qu'aurait produit le doublement de la concentration de CO_2 et ne tenait pas compte du cercle vicieux inhérent au problème (c.-à-d. les humains nuisent à l'environnement, qui, à son tour, nuit aux humains, etc.). Une prévision réelle des émissions de GES anthropiques futures devrait prendre en compte des systèmes dynamiques très complexes et mal cernés qui sont soumis à des forces telles que l'évolution démographique, le développement socio-économique, les progrès technologiques (GIEC, 2001) et, naturellement, le climat. Non seulement une telle prévision est impossible, mais il existe une infinité d'avenirs possibles à explorer vu l'éventail des émissions futures et des forces motrices en jeu (GIEC, 2001).

La solution consiste à figer efficacement la relation entre le climat et la société pour créer des canevas plausibles, et ce, en élaborant un ensemble standard de différents scénarios d'émissions de GES afin d'analyser le développement à long terme du système socio-économique et des sources d'émissions s'y rattachant. Le sigle SRES renvoie aux scénarios décrits dans le Rapport spécial du GIEC sur les scénarios d'émissions (GIEC, 2000). Les scénarios couvrent un vaste éventail des forces motrices des émissions futures, y compris les forces démographiques, le changement d'utilisation des terres, la technologie, l'économie, l'énergie et l'agriculture. Ils englobent différentes possibilités d'évolution qui pourraient avoir une incidence sur les sources et les puits de GES, telles que différentes structures de systèmes énergétiques et de changements d'utilisation des terres. Ils ne prennent pas en compte des politiques éventuelles (p. ex. atténuation ou adaptation) et ne visent pas à proposer des préférences stratégiques ni même un scénario de maintien du statu quo. Ils sont fondés sur une série d'hypothèses « reproductibles et cohérentes » sur les principales relations et forces motrices de l'évolution, tirées de notre compréhension de l'histoire et de la situation actuelle (GIEC, 2001).

Ce cadre a servi de fondement pour glaner de la littérature des incidences anticipées de scénarios individuels. Certains résultats laissent entendre, d'après l'éventail complet des scénarios d'émissions du SRES, que nous pouvons nous attendre à un réchauffement minimal d'environ 0,2 °C par décennie. En d'autres termes, si nous ne prenons aucune mesure d'atténuation, nous sommes voués à subir un réchauffement climatique. Le rapport énumère ensuite la gamme des effets climatiques pour chacun des scénarios du SRES (p. ex. sous forme de graphiques et de tableaux [figure SPM-5 et tableau SPM.1]). Ces incidences sont cohérentes avec celles du troisième Rapport d'évaluation (TRE) du GIEC, mais les fourchettes supérieures sont plus importantes en raison de l'inclusion dans certains modèles de rétroactions entre le climat et le cycle du carbone plus fortes (p. ex. un réchauffement freinera le piégeage du CO_2 atmosphérique par les écosystèmes terrestres et les océans, ce qui a pour conséquence d'augmenter la part des émissions anthropiques qui reste dans l'atmosphère).

En ce qui concerne les changements climatiques, le réchauffement atteindra un maximum sur les terres émergées et aux plus hautes latitudes de l'hémisphère Nord et un minimum au-dessus de l'océan Austral (près de l'Antarctique) et dans la partie septentrionale de l'Atlantique Nord. La diminution d'étendue de la couverture neigeuse se poursuivra, y compris une augmentation d'épaisseur de la couche de dégel dans la plupart des régions à pergélisol ainsi qu'une diminution de l'étendue des glaces de mer. Les eaux de

l'Arctique seraient pratiquement libres de glace à la fin de l'été d'ici la seconde moitié du XXIe siècle. Dans d'autres régions, il est très probable que les épisodes de chaleur extrême, les vagues de chaleur et les épisodes de fortes précipitations deviendront plus fréquents. Il est probable que les cyclones tropicaux deviendront plus intenses et que la trajectoire des tempêtes extratropicales se déplace vers les pôles. Les précipitations augmenteront très probablement aux latitudes élevées, alors qu'elles diminueront probablement dans la plupart des régions continentales subtropicales, dans la continuité des tendances observées récemment. On anticipe donc que le ruissellement annuel et les disponibilités en eau augmenteront aux latitudes élevées (et dans certaines régions tropicales humides) et diminueront dans certaines régions sèches des latitudes moyennes et des zones tropicales sèches. De nombreuses zones semi-arides (p. ex. le bassin méditerranéen, l'ouest des États-Unis, l'Afrique australe et le nord-est du Brésil) subiront les effets d'un appauvrissement de leurs ressources en eau du fait du changement climatique.

Les incidences critiques sont présentées dans des tableaux par régions (tableau SPM.2) et par secteurs (SPM.3). Le tableau SPM.7 illustre les incidences des hausses de la température mondiale sur les secteurs et les systèmes, auxquelles on ajoute la probabilité de ces hausses de température dans différents scénarios SRES. Il est probable que des écosystèmes terrestres soient particulièrement touchés, comme les toundras, les forêts boréales et les régions montagneuses, de même que les écosystèmes de type méditerranéen et les forêts pluviales tropicales. Des systèmes côtiers, comme les mangroves et les marais salants ainsi que les systèmes marins comme les récifs coralliens et la glace de mer seront également touchés. En ce qui concerne les systèmes humains, les agriculteurs dans les régions de basses altitudes et les systèmes des basses terres littorales (du fait de l'exposition à l'élévation du niveau de la mer et du risque accru de phénomènes météorologiques extrêmes) seront durement touchés. Les régions telles que l'Arctique, l'Afrique, les petites îles océaniques ainsi que les grands deltas d'Asie et d'Afrique seront également durement touchées.

Enfin, la figure SPM.8 décrit le réchauffement estimé à long terme (sur plusieurs siècles) correspondant aux six catégories de stabilisation par le GT III du quatrième Rapport d'évaluation (tableau SPM.3). Les objectifs de stabilisation sont comparés en regard des concentrations de CO_2 et varient de 445 à 490 ppm, jusqu'à 855 à 1 130 ppm. Le graphique montre les hausses de température à l'échelle du globe correspondantes, allant de 2-2,4 °C à 4,9-6,1 °C. Le tableau TS.2 montre également la variation des concentrations de CO_2 en 2050 par rapport aux émissions de 2000. Le moment de la réduction des émissions dépend de la rigueur des objectifs de stabilisation. Des cibles rigoureuses exigent que le pic des émissions de CO_2 intervienne plus tôt. Dans la plupart des scénarios de la catégorie de stabilisation la plus rigoureuse (I), les émissions doivent diminuer avant 2015, puis passer à moins de 50 % du niveau d'émission actuel d'ici 2050 (GIEC, 2007). En d'autres mots, ces données indiquent aux décideurs les niveaux de réduction des émissions requis pour stabiliser les températures à des niveaux donnés.

■ POINT 4 - Possibilités et mesures d'adaptation et d'atténuation

Cette section traite des mesures d'adaptation et d'atténuation élaborées par les humains pour faire face aux changements climatiques. Elle peut se lire comme un livre de recettes d'heuristiques ad hoc et de listes qui décrivent des mesures d'adaptation ou d'atténuation. En ce qui concerne « l'adaptation », cela s'explique en partie par le fait qu'elle est difficile à définir, à mesurer et à prévoir. Les estimations exhaustives des coûts et des avantages de l'adaptation à l'échelle mondiale sont très limitées. Il est également difficile de déterminer la capacité d'adaptation. La capacité d'adaptation, étroitement liée au développement socioéconomique, est inégalement répartie entre les sociétés et au sein de ces dernières.

Il s'agit d'un processus dynamique qui est fonction de la base de production dont dispose une société donnée : ressources naturelles et moyens économiques, réseaux et programmes sociaux, capital humain et institutions, mode de gouvernement, revenu national, santé et technologie.

D'autres facteurs sont susceptibles d'amplifier la nécessité d'adaptation, notamment la pauvreté, l'accès inégal aux ressources, l'insécurité alimentaire, la tendance à la mondialisation de l'économie, les conflits en cours et l'incidence de maladies telles que le VIH/SIDA, sans oublier les dangers climatiques déjà présents. Les possibilités d'adaptation sont multiples, mais il sera impératif d'intensifier l'action engagée si l'on veut réduire la vulnérabilité à l'égard des changements climatiques. Les mesures d'adaptation ne sont pas mises en œuvre en raison des obstacles, des limites et des coûts que l'on ne cerne pas parfaitement. Souvent, celles-ci sont motivées par des raisons diverses, telles que le développement économique ou la réduction de la pauvreté, puis intégrées dans des initiatives plus vastes de planification du développement au plan sectoriel, régional ou local telles que la planification des ressources en eau, la protection des côtes ou les stratégies d'atténuation des risques de catastrophes. On peut donc conclure le principe directeur (règle heuristique) suivant : les mesures d'adaptation sont plus susceptibles d'être mises en place lorsqu'elles sont intégrées dans des initiatives plus vastes au plan sectoriel.

Le tableau SPM-4 décrit certains exemples de mesures d'adaptation prévues par secteur (eau, agriculture, infrastructure/établissements humains [y compris dans les zones côtières], santé, tourisme, transports et énergie) en ce qui concerne : 1) les possibilités et les stratégies d'adaptation; 2) le cadre d'action sous-jacent; 3) les principaux facteurs pouvant limiter ou favoriser la mise en œuvre. Si nous examinons l'infrastructure à titre d'exemple, les possibilités d'adaptation comprennent : digues et ouvrages de protection contre les ondes de tempête; consolidation des dunes; acquisition de terres et création de terrains marécageux/zones humides contre l'élévation du niveau de la mer et les inondations; protection des obstacles naturels; changement de lieu d'implantation. Le cadre d'action sous-jacent connexe compte notamment : normes et règlements intégrant dans la conception les effets des changements climatiques; politiques d'utilisation des terres; codes du bâtiment; assurances. Les principaux facteurs pouvant limiter ou favoriser la mise en œuvre dans ce secteur sont les suivants : obstacles financiers et technologiques; difficultés de réimplantation; politiques et gestions intégrées; synergies avec les objectifs du développement durable.

Les mesures d'adaptation et d'atténuation sont des réponses complémentaires aux changements climatiques, et nous nous devons de les considérer ensemble et d'un point de vue du développement durable. Toutefois, dans le Rapport de synthèse, ces deux réponses sont traitées séparément. Cette distinction s'accentue lorsqu'on examine la manière dont les deux stratégies sont abordées. À l'instar des mesures d'adaptation, nous utilisons des règles heuristiques pour guider la mise en œuvre des possibilités d'atténuation, comme le fait qu'aucune technologie ne permettra, à elle seule, de réaliser tout le potentiel d'atténuation dans quelque secteur que ce soit, ou : « Les gouvernements peuvent mettre en oeuvre un large éventail de politiques et d'instruments destinés à stimuler l'atténuation [qui] dépendent des circonstances nationales et sectorielles. » La section compte également un tableau présentant des exemples d'atténuation pour les secteurs clés. Le tableau SPM.5 énumère les principales technologies d'atténuation, des politiques et mesures connexes et des conditions favorables ou défavorables à leur application pour les secteurs de l'approvisionnement énergétique, des transports, des bâtiments, de l'industrie, de l'agriculture de la foresterie et des déchets.

Si nous utilisons le secteur des bâtiments à titre d'exemple, les principales technologies et méthodes d'atténuation sont les suivantes : efficacité de l'éclairage et utilisation de la lumière naturelle; meilleur rendement des appareils électriques et des systèmes de chauffage et de climatisation; amélioration des cuisinières et de l'isolation; utilisation active et passive de l'énergie solaire pour le chauffage et la climatisation; fluides réfrigérants de substitution, récupération et recyclage des gaz fluorés; conception intégrée des bâtiments commerciaux comprenant des techniques de contrôle et de rétroaction, tels les compteurs intelligents; énergie solaire

photovoltaïque intégrée aux bâtiments. Les exemples de politiques, de mesures et d'instruments mentionnés pour la mise en œuvre de ces stratégies sont : normes et étiquetage des appareils; codes du bâtiment et certification; programmes de gestion de la demande; initiatives du secteur public, y compris par les achats; aides aux sociétés de services énergétiques. Les principales conditions favorables ou défavorables sont énoncées comme suit : nécessité de revoir régulièrement les normes; intéressant pour les bâtiments neufs; l'application peut se révéler difficile; réglementation requise pour que les entreprises de services publics puissent en bénéficier; les achats du secteur public peuvent accroître la demande de produits à haut rendement énergétique; accès au financement par des tiers.

C'est à ce point que l'on note une distinction entre le traitement des mesures d'adaptation et d'atténuation dans le rapport. Bien que l'on mentionne dans la section sur l'adaptation que les estimations exhaustives des coûts et des avantages de l'adaptation à l'échelle mondiale sont limitées, on indique, pour les stratégies d'atténuation, des coûts réels par secteur, exprimés sous forme de prix du carbone. Le potentiel d'atténuation vise à évaluer l'ampleur des réductions de GES qu'il serait possible d'atteindre, par rapport à des niveaux de référence, pour un prix donné du carbone donné. Le graphique SPM.10 illustre le potentiel économique d'atténuation par secteur estimé en 2030 à partir d'études ascendantes, par rapport aux niveaux de base respectifs supposés dans des évaluations des secteurs de l'approvisionnement énergétique, des transports, des bâtiments, de l'industrie, de l'agriculture de la foresterie et des déchets. Selon des prix du carbone de 20 $, 50 $ et 100 $É.-U./t équiv.-$CO_2$, le secteur du transport présente un potentiel de 1,5 à 2 équiv.-$GtCO_2$/an; le secteur des bâtiments présente un potentiel de 5 à 6 équiv.-$GtCO_2$/an; les secteurs de l'industrie, de la foresterie et de l'agriculture présentent une courbe de réponse bien meilleure (p. ex. le secteur de l'industrie pourrait piéger de 1 à 4 équiv.-$GtCO_2$/an).

Cette considération importante du potentiel d'atténuation a l'avantage d'orienter les décideurs en ce qui a trait à l'investissement de leurs ressources limitées en vue d'obtenir le rendement le plus élevé. On constate rapidement que le secteur des transports a non seulement une incidence sur le bilan du carbone beaucoup moins importante que celle du secteur des bâtiments, mais également qu'il ne réagirait pas autant aux changements des prix du carbone que les secteurs de l'industrie ou de l'agriculture. Une telle orientation s'avère essentielle lorsque des ressources limitées doivent être utilisées efficacement pour répondre aux changements climatiques. La science d'adaptation profiterait de tentatives de monétarisation des possibilités et des stratégies en vue d'offrir une telle orientation.

