

Tel qu'indiqué dans le document intitulé *Aller de l'avant pour contrer les changements climatiques : Un plan pour honorer notre engagement de Kyoto* [www.climatechange.gc.ca/French/], l'hypothèse de travail du gouvernement veut que la LCPE (1999) soit choisie comme mécanisme législatif pour instituer un système de réglementation des grands émetteurs finaux qui rejettent des gaz à effet de serre visés par le Protocole de Kyoto. Le plan mentionne également que le gouvernement réglerait en vertu des parties 5 et 11 de la LCPE (1999). Pour ce faire, il faudrait d'abord ajouter les GES à la liste des substances inscrites à l'annexe 1 de la Loi.

La décision d'ajouter une substance à l'annexe I doit être prise par le gouverneur en conseil (le Cabinet fédéral). Celui-ci peut, s'il est convaincu que la substance répond aux critères établis à l'article 64 de la LCPE, et sur recommandation des ministres de l'Environnement et de la Santé, prendre un décret d'inscription de la substance à la liste de l'annexe 1.

Voici les critères établis à l'article 64 de la LCPE : la substance pénètre ou peut pénétrer dans l'environnement en une quantité ou une concentration ou dans des conditions de nature à :

- a) avoir, immédiatement ou à long terme, un effet nocif sur l'environnement ou la diversité biologique;
- b) mettre en danger l'environnement essentiel pour la vie humaine;
- c) constituer un danger au Canada pour la vie ou la santé humaine.

Par conséquent, la première étape consiste à démontrer que la substance répond à au moins un de ces critères. Dans le document *Aller de l'avant pour contrer les changements climatiques*, on mentionne que les connaissances scientifiques internationales démontrent clairement que les GES satisfont au deuxième critère d'inscription, à savoir qu'ils mettent en danger l'environnement essentiel pour la vie.

Ce rapport comprend un résumé des données scientifiques internationales présentées dans le Troisième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) et vise à déterminer si les gaz à effet de serre (GES) ou groupes de GES visés par le Protocole de Kyoto (soit le dioxyde de carbone [CO₂], le méthane [CH₄], l'oxyde de diazote [N₂O], l'hexafluorure de soufre [SF₆], les hydrofluorocarbures [HFC] et les perfluorocarbures [PFC]) répondent à un ou plusieurs des critères définis à l'article 64 de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (LCPE, 1999). Les renseignements qui sont présentés dans le Troisième rapport d'évaluation du GIEC ont été utilisés exclusivement car les scientifiques et les gouvernements du monde entier reconnaissent que les conclusions du Troisième rapport sont récentes et représentent le consensus scientifique actuel sur les changements climatiques. Il est important de noter que le GIEC, un organe des Nations Unies, a produit les données scientifiques qui sont à la base du Protocole de Kyoto. Les documents scientifiques publiés depuis 2001, qui

seront inclus dans le Quatrième rapport d'évaluation du GIEC (prévu pour 2007), devraient renforcer les conclusions du Troisième rapport d'évaluation. Les données fournies permettent de conclure que les GES visés par le Protocole de Kyoto pénètrent ou peuvent pénétrer dans l'environnement en une quantité ou concentration ou dans des conditions de nature à mettre en danger l'environnement essentiel pour la vie, et répondent donc au critère définis au paragraphe 64 (b) de la LCPE.

Les ministres de l'Environnement et de la Santé entendent présenter ces données au gouverneur en conseil à la fin de l'été et au début de l'automne, et recommander l'ajout des GES à l'annexe 1. Avec l'assentiment du gouverneur en conseil, un décret visant à inscrire les GES à l'annexe 1 ainsi que ce rapport seraient publiés dans la Partie I de la Gazette du Canada pour une période de commentaires de 60 jours.

Renseignements :

Cynthia Wright
Directrice générale, Politiques stratégiques
Service de la protection de l'environnement
Environnement Canada
PVM, 21e étage
351, boul. St-Joseph
Gatineau (Québec) K1A 0H3
Tél. : (819) 953-6830

**Les gaz à effet de serre (GES) visés par le
Protocole de Kyoto et la *Loi canadienne sur la
protection de l'environnement*, 1999 : synthèse
des éléments scientifiques pertinents issus du
troisième Rapport d'évaluation du GIEC* dans le
contexte de l'article 64 de la LCPE.**

* Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1. INTRODUCTION	1
1.1 BUT DU RAPPORT	1
1.2 PORTÉE DU RAPPORT	1
1.3 LE TROISIÈME RAPPORT D'ÉVALUATION (TRE) DU GIEC	1
2. CONCLUSIONS DU GIEC SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ACTUEL ET À VENIR PERTINENTS POUR LA LCPE	3
2.1 LE CHANGEMENT CLIMATIQUE OBSERVÉ ET SES CAUSES.....	4
2.2 CHANGEMENT CLIMATIQUE À VENIR.....	5
2.3 TERMINOLOGIE DU GIEC CONCERNANT LA CONFIANCE ET LA PROBABILITÉ.....	5
3. ÉVALUATION DES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LE CONTEXTE DE L'ARTICLE 64 DE LA LCPE, 1999.....	6
3.1 IMPACTS SUR LES SYSTÈMES NATURELS.....	6
3.2 IMPACTS SUR LES SYSTÈMES ESSENTIELS POUR LA VIE HUMAINE.....	8
3.3 IMPACTS SUR LA VIE HUMAINE.....	11
3.4 AUTRES INDICATIONS DES CONSÉQUENCES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE	12
4. CONCLUSION.....	14
NOTES.....	16

1. INTRODUCTION

1.1 But du rapport

Le présent rapport a pour but de déterminer si les gaz à effet de serre (GES) ou groupes de GES visés par le Protocole de Kyoto, et non les autres GES, (soit le dioxyde de carbone [CO₂], le méthane [CH₄], l'hémioxyde d'azote [N₂O], l'hexafluorure de soufre [SF₆], les hydrofluorocarbures [HFC] et les perfluorocarbures [PFC]) répondent à un ou plusieurs des critères définis à l'article 64 de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE, 1999). On y examine la pertinence des informations scientifiques présentées dans le troisième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (TRE – GIEC) face aux critères définis dans l'article 64 de la LCPE.

1.2 Portée du rapport

Le rapport est organisé en quatre sections. La première (Introduction) définit le cadre de l'examen des éléments scientifiques pertinents effectué dans les sections qui suivent. On y présente le but et la portée du rapport, ainsi que la justification de s'appuyer sur les éléments scientifiques avancés par le troisième Rapport d'évaluation du GIEC. Dans la deuxième section (conclusions du GIEC sur les changements climatiques actuel et à venir), on examine les principales conclusions du TRE du GIEC sur les questions du changement climatique observé et de ses causes, ainsi que sur l'évolution future du climat. Dans cette section, on présente les indications du rôle des émissions humaines de GES dans le changement climatique, une conclusion qui justifie alors la discussion subséquente du fait que les GES répondent ou non aux critères de l'article 64 de la LCPE.

La troisième section (Évaluation des GES dans le contexte de l'article 64 de la LCPE) présente des gammes particulières d'indices tirées du TRE du GIEC et considérées comme très pertinentes face à l'article 64 de la LCPE. La dernière section formule une conclusion sur le fait que l'information documentée dans le TRE du GIEC et résumée ici puisse ou non appuyer une recommandation des ministres au Gouverneur en conseil, à savoir d'ajouter les GES à l'annexe 1 de la LCPE, 1999, conformément aux critères définis à l'article 64.

1.3 Le troisième Rapport d'évaluation (TRE) du GIEC

Comme on l'a indiqué plus haut, l'approche adoptée dans le présent rapport consiste à examiner les diverses indications de conséquences du changement climatique, telles qu'évaluées par le TRE du GIEC, dans le contexte de l'article 64 de la LCPE, 1999. Le TRE du GIEC se composait de quatre rapports : Bilan 2001 des changements climatiques : Les éléments scientifiques (Contribution du Groupe de travail I), Bilan 2001 des changements climatiques : Conséquences, adaptation et vulnérabilité (Contribution du Groupe de travail II), Bilan 2001 des changements climatiques : Mesures d'atténuation (Contribution du Groupe de travail III), Bilan 2001 des changements climatiques : Rapport de synthèse. Tous sauf le rapport sur l'atténuation sont pertinents au sujet à l'étude. L'objectif du présent rapport n'est pas de fournir un résumé exhaustif

des conclusions du GIEC sur les éléments scientifiques et les conséquences du changement climatique, mais plutôt de couvrir suffisamment de matière pour permettre de décider s'il y a ou non des indications que les GES répondent aux critères fixés à l'article 64 de la LCPE, 1999.

Le GIEC a été créé en 1988 par des organismes des Nations Unies pour entreprendre des évaluations exhaustives périodiques des informations scientifiques et socioéconomiques disponibles sur le changement climatique et ses conséquences, et sur les options d'atténuation et d'adaptation aux risques posés par le changement climatique. Jusqu'ici, le GIEC a publié des évaluations exhaustives en 1990, 1996 et 2001. Une quatrième évaluation est en cours de préparation. Le GIEC est souvent appelé à conseiller la Conférence des Parties, et d'autres organes de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques.

La préparation des rapports d'évaluation du GIEC met à contribution plusieurs milliers d'experts du monde entier. Les experts canadiens ont activement participé à chacune des trois évaluations réalisées à ce jour, et fournissent actuellement des contributions significatives à la préparation de la quatrième. Les rapports des groupes de travail individuels du GIEC sont basés sur une évaluation de la littérature technique publiée dans des revues à comités de lecture et disponible au moment de la préparation du rapport. Le TRE, publié en 2001, reposait donc sur les éléments scientifiques publiés jusqu'en 2001 inclusivement. (Les articles qui avaient été acceptés pour publication mais n'étaient pas encore parus n'ont pas été inclus dans le corpus de littérature utilisé pour le TRE.)

Les rapports d'évaluation du GIEC subissent eux-mêmes un processus de contre-expertise très fouillé et ouvert, auquel participent des centaines d'experts gouvernementaux et non gouvernementaux. Les rapports terminés sont finalisés puis acceptés lors de Sessions de leurs Groupes de travail respectifs. Les sessions plénières du GIEC, auxquelles participent des représentants de quelque 120 nations, acceptent ensuite les décisions des Groupes de travail quant à leurs rapports finaux, et approuvent les Résumés à l'intention des décideurs qui accompagnent chaque Rapport technique. Les contributions des trois Groupes de travail au TRE ont été acceptées, et les Résumés à l'intention des décideurs approuvés, lors de la 17^e session du GIEC. La 18^e session du GIEC a adopté le Rapport de synthèse et approuvé son Résumé à l'intention des décideurs.

La valeur des évaluations du GIEC tient à ce qu'elles couvrent une littérature technique vaste et complexe qui fait intervenir de nombreuses disciplines scientifiques et sociales. Elle tient aussi au processus d'établissement de consensus qui sous-tend la préparation des rapports du GIEC. C'est là un volet fondamental de tout processus d'évaluation scientifique : déterminer, à la lumière des connaissances actuelles, ce sur quoi on peut s'entendre, quel degré de confiance les scientifiques accordent à ces conclusions, et quelles zones d'incertitude demeurent. Le « consensus » qui se dégage n'implique pas qu'il y ait unanimité d'opinion entre les experts scientifiques, mais plutôt que les indications tirées de la littérature scientifique, au moment de la rédaction, appuient les conclusions tirées. Les articles et les scientifiques peuvent individuellement ne pas être d'accord avec les conclusions, mais celles-ci concordent avec le grand corpus de littérature existant et en sont une bonne représentation. Le degré auquel les scientifiques s'entendent est de toute manière reflété dans les énoncés relatifs à la

confiance et à la probabilité qui sont attachés à des résultats particuliers (et le GIEC s'est doté d'un lexique précis à cet égard; voir la section 2.3 du présent rapport).

Du fait du processus suivi dans la préparation de ses rapports, le GIEC est largement reconnu comme l'autorité internationale en matière de science du changement climatique. Après la publication du TRE, les académies des sciences¹ de 17 pays ont appuyé ses conclusions et le processus de préparation des rapports. En outre, un comité spécial du National Research Council des États-Unis a informé le président George Bush que le rapport principal du Groupe de travail I du GIEC inclus dans le troisième Rapport d'évaluation (qui concerne les éléments scientifiques et les prévisions du changement climatique) était un « admirable résumé des activités de recherche en science du climat »². Ces rapports ont donc été acceptés dans le monde entier comme faisant autorité sur l'état actuel des connaissances scientifiques sur le changement climatique.

