



**NATIONS
UNIES**



**Convention-cadre sur les
changements climatiques**

Distr.
GENERALE

FCCC/CP/1996/5/Add.1
FCCC/SBSTA/1996/7/Add.1/Rev.1
17 mai 1996

FRANCAIS
Original: ANGLAIS

CONFERENCE DES PARTIES
Deuxième session
Genève, 8-19 juillet 1996
Point 5 de l'ordre du jour provisoire

ORGANE SUBSIDIAIRE DE CONSEIL SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE
Troisième session
Genève, 9-16 juillet 1996
Point 3 de l'ordre du jour provisoire

EVALUATIONS SCIENTIFIQUES

EXAMEN DU DEUXIÈME RAPPORT D'ÉVALUATION DU GROUPE D'EXPERTS
INTERGOUVERNEMENTAL SUR L'ÉVOLUTION DU CLIMAT

Additif

ASPECTS SCIENTIFIQUES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE : CONTRIBUTION
DU GROUPE DE TRAVAIL I DU GROUPE D'EXPERTS INTERGOUVERNEMENTAL
SUR L'ÉVOLUTION DU CLIMAT

Note du secrétariat

Révision

TABLE DES MATIERES

	<u>Paragraphes</u>	<u>Pages</u>
I. INTRODUCTION	1 - 8	3
II. PRINCIPALES CONCLUSIONS	9 - 10	4
III. RESUME DES ASPECTS TECHNIQUES ET CHAPITRES COMPLEMENTAIRES	11 - 16	5
A. Introduction	11 - 15	5
B. Observations	16	6

Annexes

I. Principales conclusions du Groupe de travail I du GIEC . . .	7
II. Groupe de travail I du GIEC - Tables des matières du Résumé technique et des chapitres complémentaires	11
III. Groupe de travail I du GIEC - Glossaire	18

I. INTRODUCTION

1. Le Groupe de travail (Groupe de travail I) chargé de l'évaluation scientifique par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a été créé en 1988. Il s'est restructuré en 1992 dans le but d'évaluer les données scientifiques disponibles concernant les changements climatiques, en particulier ceux engendrés par les activités humaines. Les points les plus importants étaient les suivants:

- a) Progrès dans la compréhension des aspects scientifiques relatifs au climat passé et actuel, à la variabilité du climat, à la prévisibilité du climat et aux changements climatiques, y compris les rétroactions des impacts sur le climat;
- b) Progrès dans la modélisation et la prévision des changements climatiques et des changements du niveau de la mer à l'échelle mondiale et régionale;
- c) Observations du climat, y compris les climats antérieurs, et évaluation des tendances et des anomalies;
- d) Lacunes et incertitudes dans les connaissances actuelles.

2. La première évaluation scientifique du GIEC effectuée en 1990 dans le cadre du premier rapport d'évaluation (GIEC (1990)) avait conclu que l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère depuis l'époque préindustrielle avait modifié le bilan énergétique de la Terre et qu'il en résulterait un réchauffement de la planète.

3. Il ressort d'une conclusion essentielle du rapport de 1990 que l'augmentation continue prévue des concentrations de gaz à effet de serre par suite des activités humaines entraînera des changements climatiques importants au cours du siècle prochain. Selon ce même rapport, les changements prévus de température, de précipitations et de teneur en eau du sol n'étaient pas uniformes sur la planète. On a supposé que les aérosols anthropiques étaient responsables du refroidissement dans certaines régions mais on ne connaît pas l'importance quantitative de leurs effets. Le rapport supplémentaire de 1992 du Groupe de travail I a confirmé, ou n'a pas trouvé de raisons de modifier, les principales conclusions de l'évaluation de 1990. Ce rapport présentait une nouvelle échelle des températures moyennes prévues à la surface du globe sur la base d'une série nouvelle de scénarios d'émissions formulés par le GIEC (IS92a à f) et rendait compte des progrès accomplis dans la détermination quantitative des effets des aérosols anthropiques.

4. Le rapport de 1994 du Groupe de travail I sur le forçage radiatif des changements climatiques présentait une évaluation détaillée du cycle global du carbone et des aspects de la chimie atmosphérique qui régissent la quantité des gaz à effet de serre autres que le CO₂. Certaines évolutions possibles qui auraient pour effet de stabiliser les concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre ont été examinées et des résultats chiffrés, nouveaux ou révisés, concernant le potentiel de réchauffement global étaient donnés pour 38 substances.