■ POINT 5 - Perspectives à long terme

Au dernier point, on présente les considérations relatives à l'établissement des priorités et aux objectifs à long terme ainsi qu'une conclusion sur les moyens et les coûts nécessaires pour réaliser ces objectifs. Le quatrième Rapport d'évaluation définit le concept de « vulnérabilités critiques » établi dans le TRE pour répondre à la raison d'être ultime du GIEC, soit d'éviter « toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique » (article 2 de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques [CCNUCC]). Des systèmes sensibles aux conditions climatiques peuvent présenter des vulnérabilités critiques pouvant comprendre, sans toutefois s'y limiter : l'approvisionnement alimentaire, l'infrastructure, la santé, les ressources en eau, les systèmes côtiers, les écosystèmes, les cycles biogéochimiques à l'échelle planétaire, les nappes glaciaires et les configurations de la circulation atmosphérique et océanique. Ces vulnérabilités peuvent être établies selon différents critères : ampleur, chronologie, persistance/réversibilité, potentiel d'adaptation, effets de répartition, probabilité et portée des incidences.

Les cinq motifs de préoccupation concernant les changements climatiques sont : 1) risques encourus par les systèmes uniques et menacés; 2) risques de phénomènes météorologiques extrêmes; 3) répartition des effets et des vulnérabilités; 4) effets cumulés; 5) risques de singularités à grande échelle. Le quatrième Rapport

d'évaluation conclut que les motifs de préoccupation sont considérés comme plus pressants que dans le TRE, car de nombreux risques ont été détectés avec un degré de confiance supérieur, et d'après les projections, certains de ces risques seraient plus grands ou interviendraient à un niveau de réchauffement moindre que prévu. De plus, on saisit mieux aujourd'hui les liens qui unissent les incidences (à l'origine des « motifs de préoccupation » figurant dans le TRE) à la vulnérabilité (y compris la capacité de s'adapter à ces incidences).

En ce qui concerne les risques encourus par les systèmes uniques et menacés (1), de nouvelles observations viennent confirmer l'incidence des changements climatiques sur les systèmes, notamment les populations et les écosystèmes des régions polaires et de haute montagne. D'après les projections, le risque d'extinction aurait également augmenté : si la température moyenne de la planète dépassait de plus de 1,5 à 2,5 °C les niveaux de 1980 à 1999, le risque d'extinction de 20 à 30 % des espèces végétales et animales recensées à ce jour serait probablement accru. La vulnérabilité des populations aux phénomènes climatiques extrêmes (2) est plus grande qu'on ne l'envisageait dans le troisième Rapport d'évaluation. On anticipe également avec un degré de confiance plus élevé une augmentation des sécheresses, des vagues de chaleur et des inondations ainsi qu'un accroissement de leurs effets défavorables.

Il existe des écarts considérables entre les régions (3) et leur capacité de réagir aux incidences. Les secteurs ou les régions dont la situation économique est plus défavorable, comme les zones peu développées ou situées aux basses latitudes, les pauvres et les personnes âgées, dans les pays en développement et dans les pays développés, seront particulièrement vulnérables aux changements climatiques. En ce qui concerne les effets cumulés (4), selon les nouvelles projections, les avantages nets liés au marché qu'offrira le changement climatique culmineront à un niveau de réchauffement moindre, et la hausse plus marquée de la température à la surface du globe provoquera des dommages plus importants. Finalement, on dispose de nouvelles données sur les effets de singularités à grande échelle (5). On estime avec un degré de confiance élevé qu'il y aura une élévation du niveau de la mer due à la seule dilatation thermique, et un risque accru lié à la contribution des nappes glaciaires du Groenland et, éventuellement, de l'Antarctique. Naturellement, les incidences connexes devraient également s'intensifier.

Au dernier point, à la suite de cette litanie d'incidences potentiellement négatives, les auteurs du quatrième Rapport d'évaluation tentent de dresser un portrait des possibilités. Dans le tableau SPM.6 et la figure SPM.11 sont récapitulés les niveaux d'émissions associés à différentes concentrations de stabilisation des GES ainsi que l'élévation du niveau de la mer et la hausse de la température moyenne à la surface du globe à l'équilibre correspondantes. Par exemple (tableau SPM-6), il y a six catégories de stabilisation représentant les concentrations de carbone, et un niveau de stabilisation de 485 à 570 ppm dans l'atmosphère (catégorie IV) est associé à une année du pic d'émissions approximative de 2020-2060. Cette catégorie correspond à une augmentation de 10 à 60 % d'ici 2050 par rapport aux émissions de 2000 et est associée à une hausse de la température moyenne du globe de 3,2 à 4,0 °C ainsi qu'à une élévation du niveau de la mer de 0,6 à 2,4 m. Les coûts économiques (tableau SPM-7) de cette catégorie (les catégories des deux tableaux ne coïncident pas parfaitement) se situeraient entre 3 et 5 % du PIB et équivaudraient à un ralentissement de la progression moyenne du PIB de moins de 0,12 %.

Les conclusions du GIEC parlent d'elles-mêmes : plus tôt nous tentons de stabiliser les émissions, plus il sera facile d'y parvenir. Tout retard pris dans la réduction des émissions limiterait les possibilités de parvenir à des niveaux de stabilisation inférieurs et accroîtrait le risque d'aggravation des incidences du changement climatique. Les niveaux de stabilisation seront atteints en déployant un éventail de technologies qui sont déjà commercialisées ou qui devraient l'être d'ici quelques décennies, à condition toutefois que des mesures adaptées et efficaces stimulent la mise au point, l'acquisition, l'application et la diffusion de ces technologies

et éliminent les obstacles connexes. Pour réduire les risques associés aux changements climatiques, toute stratégie comprendra également des mesures d'adaptation et d'atténuation qui peuvent se compléter. De telles stratégies doivent aussi tenir compte des dommages et des avantages connexes, de la durabilité, de l'équité et de l'attitude à l'égard des risques.

Résumé du Rapport de synthèse

Le rapport du GIEC énonce clairement que les changements climatiques se produisent déjà sous forme de réchauffement accru à l'échelle du globe, d'une hausse des températures de l'océan, d'une augmentation des précipitations à l'échelle régionale, d'une fonte massive de la neige et de la glace et d'une élévation des niveaux de la mer de la planète. Ces changements climatiques entraînent des modifications des systèmes humains (c.-à-d. sous forme d'adaptations) et des réactions des écosystèmes (c.-à-d. migrations d'espèces et modifications des systèmes terrestres, marins, hydrologiques et cryosphériques). Ces changements climatiques sont conformes à nos connaissances théoriques de l'incidence des activités anthropiques sur l'atmosphère (plus particulièrement des émissions de gaz à effet de serre).

D'après la projection de nos connaissances théoriques du comportement atmosphérique dans l'avenir à l'aide d'un ensemble standard de scénarios socioéconomiques (SRES) et des profils d'émissions connexes, les modélisateurs laissent entendre que nous pouvons nous attendre à un réchauffement d'environ 0,2 °C par décennie, sans la mise en place de mesures d'adaptation. Le réchauffement atteindra un maximum sur les terres émergées et aux plus hautes latitudes de l'hémisphère Nord et un minimum au-dessus de l'océan Austral et dans la partie septentrionale de l'Atlantique Nord. On continuera d'observer une diminution d'étendue de la couverture neigeuse, une augmentation d'épaisseur de la couche de dégel dans la plupart des régions à pergélisol ainsi qu'une diminution de l'étendue des glaces de mer. On observera également des épisodes de chaleur extrême, les vagues de chaleur et les épisodes de fortes précipitations deviendront plus fréquents. Les toundras, les forêts boréales, les forêts pluviales tropicales, les régions montagneuses, les écosystèmes de type méditerranéen ainsi que les systèmes marins et côtiers (l'étendue de la glace de mer) seront particulièrement touchés. En ce qui concerne les systèmes humains, les populations les plus durement touchées seront les agriculteurs dans les régions de basses altitudes, les habitants des systèmes des basses terres littorales et des régions telles que l'Arctique, l'Afrique, les petites îles océaniques ainsi que les grands deltas d'Asie et d'Afrique.

Compte tenu des changements qui se sont déjà produits et de ceux qui pourraient se produire, les mesures à prendre à cet égard font naturellement l'objet de spéculations et de débats importants. Au niveau le plus général, on note deux réponses fondamentales : l'atténuation et l'adaptation. Vraisemblablement, la raison d'être du GIEC est d'éviter « toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique » (article 2 de la CCNUCC), ce qui suppose des mesures d'atténuation. Par conséquent, le Rapport de synthèse fait mention d'exemples de mesures d'atténuation pour les principaux secteurs, dont des politiques, des mesures et des instruments pour la mise en œuvre de ces stratégies et des limites ou obstacles qui empêchent leur mise en œuvre. En outre, le rapport présente des tentatives de monétarisation de ces possibilités dans un cadre comparatif ainsi que des stratégies de stabilisation accompagnées de délais d'exécution.

Des possibilités d'adaptation ainsi que les contraintes, obstacles et incidences politiques connexes sont également présentées, mais des cadres comparatifs semblent faire défaut. On note que l'adaptation est maquillée par de nombreux facteurs, notamment la pauvreté, l'accès inégal aux ressources, l'insécurité alimentaire, la tendance à la mondialisation de l'économie, les conflits en cours et l'incidence de maladies telles que le VIH/SIDA, sans oublier les dangers climatiques déjà présents. Il semble que les meilleurs

résultats des mesures d'adaptation sont obtenus lorsque ces stratégies sont mises en œuvre dans le cadre d'autres initiatives. On cerne le besoin de trouver des systèmes qui permettraient l'intégration des mesures d'adaptation et d'atténuation, d'un point de vue de développement durable. Toutefois, au-delà des exemples individuels, il est difficile d'établir comment cette intégration serait réalisée. Le quatrième Rapport d'évaluation dresse néanmoins un portrait clair de la nécessité de mettre en œuvre des stratégies d'adaptation et d'atténuation immédiates et simultanées.

Le processus d'évaluation du GIEC est une entreprise monumentale qui a permis de recueillir, d'interpréter et de diffuser des connaissances approfondies sur les changements climatiques attribuables aux activités humaines et de jeter les bases des mesures nécessaires pour contrer ces changements[9]. Toutefois, le quatrième Rapport d'évaluation ne constitue qu'un aperçu d'un domaine en évolution extrêmement vaste. Il offre une certaine orientation quant à l'avenir probable du domaine, mais est forcément dépassé au moment même de sa publication. Par ailleurs, il fournit une perspective implicitement subjective à partir d'une quantité énorme de données, laissant le lecteur sans indication des données omises ni des sources de recherche novatrices et spéculatives. Il convient de noter qu'il ne s'agit pas d'une faiblesse de la part des auteurs, mais d'un aspect inhérent au processus d'évaluation même. L'évaluation actuelle a donc pour but d'offrir aux chercheurs des outils pour accéder à la littérature sur l'adaptation aux changements climatiques ainsi qu'un cadre leur permettant de structurer leurs modèles mentaux.

3.0 L'ENSEMBLE DES RENSEIGNEMENTS SUR L'ACC

Claude Levi-Strauss (1963) a énoncé que l'espèce humaine est essentiellement une espèce animale classificatrice : elle organise le monde qui l'entoure en classant des processus et des objets semblables afin de faciliter la création de généralisations sur lesquelles elle peut fonder ses actions (Berlin, Breedlove et al., 1973). Nous tenterons de créer un système de classification de la littérature sur l'ACC en vue de faire ressortir des constantes dans le domaine permettant d'orienter nos activités de recherche. Nous souhaitons ici élaborer un cadre visant à examiner la littérature associée à l'ACC en organisant (classant par catégories) des articles donnés en nous fondant sur le contenu et les liens au sein de la littérature ainsi que sur l'intention implicite ou explicite du domaine.

L'auteur, le titre, le résumé et des mots clés seront donc utilisés pour classer les articles par catégories et pour cerner l'idée de leur contenu, leur pertinence et leur valeur informationnelle. Les principaux articles sont définis selon leur association à leur catégorie, l'importance de la catégorie en tant que telle, la réputation de l'auteur, le prestige de la revue, le classement général de l'article (établi par le nombre de citations) ainsi que leur classement au sein de la catégorie. Ce cadre devrait offrir aux chercheurs de l'information sur l'occurrence relative des enjeux critiques relatifs à l'adaptation aux changements climatiques dans les revues scientifiques qui, combinée au Rapport de synthèses du quatrième rapport d'évaluation, leur fournirait une compréhension fondamentale du domaine. Pour ce faire, nous devons d'abord répondre aux six questions relatives à l'analyse du contenu (Krippendorf, 2004) :

1) Quelles sont les données analysées?
2) Comment sont-elles définies?
3) Quelle est la population d'où sont tirées les données?

[9] Citation tirée de la déclaration des réalisations du GIEC et d'Al Gore pour le prix Nobel de la paix (http://nobelprize.org/nobel_prizes/peace/laureates/2007).

4) Quel est le contexte dans lequel les données sont analysées?
5) Quelles sont les limites de l'analyse?
6) Quelle est la cible des inférences?

Nous avons de la chance, car nous pouvons facilement définir nos données, la population d'où elles sont tirées, comment elles sont définies, leurs limites ainsi que le public cible et leur finalité. Les données sont tirées de la vaste base de données de documents SCOPUS qui couvre les sciences physiques, les sciences de la vie, les sciences de la santé et les sciences sociales. Il s'agit de la plus grande base de données de citations et de résumés issus de recherches, qui comprend plus de 15 000 revues validées par les pairs publiées par plus de 4 000 éditeurs. On a cherché, dans cette population comptant 33 millions de données, des articles contenant, dans le titre, le résumé ou les mots clés, les termes « adaptation aux changements climatiques » ou « s'adapter aux changements climatiques ». Comme nous tentons de dégager des tendances dans le domaine de l'ACC, nous supposons que les articles figurant dans la base de données présentent un échantillon représentatif des activités intellectuelles qui ont lieu dans ce domaine. Il est évident que cette supposition peut être remise en question, car un grand nombre de revues, d'articles non révisés par les pairs, de livres et de rapports ne figurent pas dans cette base de données; or, il est impossible d'un point de vue logistique de réaliser un examen complet et notre but est essentiellement exploratoire. Nous supposons également que la communauté interdisciplinaire de professionnels et de chercheurs en ACC (Bodansky, 2006) est le public cible des inférences et qu'elle a une compréhension commune de nos termes de recherche.

Notre recherche spécifique (en anglais) des termes « adaptation aux changements climatiques » a donné 2 210 articles (date d'exportation de Scopus : 20 septembre 2007), résultats qui se comparent favorablement aux résultats de la recherche des termes « atténuation des changements climatiques » dans SCOPUS 1 452 articles, date d'exportation de Scopus : 10 septembre 2007) et ne représentent pourtant qu'une infime partie des articles sur les « changements climatiques » (1 832 660 articles, date d'exportation de Scopus : 16 octobre 2007). Ces nombres représentent des ensembles de données avant qu'ils ne soient « nettoyés » (c.-à-d. vérifiés pour la conformité et leur pertinence). Pour faciliter ce processus, nous avons entré l'ensemble de données découlant de SCOPUS dans le logiciel de gestion de références bibliographiques Endnote(r) (version X1), qui nous a permis de relever et de retirer 168 articles en double. Ce logiciel a de nombreuses fonctions qui le rendent particulièrement attrayant pour les chercheurs; toutefois, aux fins de cette analyse, la plupart des gestionnaires de références bibliographiques suffiraient.