C'est pour ces raisons qu'Environnement Canada et Santé Canada n'ont pas entrepris d'autres revues scientifiques en vue de déterminer si les GES répondaient aux critères définis à l'article 64 de la LCPE, 1999. Ces ministères ont préféré utiliser exclusivement les informations du TRE du GIEC. Les conclusions du TRE sont récentes, et ont déjà été acceptées par des scientifiques et des gouvernements du monde entier. De plus, on s'attend à ce que la littérature scientifique publiée depuis 2001, qui sera couverte dans le quatrième Rapport d'évaluation du GIEC (lequel sera produit en 2007), conforte les conclusions du TRE.

2. CONCLUSIONS DU GIEC SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ACTUEL ET À VENIR PERTINENTS POUR LA LCPE

En faisant intervenir les dispositions des articles 64 et 90 de la LCPE, on peut recommander qu'une substance soit inscrite à l'annexe 1 de la Loi, ce qui permet de mettre en œuvre des mesures de prévention ou de contrôle, dans les cas où elle pénétrerait ou pourrait pénétrer dans l'environnement en une quantité ou concentration ou dans des conditions de nature à :

- a. avoir, immédiatement ou à long terme, un effet nocif sur l'environnement ou sur la diversité biologique;
- b. mettre en danger l'environnement essentiel pour la vie; ou
- c. constituer un danger au Canada pour la vie ou la santé humaines.

La question qui se pose alors est de savoir si les émissions anthropiques de GES ont des conséquences qui répondent à un ou plusieurs des critères ci-dessus.

Les GES, une fois libérés dans l'atmosphère, en modifient la composition, ce qui influe sur ses propriétés chimiques et physiques. Les propriétés radiatives des GES et le rôle qu'ils jouent dans le bilan énergétique de la Terre sont bien établis. Les GES présents dans l'atmosphère produisent un « effet de serre » qui fait que l'atmosphère isole la planète contre les pertes de chaleur. En fait, sans l'effet de serre naturel produit par les GES d'origine naturelle, la température moyenne de la Terre serait environ 33 °C plus basse qu'elle ne l'est. Le terme

« accentuation de l'effet de serre » désigne l'augmentation des concentrations atmosphériques de GES due à l'activité humaine.

Le présent rapport déterminera si les émissions anthropiques de GES, en accentuant l'effet de serre naturel, sont dangereuses aux termes des critères définis à l'article 64 de la LCPE.

Si on peut montrer que le climat de la Terre a changé dans un passé récent et que les émissions anthropiques de GES ont contribué à ce changement, on aura déterminé que ces changements ont été dangereux selon les critères définis à l'article 64 de la LCPE, 1999. Si on peut aussi montrer que la poursuite des émissions anthropiques de GES induira un changement climatique supplémentaire, il sera alors déterminé que cet état de choses aura dans l'avenir des conséquences négatives ou dangereuses selon les termes des critères définis à l'article 64 de la LCPE, 1999.

Dans son ensemble, le corpus d'indications qui répond en grand détail à ces questions est contenu dans les rapports techniques complets des Groupes de travail I (Les éléments scientifiques) et II (Conséquences, adaptation et vulnérabilité) du GIEC³. Ces indications sont synthétisées et présentées sous forme de questions et réponses dans le Rapport de synthèse du GIEC⁴. On trouvera plus bas un résumé des conclusions du TRE du GIEC qui répondent aux problèmes du changement climatique observé et de ses causes, et de l'évolution future du climat. À la Section 3 du présent rapport, on présentera des indications formulées dans le TRE du GIEC sur les conséquences du changement climatique qui sont très pertinentes dans le contexte de l'article 64 de la LCPE.

2.1 Le changement climatique observé et ses causes

Les indications détaillées à l'appui de ce résumé sont présentées aux tableaux 1 et 3 de l'Annexe A.

Le climat de la Terre a changé depuis l'époque pré-industrielle. Au cours du XX^e siècle, la température planétaire moyenne en surface a monté de 0,6 °C, avec un intervalle de confiance très probable* de 0,4-0,8 °C. Il est très probable que les années 1990 ont été la décennie la plus chaude, et 1998 l'année la plus chaude, de l'enregistrement instrumental. Il est probable aussi que le réchauffement du XX^e siècle, du moins dans l'hémisphère Nord, n'a pas connu de précédent dans les 1000 dernières années. Ce réchauffement s'est accompagné d'une série d'autres changements du système climatique donnent une « image d'ensemble d'une planète qui se réchauffe ». La majeure partie du réchauffement observé ces 50 dernières années est probablement imputable aux augmentations des concentrations de gaz à effet de serre. Les concentrations de GES atmosphériques et leurs forçages radiatifs ont généralement augmenté pendant le XX^e siècle en conséquence des activités humaines. Les taux d'augmentation du dioxyde de carbone et du méthane sont sans précédent.

Sur la base de ces conclusions, et dans l'optique de considérer les GES aux termes de l'article 64 de la LCPE, il est valide, comme on le fera à la Section 3, de

* Voir, à la fin de cette section, une discussion du lexique du GIEC sur les énoncés indiquant la confiance et la probabilité.

se demander s'il existe une indication de danger dû aux impacts *actuels* découlant des changements climatiques récents.

2.2 Changement climatique à venir

Les indications détaillées à l'appui de ce résumé sont présentées au tableau 2 de l'Annexe A.

Il est clairement démontré que l'ampleur du réchauffement planétaire à venir dépendra de la quantité de gaz à effet de serre anthropiques qui sera émise dans l'avenir. La quantité totale des émissions dans le futur sera quant à elle régie par les choix de développement faits individuellement par les pays du monde entier. Cela dit, tous les scénarios d'émissions du GIEC projettent une élévation des concentrations de dioxyde de carbone, de la température en surface moyennée sur la planète et du niveau de la mer au cours du XXI^e siècle⁵. Le réchauffement de 1,4 à 5,8 °C projeté pour la période de 1990 à 2100 est très probablement sans précédent depuis 10 000 ans. On projette une élévation de 10 à 90 cm de la moyenne planétaire du niveau de la mer d'ici la fin du siècle. Il y aura des différences régionales dans le réchauffement, mais il est très probable que la quasi-totalité des régions terrestres se réchaufferont plus rapidement que la moyenne planétaire, et que ce sont les latitudes élevées qui se réchaufferont le plus. La cryosphère de la Terre (neige, glace et pergélisol) continuera de réagir au réchauffement. Il est projeté que le recul généralisé des glaciers et des calottes glaciaires va se poursuivre, de même que la diminution d'extension du couvert nival, du pergélisol et de la glace de mer.

Sur la base de ces conclusions, et dans l'optique de considérer les GES aux termes de l'article 64 de la LCPE, il est valide, comme on le fera à la Section 3, de se demander s'il existe une indication de danger dû aux impacts *futurs* découlant du changement climatique.

2.3 Terminologie du GIEC concernant la confiance et la probabilité.

Les indications présentées dans les sections suivantes ayant été extraites du troisième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, il convient de se familiariser avec la terminologie du GIEC concernant la probabilité et la confiance. Les descripteurs de probabilité ont été utilisés par le GT I du GIEC, et les descripteurs de confiance par le GT II. La terminologie utilisée par le GIEC est la suivante :

DESCRIPTEUR DE PROBABILITÉ	POURCENTAGE DE CHANCES QUE L'ÉNONCÉ SOIT VRAI
Pratiquement certain	>99 %
Très probable	90-99 %
Probable	66-90 %
Probabilité moyenne	33-66 %
Improbable	10-33 %
Très improbable	1-10 %
Hautement improbable	<1 %

DESCRIPTEUR DU DEGRÉ DE CONFIANCE	POURCENTAGE DE CONFIANCE
Très élevée	95 % ou plus
Élevée	67-95 %
Moyenne	33-67 %
Faible	5-33 %
Très faible	5 % ou moins

Le niveau de probabilité ou de confiance attribué à une conclusion représente le jugement collectif des auteurs du GIEC, basé sur les données d'observation, les résultats de modélisation et les notions théoriques examinés. Dans le présent rapport, lorsque ces termes seront utilisés relativement à des résultats attribués au GIEC, on devra présumer que la terminologie ci-dessus a été appliquée.

3. ÉVALUATION DES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LE CONTEXTE DE L'ARTICLE 64 DE LA LCPE, 1999

Les informations présentées dans les sections qui suivent ont été choisies pour leur pertinence vis-à-vis de l'article 64 de la LCPE, 1999. Elles doivent cependant être considérées comme des illustrations du corpus beaucoup plus vaste de travaux contenu dans les rapports du GIEC. Pour les personnes souhaitant avoir plus de détails, nous donnons la référence des sections desdits rapports dont ces informations sont extraites.

3.1 Impacts sur les systèmes naturels

Le tableau ci-dessous donne la liste des passages du TRE du GIEC les plus pertinents à la question des conséquences du changement climatique pour les systèmes naturels de la Terre. On trouvera, aux passages indiqués du Résumé technique, la référence aux sections du rapport principal du GT II. Le tableau ci-dessous donne une description sommaire des impacts du changement climatique sur les systèmes naturels, et on trouvera un complément d'indications à l'appui aux tableaux 1 et 2 de l'Annexe B du présent rapport.

Rapport	Réf.	Titre de la section
GT II – Résumé à l'intention des décideurs	2.1	Les changements climatiques qui se sont dernièrement produits au niveau des régions, notamment les hausses de température, ont déjà influé sur beaucoup de systèmes physiques et biologiques.
	2.3	Les systèmes naturels sont vulnérables à l'évolution du climat, et certains subiront des

		dommages irréversibles.
	3.1	(Effets sur/Vulnérabilité de) Hydrologie et ressources en eau
	3.3	(Effets sur/Vulnérabilité de) Écosystèmes terrestres et d'eau douce
	3.4	(Effets sur/Vulnérabilité de) Écosystèmes littoraux et marins
	4	Les variations de la vulnérabilité d'une région à l'autre
GT II – Résumé technique	4.1	Ressources en eau
	4.3	Écosystèmes terrestres et d'eau douce
	4.4	Zones côtières et écosystèmes marins
	5	Analyses régionales
	5.6	Amérique du Nord
	5.7	Régions polaires
	7.1	Détection de l'incidence des changements climatiques
	7.2.1	Systèmes uniques et menacés

On accorde une confiance élevée au fait que les indications portent collectivement à croire que les récents changements régionaux des températures ont eu des impacts perceptibles sur nombre de systèmes physiques et biologiques. Parmi les changements observés liés au changement climatique figurent le retrait des glaciers; le dégel du pergélisol; les changements des dates de prise et de rupture des glaces sur les cours d'eau et les lacs; les augmentations des quantités et de l'intensité des pluies sur la plupart des régions des latitudes moyennes et élevées de l'hémisphère Nord; un allongement des saisons de croissance; et un avancement des dates de floraison des arbres, de l'émergence des insectes et de la ponte chez les oiseaux. Pour environ 80 % des manifestations biologiques et 99 % des manifestations physiques, les changements concordent avec des relations bien établies entre la température et des processus physiques et biologiques. Les changements observés indiquent que ces systèmes sont sensibles à des changements du climat beaucoup plus faibles que ceux qu'on projette pour le siècle à venir.

On accorde aussi une confiance élevée au fait que la diversité des écosystèmes continuera d'être affectée par le changement climatique et l'élévation du niveau des mers, le tout s'accompagnant d'une augmentation du risque d'extinction pour certaines espèces déjà classées « gravement menacées d'extinction » et d'un accroissement de la rareté d'espèces « en voie de disparition » ou « vulnérables » au XXI^e siècle. De récentes études par modélisation continuent à montrer un risque de perturbation significative des écosystèmes due au changement climatique (confiance élevée). Les eaux intérieures, en tant que classe d'écosystèmes, sont particulièrement vulnérables au changement climatique. En ce qui les concerne, les impacts auxquels on accorde une confiance élevée ou très élevée incluent la réduction et la disparition de la glace de lac et de cours d'eau, la perte d'habitat pour les poissons d'eaux froides et des augmentations des extinctions et des invasions d'espèces exotiques. Ces impacts prennent une importance particulière pour le Canada, en raison de son grand nombre d'écosystèmes d'eaux douces intérieures. Les autres écosystèmes naturels en péril sont

les récifs coralliens, les mangroves et autres milieux humides côtiers; les écosystèmes alpins qui sont limités aux 200 ou 300 mètres supérieurs des régions montagneuses; les milieux humides de prairies; les prairies indigènes reliques; les écosystèmes situés sur du pergélisol et les écosystèmes des lisières des glaces qui assurent l'habitat des ours blancs et des pingouins. Le Canada abrite nombre de ces écosystèmes en péril, qui y occupent de vastes superficies.