5. Le deuxième rapport d'évaluation du GIEC relatif aux aspects scientifiques des changements climatiques présente une évaluation complète de ces aspects sur la base des données connues jusqu'en 1995 et comporte une mise à jour des données correspondantes dans les trois rapports précédents. Les grands sujets étudiés dans le deuxième rapport d'évaluation concernent: i) l'importance relative des facteurs humains et naturels entraînant les changements climatiques, notamment le rôle des aérosols; ii) les changements prévus en matière de climat et de niveau de la mer à l'échelle de la planète et des continents iii) les possibilités de détecter l'influence des activités humaines sur le climat d'aujourd'hui.

6. L'expression "changements climatiques" recouvre deux significations distinctes qu'il convient de noter. Dans le deuxième rapport d'évaluation, cette expression correspond à des changements ayant une origine quelconque, aussi bien humaine que naturelle. Par contre, pour ce qui est de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, cette expression se rapporte exclusivement aux changements provoqués par les activités humaines (voir l'annexe III au présent document). Dans de nombreux cas, les deux utilisations de cette expression seront en fait identiques, cela étant particulièrement vrai pour les prévisions des changements climatiques au cours du siècle prochain.

7. Comme indiqué dans le document FCCC/SBSTA/1996/7/Rev.1, la contribution du Groupe de travail I fera l'objet de l'un des quatre volumes constituant le deuxième rapport d'évaluation du GIEC. Ce volume comprend un Résumé à l'intention des décideurs et un Résumé technique étayés par 11 chapitres sur des aspects scientifiques pertinents, rédigés par des groupes d'experts spécialisés dans les domaines concernés.

8. Le but du présent additif est de rendre plus accessible pour les délégués le travail effectué par le Groupe de travail I et de faire ressortir certaines conclusions. Comme indiqué au paragraphe 18 du document FCCC/SBSTA/1996/7/Rev.1, l'intention n'est pas d'interpréter les conclusions ni de remplacer le texte du GIEC mais d'inviter les personnes concernées à consulter le deuxième rapport d'évaluation.

II. PRINCIPALES CONCLUSIONS

9. Les principales conclusions du Groupe de travail I du GIEC, telles qu'elles ont été adoptées par le GIEC lors de sa session plénière à Rome en décembre 1995, sont présentées dans le Résumé à l'intention des décideurs qui est un sommaire de la contribution du Groupe de travail I au deuxième rapport d'évaluation du GIEC. Des exemplaires de ce résumé seront à la disposition des membres de l'Organe subsidiaire de conseil scientifique et technique et de la Conférence des Parties dans toutes les langues officielles de l'Organisation des Nations Unies.

10. Pour aider les membres de l'Organe subsidiaire de conseil scientifique et technique et de la Conférence des Parties, le secrétariat a préparé un résumé des principales conclusions du GIEC, qui se trouve dans l'annexe I au présent additif. En préparant ce résumé, le secrétariat était conscient de la difficulté à sélectionner les conclusions pour les présenter en dehors du contexte du Résumé à l'intention des décideurs dont les termes ont été soigneusement pesés

et approuvés. Les informations dans l'annexe I sont donc principalement destinées à aider les délégations qui n'auraient pas reçu le résumé dans leur langue de travail.

III. RÉSUMÉ TECHNIQUE ET CHAPITRES COMPLÉMENTAIRES

A. Introduction

11. La terre absorbe les radiations du soleil, essentiellement en surface. Cette énergie est ensuite redistribuée par les circulations atmosphérique et océanique et le rayonnement est renvoyé dans l'espace à plus grandes longueurs d'onde ("terrestres" ou "infrarouges"). Dans l'ensemble, sur le globe terrestre, l'énergie solaire incidente est en équilibre avec le rayonnement terrestre ascendant.