Après avoir passé en revue tous les titres d'articles et les résumés, de nombreux résultats se sont avérés impertinents (375 articles), vraisemblablement en raison de la généralité de notre recherche. La plupart de ces articles ont été publiés avant 1990, dans des disciplines variées, comme la médecine sportive et la réponse physiologique humaine aux climats froids (ajouter la brochure de Don). Il ne fait aucun doute que depuis les 10 à 15 dernières années, l'expression « adaptation aux changements climatiques » est largement employée par les chercheurs du domaine des changements climatiques, et on ne trouve pratiquement aucune autre référence à ces sujets après cette période. En outre, bien qu'il existe une abondante littérature à propos des réponses culturelles et évolutionnaires des humains aux changements climatiques dans un passé lointain (Baker, 1984; Schule, 1992; Bobe et Behrensmeyer, 2004), 84 articles ont été retirés, car ils ne correspondaient pas à notre échelle temporelle visée (c.-à-d. 100 dernières et prochaines années). De plus, l'adaptation aux changements climatiques est pertinente à des espèces autres que l'Homo sapiens (les espèces animales et végétales qui sont touchées par les changements climatiques). Malgré la pertinence de tels enjeux pour le bien-être des humains (par l'intermédiaire des services écosystémiques), 459 articles ont aussi été retirés de notre ensemble de données, essentiellement en raison d'une interprétation divergente de notre perspective du concept d'adaptation.

À la fin de ce processus, nous avions un ensemble de données sur l'adaptation aux changements climatiques comptant 1 167 articles sur lesquels nous pencher. Malheureusement, il s'agit tout de même d'un énorme ensemble de données[10] à examiner. Nous souhaitons élaborer une méthode permettant d'accéder à ces données le plus efficacement possible, en tenant compte de la valeur différentielle de chaque article du point de vue qui nous intéresse. Nous pouvons commencer à ordonner cet ensemble de données en nous fondant sur l'hypothèse suivante : 1) un but général pragmatique caractérise le domaine (l'adaptation de la société aux changements climatiques anthropiques); 2) une structure implicite sous-tend l'ensemble des connaissances du domaine (voir Toulmin et Goodwin [1965] pour une analyse); 3) certains articles ou documents ont une plus grande influence relativement aux points 1) et 2). Afin de faciliter la construction de notre échafaudage intellectuel, nous commençons par établir des statistiques simples, mais révélatrices, sur les articles, les revues et les auteurs.

3.1 Statistiques sur l'ensemble de données

Il semble évident que tous les articles ne sont pas perçus également parmi les chercheurs ou n'ont pas la même valeur à leurs yeux. Il existe diverses explications au-delà des différences typiques entre les personnes pour décrire cette divergence (p. ex. voir Kuhn [1962] pour commencer), mais ce n'est pas notre but d'entrer dans cette discussion. La question qui s'impose est de savoir comment déterminer cette divergence. Heureusement, SCOPUS nous fournit l'un des moyens les plus directs pour déterminer la valeur que les chercheurs attribuent aux articles : le fait de citer un article ou un document dans leurs propres travaux. SCOPUS maintient un nombre important d'articles et de références connexes, ce qui permet d'établir des liens entre les articles (c.-à-d. l'article cité à l'article qui le cite). Il suffit d'additionner toutes les citations qui renvoient à un article précis pour créer un ordre de classement des citations dans les articles. Cette forme directe de réseau social est actuellement au cœur de nombreuses recherches, qui représentent un énorme potentiel pour l'ACC (voir Watts [2003] pour une introduction générale).

Lorsque nous classons les articles sur l'ACC selon le nombre de citations qui renvoient à ces derniers, nous découvrons des écarts marqués. L'article qui occupait le premier rang était cité 237 fois, mais les deux articles suivants étaient cités moins de la moitié du nombre de fois (111 et 110 fois), et le nombre de citations renvoyant aux autres articles chutait rapidement. Au moins 81 % (950 articles) des 1 167 articles étaient cités dix fois ou moins, 12 % (142 articles) n'étaient cités qu'une fois et 35 % (410 articles) n'étaient pas du tout cités. Il ne fait nul doute qu'il existe une relation non linéaire en ce qui a trait au nombre de citations, comme l'indique la figure 1.0 qui illustre le nombre moyen de citations pour chaque groupe trié de 25 articles. Si nous considérons cette relation comme représentative de la valeur différentielle des articles, relativement peu d'articles ont une forte influence dans le domaine de l'ACC. Cela signifierait que nous n'avons pas nécessairement à lire tous les articles sur l'ACC pour comprendre les principaux enjeux ou les grandes tendances du domaine.

Malheureusement, la diversité des sujets et des sources associés à ces articles laisse supposer que cette information n'est pas forcément cohérente en ce qui a trait au domaine de l'ACC que nous avons comme objectif général. Les articles classés aux premiers rangs sont tirés de revues qui ne sont habituellement pas dédiées à la recherche sur les changements climatiques : parmi les cinq articles les plus cités (Wilks, 1992; Walsh, Molyneux et al., 1993; Hulme, Barrow et al., 1999; DeMenocal, 2001; Hughes, Baird et al., 2003), deux ont été publiés dans la revue Science, un dans la revue Nature et un autre dans la revue médicale

[10] Nous pouvons supposer un minimum de 5 000 pages, sans tenir compte des ouvrages complets ni des rapports de plus grande envergure.

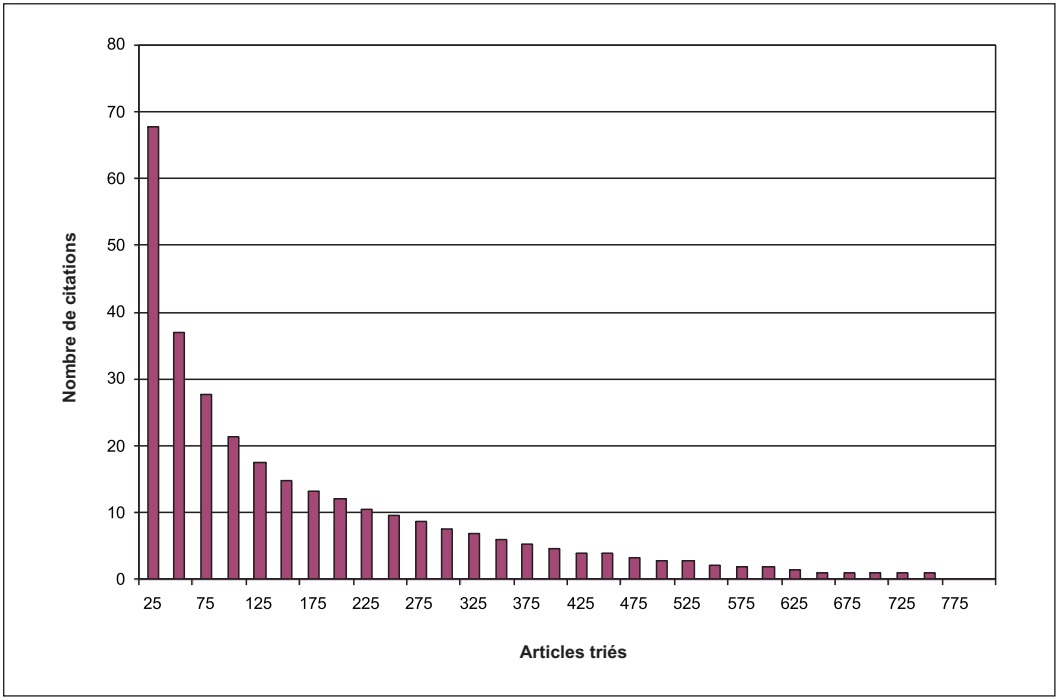

Figure 1.0 Nombre moyen de citations pour chaque groupe de 25 articles triés. L'article le plus cité a été cité 237 fois, mais la moyenne pour le groupe des 25 articles était de 67,8. Il est évident qu'il existe une relation non linéaire pas exactement exponentielle négative entre les citations des articles. Dans tout l'ensemble de données (1 167 articles), 81 % des articles étaient cités dix fois ou moins, 12 % n'étaient cités qu'une fois et 35 % n'étaient pas du tout cités.

Parasitology. De plus, ces articles sont espacés dans le temps (au cours des années 1990 et au début des années 2000), ce qui complique leur comparaison. Non seulement l'accumulation de citations peut nécessiter beaucoup de temps (les articles publiés récemment n'ont pas eu suffisamment de temps pour être diffusés), mais la nature même du domaine de l'ACC a évolué. Comme il a été mentionné précédemment, l'ACC existe depuis peu dans sa forme actuelle comme domaine d'étude. La figure 2.0 (articles sur l'ACC par année) illustre la croissance spectaculaire de l'intérêt porté à l'ACC au début des années 1990, comme le démontre la date de création de quatre des cinq revues sur l'ACC, soit après 1989 (tableau 1.0).

Cette croissance est également répartie de façon non constante dans les revues. Le tableau 1 classe les revues selon le nombre cumulé d'articles sur l'ACC qu'elles contiennent et la figure 3.0 compare ces nombres pour les 30 revues qui contiennent le plus d'articles (classées par nombre d'articles). Il n'est pas étonnant que, sur les 373 revues qui figurent dans notre ensemble de données sur l'ACC, celles qui occupent les cinq premiers rangs traitent explicitement du sujet de « l'adaptation aux changements climatiques », représentant 27 % de tous les articles sur l'ACC. Les revues qui occupent les trente premiers rangs (8 % des revues) représentent environ

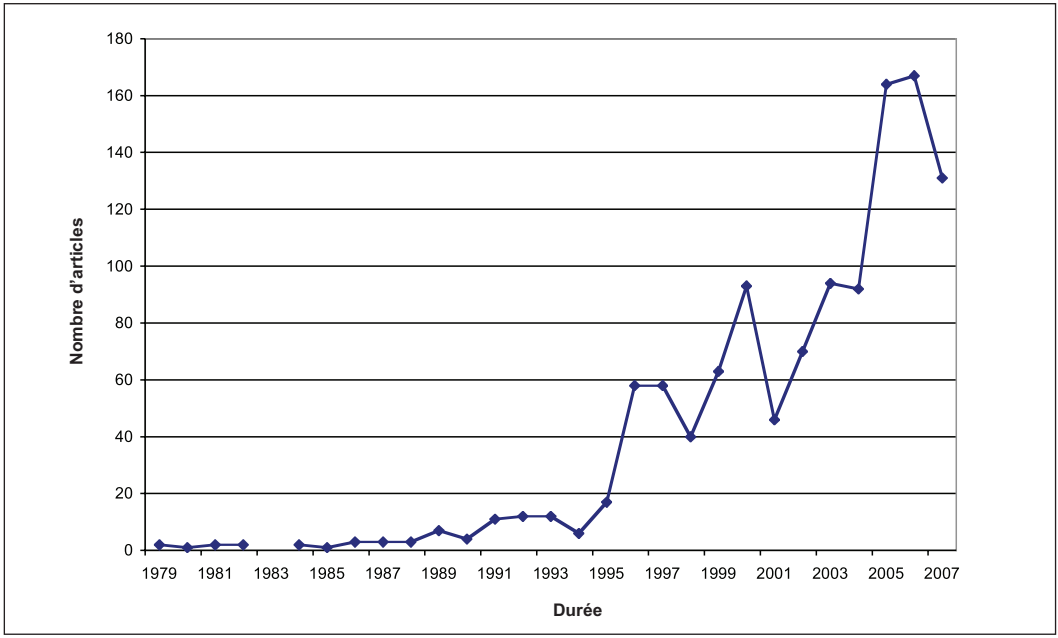

Figure 2.0 Nombre d'articles sur l'adaptation aux changements climatiques dans la base de données SCOPUS. Il convient de prendre note que certains articles publiés en 2007 n'ont pas encore été entrés dans SCOPUS. Les années 1990, 1997, 2001 et 2007 sont les années de production de rapports du GIEC.

TABLEAU 1.0 Nombre d'articles sur l'adaptation aux changements climatiques pour les dix revues contenant le plus d'articles à ce sujet dans notre recherche SCOPUS, année de création des revues et facteur d'impact. Le facteur d'impact est calculé en divisant le nombre de citations relevées dans le Journal Citation Reports (JCR) au cours d'une année donnée par le nombre total d'articles publiés au cours des deux années précédentes. Un facteur d'impact de 1,0 signifie qu'en moyenne, les articles publiés il y a un an ou deux ont été cités une fois.

Rang	Numéro de l'article	Nom de la revue	Année de création de la revue	Facteur d'impact
1	120	Climatic Change	Vol. 1 - 1977	2,459
2	58	Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change	Vol. 1 – 1996	s.o.
3	49	Climate Research	Vol. 1 – 1990	1,519
4	47	Global Environmental Change	Vol. 1 – 1990	2,6
5	26	Climate Policy	Vol. 1 – 2000	0,339
6	23	Building Research and Information	Vol. 1 – 1972	0,659
7	19	Environmental Monitoring and Assessment	Vol. 1 – 1981	0,793
8	17	IDS Bulletin	Vol. 1 – 1970	0,317
9	15	Forestry Chronicle	Vol. 1 – 1925	0,831
10	14	Agriculture, Ecosystems and Environment	Vol. 1 – 1979	1,832

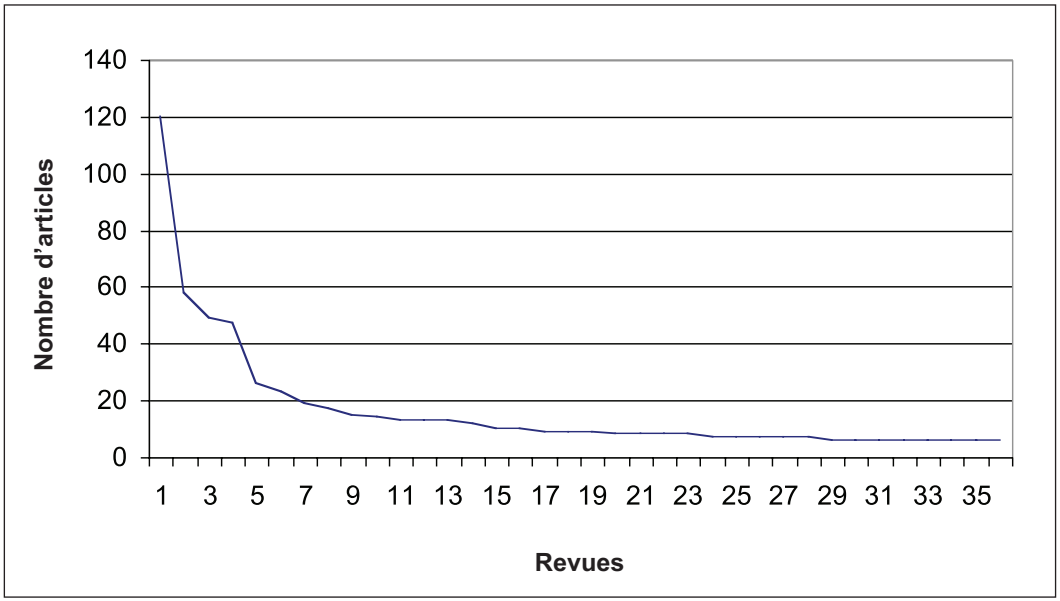

Figure 3.0 Nombre d'articles sur l'adaptation aux changements climatiques (ACC) par revue, pour les 36 revues qui en contenaient le plus sur les 373. La plupart d'entre elles (228 ou 60 %) ne contenaient qu'un article sur l'ACC, alors qu'une partie substentielle de l'ensemble des articles sur l'ACC est publiée dans un petit nombre de revues (les 5 revues classées aux premiers rangs représentent 27 % de la totalité des articles).