La région de l'Arctique est extrêmement vulnérable au changement climatique, et on prévoit que d'importantes conséquences physiques et écologiques y surviendront rapidement, puisque le réchauffement aux latitudes élevées de l'hémisphère Nord devrait être supérieur à la moyenne planétaire. On verra une augmentation de la fonte des glaciers de l'Arctique, des pertes substantielles de glace de mer, des modifications des compositions taxonomiques sur les terres comme en mer, des décalages vers le pôle des assemblages d'espèces, et de graves perturbations des collectivités humaines aux modes de vie traditionnels.

3.2 Impacts sur les systèmes essentiels pour la vie humaine

Le TRE du GIEC présente des indications des impacts du changement climatique sur de nombreux systèmes humains. Ces indications ne sont cependant pas toutes également pertinentes dans le contexte de l'article 64 de la LCPE. Pour les fins de la présente discussion, les impacts du changement climatique qui semblent le plus applicables à notre situation sont :

1. les impacts sur les ressources en eau;
2. les impacts sur l'agriculture;
3. les impacts liés aux changements des phénomènes extrêmes;
4. les impacts liés à l'élévation du niveau marin;
5. les impacts liés à des changements climatiques et écologiques soudains.

Parmi les impacts directs du changement climatique sur les ressources en eau et l'agriculture figurent les changements des régimes de précipitation, du moment de survenue de la fonte des neiges, du recul des glaciers, de l'évaporation de l'humidité du sol et des eaux de surface, et des rendements des cultures. En ce qui concerne les besoins des humains et des autres organismes vivants, ce n'est pas seulement la disponibilité de la nourriture et de l'eau qui constitue un problème, mais plutôt l'accès à ces ressources. De nombreux facteurs socio-économiques et naturels influenceront certes sur l'accès à des approvisionnements suffisants en nourriture et en eau propre, et la prise en compte de ces facteurs dépasse la portée de la présente évaluation. Nous allons donc ici nous concentrer sur les indications disponibles des impacts du changement climatique sur la production et la disponibilité de la nourriture et sur la disponibilité de l'eau.

Les changements des phénomènes extrêmes et l'élévation du niveau de la mer sont sans doute les conséquences du changement climatique les plus significatives pour l'homme à court terme. La preuve de la vulnérabilité des sociétés humaines et des écosystèmes aux extrêmes climatiques est donnée par les dommages, les souffrances et les décès causés par des phénomènes tels que les sécheresses, les inondations, les vagues de chaleur, les avalanches et les tempêtes, ouragans et cyclones. De plus, ces

phénomènes ont souvent un impact disproportionné sur les populations les plus pauvres. La vulnérabilité des établissements humains situés le long de côtes basses aux effets combinés de l'élévation du niveau marin et des ondes de tempête fait que ces établissements, de même que les ressources côtières qui assurent leur survie, sont à la merci des inondations, des dommages dus aux vagues et de l'enneigement permanent.

À long terme, le risque que des changements de grande échelle, possiblement soudains et potentiellement irréversibles (aux échelles de temps humaines) affectent des éléments critiques du système climatique de la Terre est d'une importance cruciale pour la sûreté et la sécurité de la vie sur la planète. Il pourrait s'agir entre autres d'un ralentissement significatif de la circulation thermohaline, qui influencerait sur la biochimie de l'océan et sur les climats de la région de l'Atlantique Nord, d'importantes réductions des inlandsis du Groenland et de l'Antarctique de l'Ouest, qui feraient que l'élévation du niveau planétaire des mers se mesurerait non plus en centimètres mais en mètres, et une accélération du réchauffement planétaire résultant de changements du cycle planétaire du carbone accompagnés de fortes rétroactions positives sur le système climatique (p. ex. libération du carbone stocké dans le pergélisol de l'Arctique; libération des hydrates de méthane des sédiments océaniques). Si des changements de ce type se produisaient, leurs impacts seraient généralisés et de longue durée. S'ils avaient une vitesse et une ampleur suffisantes, la capacité des systèmes humains et naturels à s'adapter pourrait être dépassée, ce qui aurait des conséquences majeures.

On trouvera ci-dessous une liste des passages du TRE du GIEC les plus pertinents à la question des impacts sur les systèmes essentiels à la vie humaine. On trouvera, aux passages indiqués du Résumé technique, la référence aux sections du rapport principal du GT II. Le tableau ci-dessous donne une description sommaire des impacts du changement climatique sur les systèmes naturels, et on trouvera un complément d'indications à l'appui aux tableaux 3a et b de l'Annexe B.

Rapport	Réf.	Titre de la section
GT II – Résumé à l'intention des décideurs	2.4	Beaucoup de systèmes humains sont sensibles à l'évolution du climat, et certains sont particulièrement vulnérables.
	2.5	L'évolution projetés des phénomènes climatiques externes pourrait avoir de sérieuses conséquences
	2.6	Les effets éventuels à grande échelle, qui peuvent se révéler irréversibles, exposent à des risques qui n'ont pas encore été quantifiés de manière fiable.
	3.1	(Effets sur/Vulnérabilité de) Hydrologie et ressources en eau
	3.2	(Effets sur/Vulnérabilité de) Agriculture et sécurité alimentaire
	3.4	(Effets sur/Vulnérabilité de) Écosystèmes littoraux et marins
	3.6	(Effets sur/Vulnérabilité de) Établissements humains, énergie et industrie
	4	Les variations de la vulnérabilité d'une région à

		l'autre
GT II – Résumé technique	4.1	Ressources en eau
	4.2	Agriculture et sécurité alimentaire
	4.4	Zone côtières et écosystèmes marins
	4.5	Établissements humains, énergie et industrie
	5	Analyses régionales
	5.6	Amérique du Nord
	5.7	Régions polaires
	7.2	Sujets de préoccupation
	7.2.3	Distribution des effets
	7.2.4	Phénomènes météorologiques extrêmes
	7.2.5	Bouleversements à grande échelle

Une importante fraction de la population mondiale vit présentement dans des conditions de pénurie d'eau. Et la demande en eau connaît une hausse générale due à la croissance démographique et économique. Le changement climatique exacerberait les problèmes de rareté et de détérioration de la qualité de l'eau dans de nombreuses régions du monde où cette ressource est déjà peu abondante. Environ 1,7 milliard de personnes, soit un tiers de la population mondiale, vit actuellement dans des pays souffrant d'un manque d'eau; et on projette que ce nombre devrait être porté à environ 5 milliards d'ici 2025, selon le taux de croissance de la population. Il est en outre projeté que les débits et la recharge des eaux souterraines seront réduits dans de nombreuses régions (degré de confiance moyen). Les glaciers ont déjà commencé à reculer en Amérique du Nord, ce qui affectera les ressources en eau en modifiant (probablement à la baisse) l'apport d'eau assuré par la fonte des glaciers en été.

La dégradation des sols et des ressources en eau est un des principaux défis que devra relever l'agriculture mondiale. Il a été établi avec un degré de confiance élevé que ce processus sera probablement intensifié par des changements nocifs des températures et des précipitations. Il a aussi été établi avec un degré de confiance élevé que certaines cultures tireraient profit d'un réchauffement et d'une augmentation du CO₂ modérés, mais que les effets de ce changement varieraient d'une culture et d'une région à l'autre. Il y aura des baisses dues à la sécheresse dans certaines régions, dont certaines parties des Prairies canadiennes (degré de confiance moyen). Le changement climatique global va probablement faire basculer la production agricole en faveur des régions mieux nanties et mieux nourries – qui vont soit en tirer profit, dans le cas d'un réchauffement modéré, soit subir des pertes moins graves – et aux dépens des régions moins bien nanties et moins bien nourries. On estime que, d'ici les années 2080, le nombre de personnes risquant de souffrir de la faim du fait du changement climatique aura augmenté d'environ 80 millions.

La fréquence et l'intensité de nombreux phénomènes climatiques extrêmes augmentent même avec une petite élévation de la température, et deviendront encore plus importantes pour des températures plus élevées (degré de confiance élevé). Ces augmentations des phénomènes extrêmes peuvent entraîner le dépassement de seuils critiques (naturels ou de conception), au-delà desquels l'ampleur des impacts augmente rapidement (degré de confiance élevé). L'intensité et la fréquence des épisodes de

précipitations extrêmes vont très probablement augmenter dans nombre de régions, et on prévoit que leur période de récurrence va raccourcir. Il s'ensuivrait une augmentation de la fréquence des inondations et des glissements de terrain, avec leurs cortèges de décès et autres impacts sur la santé, de dommages aux biens et de pertes d'infrastructures et d'établissements.

Il est projeté que le niveau marin planétaire montera d'entre 10 et 90 cm d'ici la fin du siècle. Les populations des zones côtières seront généralement affectées par cette élévation. Des écosystèmes côtiers très diversifiés et productifs, des établissements côtiers et des États insulaires resteront exposés à des pressions dont on prévoit que les impacts seront largement négatifs, voire désastreux dans certains cas. L'élévation projetée du niveau des mers fera augmenter le nombre annuel moyen de personnes inondées par les ondes de tempête (degré de confiance élevé). Des dizaines de millions de gens vivant dans des deltas, sur des côtes basses et dans de petites îles risquent de devoir être déplacés.

Le forçage des gaz à effet de serre qui se produira au cours du XXI^e siècle pourrait déclencher des changements de grande échelle, de fort impact, non linéaires et potentiellement soudains des systèmes physiques et biologiques de la Terre, qui pourraient avoir des conséquences graves à l'échelle régionale ou planétaire. Bien que l'on comprenne encore mal les probabilités de survenue de tels événements, ils ne sauraient être laissés de côté, étant donné la gravité de leurs éventuelles conséquences. Certains de ces changements ont une faible probabilité de survenir au cours de notre siècle; cependant, le forçage des gaz à effet de serre qui s'exerce à notre époque pourrait mettre en marche des changements qui entraîneraient ce genre de transitions dans les siècles à venir, et dont certains pourraient être irréversibles pendant des siècles, voire des millénaires. Parmi les événements de ce type qui pourraient être déclenchés figurent un arrêt total ou partiel de la formation d'eau profonde dans l'Atlantique Nord et dans l'océan Antarctique, la désintégration des inlandsis de l'Antarctique de l'Ouest et du Groenland, ainsi que des perturbations majeures de la dynamique du carbone régulée par la biosphère.

3.3 Impacts sur la vie humaine

Le tableau ci-dessous donne la liste des passages du TRE du GIEC les plus pertinents à la question des conséquences du changement climatique pour la vie humaine. On trouvera, aux passages indiqués du Résumé technique, la référence aux sections du rapport principal du GT II. Le tableau ci-dessous donne une description sommaire des impacts du changement climatique sur la vie et la santé humaines, et on trouvera un complément d'indications à l'appui au tableau 4 de l'Annexe B du présent rapport.

Rapport	Réf.	Titre de la section
GT II – Résumé à l'intention des décideurs	2.4	Beaucoup de systèmes humains sont sensibles à l'évolution du climat, et certains sont particulièrement vulnérables
	2.5	L'évolution projetée des phénomènes climatiques extrêmes pourrait avoir de sérieuses conséquences
	3.5	(Effets sur/Vulnérabilité de) Santé humaine

	4	Les variations de la vulnérabilité d'une région à l'autre
GT II – Résumé technique	4.5	Établissements humains, énergie et industrie
	4.7	Santé humaine
	5.6	Amérique du Nord
	5.7	Régions polaires

Si les vagues de chaleur augmentent de fréquence et d'intensité, comme il est très probable qu'elles le fassent, il s'ensuivra une augmentation du risque de décès et de maladies graves, surtout chez les gens âgés et les populations urbaines pauvres (degré de confiance élevé). C'est dans les villes des latitudes moyennes à élevées (régions tempérées) que l'on prévoit les plus fortes augmentations du stress thermique, et en particulier chez les populations aux ressources limitées. Les effets de l'accroissement des vagues de chaleur seraient souvent exacerbés par une hausse du taux d'humidité et de la pollution de l'air urbain. On accorde une confiance moyenne à élevée à l'expansion des régions où pourraient être transmis le paludisme et la dengue d'ici 2050 à 2100. On projette une augmentation (degré de confiance moyen) du nombre de décès, de blessures et d'infections associé aux phénomènes météorologiques extrêmes tels que les inondations et les tempêtes.