12. Une augmentation des concentrations de gaz à effet de serre entraîne une diminution du rendement énergétique de la terre vers l'espace. Une plus grande partie du rayonnement terrestre ascendant émanant de la surface du globe est absorbée par l'atmosphère et émise à des altitudes supérieures et à des températures inférieures. Il en résulte un forçage radiatif positif qui a tendance à réchauffer les basses couches de l'atmosphère et la surface terrestre : c'est l'effet de serre renforcé. L'importance du réchauffement est liée à l'ampleur de l'augmentation des concentrations de chaque gaz à effet de serre, aux propriétés radiatives des gaz mis en cause et à la concentration des autres gaz à effet de serre déjà présents dans l'atmosphère.

13. Tout changement dans l'équilibre radiatif de la Terre, y compris les changements provenant d'une augmentation des gaz à effet de serre ou des aérosols, a tendance à modifier les températures atmosphériques et océaniques ainsi que la configuration de la circulation atmosphérique et les situations météorologiques qui en résultent. Ces modifications s'accompagneront de changements du cycle hydrologique (par exemple, une répartition différente de la nébulosité, ou des changements dans la pluviométrie et dans les régimes d'évaporation).

14. Tout changement climatique provoqué par l'homme vient se superposer à des variations climatiques naturelles de fond qui se produisent sur une vaste échelle de temps et d'espace. Pour distinguer les changements climatiques anthropiques des variations naturelles, il est nécessaire d'identifier le "signe" anthropique face au "bruit de fond" que constitue la variabilité naturelle du climat.

15. Le Groupe de travail I du GIEC a fait une évaluation complète des connaissances scientifiques et techniques dans le but de comprendre les changements climatiques possibles résultant des émissions anthropiques dans l'atmosphère. Les données utilisées pour cette évaluation, qui contient des avis divergents, ont été rassemblées par des équipes d'auteurs composées d'éminents scientifiques dans leur domaine qui sont originaires de pays en développement aussi bien que de pays industrialisés. Les données sont présentées dans un Résumé technique et dans les 11 chapitres complémentaires du Résumé à l'intention des décideurs. Ces données constituent la pièce maîtresse des

conclusions du GIEC, dont les plus importantes sont exposées dans l'annexe I au présent additif.

B. Observations

16. L'annexe II contient la table des matières du Résumé technique et des onze chapitres complémentaires, avec quelques observations sur leur contenu. Le Résumé technique et les 11 chapitres complémentaires pouvant ne pas être disponibles pour les membres de l'Organe subsidiaire de conseil scientifique et technologique et de la Conférence des Parties lors des sessions qui vont avoir lieu, ceux-ci sont invités à contacter le correspondant du GIEC dans leur pays afin d'être renseignés et conseillés, si nécessaire, et à consulter les textes correspondants.

Annexe I

PRINCIPALES CONCLUSIONS DU GROUPE DE TRAVAIL I DU GIEC

Comme indiqué dans le Résumé à l'intention des décideurs, qui figure dans la contribution du Groupe de travail I au deuxième rapport d'évaluation, les principales conclusions du GIEC, sur la base des nouvelles informations disponibles et des analyses faites depuis 1990, sont les suivantes:

a) Les concentrations de gaz à effet de serre ont continué d'augmenter

- Depuis l'époque préindustrielle (c'est-à-dire depuis 1750 environ), les concentrations atmosphériques ont augmenté de 30% pour le dioxyde de carbone (CO₂), de 145% pour le méthane (CH₄) et de 15% pour le monoxyde de diazote (N₂O), selon les chiffres de 1992. Cet accroissement est largement imputable aux activités humaines et, pour l'essentiel, à l'utilisation de combustibles fossiles, à la modification de l'utilisation des sols et à l'agriculture.
- Le forçage radiatif direct* imputable aux gaz à effet de serre à longue durée de vie est dû essentiellement à l'augmentation de la concentration de CO₂, CH₄ et N₂O.
- Jusqu'à présent, certains gaz à effet de serre à durée de vie longue (particulièrement les HFC - gaz de remplacement des CFC - les PFC et le SF₆) contribuent peu au forçage radiatif. Cependant, l'accroissement de leur concentration pourrait conduire à une augmentation du forçage radiatif de quelques points au cours du XXI^e siècle.
- Si les émissions de dioxyde de carbone se maintenaient approximativement à leur niveau actuel (1994), la concentration de CO₂ dans l'atmosphère s'élèverait de façon pratiquement constante pendant au moins deux cents ans. Elle atteindrait 500 ppmv environ à la fin du XXI^e siècle, soit près du double de la concentration de 280 ppmv observée avant l'ère industrielle.
- Les modèles du cycle du carbone indiquent que la teneur de l'atmosphère en CO₂ ne pourrait se stabiliser autour de 450, 650 ou 1000 ppmv que si les émissions de CO₂ d'origine humaine revenaient au niveau de 1990 d'ici respectivement 40, 110 ou 240 ans, et si elles diminuaient nettement au-dessous de ce niveau par la suite.
- Si les émissions restent plus élevées dans un premier temps, il faudra, pour obtenir la stabilisation des concentrations à un certain niveau, les réduire davantage ultérieurement.