50 % de tous les articles. Une fois de plus, la plupart des revues (228 ou 60 % de la totalité des revues) ne contiennent qu'un article sur l'adaptation aux changements climatiques. Bien que cette répartition générale entre les revues puisse sembler assez large, on pourrait avancer, compte tenu de l'ubiquité des incidences des changements climatiques, que l'extrémité de la distribution (partiellement montrée à la figure 3.0) devrait être beaucoup plus longue.

Nous avons également cherché à déterminer l'importance des revues les unes par rapport aux autres. Pour ce faire, nous avons utilisé les facteurs d'impact des revues de ISI Web of Knowledge(r), tels qu'ils sont énumérés dans le tableau 2.0. Nous avons comparé les statistiques des 20 revues qui contenaient le plus d'articles figurant dans notre ensemble de données, en plus des revues Science et Nature aux fins de comparaison. Un facteur d'impact d'une revue correspond approximativement au nombre moyen de fois que les articles publiés sont cités au cours des deux années civiles suivant sa publication. Les facteurs d'impact peuvent être controversés (Ball; Saha, Saint et al., 2003) : ils ne peuvent représenter les différences relatives au nombre absolu de chercheurs, au nombre moyen d'auteurs qui contribuent à chaque article, à la nature des résultats dans différents domaines de recherche ou à la variation des habitudes de citations entre les diverses disciplines. Tous ces facteurs sont des considérations pertinentes pour le domaine de l'ACC, qui utilise les connaissances de nombreuses disciplines. Toutefois, le calcul est un moyen transparent, uniforme et efficace pour comparer les revues, si l'on tient compte de ces mises en garde. La figure 4.0 montre la relation entre les facteurs d'impact relatifs des revues et leur rang.

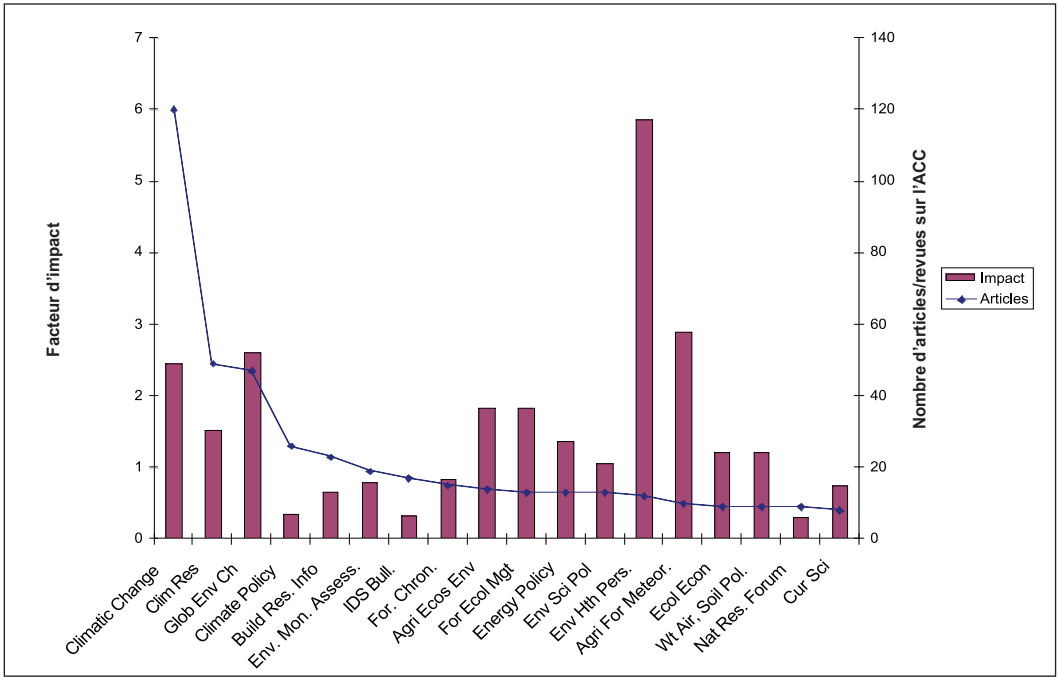

Figure 4.0 Facteur d'impact classé des 18 revues contenant le plus d'articles, en plus des revues *Science et Nature* aux fins de comparaison. Deux revues ont été omises de la comparaison (Mitigation and Adaptation et …), car elles ne possédaient pas de facteur d'impact.

Outre Science et Nature, il est évident que la revue Environmental Health Perspectives domine le domaine, suivie de près par Agricultural and Forest Meteorology selon leur facteur d'impact. Toutefois, au sein de la communauté de l'ACC, Climatic Change a un facteur d'impact élevé ainsi que le nombre d'articles le plus important, suivi de près par Global Environmental Change. Malheureusement, nous n'avons pas été en mesure d'évaluer l'importance relative de la revue Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, car ISI ne la classe pas.

Finalement, nous pouvons également évaluer qui sont les principaux auteurs du domaine de l'ACC en déterminant le nombre d'articles publiés par des personnes précises (voir le tableau 3.0). Bien que ces vingt auteurs ne représentent que 0,8 % du nombre total des auteurs, ils ont contribué (avec des coauteurs[11]) à 16 % du nombre total d'articles rédigés dans ce domaine. Nous pouvons faire ressortir davantage l'influence d'un auteur en examinant l'index de citations de chacun de ses articles publiés figurant dans la base de données. Nous pouvons aussi déterminer le nombre d'articles figurant dans notre base de données qui citent un auteur en particulier. Bien que ce paramètre soit quelque peu imprécis, il est facile à calculer et

[11] Le nombre moyen d'auteurs par article était de 2,06.

TABLEAU 2.0 Facteur d'impact et diverses statistiques des revues qui occupent les 20 premiers rangs. Les revues Science et Nature ont été ajoutées aux fins de comparaison.

Nº	Nbre total de citations	Facteur d'impact[12]	Indice d'immédiateté[13]	Demi-vie de citation[14]	Revue	Nº d'article ACC
1	3306	2,459	0,327	6,7	Climatic Change	120
2	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change	58
3	1063	1,519	0,362	4,9	Climate Research	49
4	779	2,6	1,2	5,3	Global Environmental Change	47
5	186	0,339	0,6	4	Climate Policy	26
6	222	0,659	0,391	3,8	Building Research and Information	23
7	1 839	0,793	0,067	6	Environmental Monitoring and Assessment	19
8	334	0,317	0,562	6,7	IDS Bulletin	17
9	869	0,831	0,127	7,8	Forestry Chronicle	15
10	4 308	1,832	0,388	6,3	Agriculture, Ecosystems and Environment	14
11	1 768	1,362	0,155	4,7	Energy Policy	13
12	415	1,052	0,452	3,9	Environmental Science and Policy	13
13	10 445	1,839	0,356	5,8	Forest Ecology and Management	13
14	14 434	5,861	0,994	5,6	Environmental Health Perspectives	12
15	5 077	2,903	0,669	6,7	Agricultural and Forest Meteorology	10
16	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	IAHS-AISH Publication	10
17	2 600	1,223	0,152	6,2	Ecological Economics	9
18	110	0,316	0,042	5,5	Natural Resources Forum	9
19	5 703	1,205	0,09	9,1	Water, Air, and Soil Pollution	9
20	3 937	0,737	0,197	6,2	Current Science	8
21	36 1389	30,028	5,555	7,7	Science	6
22	39 0690	26,681	6,789	7,8	Nature	1

donne une idée générale de l'importance de la présence de l'auteur. Le tableau 3 présente le ratio citation/article, qui correspond au nombre d'articles qui citent l'auteur par rapport au nombre d'articles rédigés par l'auteur figurant dans la base de données ACC. Ce ratio nous permet de recenser les auteurs qui ne rédigent pas un grand nombre d'articles dans le domaine, mais qui sont souvent cités (p. ex. Nordhaus et Holling [60]). Les seuls auteurs qui occupent l'un des vingt premiers rangs pour les trois mesures sont les suivants : Tol, R.S.J.; Rosenzweig, C.; Burton, I.; Yohe, G.; Adger, W.N.; Easterling, W.; Huq, S.; Mendelsohn, R.; Dixon, R.K.; Kane, S.; Ebi, K.L.; Fankhauser, S.

[12] Le facteur d'impact est calculé en divisant le nombre de citations relevées dans le Journal Citation Reports (JCR) au cours d'une année donnée par le nombre total d'articles publiés au cours des deux années précédentes. Un facteur d'impact de 1,0 signifie qu'en moyenne, les articles publiés il y a un an ou deux ont été cités une fois.

[13] L'indice d'immédiateté correspond au nombre moyen de fois qu'un article est cité au cours de l'année de sa publication. Il indique la rapidité avec laquelle les articles d'une revue donnée sont cités.

[14] La demi-vie de citation se définit par la durée au-delà de laquelle la moitié des articles de l'année de référence cesse d'être citée. À titre d'exemple, dans JCR 2001, la revue Crystal Research and Technology a une demi-vie de citation de 7,0. Cela signifie que les articles publiés dans cette revue entre 1995-2001 (inclusivement) représentent plus de 50 % de toutes les citations qui renvoient aux articles de cette revue en 2001.

Tableau 3.0 Auteurs d'articles sur l'ACC et nombre d'articles rédigés figurant dans SCOPUS, nombre de fois que l'auteur a été cité dans la base de données SCOPUS sans égard à quels articles de l'auteur sont cités, ratio du nbre d'articles/nbre de fois cités. La liste est triée selon le nombre d'articles figurant dans la base de données SCOPUS.

#	Articles (A)	Nbre de fois que l'auteur est est cité dans des articles de l'ensemble de données sur l'ACC (B)	Ratio A - B	Auteurs
1	15	122	8,13	Klein, R.J.
2	15	140	9,33	Smit, B.
3	14	133	9,50	Adger, W.N.
4	13	190	14,62	Tol, R.S.J.
5	12	20	1,67	Smith, J.B.
6	12	123	10,25	Easterling, W.
7	11	188	17,09	Rosenzweig, C.
8	9	101	11,22	Mendelsohn, R.
9	9	124	13,78	Yohe, G.
10	8	173	21,63	Burton, I.
11	8	70	8,75	Cohen, S.
12	8	121	15,13	Huq, S.
13	8	52	6,50	Strzepek, K.M.
14	7	57	8,14	Dowlatabadi, H.
15	7	86	12,29	Dixon, R.K.
16	7	75	10,71	Ebi, K.L.
17	6	18	3,00	Alexandrov, V.
18	6	39	6,50	Dessai, S.
19	6	72	12,00	Fankhauser, S.
20	6	82	13,67	Kane, S.

3.2 Aperçu contextuel et structurel

Les paramètres mentionnés dans la section précédente sont assez utiles pour ce qui est de relever les principaux articles, revues et auteurs, mais ne fournissent aucune indication quant au contenu informationnel. Afin de permettre une compréhension plus approfondie des tendances actuelles, nous offrons deux techniques additionnelles pour dégager des tendances dans la littérature. Dans la première section, nous examinons l'incidence temporelle et relative des concepts au moyen d'un simple compte de mots. Dans la deuxième section, nous tentons de construire un échafaudage structurel pour la littérature sur l'ACC, qui repose sur une optique systémique et le nombre de fois où les sujets clés ressortent dans la littérature.

3.2.1 Incidence relative des concepts

Le premier outil que nous utilisons est le compte (voir le tableau 4.0) de mots ou de syntagmes (inférés de la littérature) afin d'évaluer approximativement leur utilisation comparative dans le domaine au fil du temps. Un compte de mots est le nombre global d'occurrences de mots précis ou de combinaisons de mots dans l'ensemble de données sur l'ACC (une occurrence correspond à la présence d'un mot ou d'une combinaison de mots, une fois ou plus, dans le titre, le résumé ou les mots clés d'un article). Il peut être utilisé pour déterminer la première fois où un mot ou un syntagme a été utilisé dans la littérature et s'il a été adopté ou non.

TABLEAU 4.0 Occurrences de mots dans les articles de la base de données sur l'ACC établie à l'aide de SCOPUS. Une occurrence correspond à la présence d'un mot dans un article et non au nombre de fois que le mot est employé dans les articles. Sauf indication contraire, le compte de mots se rattache aux champs suivants : titre, résumé et mots clés. Un compte de mots entre parenthèses indique le nombre de fois où le mot était employé dans les titres d'articles.

Mot(s)	Occurrence du mot ou des mots	Mot	Occurrence du mot ou des mots
Adaptation	1167	Biodiversité	146
Adaptation et Atténuation	433 (44)	Complexité	23
Adaptation et Atténuation et Développement durable	150	Tendances dominantes	26
Capacité d'adaptation	123	Capacité d'intervention	4
Vulnérabilité	564	Mode de développement	7
Résilience	113	Risque	485
Échelle	319 (13)	Incertitude	309
Écosystème	365	Émergence	22
Réduction d'échelle	16	Seuil	50
Sécurité	129	Sexe	9
Justice	40	Utilisation des terres	65
Éthique	23	Optimal	25

Deux exemples permettront de mieux saisir l'utilité de cette méthode. L'un des principaux enjeux associés à l'ACC est la relation conceptuelle et pratique qui existe entre les mesures d'adaptation et d'atténuation comme stratégies de réaction aux changements climatiques. La contribution du Groupe de travail II au quatrième Rapport d'évaluation traite expressément de cet enjeu et un numéro spécial de Climate Policy (consulter les travaux de Livia) lui est entièrement consacré. Sous sa forme la plus simple, il consiste à déterminer la combinaison optimale de mesures d'adaptation et d'atténuation en vue de répondre aux changements climatiques (Kane et Shogren, 2000). La recherche d'articles dans lesquels cooccurrent les termes adaptation et atténuation nous permet d'obtenir une idée globale du moment où ces enjeux sont apparus et de leur importance depuis leur émergence. Le tableau 4 indique que les termes adaptation et atténuation sont présents dans 37 % de tous les articles et dans 44 titres dès 1990. La figure 5 montre la

proportion des articles qui traitent à la fois de l'adaptation et de l'atténuation en fonction du temps. À un certain moment après 1996, cet enjeu est devenu assez important pour être mentionné dans 30 à 45 % de tous les articles de ce domaine.