Pour le Canada, l'augmentation projetée de la fréquence et de l'intensité des vagues de chaleur peut entraîner une augmentation des maladies et des décès, surtout chez les enfants, les vieillards et les gens fragiles, et en particulier dans les grandes agglomérations. L'acclimatation pourrait être plus lente que le changement des températures. Les maladies à transmission vectorielle, dont le paludisme et la dengue, pourraient connaître une expansion de leur aire de distribution aux États-Unis et apparaître au Canada.

3.4 Autres indications des conséquences du changement climatique

Les impacts décrits plus haut, et d'autres, étaient tous couverts par le GT II du GIEC dans sa synthèse des conséquences en cinq sujets de préoccupation planétaires⁶. La réalisation de cette synthèse a été motivée par le besoin de fournir aux décideurs des avis sur ce qui constituerait une « perturbation anthropique dangereuse du système climatique » dans le contexte de l'article 2 de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (dont le Canada est signataire)^{*}. Les cinq sujets de préoccupation sont les suivants :

1. risques pour les systèmes uniques et menacés;
2. risques liés aux phénomènes météorologiques extrêmes;
3. distribution des effets (entre les populations, les régions et les secteurs);
4. effets généraux (dans le monde);
5. risques des bouleversements à grande échelle.

Les conclusions du Résumé sur les impacts du changement climatique pour ces cinq sujets de préoccupation étaient présentées à l'encadré 3-2 du Rapport de synthèse du

^{*} Voir la question 1 de l'Annexe A.

GIEC et à la figure SPM-2 du Résumé à l'intention des décideurs du GT II. Elles sont reproduites ici au tableau 5 et à la figure 1 de l'Annexe B.

Les indications recueillies sur les impacts du changement climatique pour ces cinq sujets de préoccupation appuyaient la conclusion suivante⁷ :

« Avec une hausse réduite de la température moyenne mondiale (0-2 °C)^{*}, certains des sujets montrent un potentiel d'effet néfaste tandis que d'autres indiquent peu de répercussions négatives ou de risque. Lorsque les hausses de température sont plus élevées, tout indique un potentiel d'effet néfaste, avec une augmentation du caractère négatif à mesure que les températures s'élèvent. On obtient un degré de confiance élevé pour la relation générale entre les incidences et les hausses de température, mais la confiance est habituellement basse lorsqu'on essaie d'estimer les seuils de changement auxquels différentes catégories de répercussions pourraient se produire. »

* La valeur 0-2°C est l'extrémité basse des changements projetés de la température sur le prochain siècle. [Résumé technique du GT I – section F : Les projections pour l'évolution future du climat de la Terre]

4. CONCLUSION

Étant donné :

- que les propriétés radiatives des GES et le rôle qu'ils jouent dans le bilan énergétique de la Terre sont bien établis;
- que les concentrations des GES atmosphériques et leurs forçages radiatifs ont généralement augmenté au cours du XX^e siècle du fait des activités humaines;
- que le système climatique de la Terre a changé de manière démontrable aux échelles tant planétaire que régionale depuis la période pré-industrielle, certains de ces changements étant attribuables aux activités humaines, dont les émissions anthropiques de GES;
- que la température planétaire moyenne en surface a monté au cours du XX^e siècle de 0,6 °C ($\pm 0,2$ °C);
- que la majeure partie du réchauffement observé ces 50 dernières années est probablement imputable aux augmentations des concentrations de gaz à effet de serre;
- que la vulnérabilité des écosystèmes et des sociétés humaines aux extrêmes climatiques est démontrée par les dommages, souffrances et décès causés par des phénomènes tels que des sécheresses, inondations, vagues de chaleur, avalanches et tempêtes, ouragans et cyclones;
- que la relation générale entre les impacts et le changement des températures a été établie;

étant donné de plus :

- que l'ampleur du réchauffement planétaire à venir dépendra des quantités de gaz à effet de serre dues aux activités humaines qui seront émises dans le futur;
- que le réchauffement projeté pour le XXI^e siècle est très probablement sans précédent dans les 10 000 dernières années et que le niveau de la mer devrait monter significativement;
- que la fréquence et l'intensité de nombreux phénomènes climatiques extrêmes augmentent même avec de faibles élévations de la température, et s'accroissent à mesure que les températures montent;
- que le forçage des GES au cours du XXI^e siècle pourrait déclencher des changements de grande échelle, de fort impact, non linéaires et potentiellement soudains des systèmes physiques et biologiques, à un horizon temporel allant des décennies aux millénaires;
- que la diversité des systèmes écologiques continuera d'être affectée par le changement climatique et l'élévation du niveau marin, avec une augmentation du risque d'extinction pour certaines espèces déjà classées « gravement menacées d'extinction » et d'accroissement de la rareté d'espèces « en voie de disparition » ou « vulnérables » au XXI^e siècle;
- que les populations humaines et les écosystèmes sont menacés par une augmentation de l'élévation du niveau marin, des phénomènes extrêmes et des changements climatiques et écologiques soudains;
- que la région de l'Arctique est extrêmement vulnérable au changement climatique, et que l'on s'attend à ce que des impacts physiques et écologiques majeurs y surviennent rapidement puisque le réchauffement des hautes latitudes nordiques devrait être supérieur à la moyenne planétaire;

- que des maladies à transmission vectorielle, dont le paludisme et la dengue, pourraient connaître une expansion de leur aire de distribution aux États-Unis et apparaître au Canada; et
- que les effets négatifs deviendront de plus néfastes à mesure que les températures monteront;

il est proposé que les gaz à effet de serre, dont le CO₂, le CH₄, le N₂O, le SF₆, les hydrofluorocarbures et les perfluorocarbures, répondent au critère définis à l'article 64(b) de la LCPE, 1999.

NOTES

Dans les notes ci-dessous, les rapports du GIEC sont simplement désignés sous la forme GIEC 2001 – GT I, GT II et Rapport de synthèse, selon le cas. La référence complète de ces rapports est la suivante :

GIEC 2001 – Rapport du GT I :

IPCC 2001: Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group 1 to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Noguer, M., Van der Linden, P.J., Dai, X., Maskell, K., et Johnson, C.A. (dir. de publ.). Cambridge University Press. Cambridge, R.-U., et New York, É.-U. 881 p. (en anglais seulement).

GIEC 2001 – Rapport du GT II :

GIEC 2001: Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group 2 to the Third Assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. McCarthy, J.J., Canziani, O.F., Leary, N.A., Dokken, D.J., et White, K.S. (dir. de publ.). Cambridge University Press. Cambridge, R.-U., et New York, É.-U. 1032 p. (en anglais seulement).

GIEC 2001 – Rapport de synthèse :

GIEC 2001: Climate Change 2001: Synthesis Report. Contributions of Working Groups 1, 2 and 3 to the Third Assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Watson, R.T., *et al.* (dir. de publ.). Cambridge University Press. Cambridge, R.-U., et New York, É.-U. 397 p. (en anglais seulement).

¹ Déclaration conjointe de 17 académies des sciences nationales. Science Vol 292 Numéro 5520 (18 mai) p. 1261.

² National Research Council. 2001. Climate Change Science: An Analysis of Some Key Questions. Committee on the Science of Climate Change. Division of earth and Life Sciences. National Research Council. National Academy Press. Washington, D.C.

³ GIEC 2001 – Rapport du GT I. GIEC 2001 – Rapport du GT II.

⁴ GIEC 2001 – Rapport de synthèse.

⁵ Les scénarios d'émissions du GIEC auxquels il est fait référence sont les scénarios d'émissions dits SRES du Rapport spécial du GIEC – Scénarios d'émissions. Nakicenovic, N.J., *et al.* 2000. Scénarios d'émissions. Rapport spécial du Groupe de travail III du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.

⁶ La référence sous-jacente à cette discussion sur les sujets de préoccupation est le Chapitre 19 du Rapport du GT II du GIEC.

⁷ Rapport du GT II – Résumé technique, section 7.2.

ANNEXES

ANNEXE A

Indications à l'appui des sections 2.1 et 2.2 du présent Rapport.

Tableau 1 : Indications à l'appui du changement climatique observé et de ses causes.

Référence au Rapport de synthèse du GIEC	Indication	Références au TRE données dans le Rapport de synthèse du GIEC
2.2	De toute évidence, le climat de la Terre a évolué à l'échelle régionale et mondiale depuis l'époque préindustrielle, et certains aspects de cette évolution sont imputables aux activités humaines.	
2.3	Les émissions de gaz à effet de serre et d'aérosols dues aux activités humaines continuent de modifier l'atmosphère de manières qui devraient affecter le climat (voir le tableau 2-1). (Le tableau 2.1 est reproduit dans la présent rapport en tant que tableau 3 de l'Annexe A.)	
2.4	Les concentrations de gaz à effet de serre atmosphériques et leurs forçages radiatifs ont généralement augmenté au cours du XX ^e siècle en raison des activités humaines. Presque tous les gaz à effet de serre ont atteint leurs plus hauts niveaux enregistrés dans les années 1990, et la hausse se poursuit. Entre les années 1750 et 2000, la concentration de CO ₂ a augmenté de 31±4 %, et celle de CH ₄ de 151±25 %... Ces taux d'augmentation sont sans précédent.	Chapitres 3 et 4 du TRE du GT I, et SRAGA (Rapport spécial sur l'aviation et l'atmosphère planétaire).
2.6	Un nombre croissant d'observations nous donne aujourd'hui une image d'ensemble d'une planète qui se réchauffe et de plusieurs autres changements dans le système climatique (voir le tableau 2-1). (Le tableau 2.1 est reproduit dans la présent rapport en tant que tableau 3 de l'Annexe A.)	
2.7	La température moyenne globale à la surface a augmenté des années 1860 à l'année 2000, période couverte par	RID du TRE du GT I et TRE du

	l'enregistrement instrumental. Au cours du XX ^e siècle, cette augmentation a été de 0,6 °C avec un intervalle de confiance <i>très probable</i> de 0,4-0,8 °C. Il est très probable que les années 1990 ont été la décennie la plus chaude, et 1998 l'année la plus chaude, de l'enregistrement instrumental. Si l'on prolonge ce dernier à l'aide de données substitutives pour l'hémisphère Nord, on constate que, sur les 1000 dernières années, l'élévation de température survenue au XX ^e siècle aura probablement été la plus importante de tous les siècles, et les années 1990 probablement la décennie la plus chaude.	GT I – sections 2.2.2, 2.3.2 et 2.7.2.
2.9	De nouvelles preuves, mieux étayées que par le passé, viennent confirmer que la majeure partie du réchauffement observé ces 50 dernières années est imputable aux activités humaines.	
2.10	Il est peu probable que le réchauffement observé au XX ^e siècle soit entièrement d'origine naturelle. L'élévation des températures de surface au cours des 100 dernières années est très peu probablement due à la seule variabilité interne. Des reconstructions de données climatologiques pour les 1000 dernières années indiquent aussi que ce réchauffement du XX ^e siècle était inhabituel et peu probablement survenu en réponse au seul forçage naturel : autrement dit, les éruptions volcaniques et la variation de l'irradiance solaire ne peuvent pas expliquer le réchauffement de la seconde moitié du XX ^e siècle, mais peuvent avoir contribué à celui de la première moitié.	RID du TRE du GT I et TRE du GT I – chapitre 12.
2.11	Compte tenu des nouveaux éléments de preuve obtenus et des incertitudes qui subsistent encore, l'essentiel du réchauffement observé ces 50 dernières années est probablement dû à l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre. Les études de détection et d'attribution (incluant les gaz à effet de serre et les aérosols sulfatés dans le forçage anthropique) trouvent toutes des indications d'un signal anthropique dans l'enregistrement climatologique des 35 à 50 dernières années, malgré les incertitudes entachant le forçage et dues aux aérosols sulfatés anthropiques et à des facteurs naturels (volcans et irradiance solaire). Les forçages dus à ces aérosols et aux facteurs naturels sont négatifs au cours de cette période, et ne peuvent pas expliquer le réchauffement, alors que la plupart de ces études concluent que, sur les 50 dernières années, la vitesse et l'ampleur estimatives du réchauffement dû à la seule augmentation des gaz à effet de serre sont comparables, ou supérieures, au réchauffement observé. C'est lorsque les facteurs de forçage anthropiques et naturels ci-dessus	RID du TRE du GT I et TRE du GT I – chapitre 12

	sont combinés que l'on obtient la meilleure concordance pour l'enregistrement de 1860 à 2000.	
2.12	Les changements du niveau de la mer, de la couverture nivale, de l'étendue de la glace et des précipitations concordent avec un réchauffement du climat à proximité de la surface de la Terre (voir le <u>tableau 2-1</u>). (<i>Reproduit en tant que tableau 3 à l'Annexe A</i>). Certains de ces changements sont de portée régionale; d'autres peuvent être dus à des variations internes du climat, à des forçages naturels ou à des activités humaines régionales, et on ne saurait les attribuer à la seule influence planétaire de l'homme.	RID du TRE du GT I et TRE du GT II – section 4.3.11
2.13	Il est très probable que le réchauffement du XX ^e siècle a contribué significativement à l'élévation observée du niveau planétaire moyen de la mer et à l'augmentation du contenu thermique de l'océan. Le réchauffement régit en effet l'élévation du niveau de la mer par l'entremise de l'expansion thermique de l'eau de mer et d'une perte généralisée des glaces terrestres. Selon les enregistrements des marégraphes, corrigés pour tenir compte des mouvements de l'écorce terrestre, l'élévation annuelle moyenne a été comprise entre 1 et 2 mm au cours du XX ^e siècle. Les très rares longs enregistrements montrent qu'elle a été moindre au XIX ^e siècle. Considérant les incertitudes actuelles, tant les observations que les modèles concordent sur une absence d'accélération significative de l'élévation du niveau marin au XX ^e siècle. Le taux observé d'élévation du niveau de la mer au XX ^e siècle correspond aux sorties des modèles. Le contenu thermique global de l'océan a augmenté depuis la fin des années 1950, période pour laquelle on dispose d'observation adéquates de la température subsuperficielle de l'océan.	TRE du GT I – sections 2.2.2.5, 11.2 & 11.3.2.