* Unité simple permettant de mesurer l'ampleur d'un mécanisme susceptible de conduire à un changement climatique, le forçage radiatif est la perturbation du bilan énergétique du système sol-atmosphère, exprimée en watts par mètre carré (Wm⁻²).

- La stabilisation des concentrations de CH₄ et de N₂O aux niveaux actuels exigerait une réduction des émissions anthropiques de 8% et de plus de 50% respectivement.

b) Les aérosols d'origine humaine ont tendance à produire un forçage radiatif négatif

- Les aérosols (particules microscopiques en suspension dans l'air) troposphériques provenant de la combustion des combustibles fossiles et de celle de la biomasse, ainsi que d'autres sources, ont entraîné un forçage négatif direct d'environ 0,5 Wm⁻² en moyenne globale, et peut-être aussi un forçage négatif indirect d'une valeur comparable.
- A l'échelle locale, le forçage négatif imputable aux aérosols peut être suffisamment prononcé pour largement compenser le forçage positif dû aux gaz à effet de serre.
- Contrairement aux gaz à effet de serre à longue durée de vie, les aérosols d'origine humaine ont une durée de vie très courte dans l'atmosphère et, par conséquent, ne se propagent pas loin au-delà de leur lieu d'émission.

c) Le climat a évolué au cours des cent dernières années

- La température moyenne globale à la surface a augmenté de 0,3 à 0,6°C environ depuis la fin du XIXe siècle.
- Les années récentes ont été parmi les plus chaudes depuis 1860, et ce malgré l'effet de refroidissement dû à l'éruption volcanique du mont Pinatubo en 1991.
- Des modifications sont observées à l'échelle régionale.
- Le niveau moyen de la mer s'est élevé de 10 à 25 cm au cours des cent dernières années. Ce phénomène est imputable en grande partie à l'augmentation de la température moyenne globale.

d) Un faisceau d'éléments suggère qu'il y a une influence perceptible de l'homme sur le climat global

- L'aptitude à mesurer l'influence de l'homme sur le climat global reste limitée car le signal attendu est encore difficile à distinguer du bruit de fond lié à la variabilité naturelle, et à cause d'incertitudes sur divers facteurs importants. Ces incertitudes ont trait à l'ampleur et aux caractéristiques de la variabilité naturelle à long terme, à l'évolution temporelle du forçage dû aux concentrations de gaz à effet de serre et d'aérosols et de la réponse, et aux changements intervenus dans les terres émergées. Néanmoins, le faisceau d'éléments disponibles suggère qu'il y a une influence perceptible de l'homme sur le climat mondial.