Un débat plus approfondi se poursuit sur la relation conceptuelle entre l'adaptation/l'atténuation et le développement durable (Swart, Robinson et al., 2003). Lorsque nous cherchons « développement durable », « adaptation » et « atténuation », nous pouvons voir, comme l'indique le tableau 4, que 150 articles mentionnent ces trois concepts. La figure 5 montre que la relation conceptuelle entre ces trois termes a pris de plus en plus d'importance depuis le milieu des années 1990, représentant jusqu'à 20 % de l'ensemble des articles sur l'ACC. Cette relation indique l'importance de cet enjeu par rapport à d'autres termes et concepts (tableau 4).

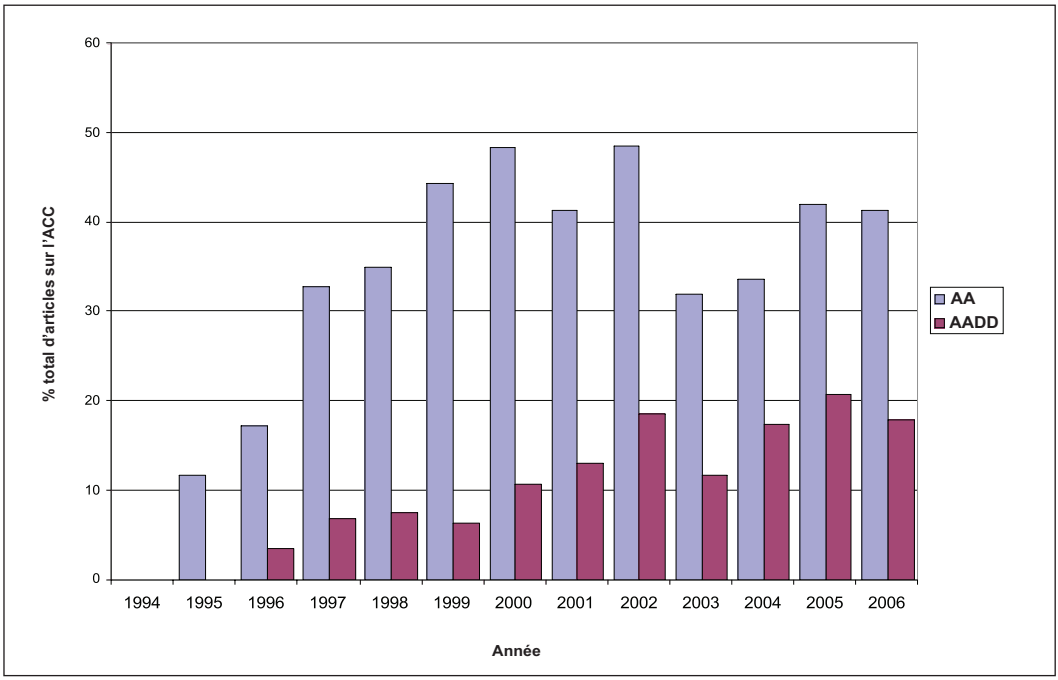

FIGURE 5: Cooccurrence des termes « adaptation » et « atténuation » dans la littérature sur l'ACC en fonction du temps. Cette cooccurrence est comparée à la cooccurrence des termes « adaptation », « atténuation » et « développement durable ».

3.2.2 Structure du domaine de l'ACC

Le deuxième outil proposé permet de structurer le contenu informationnel associé au domaine. Nous avons élaboré un échafaudage général reposant sur l'hypothèse pragmatique[15] selon laquelle la littérature sur l'ACC peut s'interpréter du point de vue de l'adaptation aux changements climatiques anthropiques. Par conséquent, on présume que ces articles peuvent être classés systématiquement en catégories fonctionnelles, en commençant par le sujet le plus général ou abstrait, puis en allant vers des sujets et des applications de plus en plus précis. Idéalement, le processus de classification est fondé sur les articles mêmes et le lien qui les unit. Un ensemble de catégories initial est proposé, puis les articles sont triés en fonction du contenu inféré par le titre, le résumé et les mots clés de ces articles[16]. Dans le processus de tri, des incohérences sont relevées, puis une nouvelle classification est proposée. Ce processus continue de façon itérative jusqu'à ce qu'une structure satisfaisante soit établie et que les articles soient triés en conséquence. Le schéma final a pour but de montrer les relations implicites entre les articles en fonction de la finalité pragmatique mentionnée plus haut (voir le tableau 5).

Avant de poursuivre, il faut mentionner les points suivants : 1) la base de données SCOPUS ne représente qu'une infime partie (quoique privilégiée) de la littérature sur l'ACC; 2) il existe de nombreuses autres possibilités de schémas de classification (bien que la littérature doive suivre des limites méthodologiques, disciplinaires et théoriques établies). Idéalement, le lecteur devrait classifier lui-même la littérature, car ce processus favorise l'élaboration d'un cadre conceptuel propre au lecteur (adaptation d'une notion constructiviste), tout en lui permettant d'adapter le schéma structurel de façon à répondre à ses besoins. La classification est un processus continu : des ressources, provenant de SCOPUS[17] et de sources externes, sont régulièrement ajoutées, et les catégories sont modifiées afin de répondre aux besoins changeants et de rendre compte des connaissances des chercheurs[18]. Les paramètres mentionnés à la section 3.1, qui indiquent les principaux auteurs et les principales revues à utiliser initialement, devraient faciliter ce processus. Pour terminer, les articles prometteurs devront être consultés directement afin de relever des sources supplémentaires hors du domaine de SCOPUS, en ne perdant pas de vue la valeur différentielle.

---

[15] Dans ce cas, le terme pragmatique est utilisé au sens philosophique (voir James, Dewey ou Highfield), où les connaissances sont au service de la pratique.

[16] Les mots clés fournis par les revues peuvent être trompeurs. Certains articles fournissent quelques mots clés significatifs, alors que d'autres peuvent fournir de longues listes trop exhaustives qui sont à peine pertinentes.

[17] Peut-être à l'aide d'un fil RSS permettant de signaler les mises à jour régulières dans la recherche.

[18] Une manifestation de cette approche est incluse dans certaines visions du Web sémantique (Borland, J., 2007; Tossell, I., 2007).

Tableau 5.0 Classification de la littérature sur l'ACC

1.0 THÉORIE
- 1.1 « Adaptation » et termes connexes
- 1.2 Autres considérations théoriques

2.0 DISCIPLINES
- 2.1 Économie
- 2.2 Sciences politiques
- 2.3 Sociologie
- 2.6 Développement
- 2.4 Éthique
- 2.5 Communications et éducation
- 2.7 Droit
- 2.8 Psychologie
- 2.9 Anthropologie

3.0 MÉTHODE
- 3.1 Analyse des systèmes de soutien à la prise de décision
  - 3.1.1 Données
  - 3.1.2 Modèles
  - 3.1.3 Révision
- 3.2 Échelle
- 3.3 Intégration

4.0 SECTEURS ET RESSOURCES
- 4.1 Agriculture
- 4.2 Eau
- 4.3 Foresterie
- 4.6 Santé
- 4.4 Infrastructure
- 4.5 Service écosystémique et de la faune
- 4.7 Tourisme
- 4.8 Énergie
- 4.9 Pêches
- 4.10 Services d'urgence
- 4.11 Transport
- 4.12 Secteur des services

5.0 LIEU GÉOPOLITIQUE
- 5.1 Enjeux liés aux politiques sur l'utilisation des terres
- 5.2 Lieu
  - 5.2.1 Local
  - 5.2.2 Régional (national)
  - 5.2.3 National
  - 5.2.4 Régional (international)
  - 5.2.5 International/mondial

Catégories fondamentales

La structure proposée suivante pour la littérature sur l'ACC (voir le tableau 5) est établie en partant du principe que la théorie oriente la méthode, qui oriente à son tour la pratique. Des généralités fondamentales (théorie) sur le fonctionnement du monde (c.-à-d. climat ou comportement) évoquent diverses méthodologies (p. ex. relations atmosphériques modélisées, prise de décision rationnelle en matière d'économie), qui peuvent être utilisées pour guider les pratiques anthropiques (c.-à-d. ampleur des mesures d'adaptation et d'atténuation). Bien que la science ne soit pas si linéaire (p. ex. la pratique peut orienter la théorie), cette hypothèse constitue un point de départ raisonnable, compte tenu de la nature exploratrice de la présente analyse. Ce principe se traduit par les cinq catégories ou thèmes de base suivants : théorie, disciplines, méthode, secteurs et ressources et géopolitique (tel qu'il est indiqué dans le tableau 5).

La théorie et la méthode visent expressément les sujets traitant de l'adaptation aux changements climatiques (p. ex. analyses du concept d'adaptation ou méthodologies d'évaluations intégrées), alors que les disciplines constituent un intermédiaire entre ces deux catégories. Les disciplines fournissent des renseignements supplémentaires concernant les divers domaines qui orientent la théorie et la méthodologie sur l'ACC (p. ex. il existe une distinction marquée entre les sciences physiques et sociales[19]). La délimitation de la théorie et de la méthode permettent ainsi une meilleure interprétation, étant donné que les chercheurs sont formés dans des domaines disciplinaires précis. De la même façon, mises ensemble, les catégories « secteurs et ressources » et « géopolitique », représentent les conditions relatives à la pratique en matière d'ACC, qui vise l'amélioration ou le maintien des valeurs humaines (c.-à-d. sous forme de ressources ou de potentialités) associées à un lieu précis (défini géopolitiquement) à l'égard des changements climatiques. Ce format reconnaît que l'on évoque habituellement les ressources (économiques, naturelles et capital social) sous l'angle des secteurs (c.-à-d. agriculture) et des distinctions géopolitiques (p. ex. le secteur agricole des Prairies canadiennes).

Chaque article est classé dans les catégories et sous-catégorie connexes mentionnées précédemment (tableau 5) qui correspondent le mieux à son contenu[20]. Bien que la plupart des articles ne soient classés que dans une seule catégorie, de multiples classifications sont possibles pour les articles qui couvrent efficacement plus d'un sujet. Une fois tous les articles triés, on peut évaluer l'activité intellectuelle relative des sujets abordés, d'après le nombre d'articles qui se trouve dans la catégorie associée au sujet en question. Cette classification ne se veut pas une mesure de l'importance d'un sujet[21], elle indique simplement l'attention relative accordée par les membres de la communauté de l'ACC à un sujet donné. Les tableaux 6.1 à 6.4 indiquent l'activité du milieu universitaire relative qui se déroule au sein de chacune des catégories. La plupart des articles (714 articles ou approximativement 61 % de la totalité des articles sur l'ACC) traitaient expressément de questions relatives aux ressources (c.-à-d. secteurs et ressources) et des distinctions liées au lieu s'y rattachant (57 %), alors que les articles classés dans les catégories théorie et méthode représentaient respectivement 11 % et 16 %, et la catégorie intermédiaire, disciplines, représentait 28 % de l'ensemble des articles.

---

[19] Voir MacLellan (2006), chapitres 3 et 4 pour une analyse approfondie.

[20] Ce processus utilise la fonction de groupements personnalisés du logiciel ENDOTE XI, qui permet à l'utilisateur de définir des sous-catégories et des groupements pour les entrées de sa documentation bibliographique.

[21] En avançant son principe d'Anna Karenina, Diamond (1997) nous rappelle que l'adaptation environnementale doit tenir compte simultanément de nombreux facteurs. En fait, cela signifie que tous les facteurs fondamentaux sont de la même importance; le fait d'ignorer l'un ou l'autre des facteurs entraînera le même échec global. Ce principe découle de la première phrase du roman Anna Karenina de Tolstoy : « Les familles heureuses sont toutes pareilles; chaque famille malheureuse est malheureuse à sa façon. »

Ce point de mire sur la pratique indique que le domaine est déterminé à évaluer les répercussions des changements climatiques et à y répondre. Dans l'analyse qui suit, nous tentons de faire ressortir davantage ces idées générales, en fonction de l'activité intellectuelle relative observée dans chacune des catégories (voir les tableaux 6.1 à 6.4). Certains résultats sembleront évidents, tel que celui mentionné plus haut, alors que d'autres ressortiront seulement lorsqu'on reconnaîtra leur omission. Dans notre analyse, nous porterons une plus grande attention aux catégories qui comptent le nombre d'articles le plus élevé. Nous commençons donc par une brève analyse des principaux sujets abordés dans la catégorie « théorie ». Vient ensuite une analyse des disciplines, qui portera sur la contribution des trois disciplines les plus importantes, définies selon le nombre d'articles, et sur la façon dont elles peuvent être intégrées. Nous analysons ensuite la catégorie « méthode » relativement à ses composantes essentielles. Nous terminons par une analyse de la catégorie « secteurs et des ressources » ainsi que de la catégorie connexe « lieu » portant sur les trois secteurs les plus importants et les distinctions géopolitiques s'y rattachant.

Table 6.1: Nombre d'articles pour les catégories données. Le pourcentage correspond au nombre d'articles dans la catégorie donnée, soit la proportion par rapport au nombre total d'articles figurant dans l'ensemble de la base de données SCOPUS pour l'ACC.

Section	Catégorie de l'adaptation aux changements climatiques	Nombre d'articles (%) par catégorie
1.0	Théories, concepts, généralités ou termes	130 (11 %)
2.0	Distinctions universitaires	324 (28 %)
3.0	Méthodologie	182 (16 %)
4.0	Secteurs et ressources	714 (61 %)
5.0	Lieu	670 (57 %)

CATÉGORIE 1 (théorie)

Cette catégorie traite expressément des généralités ou des enjeux présentés dans les résumés entourant le domaine de l'adaptation aux changements climatiques (11 % de la totalité des articles sur l'ACC). Un bref aperçu de cette littérature montre que de nombreux travaux ont été consacrés au concept de l'adaptation et à son lien avec d'autres termes. Elle a été divisée en sous-sections qui portent sur les concepts de l'adaptation (17 % de tous les articles de la catégorie « théorie »), de l'adaptation et de l'atténuation (22 %), et de l'adaptation, de l'atténuation et du développement durable (11 %). Des termes connexes, tels que « vulnérabilité » et « résilience », sont fortement associés au concept d'adaptation, représentant également 17 % de tous les articles théoriques. Par conséquent, dans notre examen, les deux tiers des analyses théoriques consistaient à définir et à clarifier le concept d'adaptation ainsi que son lien avec d'autres concepts, ce qui est donc l'exercice théorique le plus important dans le domaine. Le tiers restant porte sur des sujets comme l'histoire, l'intégration et l'échelle.

CATÉGORIE 2 (disciplines)

Le tableau 6.2 donne une bonne indication de la configuration comparative des différentes disciplines qui forment le domaine de l'adaptation aux changements climatiques[22]. Il n'y a aucun doute quant à la position privilégiée de l'économie au sein du domaine, vu le nombre d'articles relevés à cet égard (8,6 % des articles figurant dans l'ensemble de données sur l'ACC). Or, les sciences politiques et la sociologie sont également bien représentées, évaluées respectivement à 7,5 % et 4,1 % de la totalité des articles sur l'ACC. Les distinctions disciplinaires restantes sont notamment le développement international, l'éthique et les communications et l'éducation. La discipline « psychologie » (0,4 %) peut être interprétée selon la nécessité d'examiner l'adaptation au niveau de l'individu. De même, l'anthropologie (0,4 %) fournit un point de vue méthodologique des phénomènes locaux ainsi qu'une connaissance de la manière dont les cultures et les sociétés se sont adaptées dans le passé. Enfin, la présence du droit est évidente, vu les nombreuses questions juridiques (sur le plan international, par exemple) qui se rattachent à l'ACC.