Tableau 2 : Indications à l'appui de changements climatiques à venir

Référence au Rapport de synthèse du GIEC	Indications	Références au TRE données dans le Rapport de synthèse du GIEC
3.2	Tous les scénarios d'émissions du GIEC projettent que les concentrations de dioxyde de carbone, les températures planétaires moyennes en surface et le niveau de la mer vont s'élever au cours du XXI ^e siècle.	
3.3	Tous les scénarios d'émissions SRES donnent une augmentation des concentrations atmosphériques de CO ₂ . Pour les six scénarios SRES d'illustration, les concentrations projetées de CO ₂ – plus important gaz à effet de serre anthropique – en 2100 vont de 540 à 970 ppm, par comparaison avec des valeurs d'environ 280 ppm à l'époque préindustrielle et d'environ 368 ppm en 2000. Ces projections incluent les rétroactions climatiques des terres et de l'océan.	TRE du GT I – section 3.7.3.3
3.4	Les calculs par les modèles des concentrations atteintes d'ici 2100 par les gaz à effet de serre primaires autres que le CO ₂ varient considérablement entre les six scénarios SRES d'illustration.	TRE du GT I – section 4.4.5 & TRE du GT I – encadré 9.1
3.5	Les scénarios du SRES envisagent la possibilité d'augmentation ou au contraire de diminution des aérosols anthropiques, selon l'ampleur de l'utilisation de combustibles fossiles et l'efficacité des politiques visant à réduire les émissions polluantes... il est projeté que les concentrations d'aérosols sulfatés baissent sous le niveau actuel d'ici 2100 dans les six scénarios <u>SRES</u> d'illustration. Il s'ensuivrait un réchauffement par rapport aux conditions actuelles. De plus, les aérosols naturels (p. ex. le sel de mer, la poussière et les émissions conduisant à la production d'aérosols sulfatés et carbonés) devraient augmenter, selon les projections, à cause des changements climatiques.	TRE du GT I – section 5.5 & SRES (Rapport spécial sur les scénarios d'émissions) – section 3.6.4
3.6	La température moyenne à la surface du globe devrait augmenter de 1,4 à 5,8 °C entre 1990 et 2100. Cette valeur est de deux à dix fois plus élevée que la valeur centrale du réchauffement observé au XX ^e siècle et le taux projeté de réchauffement est très probablement sans précédent depuis au moins 10 000 ans, selon les données	TRE du GT I – section 9.3.3

	paléoclimatologiques... Ces résultats correspondent à la gamme complète des 35 scénarios du <u>SRES</u> , et sont basés sur un certain nombre de modèles climatiques.	
3.8	Les précipitations mondiales annuelles moyennes devraient augmenter au cours du XXI ^e siècle. Les moyennes mondiales de la vapeur d'eau et de l'évaporation devraient aussi augmenter.	TRE du GT I – <u>section 9.3.1</u>
3.9	Le niveau moyen global de la mer devrait augmenter de 0,09 à 0,88 m entre 1990 et 2100, et ce pour les projections basées sur la gamme complète des scénarios du SRES. Ce relèvement sera principalement dû à la dilatation thermique et à la perte de masse des glaciers et des calottes glaciaires.	TRE du GT I – <u>section 11.5.1</u>
3.10	On projette des différences substantielles des changements régionaux du climat et du niveau de la mer, par comparaison au changement planétaire moyen.	
3.11	Il est très probable que la presque totalité des régions terrestres se réchaufferont plus vite que la moyenne planétaire, surtout en ce qui concerne les régions des hautes latitudes nordiques en hiver. L'aspect le plus notable en est le réchauffement des régions nordiques de l'Amérique du Nord, et du centre et du nord de l'Asie, qui dépasse le réchauffement planétaire moyen de plus de 40 %.	TRE du GT I – <u>section 10.3.2</u>
3.14	D'après les prévisions, les glaciers et les calottes glaciaires devraient poursuivre leur retrait, largement répandu, au cours du XXI ^e siècle. Dans l'hémisphère Nord, la superficie de la couverture neigeuse, du pergélisol et de la glace de mer devrait encore diminuer. La masse de l'inlandsis de l'Antarctique va probablement augmenter en raison de l'accroissement des précipitations, alors que l'inlandsis du Groenland connaîtra probablement une perte de masse parce que l'augmentation du ruissellement dépassera celle des précipitations.	TRE du GT I – <u>section 11.5.4</u>

Tableau 3 : Tableau 2.1 du Rapport de synthèse du GIEC

Changements atmosphériques, climatiques et biologiques de la planète au cours du XX ^e siècle. ^a	
Indicateur	Changements observés
Indicateurs de concentration	
Concentration atmosphérique de CO ₂	De 280 ppm pour la période entre 1000 et 1750 à 368 ppm en 2000 (augmentation de 31±4 %). [TRE du GT I – chapitre 3]
Échanges de CO ₂ dans la biosphère terrestre	Source cumulée d'environ 30 Gt C entre 1800 et 2000; mais absorption nette par les puits de 14±7 Gt C environ au cours des années 1990. [TRE du GT I – chapitre 3 & SRLULUCF (Rapport spécial sur l'utilisation des terres, les changements d'affectation des terres et la foresterie)]
Concentration atmosphérique de CH ₄	De 700 ppb pour la période entre 1000 et 1750 à 1750 ppb en 2000 (augmentation de 151±25 %). [TRE du GT I – chapitre 4]
Concentration atmosphérique de N ₂ O	De 270 ppb pour la période entre 1000 et 1750 à 316 ppb en 2000 (augmentation de 17±5 %). [TRE du GT I – chapitre 4]
Concentration troposphérique de O ₃	Augmentation de 35±15 % entre 1750 et 2000; variable selon les régions. [TRE du GT I – chapitre 4]
Concentration stratosphérique de O ₃	Diminution entre 1970 et 2000; variable avec l'altitude et la latitude. [TRE du GT I – chapitres 4 & 6]
Concentrations atmosphérique de HFC, de PFC et de SF ₆	Augmentation mondiale au cours de 50 dernières années. [TRE du GT I – chapitre 4]
Indicateurs climatiques	
Température moyenne mondiale à la surface	Augmentation de 0,6±0,2 °C au cours du XX ^e siècle; réchauffement plus important des zones terrestres que des océans (<i>très probable</i>). [TRE du GT I – section 2.2.2.3]
Température à la surface dans l'hémisphère Nord	Augmentation au cours du XX ^e siècle plus importante qu'au cours de tout autre siècle du dernier millénaire; années 1990 : décennie la plus chaude du millénaire (<i>probable</i>). [TRE du GT I – résumé du chapitre 2 & section 2.3.2.2]
Fourchette de températures à la surface diurnes	Diminution entre 1950 et 2000 sur les zones terrestres : augmentation deux fois plus rapide des températures minimales nocturnes que des températures maximales diurnes (<i>probable</i>). [TRE du GT I – section 2.2.2.1]

Jours chauds / indice de chaleur	Augmentation (<i>probable</i>). [TRE du GT I – section 2.7.2.1]
Jours froids / de gel	Diminution pour la quasi-totalité des zones terrestres au cours du XX ^e siècle (<i>très probable</i>). [TRE du GT I – section 2.7.2.1]
Précipitations continentales	Augmentation de 5 à 10 % au cours du XX ^e siècle dans l'hémisphère Nord (<i>très probable</i>), mais diminution dans certaines régions (Afrique du Nord et occidentale et certaines parties de la Méditerranée, par exemple). [TRE du GT I – résumé du chapitre 2 & section 2.5.2]
Fortes précipitations	Augmentation aux latitudes nord moyennes et supérieures (<i>probable</i>). [TRE du GT I – section 2.7.2.2]
Fréquence et intensité de la sécheresse	Absence accrue de précipitations en été et augmentation de la sécheresse associée dans quelques zones (<i>probable</i>). Dans certaines régions, telles que certaines parties de l'Asie et de l'Afrique, on a observé une augmentation de la fréquence et de l'intensité de la sécheresse au cours des dernières décennies. [TRE du GT II – sections 10.1.3 & 11.1.2]
Indicateurs biologiques et physiques	
Niveau moyen de la mer à l'échelle mondiale	Augmentation à un taux annuel moyen de 1 à 2 mm au cours du XX ^e siècle. [TRE du GT I – chapitre 11]
Durée du gel des fleuves et lacs	Diminution de deux semaines environ au cours du XX ^e siècle aux latitudes moyennes et supérieures de l'hémisphère Nord (<i>très probable</i>). [TRE du GT I – résumé du chapitre 2 & Section 2.2.5.5, & TRE du GT II – sections 5.7 & 16.1.3.1]
Superficie et épaisseur de la glace marine arctique	Diminution de 40 % de l'épaisseur au cours des récentes décennies, de la fin de l'été au début de l'automne (<i>probable</i>) et diminution de la superficie de 10 à 15 % depuis les années 1950, au printemps et en été. [TRE du GT I – section 2.2.5.2 & TRE du GT II – section 16.1.3.1]
Glaciers non polaires	Régression étendue au cours du XX ^e siècle. [TRE du GT I – section 2.2.5.4 & TRE du GT II – section 4.3.11]
Couverture neigeuse	Diminution de 10 % de la superficie, observée depuis la mise en œuvre d'observations mondiales par satellites au cours des années 1960 (<i>très probable</i>). [TRE du GT I – section 2.2.5.1]
Pergélisol	Fonte, réchauffement et dégradation dans certaines parties des régions polaires, subpolaires et montagneuses. [TRE du GT I – sections 2.2.5.3 & 11.2.5, & TRE du GT II – section 16.1.3.1]
Phénomènes El Niño	Plus fréquents, plus longs et plus intenses au cours des vingt à trente dernières années, par rapport aux cent ans antérieurs. [TRE du GT I – section 7.6.5]
Saison de croissance	Plus longue de un à quatre jours environ par décennie au cours des quarante dernières années dans l'hémisphère Nord, en

	particulier aux latitudes supérieures. [TRE du GT II – section 5.2.1]
Espèces végétales et animales	Déplacement vers les pôles et en altitude dans le cas des plantes, insectes, oiseaux et poissons. [TRE du GT II – sections 5.2, 5.4, 5.9, & 16.1.3.1]
Reproduction, floraison et migration	Floraison plus précoce, retour plus précoce des oiseaux, dates de saison de reproduction plus précoces et apparition plus précoce des insectes dans l'hémisphère Nord. [TRE du GT II – sections 5.2.1 & 5.4.3]
Blanchissement des récifs coralliens	Plus fréquent, notamment pendant les phénomènes El Niño. [TRE du GT II – section 6.3.8]
Indicateurs économiques	
Pertes économiques liées au climat	Augmentation de plus d'un ordre de grandeur des pertes indexées mondiales au cours des quarante dernières années (voir Q2 Figure 2-7). Cette augmentation observée est liée en partie à des facteurs socio-économiques et en partie à des facteurs climatiques. [TRE du GT II – sections 8.2.1 & 8.2.2]
<p>a. Ce tableau contient des exemples de changements clés observés et n'en est pas une liste exhaustive. Il comprend des changements dus à des changements climatiques anthropiques et d'autres pouvant résulter de variations climatiques naturelles ou de changements climatiques anthropiques. Les degrés de confiance sont indiqués lorsqu'ils ont fait l'objet d'une évaluation explicite par le Groupe de travail pertinent. Un tableau identique dans le Rapport de synthèse contient des références croisées avec les rapports du GT I et du GT II.</p>	

ANNEXE B

Indications à l'appui des sections 3.1 à 3.4 du présent Rapport.