e) On s'attend à ce que le climat continue d'évoluer

- Les simulations de plus en plus réalistes des climats, passé et actuel, obtenues avec des modèles climatiques couplant l'océan et l'atmosphère donnent davantage confiance dans leur capacité à prédire l'évolution future du climat.
- Dans l'hypothèse du scénario moyen du GIEC (IS92a), avec la "valeur la plus probable" de la sensibilité du climat*, et compte tenu de l'incidence de l'augmentation de la concentration d'aérosols, l'augmentation prédite de la température moyenne globale à la surface est d'environ 2°C entre 1990 et 2100. Cette valeur est inférieure d'environ un tiers à la "valeur la plus probable" déterminée en 1990. Une telle différence est due essentiellement au plus faible niveau d'émissions prévu par le scénario (en particulier pour le CO₂ et les CFC), à l'incorporation du refroidissement par les aérosols soufrés et à l'amélioration du traitement du cycle du carbone. Le scénario le plus bas du GIEC (IS92c), associé à une "faible" valeur de la sensibilité du climat, et compte tenu de l'incidence de la progression prévue de la concentration d'aérosols, conduit à prédire un réchauffement d'environ 1°C en 2100. La projection correspondante pour le scénario le plus élevé du GIEC (IS92e), associé à une valeur "élevée" de la sensibilité du climat, conduit à prédire un réchauffement de 3,5°C environ. Dans tous les cas de figure, la rapidité du réchauffement serait probablement plus élevée qu'elle ne l'a été à toute autre période depuis 10 000 ans; cependant, à l'échelle de 1-10 ans, l'évolution du climat serait marquée par une variabilité naturelle importante. En raison de l'inertie thermique des océans, la température n'aurait, en 2100, progressé vers son point d'équilibre que de 50 à 90% et elle continuerait d'augmenter au-delà de cette date.
- Une élévation du niveau moyen de la mer est prévue en raison du réchauffement des océans et de la fonte des glaciers et de la couche de glace. Les modèles prédisent une élévation du niveau de la mer d'environ 50cm entre aujourd'hui et 2100. Cette valeur est inférieure de 25% environ à la "valeur la plus probable" déterminée en 1990, en raison d'une projection plus faible de l'augmentation de la température, mais aussi à cause de l'amélioration des modèles climatiques et cryosphériques. A l'échelle régionale, les fluctuations du niveau de la mer pourraient être différentes de la moyenne globale en raison des mouvements de terrain et de changements dans les courants océaniques.

* Dans les rapports du GIEC, la sensibilité du climat désigne généralement la variation à long terme (du point de vue d'équilibre) de la température moyenne globale à la surface à la suite d'un doublement de la concentration équivalente de CO₂ dans l'atmosphère. De façon plus générale, elle désigne la variation du point d'équilibre de la température de l'air en surface à la suite de la variation d'une unité de forçage radiatif (°C/Wm⁻²).

- Un réchauffement global devrait conduire à une augmentation du nombre de journées très chaudes et à une diminution du nombre de journées très froides.
- L'élévation des températures entraînera le renforcement du cycle hydrologique, d'où un risque d'aggravation des sécheresses ou des inondations à certains endroits et une possibilité de diminution de l'ampleur de ces phénomènes à d'autres endroits. Nos connaissances sont insuffisantes à ce jour pour que l'on puisse prévoir si le nombre ou la répartition géographique de fortes tempêtes telles que les cyclones tropicaux vont se modifier.
- Une évolution rapide et soutenue du climat pourrait modifier l'équilibre de la concurrence entre espèces et même entraîner un dépérissement des forêts, d'où une altération de la quantité de carbone absorbée et dégagée par les biotes terrestres.

f) Les incertitudes restent nombreuses

Actuellement, de nombreux facteurs limitent notre capacité à prévoir et à détecter les changements climatiques futurs. Pour réduire le nombre des incertitudes, il convient d'approfondir les connaissances dans les domaines prioritaires suivants:

- évaluation des émissions futures et de l'évolution des cycles biogéochimiques (y compris les sources et les puits) des gaz à effet de serre, des aérosols et des précurseurs d'aérosols; prévisions concernant leur concentration future et leurs propriétés radiatives;
- intégration des processus climatiques dans les modèles, et notamment des rétroactions liées aux nuages, aux océans, à la glace de mer et à la végétation, afin d'affiner les projections concernant la rapidité et les caractéristiques régionales des changements climatiques;
- collecte à long terme et systématique d'observations directes et reconstitution, à partir d'indicateurs indirects de leurs variations dans le passé, de certains paramètres du système climatique (énergie solaire, éléments du bilan énergétique de l'atmosphère, cycle hydrologique, caractéristiques des océans et changements des écosystèmes, etc.) afin de vérifier la validité des modèles, d'évaluer la variabilité de ces paramètres dans le temps et à l'échelle régionale, et de les utiliser dans le cadre d'études de détection des changements climatiques et d'attribution de leurs causes.