Tableau 6.2: A Nombre et pourcentage d'articles (de l'ensemble des données sur l'ACC) pour les catégories données.

Section	Catégorie de l'adaptation aux changements climatiques	Nombre d'articles (%) par catégorie
2.1	Économie	105 (8,9 %)
2.2	Sciences politiques	95 (8,1 %)
2.3	Sociologie	56 (4,7 %)
2.6	Développement	35 (2,9 %)
2.4	Éthique	27 (2,3 %)
2.5	Communications et éducation	12 (1,0 %)
2.7	Psychologie	5 (0,4 %)
2.8	Anthropologie	5 (0,4 %)
2.9	Droit	6 (0,5 %)

Le lien qui unit ces différentes disciplines ressort seulement une fois que la littérature sur les sciences politiques est prise en compte. L'une des principales tâches de ce domaine est l'élaboration de politiques appropriées sur l'ACC qui permettent d'intégrer efficacement les considérations clés (c.-à-d. économiques, sociologiques, éthiques, etc.). Cet objectif entraîne donc le recours à un format d'article type, idéal et évident qui correspond à la structure suivante : 1) les articles sur les sciences politiques commencent habituellement par un bilan des instruments stratégiques actuels, passés ou proposés (58 % des articles sur la science politique); 2) ils analysent ensuite les incidences ou les répercussions des changements climatiques liées aux politiques mentionnées pour un secteur, une ressource ou une valeur dans un contexte géopolitique donné (35 %); 3) ils prévoient l'incidence des options stratégiques proposées en fonction de critères donnés (35 %). Les options stratégiques proposées et critiquées sont considérées sous l'angle de l'intégration (16 %), des tendances dominantes (9 %), du développement durable (7 %) ou des objectifs (5 %).

[22] La littérature compte des discussions sur les liens qui devraient être établis entre les différentes disciplines. Schneider, S. H., 1997. Integrated assessment modeling of global climate change: Transparent rational tool for policy making or opaque screen hiding value-laden assumptions? Environmental Modeling and Assessment **2**(4):229-249. Y compris les sciences mêmes. Lorenzoni, I., M. Jones, M. et al. 2007. Climate change, human genetics, and post-normality in the UK. Futures **39**(1):65-82.

Dans ce contexte, l'économie devient un facteur dans le processus d'élaboration et de critique des politiques sur les changements climatiques. Cette hypothèse semble appuyée par le fait que 23 % des articles dans le domaine de l'économie traitent expressément de la définition des répercussions financières des changements climatiques. D'autres articles viennent aussi appuyer ce processus concernant les politiques : 9,5 % des articles sur l'économie portent sur la mesure des biens et des services, 15,2 % portent sur les risques et la façon de les éviter, 13,3 % examinent les aspects temporels associés à des échelles à plus long terme pertinentes aux changements climatiques et 8,6 % traitent des questions méthodologiques concernant les choix. Ce domaine englobe également les bilans (11,4 %), la méthodologie (12,4 %) et le développement international (5,7 %).

La sociologie est également axée sur les répercussions des changements climatiques (47 % des articles sur la sociologie), sauf qu'elle ne peut se fonder que sur un seul paramètre pour comparer les résultats (c.-à-d. critère pécuniaire). La sociologie tente d'approfondir cette simplification économique en mesurant les facteurs réels qui facilitent l'adaptation ou y nuisent. Une partie substantielle de l'analyse sociologique vise à déterminer les paramètres relatifs à la vulnérabilité (11 %), à la capacité d'adaptation (18 %), au capital social (4 %) et aux échelles utilisées pour ces paramètres (11 %). Les répercussions des changements climatiques et les solutions proposées sont traitées sous l'angle des réseaux sociaux (22 %), des institutions (42 %), du capital social (4 %) et des sexes (15 %). Les propositions de politiques sont traitées du point de vue de l'apprentissage social (15 %) et des approches participatives (9 %). Le sujet se termine par des bilans (22 %).

Catégorie 3 (méthode)

La méthodologie concernant l'ACC peut être quelque peu difficile à classifier vu la multitude des approches possibles. Le lecteur trouvera dans le chapitre 2 de la contribution du Groupe de travail II au quatrième Rapport d'évaluation un aperçu méthodologique qui présente les tendances actuelles et les nouveaux enjeux (GIEC, 2007). Selon le cadre stratégique mentionné précédemment, on suppose que la méthodologie associée à l'ACC vise fondamentalement à favoriser le bien-être de la société face aux changements climatiques au moyen de la mise en œuvre d'instruments stratégiques appropriés. Pour ce faire, la méthode doit évaluer les incidences de diverses réponses aux changements climatiques pour des ressources ou des secteurs particuliers à l'aide d'échelles géopolitiques précises. D'un point de vue systémique, cette recherche de cadres stratégiques ne peut être comprise que dans le contexte de soutien à la prise de décision.

Nous utilisons ici un cadre extrêmement simple qui représente l'essentiel d'un cadre décisionnel pour l'ACC. La prise de décision comprend les points suivants : 1) la considération d'un ensemble défini de solutions de rechange au fil du temps; 2) la probabilité que ces solutions soient mises en œuvre; 3) l'attribution de « préférences » à l'ensemble des résultats possibles en fonction de 4) critères tels que les plus grands avantages des solutions de rechange choisies relativement au classement des préférences (Doyle, 1999). Cette structure peut être simplifiée davantage en la divisant en trois composantes fondamentales : A) données; B) modélisation de prévisions; C) choix/examen des possibilités (MacLellan et Innes, 2002; MacLellan et Fenech, 2007).

Les données descriptives sont des renseignements qui décrivent des environnements abiotiques, biotiques ou atmosphériques passés, y compris les conditions socio-culturelles. Dans le cas qui nous intéresse, cette catégorie comprend le choix des indicateurs, l'échelle pertinente pour les données, le fait que les données sont probabilistes ou explicites sur le plan spatial, la manière dont les données sont recueillies et surveillées ainsi que leur pertinence à l'égard d'autres indicateurs et processus modélisés. Cette catégorie représente 2,8 % de la totalité des articles sur l'ACC. À partir de ces éléments de représentation, des liens dynamiques

entre les éléments peuvent être déduits (modélisés), puis peuvent être prévus pour décrire des conditions environnementales futures. Les modèles de prévision les plus utilisés (2,0 %) dans la littérature sur l'ACC sont évidemment des modèles climatiques, bien que leur utilisation soit souvent implicite. L'ACC traite surtout de l'interprétation des résultats pour d'autres processus en utilisant des modèles de risque, des modèles de consommation d'énergie, des modèles démographiques, des modèles de production industrielle ou des modèles hydrologiques, des modèles de productivité, des modèles de succession des forêts, etc.[23].

Une fois ces prévisions définies (c.-à-d. résultats de la relation modélisée ou des données), il ne reste qu'à choisir les possibilités d'avenir qui conviennent le mieux à la société ou à un sous-ensemble de celle-ci[24]. Divers facteurs viennent maquiller cet aspect de la prise de décision, tels que l'incertitude associée à la modélisation des conditions futures, l'incapacité de représenter tous les états futurs (la plupart des problèmes sont ouverts ou sans limite) et l'incapacité de trouver des solutions à l'aide de prévisions[25]. Le choix ou l'examen des possibilités (4,8 % de l'ensemble de données sur l'ACC) représente tous les processus qui permettent aux décideurs d'en arriver à la solution ou à l'ensemble de solutions privilégié qui peut être mis en œuvre. Bon nombre de ces activités sont implicites dans un cadre décisionnel, y compris la sélection de modèles et de méthodologies, la sélection de scénarios (voir le sujet 3 à la section 2.1), le choix de la technique de recherche pour les possibilités humaines prévues (c.-à-d. méthodes d'optimisation) et les méthodes utilisées pour faire les choix (tribunes démocratiques) [MacLellan et Fenech, 2007].

Outre ces trois facteurs essentiels (données, modèles, examen), il faut également tenir compte d'autres aspects de la prise de décisions en matière d'environnement lorsqu'on élabore une méthodologie. Ces aspects comprennent l'échelle (1,5 %), l'essai et l'intégration des systèmes (3,8 %) [y compris l'utilisation des études de cas] ainsi que les incertitudes et les risques (1,1 %). Pour terminer, le résultat de ce processus (c.-à-d. une stratégie pour l'ACC) doit devenir une prescription (c.-à-d. la mise en œuvre de cette stratégie). Cette considération comprend également la surveillance et l'apprentissage adaptatif.

Catégorie 4 (secteurs et ressources)

Finalement, nous voulons savoir quelles répercussions auront les changements climatiques sur le capital social, économique et naturel dans les collectivités locales, régionales, nationales et internationales au fil du temps. Plus important encore, nous voulons savoir ce que nous pouvons faire pour modifier notre trajectoire de développement vers des possibilités qui se rapprocheraient de nos préférences individuelles et collectives (c.-à-d. vers un développement responsable sur les plans éthique et social et prudent sur le plan économique). Dans cette optique, tous les sujets précédents se regroupent pour orienter nos relations vers des formes de capital précises dans des « lieux » géopolitiques précis. Il existe donc une relation essentielle entre la catégorie 4.0 et la catégorie 5.0 qui peut être difficile à disséquer. Il est souvent difficile d'évaluer l'incidence sur une ressource ou un secteur donné (son utilisation ou sa production) sans faire référence à un lieu précis. Nous avons toutefois divisé la littérature selon la pratique, en deux catégories, car elle permet de fournir des renseignements supplémentaires utiles aux chercheurs.

---

[23] Bien que les prévisions utilisent souvent des modèles de simulation informatiques, il faut se rappeler que les modèles de prévision comprennent également des systèmes de connaissances (cognition humaine individuelle), qui renferment la grande majorité de notre « savoir ».

[24] Ou en excluant celles qui ne sont pas valables.

[25] MacLellan, J.I. 2006. Ecologic Agency: Human Behavior within the Boreal Forest. Toronto (Ont.) : Faculty of Forestry, University of Toronto. p. 368. Voir le chapitre 1 pour un aperçu des limites de la modélisation.

Dans cette optique, nous observons, dans le tableau 6.3, que l'agriculture était sans contredit le sujet le plus important de la littérature sur l'ACC (près de 20 % de la totalité des articles sur l'ACC). L'eau occupe le deuxième rang (16,6 %), la foresterie, le troisième (7,4 %) et la santé humaine, le quatrième (5,1 %). On trouve par la suite l'infrastructure (4,3 %) et les services écosystémiques (2,7 %). Enfin, toutes les autres catégories représentaient chacune moins de 2 % : tourisme (1,5 %), énergie (1,5 %), pêches (1,0 %), services d'urgence (0,7 %), transport (0,3 %) et le secteur des services (0,1 %).

Tableau 6.3 Nombre et pourcentage d'articles (de l'ensemble des données sur l'ACC) pour les catégories données.

Section	Catégorie de l'adaptation aux Changements climatiques	Nombre d'articles (%) par catégorie
4.1	Agriculture	233 (19,9 %)
4.2	Eau	194 (16,6 %)
4.3	Foresterie	87 (7,4 %)
4.6	Santé	59 (5,1 %)
4.4	Infrastructure	50 (4,3 %)
4.5	Service écosystémique et de la faune	31 (2,7 %)
4.7	Tourisme	18 (1,5 %)
4.8	Énergie	17 (1,5 %)
4.9	Pêches	12 (1,0 %)
4.10	Services d'urgence	8 (0,7 %)
4.11	Transport	4 (0,3 %)
4.12	Secteur des services	1 (0,1 %)

En ce qui concerne le contenu, nous examinerons les secteurs qui occupent les trois premiers rangs pour donner une indication du type d'analyse entreprise. La catégorie de l'agriculture comporte avant tout des évaluations de l'incidence des changements climatiques pour un lieu géopolitique précis. Les analyses consistent habituellement à estimer les réponses précises de certaines espèces (en grande majorité il s'agit de plantes, mais 5,2 % de celles-ci visent le bétail) aux changements climatiques ou à la fertilisation par le carbone (14,7 %), calculées soit de façon empirique (13 %) soit au moyen de simulations (30,7 %) pour une région ou une localité donnée (42 % mentionnent un endroit). Près du quart des articles examinent la manière de gérer ces changements (22,5 %), en tenant compte des sols (3,5 %), des organismes nuisibles (2,6 %), de la séquestration du carbone, de l'agrobiodiversité (Kotschi, 2006), des effets sur la faune, de la pollution, etc. Les analyses comprennent souvent une certaine forme d'évaluation de la conjoncture économique (14,7 %) ou des incidences politiques (13,4 %) comme la sécurité alimentaire (3,4 %). Pour terminer, les bilans sur l'agriculture (16,4 %) traitaient des domaines du savoir, de la diffusion des connaissances, de la méthodologie et de la recherche future.

La catégorie de l'eau est divisée en deux axes : le premier concerne les systèmes océaniques (29,4 % des articles sur l'eau) et le deuxième, les systèmes hydrologiques terrestres (40,2 %). L'élévation du niveau de la mer est la principale préoccupation en ce qui concerne les systèmes océaniques, alors que les systèmes hydrologiques terrestres sont analysés dans l'optique des inondations, des sécheresses, de la distribution de

l'eau, de la qualité de l'eau, de l'énergie, etc. Dans les deux cas, la méthodologie est caractérisée par les évaluations de l'incidence des changements climatiques pour des lieux géopolitiques précis (69,6 %). Les évaluations sont habituellement réalisées en exécutant un certain modèle de simulation hydrologique (29 %) pour prévoir le comportement de l'eau dans des conditions de changement climatique et en appliquant des solutions de gestion proposées (41,2 %). Une analyse socio-économique est utilisée dans 14,9 % des articles et des aspects stratégiques sont mentionnés dans 8,2 % des articles. Parmi les aspects uniques concernant l'eau, notons une analyse des systèmes hydrologiques par rapport aux écosystèmes (2,6 %) et l'énergie sous forme hydroélectrique (1,5 %). Un autre aspect clé de cette catégorie est son lien à la fois avec l'agriculture (8,7 %) et les milieux urbains (8,7 %). Pour terminer, les bilans (13,4 %) comportaient des analyses des incidences, des domaines du savoir, de la diffusion des connaissances, des méthodes et de la recherche future.