Tableau 1. Impacts actuels sur les systèmes naturels.

<p>« À la lumière de l'ensemble des faits, on peut affirmer avec un degré de confiance élevé que les variations récentes de la température à l'échelle régionale ont eu des répercussions discernables sur beaucoup de systèmes physiques et biologiques. » (RID du GT II – section 2.1; p. 223 du R. de synth.)</p>
<p>« Les observations indiquent que les changements climatiques au XX^e siècle ont déjà touché un ensemble varié de systèmes physiques et biologiques. Des exemples de ces changements observés comprennent le retrait des glaciers; la fonte du pergélisol; la modification des dates de gel et de débâcle sur les cours d'eau et les lacs; les augmentations de la pluviosité et de l'intensité des pluies sous la plupart des moyennes et hautes latitudes de l'hémisphère Nord; la prolongation des saisons de croissance; et la précocité de la floraison des arbres, de l'apparition des insectes et de la ponte chez les oiseaux. Des liens statistiquement significatifs entre les modifications du climat régional et celles observées dans les systèmes physiques et biologiques ont été documentés en ce qui concerne les environnements terrestres, marins et d'eau douce sur tous les continents. » [Rés. techn. du GT II – section 7.1; p. 282 du R. de synth.]</p>
<p>« L'existence de multiples causes (par exemple changements d'affectation des terres, pollution) fait que l'attribution de nombreux effets observés des changements climatiques régionaux devient un défi complexe. Néanmoins, les études des systèmes soumis à des changements climatiques régionaux importants – dont on connaît la sensibilité – montrent des modifications conformes aux relations bien établies entre les processus climatiques et physiques ou biologiques (modification du bilan énergétique des glaciers et de l'aire de répartition des animaux et des plantes lorsque les températures dépassent les seuils physiologiques, par exemple) dans environ 80 % des cas biologiques et 99 % des cas physiques. » [Rés. techn. du GT II – section 7.1; p. 282 du R. de synth.]</p>
<p>« Sur la base de ces observations, on peut affirmer avec un degré de confiance élevé que l'évolution du climat au XX^e siècle a eu une incidence perceptible sur de nombreux systèmes physiques et biologiques. Les modifications des biotes et des systèmes physiques observées au cours du siècle dernier indiquent que ces systèmes sont sensibles à des changements climatiques modestes par rapport à ceux prévus pour le XXI^e siècle. Les archives paléoclimatologiques prouvent la grande sensibilité des systèmes biologiques aux changements climatiques à long terme. » [Rés. techn. du GT II – section 7.1; p. 282 du R. de synth.]</p>
<p>« ... il est fort probable que les observations relatives à l'accélération généralisée du recul des glaciers et au déplacement des débits, du printemps à l'hiver, dans de nombreuses régions sont liées aux hausses de température relevées. » [Rés. techn. du GT II – section 4.1]</p>

Tableau 2. Impacts futurs sur les systèmes naturels.

<p>On s'attend à ce que la diversité des systèmes écologiques soit affectée par le changement climatique et l'élévation du niveau marin, avec une augmentation du risque d'extinction de certaines espèces vulnérables (degré de confiance élevé). (R. de synth. - résultat 3.18, p. 68)</p>
<p>« En l'absence d'adaptation, des espèces que l'on juge aujourd'hui « extrêmement menacées » disparaîtront et la majorité de celles qui sont « menacées ou vulnérables » deviendront [beaucoup] plus rares au XXI^e siècle. » (degré de confiance élevé) [Rés. techn. du GT II – section 4.3]</p>
<p>« De faibles hausses de la température moyenne du globe pourraient causer des dommages importants et irréversibles à certains systèmes et espèces, y compris des pertes possibles à l'échelle locale, régionale ou mondiale. Certaines espèces végétales et animales et certains systèmes et établissements humains sont très sensibles au climat et seront probablement affectés négativement par les changements associés aux scénarios de réchauffement moyen du globe de <1 °C. Les effets néfastes sur les espèces et les systèmes deviendraient plus nombreux et plus graves avec les changements accompagnant un réchauffement de 1-2 °C et devraient très probablement être encore plus nombreux et plus graves à des températures plus élevées. Plus la vitesse et l'ampleur du réchauffement et des autres changements climatiques seraient importantes, plus il est probable que les seuils critiques des systèmes seraient dépassés. » (Rés. techn. du GT II – section 7.2.1)</p>
<p>« Les espèces qui peuvent être menacées d'extinction à l'échelle locale ou mondiale par les changements climatiques pouvant accompagner une hausse réduite de la température moyenne du globe comprennent les espèces extrêmement menacées, soit généralement les espèces dont l'aire de répartition est peu étendue ou dont la densité est faible, les espèces qui ont des besoins limités d'habitat, et les espèces dont les habitats adéquats ont une répartition morcelée, en particulier si elles subissent un stress dû à l'utilisation des terres par les humains ou aux modifications de la couverture terrestre. » [Rés. techn. du GT II – section 7.2.1 p. 285]</p>
<p>« Les systèmes naturels qui pourraient être menacés comprennent les récifs coralliens, les mangroves, et d'autres terres humides côtières; les écosystèmes subalpins limités au 200-300 m au sommet des zones montagneuses; les terres humides des prairies; les prairies indigènes restantes; les habitats de poissons d'eau froide et certains habitats de poissons d'eau tempérée; les écosystèmes qui recouvrent le pergélisol; et les écosystèmes de lisière de glace qui fournissent des habitats aux ours polaires et aux pingouins. » [Rés. techn. du GT II – section 7.2.1 p. 285]</p>
<p>« Les changements climatiques entraîneront un déplacement vers le pôle des limites sud et nord de l'aire de répartition des poissons, la perte d'habitat pour les espèces qui vivent dans les eaux froides ou fraîches et l'extension des habitats pour les espèces d'eaux chaudes (degré élevé de confiance). En tant que classe d'écosystèmes, les eaux intérieures sont vulnérables aux changements climatiques et à d'autres pressions à cause de leur petite taille et de leur position aval par rapport à de nombreuses activités humaines (degré élevé de confiance). Les changements les plus probables comprennent la réduction et la disparition des glaces de lac et de rivière (degré très élevé de confiance), la perte d'habitats pour les poissons d'eaux froides (degré très élevé de confiance), l'augmentation du nombre d'espèces éteintes et des invasions par des espèces exotiques (degré élevé de confiance), l'aggravation possible des problèmes de pollution actuels comme l'eutrophisation, la toxicité, les pluies acides et le</p>

<p>rayonnement UV-B (degré moyen de confiance). » [Rés. techn. du GT II – section 4.3]</p>
<p>« Les modèles de répartition de la végétation depuis le DRE (deuxième Rapport d'évaluation) indiquent qu'un déplacement important des écosystèmes ou des biomes est fort improbable étant donné la tolérance variable des espèces concernées aux conditions climatiques, les écarts dans la capacité migratoire et les effets des espèces envahissantes. La composition et la dominance des espèces se modifieront, produisant des types d'écosystèmes qui pourraient être très différents de ceux que nous connaissons aujourd'hui. Ces modifications surviendront des années, voire des décennies ou des siècles, après l'évolution du climat (degré élevé de confiance)... Les modélisations récentes indiquent encore une possibilité de perturbation majeure des écosystèmes en réaction aux changements climatiques (degré élevé de confiance). » [Rés. techn. du GT II – section 4.3]</p>
<p>« L'évolution du climat dans la région polaire devrait être l'une des plus accentuées du globe. Les données du XX^e siècle concernant l'Arctique montrent une tendance au réchauffement d'au moins 5 °C sur de grands territoires (degré très élevé de confiance), tandis que les précipitations ont augmenté (degré de confiance faible). Il existe certaines zones de refroidissement dans l'est du Canada. L'étendue de la glace de mer a diminué de 2,9 % par décennie et son épaisseur s'est réduite au cours de la période 1978-1996 (degré de confiance élevé). On a observé une baisse statistiquement significative de l'étendue de la neige de printemps en Eurasie depuis 1915 (degré élevé de confiance). La zone de pergélisol a été réduite et s'est réchauffée (degré très élevé de confiance). La couche de dégel saisonnier a gagné de la profondeur à certains endroits, et de nouvelles zones de fonte importante de pergélisol se sont développées. » [Rés. techn. du GT II – section 5.7; p. 276 du R. de synth.]</p>
<p>Il y a actuellement du pergélisol sous 24,5 % de la superficie terrestre exposée de l'hémisphère Nord. Avec un réchauffement du climat, une grande partie de ce terrain serait vulnérable à la subsidence, surtout les régions de pergélisol discontinu relativement chaud. La superficie de l'hémisphère Nord occupée par du pergélisol pourrait à terme rétrécir de 12 à 22 % par rapport à sa valeur actuelle, voire de moitié dans l'actuelle région de pergélisol au Canada. [R. de synth. – section 4.16., p. 84.]</p>
<p>« Certaines terres humides seront remplacées par des forêts ou des landes; celles qui reposent sur le pergélisol seront probablement perturbées par la fonte de ce dernier (degré élevé de confiance)... La plupart des processus des terres humides dépendent de l'hydrologie du bassin versant; les adaptations aux changements climatiques attendus pourraient donc être à peu près impossibles. Les groupements de tourbières ombrotrophes arctiques et subarctiques situées sur le pergélisol, ainsi que les zones humides dépressionnaires plus au sud dotées de petits bassins versants, seront probablement extrêmement vulnérables aux changements climatiques. » [Rés. techn. du GT II – section 4.3]</p>
<p>« Les débits de pointe seront décalés du printemps à l'été dans beaucoup de régions où les chutes de neige occupent une place importante dans l'équilibre hydrologiques (degré élevé de confiance)... Le recul des glaciers se poursuivra et de nombreux petits glaciers disparaîtront (degré de confiance élevé). Le rythme dépendra de la vitesse du réchauffement. » [Rés. techn. du GT II – section 4.1].</p>
<p>« On prévoit que les changements climatiques accroîtront l'étendue et la productivité des forêts au cours des 50-100 prochaines années (degré de confiance moyen). Ils</p>

entraîneront probablement aussi des modifications de la nature et de l'ampleur de certains facteurs de perturbation (par exemple, incendies, invasions d'insectes (degré de confiance moyen). » [Rés. techn. du GT II – section 5.6.5]

Tableau 3a. Impacts sur les ressources en eau et la production alimentaire.