Annexe II

GROUPE DE TRAVAIL I DU GIEC

Tables des matières du Résumé technique et des chapitres complémentaires

Résumé technique

1. Introduction
2. Gaz à effet de serre et aérosols en tant qu'agents de forçage radiatif
3. Tendances et caractéristiques du climat et du niveau de la mer d'après les observations
4. Modélisation du climat et de son évolution
5. Détection des changements climatiques et attribution des causes
6. Prévisions pour les changements climatiques futurs
7. Progrès dans notre compréhension du sujet.

Il s'agit d'un résumé général mais concis des informations techniques exposées en détail dans les chapitres complémentaires. Un glossaire (constituant l'annexe III) des termes utilisés par le Groupe de travail I dans son second rapport d'évaluation vient utilement compléter ce résumé.

Chapitre 1 : Le système climatique: vue d'ensemble

- 1.1 Climat et système climatique
- 1.2 Les forces qui animent le climat
- 1.3 Changements climatiques anthropiques
- 1.4 Réaction du climat
- 1.5 Changements climatiques observés
- 1.6 Prévisions et modélisation des changements climatiques

Ce chapitre donne une vue d'ensemble des facteurs influençant le climat, tels que ceux perturbant le bilan énergétique global par suite d'un effet de serre accru d'origine anthropique. Il traite également de la réaction du climat et des effets de la terre et des océans, de la prévisibilité du climat et des prédictions quant au climat futur. Le texte est complété par 5 graphiques et 4 références.

Chapitre 2 : Forçage radiatif des changement climatiques

- 2.1 CO₂ et cycle du carbone
- 2.2 Autres gaz à l'état de traces et chimie de l'atmosphère
- 2.3 Aérosols
- 2.4 Forçage radiatif
- 2.5 Indices du forçage radiatif pour les gaz à l'état de traces

Ce chapitre constitue une mise à jour du rapport sur le forçage radiatif des changements climatiques, préparé par le Groupe de travail I du GIEC et publié en 1994. L'annexe I ci-dessus rend compte de la plupart des principales conclusions. Le texte est complété par 16 graphiques et environ 240 références.

Chapitre 3 : Observations relatives à la variabilité du climat et aux changements climatiques

- 3.1 Introduction
- 3.2 Le climat s'est-il réchauffé ?
- 3.3 Le climat est-il devenu plus humide ?
- 3.4 La circulation atmosphérique et la circulation océanique ont-elles changé ?
- 3.5 Le climat est-il devenu plus variable ou les phénomènes extrêmes se sont-ils aggravés ?
- 3.6 Le réchauffement de la planète au XXe siècle est-il inhabituel ?
- 3.7 Y a-t-il cohérence parmi les évolutions observées ?

Ce chapitre, dont les conclusions sont reflétées dans l'annexe I ci-dessus, pose des questions ayant trait aux changements de température, de pluviométrie et de circulation atmosphérique. Le texte est complété par 23 graphiques et environ 380 références.

Chapitre 4 : Processus climatiques

- 4.1 Introduction aux processus climatiques
- 4.2 Processus atmosphériques
- 4.3 Processus océaniques
- 4.4 Processus des terres émergées

Ce chapitre s'attache à évaluer les processus du système climatique considérés comme responsables des incertitudes qui limitent actuellement la capacité à prévoir le réchauffement par effet de serre. Un grand nombre de ces processus mettent en jeu le couplage de l'atmosphère, des océans et des terres par le biais du cycle hydrologique. Les progrès qui pourront être réalisés dans la modélisation du climat vont dépendre de la disponibilité de données globales nouvelles et de la possibilité de les utiliser pour améliorer des paramétrisations importantes. Le texte est complété par 9 graphiques et environ 200 références.

Chapitre 5 : Modèles climatiques - Evaluation

- 5.1 En quoi consiste l'évaluation d'après les modèles ? Pourquoi est-elle importante ?
- 5.2 A quel point les modèles de couplage reproduisent-ils le climat actuel ?
- 5.3 Quelle est la performance des modèles s'appliquant à l'atmosphère, aux terres émergées, aux océans et à l'ensemble mer-glace ?
- 5.4 Quelle est la performance des modèles utilisés dans d'autres conditions ?
- 5.5 A quel point comprenons-nous la sensibilité des modèles ?
- 5.6 Comment augmenter le degré de confiance dans les modèles ?