La foresterie, en tant que catégorie, était quelque peu incohérente. Comme c'était le cas pour les autres secteurs, bon nombre des articles traitaient d'incidences particulières sur des lieux précis (56 % de la catégorie mentionne un lieu précis). Toutefois, les évaluations (28 %) ne semblaient pas viser explicitement les changements climatiques en tant que tels. Il semble qu'on s'intéressait moins à la définition des incidences réelles des changements climatiques au fil du temps qu'à la mise en relief de nouvelles techniques, par exemple. Des modèles de foresterie étaient mentionnés explicitement dans 36 % de la totalité des articles. En outre, 17 % des articles étaient de nature économique ou sociologique. Par ailleurs, 15 % des articles traitaient expressément des incidences politiques, alors que 29 % étaient axés sur les options d'adaptation ou de gestion. Un nombre considérable d'articles mettait l'accent sur les réponses particulières des espèces aux changements climatiques (28 %). Les enjeux particuliers de la foresterie étaient notamment : les incendies (7 %), les organismes nuisibles (3 %), les répercussions sur les écosystèmes (9 %) et la séquestration du carbone (6 %). Enfin, 21 % des articles traitaient expressément des bilans ou de la diffusion de l'information.

Catégorie 5 (lieu géopolitique)

La catégorie 5.0 est divisée en deux grandes parties : la première section porte sur les enjeux relatifs à l'utilisation des terres et aux politiques axées sur les lieux (4 % de la totalité des articles sur l'ACC), et la deuxième section présente une analyse des incidences et des possibilités associées aux changements climatiques ainsi que leurs répercussions dans le contexte de diverses distinctions géopolitiques hiérarchiques (53,4 % de tous les articles sur l'ACC) [voir le tableau 6.4]. Tel qu'il a été mentionné précédemment, une bonne partie de la recherche réalisée dans le domaine de l'ACC porte sur des lieux précis (elle comporte une certaine distinction géopolitique). Les distinctions hiérarchiques adoptées étaient cohérentes avec la littérature : local, régional (national), national, régional (international) et international ou mondial. Local désigne tout établissement, collectivité, village, centre urbain ou municipalité (9 % de la totalité des articles sur l'ACC). La désignation « régional » (national) [18 %] s'entend comme celle étant à mi-chemin entre les désignations « local » et « national » (c.-à-d. une province, un État, etc.). La désignation « national » est évidente (20 %), et la désignation « régional » (international) [10 %] représente tout regroupement de nations ou une région transfrontalière (c.-à-d. Asie du Sud-Est, pays en développement, Pacifique Sud, etc.). Enfin, international ou mondial désigne toute la planète (2 %).

Tableau 6.4 Nombre et pourcentage d'articles (de l'ensemble des données sur l'ACC) pour les catégories données.

Section	Catégorie de l'adaptation aux changements climatiques	Nombre d'articles (%) par catégorie	
5.1	Enjeux liés aux politiques sur l'utilisation des terres	47	(4 %)
5.2.1	Local	110	(9,4 %)
5.2.2	Régional (national)	212	(18,2 %)
5.2.3	National	229	(19,6 %)
5.2.4	Régional (international)	114	(9,8 %)
5.2.5	International/mondial	20	(1,7 %)

Les articles sous la désignation « national » peuvent être définis davantage par pays. Un examen de la littérature montre que certains pays semblent plus souvent être le sujet d'articles. Bien que ces tendances doivent être évaluées avec prudence (le nombre total est faible), elles peuvent être très révélatrices d'un point de vue comparatif. Dans l'ensemble des articles, on trouve un nombre semblable d'articles sur le Canada et les États-Unis, environ la moitié moins sur le Royaume-Uni et encore la moitié moins sur la Chine. En ce qui concerne les tendances, les États-Unis affichent une croissance constante relativement au nombre d'articles, qui semble s'être stabilisée après 2003. Le nombre d'articles sur le Canada a augmenté de façon constante depuis 1996, celui sur le Royaume-Uni a également augmenté de façon constante depuis 2002, et celui de la Chine a été sporadique, puis affiche une augmentation générale depuis 2003. Le nombre d'articles sur l'Australie semble aussi considérable (une recherche rapide indique que le nombre est légèrement plus faible que celui du Royaume-Uni).

RÉSUMÉ

Nous avons créé un moyen simple de structurer nos données en fonction des objectifs de notre recherche. Cette structure propose non seulement un modèle mental pour organiser l'information de façon logique dans le domaine de l'ACC, mais également une idée de ce qui est omis de la littérature et des sources à consulter pour obtenir de nouvelles perspectives (c.-à-d. documents théoriques et observations aberrantes). Bien qu'il soit tentant de pousser cette analyse et d'élaborer une métathéorie sur la relation essentielle entre ces parties, il ne faut pas oublier que cette structure ne constitue qu'une aide heuristique. « Le "monde des idées" est indépendant, convaincant et inévitable, simplement parce que nous le créons délibérément de façon à ce que nos esprits puissent s'y déplacer librement et en toute confiance » (Toulmin et Goodfield, 1965). Une solution miracle intégrative est peu probable pour un domaine si diversifié; nous n'offrons ici qu'une perspective. Dans la section qui suit, nous tenterons d'utiliser les résultats des sections précédentes pour offrir un tour d'horizon du domaine de l'ACC.

4.0 ANALYSE ET CONCLUSION

Malgré l'explosion du domaine de l'ACC au milieu des années 1990 (figure 3), le bon achèvement du quatrième Rapport d'évaluation du GIEC[26], le prix Nobel de la paix remporté par le GIEC[27], l'avancement présumé du domaine (c.-à-d. vers des études sur le développement et la réduction des risques de catastrophe [GIEC, 2007; Klein, Huq et al., 2007]) ainsi qu'un nombre croissant de demandes d'aide pour l'élaboration de stratégies d'adaptation locales[28], certains auteurs sont d'avis que le temps est venu de procéder à une réévaluation du domaine (Pielke, Prins et al., 2007)[29]. Même si le « tabou » de l'ACC est disparu, il ne s'agit pas simplement d'accepter l'adaptation telle que nous la connaissons maintenant. « Si une société en évolution veut s'adapter aux changements climatiques, il est nécessaire de recourir à de nouvelles façons de percevoir les changements climatiques, d'en parler et de lutter contre ceux-ci » (Pielke, Prins et al., 2007).

À un certain niveau, il faudra s'attaquer aux enjeux fondamentaux du domaine : la relation entre l'ACC et les sciences physiques (Cohen, Demeritt et al., 1998); la relation entre l'ACC et le milieu du « développement durable » (comme seule instance du développement durable); les compromis stratégiques entre l'atténuation et l'adaptation. Bien que ces enjeux soient manifestes si l'on se réfère à notre évaluation du Rapport de synthèse du GIEC (section 2.0), au compte de mots et de syntagmes (tableau 4 et figure 5) et au nombre d'articles (section 3.2.2, catégorie 1), les solutions ne le sont pas. De tels enjeux traduisent des préjugés politiques (Cohen, Demeritt et al., 1998), une inertie (Pielke, Prins et al., 2007) et des problèmes de planification qui s'opposent à une analyse officielle (c.-à-d. problèmes pernicieux [Rittel et Webber, 1973]).

Ce rapport a été rédigé en partant de la conviction que les solutions nécessiteront une plus grande ouverture au changement, une plus grande participation des autres domaines (davantage de néophytes) ainsi qu'une plus grande accessibilité au domaine d'information de l'ACC. La compréhension du domaine est la première étape de tout processus innovateur (Wallas, 1926)[30], et il s'agit de notre point de mire. Csikszentmihalyi (1996) mentionne que la créativité peut s'expliquer par la confluence de trois facteurs : le domaine qui consiste en un ensemble de règles, de pratiques et de connaissances; une personne qui apporte une variation originale au contenu du domaine[31]; un domaine qui est formé d'experts qui agissent comme protecteurs de celui-ci et qui décident quelle idée orginiale vaut la peine d'y être ajoutée. Bien que les personnes soient au cœur du processus créatif, une bonne partie de la créativité peut prendre forme en facilitant l'accès aux connaissances du domaine (Csikszentmihalyi, 1999).

---

[26] http://www.ipcc.ch/

[27] http://nobelprize.org/

[28] Observer l'activité récente des centres urbains américains visant à élaborer des plans d'adaptation malgré l'absence de soutien du gouvernement fédéral états-unien (A survey of climate change: Dismal Calculations. The Economist. 7 septembre 2006). Voir également le numéro spécial sur les villes dans Science.

[29] Oppenheimer, M., O'Neill, B.C., Webster, M. et Agrawala, S. The Limits of Consensus. Nature Reports Climate Change. Science 317, 1505–1506 (2007). Publié en ligne le 6 décembre 2007 l doi:10.1038/climate.2007.73, What's next for the IPCC?, Amanda Leigh Haag.

[30] Selon Wallas (1926), tout processus créatif comporte cinq phases : 1) préparation (immersion dans le domaine du savoir); 2) incubation; 3) illumination; 4) vérification; 5) élaboration.

[31] Dans bien des cas, même les problèmes les plus importants d'un domaine ne peuvent être définis clairement; il est facile de trouver une solution à un problème bien défini, il est toutefois beaucoup plus difficile de formuler un problème que personne n'a encore cerné (Csikszentmihalyi, 1999).

Dans la section 3.1, nous avons entrepris l'élaboration d'outils bibliométriques simples visant à faciliter l'accès au domaine du savoir. Nous avons utilisé les fonctions de gestion des données du logiciel ENDNOTE ainsi que les mesures de citations de la base de données SCOPUS pour examiner les articles relativement au nombre de citations qui y font référence, à leurs auteurs ainsi qu'à leur lieu et à leur date de publication. Des revues ont également été examinées au regard du nombre d'articles sur l'ACC qu'elles ont publié et de leur facteur d'impact. Les principaux auteurs ont été déterminés d'après le nombre d'articles qu'ils ont rédigés, leur classement par nombre de citations et le nombre de références qui renvoient aux auteurs. Dans tous les cas, le milieu de l'ACC accordait une attention préférentielle non linéaire à des auteurs, à des revues et à des articles en particulier, ce qui nous laisse supposer qu'il est possible d'accéder à une grande valeur informationnelle, et ce, sans trop de peine si l'on dispose des moyens pour relever ces documents à la lumière des mises en garde. Un simple programme de mise à jour de la documentation bibliographique est proposé afin de rester au fait du domaine d'information.

Les statistiques bibliométriques sont utiles, mais fournissent peu d'information quant à la structure et au contenu du domaine. Afin de permettre une compréhension plus approfondie du domaine, nous offrons deux techniques additionnelles qui sont très utiles, malgré leur aspect sommaire. La première technique (section 3.2.1) utilise les fonctions de recherche du logiciel ENDNOTE pour calculer les comptes de mots. Cette méthode sert seulement à effectuer des comparaisons et à déterminer la façon dont les concepts émergent et se dissipent. Par exemple, le terme « résilience » est souvent utilisé dans la littérature comme équivalent des termes « adaptation » et « vulnérabilité », mais sa présence est beaucoup moins importante. De plus, le principal artisan du concept de « résilience », C.S. Holling, n'a qu'une publication dans l'ensemble de données sur l'ACC (Holling 2004), or son nom y est mentionné 60 fois (cité par d'autres articles). Cet ensemble de données incompréhensible est bien expliqué par Janssen, Schoon et al. (2006), qui indiquent une limite fondamentale à notre ensemble de données, soit l'omission d'un champ d'enquête entier en rapport direct avec l'ACC.

La deuxième technique vise à structurer la littérature autour de l'hypothèse selon laquelle un but général pragmatique (c.-à-d. l'adaptation de la société aux changements climatiques anthropiques) caractérise le domaine, qui donne une structure précise de l'ensemble des connaissances sur l'ACC. En réalité, il existe de nombreuses possibilités de structures et de perspectives; les rapports du GIEC reposent sur une telle structure, qui, selon certains, tendrait à défavoriser l'adaptation (Cohen, Demeritt et al., 1998). Le but, ici, était double : 1) établir officiellement un cadre d'information sur l'ACC axé principalement sur l'adaptation aux changements climatiques (plutôt que l'atténuation); 2) démontrer une méthodologie. Nous ne présentons aucune grande stratégie permettant d'intégrer toute l'information pertinente au domaine de l'ACC, mais simplement une perspective donnée et les moyens pour organiser les données.

Dans cette technique, l'auteur, le titre, le résumé et des mots clés sont utilisés pour classer les articles par catégories et pour cerner l'idée du contenu, la pertinence et la valeur informationnelle des articles. Les principaux articles sont définis selon leur association à leur catégorie, l'importance de la catégorie en tant que telle, la réputation de l'auteur, le prestige de la revue, le classement général de l'article (établi par le nombre de citations) ainsi que leur classement au sein de la catégorie. Ces articles sont classés systématiquement en catégories fonctionnelles, en commençant par le sujet le plus général ou abstrait, puis en allant vers des sujets de plus en plus précis, particuliers ou appliqués. Cette structure traduit l'idée selon laquelle la méthode et la théorie de diverses disciplines mènent, au bout du compte, à la prise de décisions ou de mesures réelles dans une région géopolitique donnée.

Il existe cinq catégories fondamentales dans la littérature : concepts et théories générales, distinctions universitaires, questions méthodologiques, secteurs et ressources, évaluations définies par le lieu géopolitique. La plupart des questions théoriques traitent du concept « d'adaptation » et de sa relation avec des concepts ou des termes connexes, tels que l'atténuation, le développement durable, la vulnérabilité, la capacité d'adaptation, etc. L'économie semblait être la discipline la plus importante comme critère de décision, méthodologie et source d'information. La sociologie et les sciences politiques occupaient également une place importante. Comme il fallait s'y attendre, la plupart des articles traitaient d'enjeux relatifs aux secteurs ou aux ressources dans un lieu géopolitique donné. Les questions liées aux ressources en eau et en agriculture prédominaient, suivies de près par les questions liées à la foresterie et à la santé. Étonnamment, les pêches et les services écosystémiques semblaient sous-représentés.

On pourrait facilement formuler des explications pour déterminer pourquoi certains secteurs sont surreprésentés ou sous-représentés. Par exemple, il semblait quelque peu étonnant que les pêches soient relativement sous-représentées, compte tenu de leur importance remarquable pour la sécurité alimentaire mondiale et des données probantes de la migration d'espèces marines (GIEC, 2007). On ne s'attendait pas non plus à ce que seulement 2,7 % des articles soient classés dans la catégorie « services écosystémiques et de la faune », vu l'extrême importance des services écosystémiques pour le bien-être de la société. Pourquoi? La réponse est simple : nous avons retiré ces articles de l'ensemble de données lorsque nous avons éliminé les articles portant sur l'adaptation comportementale et évolutionnaire des autres espèces aux changements climatiques. Ce faisant, nous avons, en fait, éliminé un volet de l'écologie de notre littérature (dans la catégorie 2 : disciplines). L'ambiguïté ainsi créée indique qu'il faudra porter une attention particulière à l'incorporation de telles distinctions dans l'avenir.