<p>Pénuries d'eau :</p> <p>Le changement climatique projeté exacerberait les problèmes de qualité et de pénurie d'eau dans de nombreuses régions du monde où l'eau est rare, mais les atténuerait dans d'autres... Il est projeté que le changement climatique réduirait les débits et la recharge des eaux souterraines dans de nombreuses régions du monde, mais les ferait augmenter dans certaines autres (degré de confiance moyen)... Il est projeté que plusieurs centaines de millions à quelques milliards de personnes souffriraient d'une réduction de l'approvisionnement en eau de 10 % ou plus d'ici 2050, pour des projections de changement climatique correspondant à une augmentation de 1 % par an des émissions de CO₂. [R. de synth. 3.22, p. 72]</p>
<p>« Environ 1,7 milliard de personnes, soit un tiers de la population mondiale, vivent actuellement dans des pays qui souffrent de stress hydrique (c'est-à-dire qui utilisent plus de 20 % de leurs ressources en eau renouvelables, indicateur courant du stress hydrique). Ce chiffre passerait à 5 milliards d'ici 2025, selon le taux de croissance démographique. » [Rés. techn. du GT II – section 4.1]</p>
<p>Les glaciers alpins ont déjà commencé à reculer en Amérique du Nord et dans d'autres régions du monde... Au niveau régional, le recul des glaciers affectera les ressources en eau en changeant (probablement à la baisse) l'apport de l'eau de fonte pendant l'été ou l'endroit de la source d'eau de fonte. [Rapport du GT II – 15.2.2.2.1]</p>
<p>Production alimentaire :</p>
<p>D'ici les années 2080, on estime à environ 80 millions le nombre supplémentaires de personnes qui risquent de souffrir de la faim à cause du changement climatique. [GT II – 5.3.6.2, p. 270]</p>
<p>Le risque de famine n'est pas réparti équitablement sur les diverses populations, mais frappera de façon disproportionnée les pauvres des villes, les personnes déplacées, les petits producteurs ruraux, entre autres. [GT-II – 5.3.6.2, p. 270]</p>
<p>« La dégradation des sols et des ressources en eau est l'un des grands problèmes que devra surmonter l'agriculture mondiale. On a établi avec un degré élevé de confiance que cette dégradation s'intensifiera en raison des changements attendus dans les températures et les précipitations. » [Rés. techn. du GT II – section 4.2]</p>
<p>Les modèles des cultures céréalières indiquent que, dans certaines régions tempérées, les rendements potentiels augmentent avec de petites élévations de la température, mais baissent avec des réchauffements plus marqués (degré de confiance moyen à faible). Dans la plupart des régions tropicales et subtropicales, les rendements potentiels devraient baisser pour la plupart des élévations de température (degré de confiance moyen). [R. de synth. 21, p. 71]</p>
<p>« Si le léger réchauffement et l'augmentation de la concentration de CO₂ seront favorables à certaines cultures, leurs effets varieront selon les cultures et les régions (degré élevé de confiance). C'est ainsi qu'on pourrait observer une diminution des rendements due à la sécheresse dans certaines parties des Prairies canadiennes et des Grandes Plaines américaines, une augmentation possible de la production vivrière dans certaines régions du Canada situées au nord des aires de production actuelles et un accroissement de la production forestière à partir d'essences mixtes caractéristiques d'un climat chaud à tempéré (degré de confiance moyen). Toutefois, ces effets seront de moins en moins favorables aux cultures à mesure que le réchauffement se poursuivra et</p>

pourraient même devenir globalement négatifs (degré de confiance moyen). » [RID du GT II – tableau SPM-2; p. 235 du R. de synth.]

Tableau 3b. Impacts découlant des changements des phénomènes météorologiques extrêmes, de l'élévation du niveau marin et de changements soudains.

<p>Phénomènes météorologiques extrêmes :</p>
<p>« La fréquence et l'ampleur de nombreux phénomènes météorologiques extrêmes s'élèvent même avec de faibles hausses des températures et s'accroîtront avec des températures plus élevées (degré élevé de confiance). Les phénomènes météorologiques extrêmes comprennent notamment les inondations, les déficits d'humidité des sols, les cyclones tropicaux, les tempêtes, les températures élevées et les incendies. L'incidence de ces événements est souvent importante à l'échelle locale et pourrait toucher durement certains secteurs et régions. Leur hausse peut causer le dépassement de seuils naturels ou de conception critiques, au-delà desquels l'ampleur des effets augmente rapidement (degré élevé de confiance). » [Rés. techn. du GT II – section 7.2.4].</p>
<p>La durée, l'endroit de survenue, la fréquence et l'intensité des phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes vont probablement à très probablement changer, ce qui aurait des impacts généralement négatifs sur les systèmes biophysiques. [R. de synth. 4.3, p. 80]</p>
<p>Il y aura très probablement plus de jours très chauds et de vagues de chaleur, et moins de jours très froids et de vagues de froid, sur la presque totalité des régions terrestres. Les changements des extrêmes de température entraîneront probablement une augmentation des pertes de cultures et de bétail... et un accroissement chez l'homme de la morbidité et de la mortalité liée au stress thermique. [R. de synth. 4.5, p. 80]</p>
<p>Augmentation de l'incidence des décès et maladies graves chez les personnes plus âgées et chez les pauvres des villes; augmentation du stress thermique chez le bétail et les espèces sauvages; augmentation du risque de dommages pour un certain nombre de cultures (degré élevé de confiance d'occurrence de tous ces phénomènes dans certaines régions). [R. de synth. – tableau 4-1, p. 82]</p>
<p>L'intensité et la fréquence des épisodes de précipitations extrêmes vont très probablement augmenter en de nombreuses régions, et la période de récurrence de ces épisodes devrait raccourcir. Il s'ensuivrait une augmentation de fréquence des inondations et des glissements de terrain, avec leurs cortèges de pertes de vie, de problèmes de santé (p. ex. épidémies, maladies infectieuses, empoisonnements alimentaires), de dommages aux biens, de pertes d'infrastructures et d'établissements... entre autres. [R. de synth. 4.6, p. 80]</p>
<p>Augmentation des dommages dus aux inondations, glissements de terrain, avalanches et coulées de boue; augmentation de l'érosion des sols (degré élevé de confiance d'occurrence de tous ces phénomènes dans certaines régions). [R. de synth. – tableau 4-1, p. 82]</p>
<p>Augmentation de l'assèchement en été sur la plupart des régions continentales intérieures des latitudes moyennes, et risque connexe de sécheresse (probable); les impacts prévus incluent une baisse des rendements des cultures, une diminution de la qualité et de la quantité des ressources en eau, une augmentation du risque de feux de forêt (degré élevé de confiance d'occurrence de tous ces phénomènes dans certaines régions). [R. de synth. – tableau 4-1, p. 82]</p>
<p>« Il est probable que l'ampleur et la fréquence des inondations augmenteront dans la plupart des régions et que les basses eaux diminueront dans de nombreuses régions... L'augmentation générale de l'ampleur et de la fréquence des inondations est due à la</p>

hausse attendue de la fréquence des épisodes de fortes précipitations, même si l'effet d'une variation donnée des précipitations dépend des particularités du bassin versant. La diminution des basses eaux est la conséquence des changements dans les précipitations et l'évaporation. De façon générale, on prévoit un renforcement de l'évaporation, ce qui pourrait réduire les basses eaux même là où les précipitations augmentent ou changent peu. » [Rés. techn. du GT II – section 4.1]

Élévation du niveau marin :

« De nombreuses zones côtières sont déjà confrontées à des niveaux élevés d'inondation, à l'accélération de l'érosion des côtes et à l'intrusion d'eau de mer dans les sources d'eau douce, processus qui seront accentués par les changements climatiques et par l'élévation du niveau de la mer. Ce dernier phénomène, en particulier, a contribué à l'érosion des barrages et des plages de sable et de gravier, à la disparition de dunes et de terres humides et aux problèmes d'évacuation des eaux dans de nombreuses zones côtières basses aux latitudes moyennes. Les écosystèmes très variés et productifs en bordure de mer, les établissements côtiers et les États insulaires continueront à subir des pressions dont les effets devraient être essentiellement néfastes, voire désastreux dans certains cas. » [Rés. techn. du GT II – section 4.4]

« Peu d'études ont examiné les variations que pourraient causer les changements climatiques dans la hauteur et l'orientation des vagues dominantes, ainsi que dans les ondes et les vagues de tempête. On peut s'attendre à de graves effets sur les côtes naturelles et aménagées car ces modifications viendront s'ajouter à un niveau de la mer plus élevé qu'aujourd'hui. » [Rés. techn. du GT II – section 4.4]

« Des dizaines de millions de personnes vivent dans des établissements menacés. Ainsi, le nombre moyen de personnes qui pourraient être victimes d'une inondation lors des ondes de tempête côtières augmente fortement (de 75 à 200 millions de personnes, selon les mesures d'adaptation) avec les scénarios moyens d'élévation du niveau de la mer (40 cm d'ici 2080), par rapport aux scénarios sans élévation du niveau de la mer. » [Rés. techn. du GT II – section 4.5]

« Les populations des petites îles et/ou des zones côtières de faible élévation sont particulièrement menacées par le risque d'effets socio-économiques graves résultant de l'élévation du niveau de la mer et des ondes de tempête. Nombre d'établissements humains seront confrontés à un risque croissant d'inondations et d'érosion côtière, et des dizaines de millions de personnes vivant dans des deltas, dans des zones côtières de faible élévation et sur de petites îles devront peut-être quitter leur région. Des ressources indispensables aux populations insulaires et côtières, telles que les plages, l'eau douce, les pêcheries, les récifs coralliens et les habitats de la faune, seraient également menacées. » [RID du R. de synth., p. 12]

L'élévation projetée du niveau de la mer fera croître le nombre annuel moyen de personnes victimes d'inondations dues aux ondes de tempête (degré élevé de confiance)... Des fractions significatives de villes côtières très peuplées sont elles aussi vulnérables à l'ennuiement permanent et, en particulier, à des inondations plus fréquentes superposées à la hauteur des ondes de tempête, à cause de l'élévation du niveau marin. Ces estimations ont été effectuées en ne supposant aucun changement de la fréquence ou de l'intensité des tempêtes, lesquelles pourraient exacerber les effets de la hausse du niveau de la mer sur le risque d'inondation dans certaines régions. [R.

de synth. – 3.24, p. 74]
« Aux basses latitudes, le littoral tropical et subtropical est extrêmement sensible aux effets des changements climatiques, surtout dans les zones de forte pression démographique. Ces effets aggraveront de nombreux problèmes. Par exemple, les activités humaines ont accentué l'affaissement du sol dans beaucoup de régions deltaïques en augmentant les prélèvements d'eau souterraine, en asséchant les terres humides et en réduisant ou éliminant la charge solide des cours d'eau. Les problèmes d'inondation, de salinisation des nappes d'eau potable et d'érosion côtière seront renforcés par l'élévation mondiale du niveau de la mer ajoutée à la submersion locale. Les zones les plus menacées sont les grands deltas de l'Asie et les petites îles dont la vulnérabilité, établie il y a plus de 10 ans, continue de croître. » [Rés. techn. du GT II – section 4.4]
« Aux hautes latitudes (polaires), le littoral est lui aussi sensible aux effets du réchauffement climatique, qui ont été moins étudiés. L'élévation accélérée du niveau de la mer, l'augmentation de la force des vagues, le rétrécissement de l'étendue des glaces de mer et la hausse de la température des terres qui favorise la fonte du pergélisol et de la glace de sol (avec les pertes résultantes de volume du relief côtier) auront des conséquences graves sur les établissements et sur l'infrastructure et provoqueront un recul rapide du littoral, sauf dans le cas des côtes escarpées ou rocheuses. » [Rés. techn. du GT II – section 4.4]
« L'élévation du niveau de la mer entraînera une intensification de l'érosion des côtes, des inondations dans les zones côtières, [la perte de milieux humides côtiers] et un accroissement des risques liés aux ondes de tempête [en Amérique du Nord], notamment en Floride et sur la presque totalité du littoral atlantiques des États-Unis d'Amérique (degré de confiance élevé). » [RID du GT II – tableau SPM-2; p. 235 du R. de synth.]
Changements climatiques et écologiques soudains :
Le forçage par les gaz à effet de serre au cours du XXI ^e siècle pourrait déclencher des changements de grande échelle, de fort impact, non linéaires et potentiellement soudains des systèmes physiques et biologiques, à un horizon temporel allant des décennies aux millénaires, et assortis de probabilités très diverses. [R. de synth. du GIEC – section 4.9, p. 81]
« Les changements climatiques d'origine anthropique peuvent provoquer des modifications à grande échelle des systèmes terrestres, qui pourraient avoir des conséquences graves à l'échelle régionale et mondiale. Les probabilités de déclenchement de ces événements sont mal comprises mais on devrait en tenir compte, vu la gravité de leurs effets. Les bouleversements de ce type comprennent l'arrêt total ou partiel de la formation des eaux profondes dans l'Atlantique Nord et l'Antarctique, la dislocation des glaciers continentaux de l'Antarctique Ouest et du Groenland et les perturbations majeures de la dynamique du carbone régulée par la biosphère... Les fortes hausses de températures peuvent causer des discontinuités à grande échelle dans le système climatique (degré de confiance moyen). » [Rés. techn. du GT II – section 7.2.5]
Le risque de survenue de tels changements dans les systèmes terrestres n'est pas bien

connu, mais il est probablement très bas; cependant, il devrait augmenter en fonction de la vitesse, de l'intensité et de la durée du changement climatique... Si ces changements dans les systèmes terrestres devaient effectivement se produire, leurs impacts seraient généralisés et durables. [RID du GT II; p. 225 du R. de synth.]

De nombreux écosystèmes naturels ou aménagés peuvent changer de façon soudaine ou non linéaire au cours du XXI^e siècle. Plus grandes seront l'ampleur et la vitesse du changement, plus grand sera le risque d'impacts négatifs. [R. de synth. – 4.17, p. 84]

Les changements du climat pourraient faire croître le risque de changements soudains et non linéaires dans de nombreux écosystèmes, ce qui en affecterait la biodiversité, la productivité et la fonction. [R. de synth. – 4.18, p. 84-5]

« Dans l'Antarctique, les changements climatiques prévus entraîneront des effets qui surviendront lentement (degré de confiance élevé). Comme les incidences s'étendront sur une longue période, elles se poursuivront longtemps après que les émissions de GES se soient stabilisées. Par exemple, il y aura des répercussions lentes mais constantes sur les glaciers continentaux et les régimes de circulation de l'océan mondial, qui seront irréversibles pendant de nombreux siècles à venir et qui provoqueront des changements ailleurs dans le monde, notamment une élévation du niveau de la mer. On s'attend à davantage de pertes de glacier continental dans la péninsule antarctique. » [Rés. techn. du GT II – section 5.7]

« L'Arctique est extrêmement vulnérable aux changements climatiques... Dans les zones développées de l'Arctique et celles où le pergélisol est riche en glace, on devra accorder une attention particulière à l'atténuation des effets néfastes de la fonte, comme les sérieux dommages causés aux constructions et à l'infrastructure de transport (degré de confiance très élevé). » [Rés. techn. du GT II – section 5.7]

Tableau 4. Impacts du changement climatique sur la vie et la santé humaines.

<p>« Si les vagues de chaleur augmentaient en fréquence et en intensité, les risques de mortalité et de maladie grave augmenteraient, surtout chez les personnes âgées et chez les pauvres en milieu urbain (degré élevé de confiance). Les effets seraient souvent exacerbés par une hausse de l'humidité et de la pollution de l'air dans les villes. Les augmentations les plus fortes du stress thermique sont attendues en milieu urbain aux latitudes moyennes et hautes (tempérées), particulièrement dans les populations dont les logements ne sont pas adaptés et qui ont peu accès à la climatisation. » [Rés. techn. du GT II – section 4.7]</p>
<p>Il y aura très probablement plus de jours très chauds et de vagues de chaleur dans la presque totalité des régions terrestres. [R. de synth., p. 208]</p>
<p>En Amérique du Nord, l'augmentation de la fréquence et de la gravité des vagues de chaleurs peut entraîner une augmentation des maladies et des décès, surtout chez les jeunes enfants, les vieillards et les personnes fragiles, et en particulier dans les grandes agglomérations. L'acclimatation pourra être plus lente que le changement des températures ambiantes. [Rapport du GT II – chapitre 15 (Amérique du Nord) du résumé, p. 738]</p>
<p>« La hausse des températures, les changements dans les précipitations et dans la variabilité du climat modifieraient les zones et le caractère saisonnier des maladies infectieuses à transmission vectorielle, les étendant dans certains cas et les réduisant dans d'autres. » [Rés. techn. du GT II – section 4.7].</p>
<p>On prévoit (avec un degré de confiance moyen à élevé) une expansion des régions où pourraient se transmettre le paludisme et la dengue. [Tableau 3-1, section 3.17 du Rapport de synthèse GIEC.]</p>
<p>« Les maladies à transmission vectorielle, y compris le paludisme et la dengue, pourraient s'étendre aux États-Unis et se développer au Canada. La maladie de Lyme transmise par la tique pourrait aussi se propager au Canada... Les maladies associées à l'eau pourraient augmenter avec le réchauffement des températures de l'eau et de l'air, combiné à des écoulements importants provenant des surfaces agricoles et urbaines. » [Rapport du GT II – chapitre 15 (Am. du N.) – résumé, p. 738; également Rés. techn. du GT II – section 5.6.6] [15.2.4]</p>
<p>« Les changements climatiques diminueront la qualité de l'air dans les zones urbaines confrontées à des problèmes de pollution (degré de confiance moyen). L'élévation de la température (et, dans certains modèles, le rayonnement ultraviolet) favorise la formation d'ozone troposphérique, un polluant dont les effets néfastes sur la fonction respiratoire sont bien établis. » [Rés. techn. du GT II – section 4.7]</p>
<p>En Amérique du Nord, les problèmes respiratoires pourront être exacerbés par les augmentations, dues au réchauffement, de la fréquence des épisodes de smog (ozone troposphérique), de dépôt acide et de pollution atmosphérique par les particules. [Rapport du GT II – chapitre 15 (Amérique du Nord.) – résumé, p. 738]</p>
<p>« Toute augmentation dans la fréquence et l'intensité d'événements extrêmes tels que les tempêtes, les inondations, les sécheresses ou les cyclones aurait des effets néfastes sur la santé par différentes voies. Ces phénomènes naturels peuvent être directement responsables de décès et de blessures et nuire indirectement à la santé par la destruction de logements, le déplacement de population, la contamination de l'eau, la perte de récoltes (entraînant la fin et la malnutrition), l'augmentation des risques</p>

d'épidémie de maladies infectieuses (dont les maladies respiratoires et diarrhéiques) et les dommages à l'infrastructure sanitaire (degré très élevé de confiance). » [Rés. techn. du GT II – section 4.7]

« La fréquence des précipitations extrêmes devrait augmenter presque partout. On prévoit un assèchement général de la partie centrale des continents en été. » [Rés. techn. du GT I – F.5; p. 208 du R. de synth.]

« L'Arctique est extrêmement vulnérable aux changements climatiques et des incidences physiques, écologiques et économiques majeures devraient être observées rapidement... Il y aura des compositions d'espèces différentes sur la terre et sur la mer, des déplacements vers le pôle de regroupements d'espèces et de graves perturbations pour les communautés vivant de manière traditionnelle... Pour les communautés autochtones qui suivent un mode de vie traditionnel, les possibilités d'adaptation aux changements climatiques sont limitées (degré de confiance très élevé). » [Rés. techn. du GT II – section 5.7].

Tableau 5 : Les préoccupations quant aux risques découlant du changement climatique augmentent à mesure que la température s'élève.

(Encadré 3-2 – Rapport de synthèse du GIEC.)

Systèmes uniques et menacés : Certains changements subis par des espèces et des systèmes ont déjà pu être associés à des changements observés du climat; avec des changements même faibles du climat, certains systèmes et espèces très vulnérables peuvent être en danger de dommages, voire de disparition. Un réchauffement plus prononcé intensifierait les risques pour ces espèces et systèmes, et en mettrait d'autres en péril.

Phénomènes météorologiques extrêmes : On a déjà observé des augmentations de la fréquence et de l'intensité de certains phénomènes extrêmes, et elles vont probablement encore augmenter avec la poursuite du réchauffement, tout comme les risques pour la vie humaine, les biens, les cultures, les animaux d'élevage et les écosystèmes. Ces risques sont encore plus grands lorsque le développement prend place dans des zones intrinsèquement dynamiques et instables (p. ex. des plaines inondables et des côtes basses).

Distribution inégale des effets : En général, les pays en développement risquent plus de subir des effets négatifs du changement climatique que les pays industrialisés; dans certains de ces derniers, des secteurs du marché pourraient tirer avantage d'un réchauffement de seulement quelques degrés Celsius. Dans le cas d'un réchauffement plus important, le changement climatique risque d'avoir des effets négatifs pour la plupart des régions. Mais les pays en développement continueraient en général d'être plus gravement affectés que les pays développés. À l'intérieur des pays, la vulnérabilité varie selon les conditions, et ce sont souvent les populations les plus pauvres qui sont le plus exposées à des impacts qui menacent leurs vies et leur subsistance.

Effets généraux dans le monde : À l'échelle planétaire, les effets agrégés par secteur du marché peuvent être positifs ou négatifs jusqu'à quelques degrés Celsius de réchauffement, même si la majorité des individus peuvent être négativement touchés. Avec un réchauffement plus élevés, le risque d'effets négatifs mondiaux sur les secteurs du marché augmente, et les impacts seront surtout négatifs pour la majorité des gens.

Bouleversements à grande échelle : À horizon de 100 ans, la probabilité d'événements à grande échelle et fort impact tels que l'arrêt de la circulation thermohaline ou l'effondrement de l'inlandsis de l'Antarctique de l'Ouest est très basse pour un réchauffement de seulement quelques degrés Celsius. Le risque, qui est un produit de la probabilité de ces événements par l'ampleur de leurs conséquences, est largement non quantifié. Pour un réchauffement plus élevé, et sur un horizon temporel de plus de 100 ans, les probabilités et les risques augmentent, mais d'une quantité qui

ne peut pas être estimée à l'heure actuelle.

Figure 1 – Annexe B : Figure SPM-2 du Résumé à l'intention des décideurs du GT II.

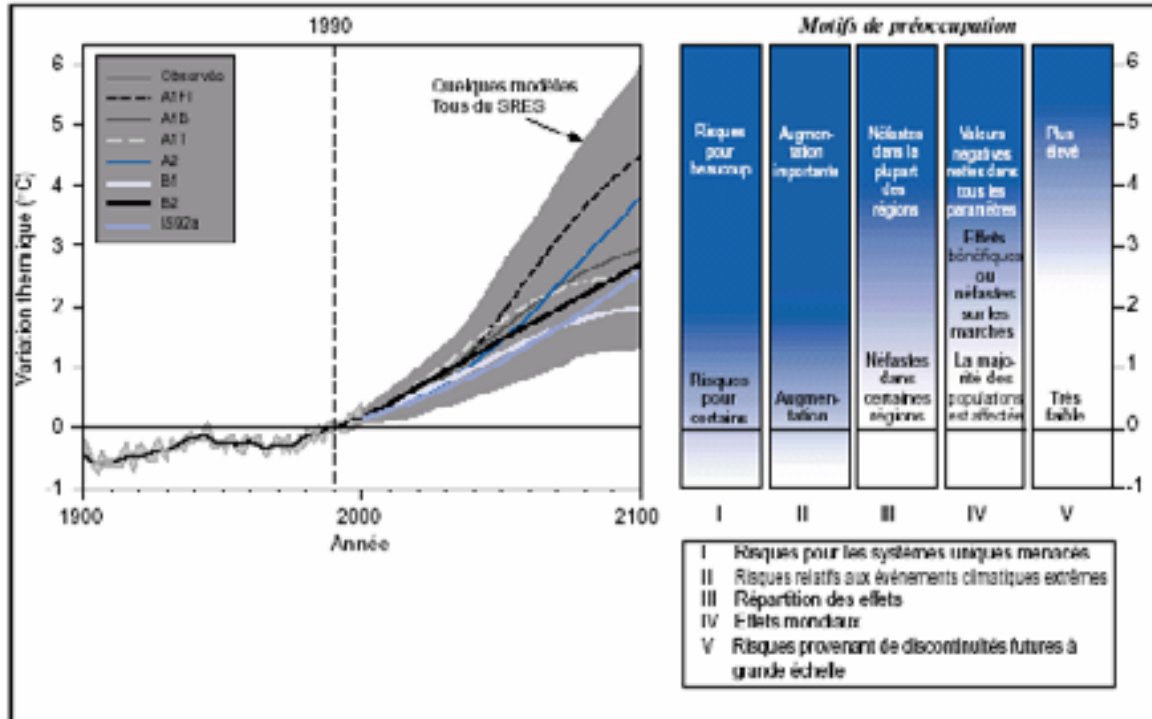


Figure SPM-2 : Motifs de préoccupation quant aux incidences projetées des changements climatiques. Les risques d'effets nocifs de ces changements s'accroissent avec leur ampleur. La partie gauche de la figure fait apparaître les élévations de température observées par rapport à 1990 et la fourchette des estimations projetées après 1990, selon des estimations faites par le Groupe de travail I du GIEC pour des scénarios du Rapport spécial sur les scénarios d'émissions. (Note : les lignes de couleur représentent les projections moyennes de la température planétaire issues de plusieurs modèles du climat et résultant de divers scénarios d'émissions futures de GES et d'aérosols. La zone ombrée en gris couvre la plage totale des projections des modèles.) La partie droite présente des conceptualisations pour cinq motifs de préoccupation au sujet des risques causés par l'évolution du climat jusqu'en 2100. Les incidences ou les risques neutres ou faiblement négatifs ou positifs sont indiqués en blanc, les incidences négatives pour quelques systèmes ou les risques faibles sont indiqués en bleu clair, les incidences négatives ou les risques plus répandus et/ou plus grands sont indiqués en bleu plus foncé. L'évaluation des impacts ou des risques tient seulement compte de l'ampleur du changement, et pas de son rythme. Dans cette figure, la variation annuelle moyenne de la température mondiale est utilisée comme approximation de l'ampleur des changements climatiques, mais les impacts projetés seront fonction, entre autres facteurs, de l'ampleur et du rythme des changements mondiaux et régionaux du climat moyen, de la variabilité du climat et des phénomènes climatiques extrêmes, des conditions sociales et économiques et de l'adaptation.