Un autre aspect de cette omission pourrait être que le syntagme « adaptation aux changements climatiques » est propre aux disciplines associées au processus du GIEC. « Résilience » est un terme utilisé pour transmettre une notion similaire par les personnes qui s'intéressent aux études sur les écosystèmes. Cette idée est examinée plus en profondeur par Janseen et al. (2006), tel qu'il est mentionné précédemment. Ils utilisent une analyse bibliométrique pour examiner les « domaines du savoir » associés à ces termes. Leurs résultats indiquent que le domaine du savoir associé à « résilience » n'est que faiblement lié au domaine de l'adaptation par l'entremise de coauteurs et de citations. Les chercheurs qui utilisent le terme « résilience » ont habituellement un bagage en écologie et en mathématiques, alors que les chercheurs qui utilisent le terme « adaptation » possèdent un bagage en géographie et en catastrophes naturelles axé sur les études de cas et la recherche sur les changements climatiques. On ne peut tout simplement pas regrouper les deux domaines, étant donné qu'ils accusent des divergences théoriques importantes[32]. La leçon à tirer est la suivante : nous devons reconnaître les limites de notre méthodologie et du langage utilisé, et compenser ces limites en élargissant la portée de notre examen.

Pour terminer, il semblait utile, pour établir des liens fondamentaux entre les sujets du domaine, de recourir à une classification qui divisait les sujets de la méthodologie comme suit : données, modélisation de prévisions et choix/examen des possibilités. Cette classification était fondée sur la notion selon laquelle un but général caractérisait le domaine et une approche systémique pouvait être utilisée pour ordonner ou structurer l'information de façon à pouvoir tirer des conclusions concernant les principales relations. Si un chercheur accepte les buts et l'intention de la perspective offerte ici, la structure proposée peut lui indiquer

[32] Le livre de Roe, *Taking Complexity Seriously*, a provoqué un débat important au sein des auteurs comme Holling, tel qu'il est démontré dans la revue Ecology and Society, vol. 4, numéro 2 (2000).

approximativement où se situent ses recherches dans le tableau global ou lui fournir de nouvelles idées pour des recherches futures. La corrélation qui existe entre ces trois facteurs (données, modèles, choix) signifie également qu'il existe d'autres formulations possibles, qui pourraient ouvrir de nouvelles portes pour des analyses. Une myriade de perspectives sont possibles.

En conclusion, l'adaptation est l'un de ces processus omniprésents difficiles à cerner. D'une part, nous connaissons tous très bien l'adaptation (nous nous adaptons tous les jours aux conditions météorologiques); d'autre part, nous réalisons, de plus en plus, que les réponses fondées sur l'expérience climatique passée ne conviendront pas, vu ce que l'avenir nous réserve. Une hypothèse sous-jacente à ce rapport est que nous possédons la capacité de nous adapter de façon créative[33], à condition que l'on nous fournisse les bons outils, le bon environnement et la bonne attitude (Csikszentmihalyi, 1999). Nous avons tenté, dans ce rapport, de fournir les outils permettant de comprendre l'ensemble de l'information sur l'ACC. Il est évident qu'il reste beaucoup à faire pour passer d'évaluations sporadiques, statiques et dépassées (rapports d'évaluation du GIEC) à des approches plus dynamiques qui intègrent des analyses bibliométriques des articles sur les changements climatiques en temps réel. Des ensembles de données plus vastes, des analyses étendues et des outils plus conviviaux encourageraient sans doute la migration des néophytes à ce domaine, favorisant ainsi un débat plus approfondi sur l'adaptation aux changements climatiques. Vu la nature diversifiée de ce domaine, un tel débat ne pourrait que s'avérer fructueux.

[33] Voir cependant : Homer-Dixon, T. 2000. *The Ingenuity Gap: Can We Solve the Problems of the Future?* Toronto (Ont.) : Knopf.

RÉFÉRENCES

Baker, P.T. 1984. The adaptive limits of human populations. *Man* 19(1):1-14.

Ball, P. Prestige is factored into journal ratings. *Nature* 439:770-771.

Barry, R.G., Chorley, R.J. 2003. Atmosphere, Weather and Climate. New York (NY) : Routledge.

Beerling, D. 2007. The Emerald Planet: How Plants Changed Earth's History. Londres (R.-U.) : Oxford University Press.

Berlin, B., Breedlove, D.E. *et al.* 1973. The classifying animal - General Principles of Classification and Nomenclature in Folk Biology. *American Anthropologist* 75(1):18.

Bobe, R., Behrensmeyer, A.K. 2004. The expansion of grassland ecosystems in Africa in relation to mammalian evolution and the origin of the genus Homo. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 207(3-4):399-420.

Bodansky, D. 2006. *The International Climate Change Regime 5:* 147-180.

Bord, R.J., Fisher, A. *et al.* 1999. Public perceptions of global warming: United States and international perspectives. *Climate Research* 11(1):75-84.

Boykoff, M.T. 2008. Lost in translation? United States television news coverage of anthropogenic climate change, 1995-2004. *Climatic Change* 86:1-11.

Boykoff, M.T., Boykoff, J.M. 2004. Balance as bias: global warming and the US prestige press. *Global Environmental Change* 14:11.

Cohen, S. 2008. Climate Change in the 21st Century. *Vancouver* 544.

Cohen, S., Demeritt, J. et al. 1998. Climate change and sustainable development: towards dialogue. *Global Environmental Change* 8(4):341-371.

Coward, H., Weaver, A.J. 2004. Hard Choices: Climate Change in Canada. Waterloo (Ont) : Wilfrid Laurier University Press.

Csikszentmihalyi, M. 1996. Creativity: Flow and the Psychology of Discovery and Invention. New York (NY) : HarperCollins.

Csikszentmihalyi, M. (1999). Creativity. In: Wilson, R.A., Keil, F.C. The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences. Londres (R.-U.) : A Bradly Book, The MIT Press. p. 205-206.

Dasgupta, P. 2007. A challenge to Kyoto: Book Reviewed - Cool It: The Skeptical Environmentalist's Guide to Global Warming, By B. Lomborg. *Nature* 449(Sept. 2007):2.

Doyle, J. 1999. Rational Decision Making. In: Wilson, R.A., Keil, F.C. The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences. Londres (R.-U.) : A Bradly Book, The MIT Press. p. 701-703.

Fagan, B. 2004. The Long Summer: How Climate Changed Civilization. New York (NY) : Basic Books.

Farbotko, C. 2005. Tuvalu and climate change: Constructions of environmental displacement in the Sydney Morning Herald. *Geografiska Annaler, Series B: Human Geography* 87(4):279-293.

Flannery, T. 2005. The Weather Makers: How We Are Changing the Climate and What it Means for Life on Earth. Toronto (Ont.) : Harper Collins Publishers Ltd.

Gunderson, L.H., Holling, C.S. (éditeurs). 2001. Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems. Washington (DC) : Island Press.

Holling, C.S. 2001. Understanding the complexity of economic, ecological,and social systems. Ecosystems 4:390-405.

Holling, C.S. 2004. From complex region to complex worlds. *Ecology and Society* 9(1).

Homer-Dixon, T. 2000. The Ingenuity Gap: Can We Solve the Problems of the Future? Toronto (Ont.) : Knopf.

Homer-Dixon, T. 2008. Positive Feedbacks, Dynamic Ice Sheets, and the Recarbonization of the Global Fuel Supply: The New Sense of Urgency about Global Warming. *In:* Bernstein, S., Brunnee, J., Duff, D.G., Green, A.J. A Globally Integrated Climate Policy for Canada. Toronto (Ont.) : University of Toronto Press. p. 37-54.

GIEC. 2001. Rapport spécial sur les scénarios d'émissions.

GIEC. 2007. Climate Change 2007 - Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution du Groupe de travail II au Quatrième rapport du GIEC (Climate Change 2007). Cambridge University Press.

GIEC. 2007. Climate Change 2007 - Mitigation of Climate Change. Contribution du Groupe de travail III au Quatrième rapport du GIEC. Cambridge University Press.

GIEC. 2007. Climate Change 2007 - The Physical Science Basis. Contribution du Groupe de travail I au Quatrième rapport du GIEC (Climate Change 2007), Cambridge University Press.

GIEC. 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. Londres (R.-U.) : Cambridge University Press.

Janssen, M.A., Schoon, M.L. et al. 2006. Scholarly networks on resilience, vulnerability and adaptation within the human dimensions of global environmental change. *Global Environmental Change* 16(3):240-252.

Kane, S., Shogren, J.F. 2000. Linking adaptation and mitigation in climate change policy. *Climatic Change* 45(1):75-102.

Klein, R.J.T., Huq, S. et al. 2007. Inter-relationships between adaptation and mitigation. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution du Groupe de travail II au Quatrième rapport d'évaluation du GIEC. Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J., Hanson, C.E. (éditeurs). Cambridge (R. U.) : Cambridge University Press. p. 745-777.

Kotschi, J. 2006. Agrobiodiversity vital in adapting to climate change. *Appropriate Technology* 33(4):63-66.

Krippendorf, K. 2004. Content Analysis: An Introduction to Its Methodology. Thousand Oaks (CA) : Sage.

Kuhn, T.S. (éditeur). 1962. The Structure of Scientific Revolutions. Chicago (IL) : University of Chicago Press.

Lomborg, B. 2007. Cool It: The Skeptical Environmentalist's Guide to Global Warming. Knopf.

Lorenzoni, I., Jones, M. et al. 2007. Climate change, human genetics, and post-normality in the UK. *Futures* 39(1):65-82.

MacLellan, J.I. 2006. Ecologic Agency: Human Behavior within the Boreal Forest. Toronto (Ont.) : Faculty of Forestry, University of Toronto. p. 368.

MacLellan, J.I., Fenech, A. 2007. Integrated adaptation modeling of climate change: A municipal case study in Ontario, Canada. Issues in Global Water System Research: Global Assessments: Bridging Scales and Linking to Policy. Adelphi (É. U.) : University of Maryland, University College. Bonn (Allemagne) : The Global Water System Project.

MacLellan, J.I., Innes, J.L. 2002. A Systems Review of Lignum's Innovative Forest Practises Agreement, Research Program and Information Management Platform. Vancouver (C.-B.) : Faculty of Forestry, The University of British Columbia.

McGuffie, K., Henderson-Sellers, A. 2005. A Climate Modelling Primer. Chichester, West Sussex (Angleterre) : John Wiley & Sons.

Mitchell, A. 2007. The Pollyanna of global warming. Toronto (Ont.) : Globe and Mail.

Pielke, Jr., Prins, G. *et al.* 2007. Climate change 2007: Lifting the taboo on adaptation. *Nature* 445(7128):597-598.

Rittel, H.W.J., Webber. M.M. 1973. Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Science* 4:155-169.

Roe, E. 1998. Taking Complexity Seriously: Policy Analysis, Triangulation and Sustainable Development. Norwell (MA) : Kluwer Academic Publishers.

Saha, S., Saint, S. et al. 2003. Impact factor: a valid measure of journal quality? *Journal of the Medical Library Association* 91(1):42-46.

Schneider, S.H. 1997. Integrated assessment modeling of global climate change: Transparent rational tool for policy making or opaque screen hiding value-laden assumptions? *Environmental Modeling and Assessment* 2(4):229-249.

Schule, W. 1992. Vegetation, megaherbivores, man and climate in the Quaternary and the genesis of closed forests. *Tropical forests in transition.* p. 45-76.

Strom, R. 2007. Hot House: Global Climate Change and the Human Condition. New York (NY) : Copernicus Books, Praxis Publishing.

Swart, R., Robinson, J. et al. 2003. Climate change and sustainable development: Expanding the options. *Climate Policy* 3(SUPPL 1).

Toulmin, S., Goodfield, J. (éditeurs). 1965. The Discovery of Time. Chicago (IL) : The University of Chicago Press.

Wall, E., Smit, B. 2006. Agricultural adaptation to climate change in the news. *International Journal of Sustainable Development* 9(4):355-369.

Wallas, G. (éditeur). 1926. The Art of Thought. New York (NY) : Harcourt-Brace.

Ward, B. 2008. A higher standard than ‘balance’ in journalism on climate change science. *Climatic Change* 86:13-17.

Watt, D.J. 2003. Six Degrees: The Science of the Connected Age. New York (NY) : W. W. Norton & Co.

Weart, S.R. 2003. The Discovery of Global Warming. Cambridge (MA) : Harvard University Press.

Papier Occasionnel 1 : *Novembre 2004, Changements climatiques et déficit d'adaptation, Ian Burton*

Papier Occasionnel 2 : *Janvier 2005, Intégration des connaissances scientifiques sur l'adaptation et les impacts pour le développement de solutions, Don C. MacIver*

Papier Occasionnel 3 : *Janvier 2005, Villes et collectivités : vulnérabilité des infrastructure face à l'évolution du climat, Heather Auld et Don MacIver*

Papier Occasionnel 4 : Janvier 2005, *Changements Climatiques : Renforcer la Capacité d'adaptation, Adam Fenech, Don MacIver, Heather Auld, Robin Bing Rong et Yongyuan Yin*

Papier Occasionnel 5 : *Mai 2005, , Les Amériques : Renforcement des capacités d'adaptation aux changements environnementaux planétaires, Adam Fenech, Mary Murphy, Don MacIver Heather Auld et Robin Bing Rong*

Papier Occasionnel 6 : *2005, Biométéorologie et adaptation : Un aperçu, Don MacIver, Heather Auld, Natty Urquizo et Marianne Karsh*

Papier Occasionnel 7 : *2006, Influences atmosphériques sur l'industrie acéricole en Amérique du Nord, Don C. MacIver, Marianne Karsh, Neil Comer, Joan Klaassen, Heather Auld, et Adam Fenech*

Papier Occasionnel 8 : *2008, Prévisions climatiques de la biodiversité des forêts à l'aide du réseau mondial d'observation de la terre de la smithsonian institution, Marianne Karsh, Don C. MacIver, Adam Fenech et Heather Auld*

Papier Occasionnel 9 : *2007, Les changements dans les régimes météorologiques, l'incertitude et les risques pour les infrastructures : les nouvelles exigences d'adaptation, Heather Auld et Don C. MacIver*

Papier Occasionnel 10 : *2007, Les options d'adaptation des infrastructures à l'évolution du climat, Heather Auld, Don C. MacIver et Joan Klaassen*

Papier Occasionnel 11 : *2007, L'altération atmosphérique des bâtiments et les changements climatiques : les options d'adaptation, Heather Auld, Joan Klaassen et Neil Comer*

Papier Occasionnel 12 : *2007, Planification de la gestion des dangers atmosphériques et des catastrophes dans des conditions climatiques changeantes, Heather Auld, Don C. MacIver, Joan Klaassen, Neil Comer et Bryan Tugwood*

Papier Occasionnel 13 : *Les Amériques : Renforcement de la capacité d'adaptation aux changements environnementaux a l'échelle du globe, Adam Fenech, Heather Auld, Don MacIver, et James P. Bruce*

POUR OBTENIR DES COPIES ADDITIONNELLES :

DIVISION DE RECHERCHE SUR L'ADAPTATION ET LES RÉPERCUSSIONS
Environnement Canada
4905 rue Dufferin, Toronto (Ontario)
CANADA M3H 5T4
Attention: Don MacIver
don.maciver@ec.gc.ca