Ce chapitre passe en revue, en les évaluant, les modèles actuellement utilisés pour simuler et prévoir le système climatique. Il examine la performance des modèles en fonction de conditions différentes et il étudie les moyens d'augmenter la fiabilité des modèles. Le texte est complété par 34 graphiques et environ 260 références.

Chapitre 6 : Modèles climatiques - Prévisions concernant le climat futur

- 6.1 Introduction
- 6.2 Moyenne des changements climatiques d'après les modèles de simulation à trois dimensions
- 6.3 Changements dans les températures moyennes globales pour les scénarios d'émissions du GIEC (1992)
- 6.4 Simulation des changements de variabilité engendrés par une augmentation de la concentration des gaz à effet de serre
- 6.5 Changements dans les phénomènes extrêmes
- 6.6 Simulation des changements climatiques à l'échelle régionale

6.7 Diminution des incertitudes, potentiel des modèles futurs et amélioration des prévisions concernant les changements climatiques.

Ce chapitre consiste essentiellement en une évaluation des effets possibles sur le climat futur des changements de la composition atmosphérique provoqués par les activités humaines. Depuis la publication du premier rapport d'évaluation du GIEC en 1990 les analyses quantitatives de certains effets radiatifs des aérosols ont été améliorées, ce qui représente un réel progrès. Les prévisions climatiques présentées décrivent non seulement les effets de l'augmentation des concentrations des gaz à effet de serre, mais aussi certains effets possibles des aérosols anthropiques. Le texte est complété par 38 graphiques et environ 260 références.

Chapitre 7 : Changements du niveau de la mer

- 7.1 Introduction
- 7.2 Quelles ont été les variations du niveau de la mer au cours des cent dernières années ?
- 7.3 Facteurs contribuant aux changements du niveau de la mer
- 7.4 Peut-on expliquer les changements du niveau de la mer observés durant les cent dernières années ?
- 7.5 Quels peuvent être les changements du niveau de la mer dans le futur ?
- 7.6 Variabilité dans l'espace et dans le temps
- 7.7 Les principales incertitudes et comment les réduire

On trouve dans ce chapitre une évaluation des connaissances actuelles en matière de changements du climat et du niveau de la mer, l'accent étant mis sur les faits scientifiques nouveaux, apparus depuis la publication du rapport du GIEC en 1990. Ce chapitre concerne essentiellement les changements se produisant au cours d'un siècle (échelle de temps choisie). Des informations précises sur les changements du niveau de la mer au cours des cent dernières années sont données et une étude en est faite dans le but de trouver les facteurs susceptibles d'être à l'origine de ces changements. Les changements éventuels du niveau de la mer pouvant se produire au cours des cent prochaines années par suite du réchauffement de la planète sont passés en revue. Le texte est complété par 15 graphiques et environ 250 références.

Chapitre 8 : Détection des changements climatiques et attribution des causes

- 8.1 Introduction
- 8.2 Incertitudes dans les prévisions d'émissions anthropiques que donnent les modèles
- 8.3 Incertitudes dans les estimations de la variabilité naturelle

- 8.4 Evaluation d'études récentes visant à détecter les changements climatiques et à en trouver les causes
- 8.5 Cohérence entre les résultats qualitatifs issus d'observations et ceux issus de modèles
- 8.6 Quand pourra-t-on identifier un effet anthropique sur le climat ?

Ce chapitre analyse les progrès réalisés, depuis la parution du rapport du GIEC de 1990, dans l'identification d'un effet anthropique sur le climat. Le progrès le plus important a trait au fait que maintenant les modèles commencent à tenir compte des effets climatiques possibles résultant des changements, provoqués par l'homme, dans la composition des aérosols sulfatés et de l'ozone stratosphérique. Le fait d'inclure ces facteurs jette une lumière différente sur la réponse du climat aux influences humaines. Cela permet de mieux identifier le signal climatique potentiel d'origine anthropique, bien qu'à ce sujet un grand nombre d'incertitudes demeurent. Le texte est complété par 12 graphiques et environ 130 références.

Chapitre 9 : Ecosystèmes terrestres: rétroactions des biotes sur le climat

- 9.1 Introduction
- 9.2 Situation actuelle concernant les échanges de CO₂ entre le milieu terrestre et l'atmosphère et concernant l'équilibre global du carbone
- 9.3 Effets possibles des changements climatiques et de l'augmentation de la concentration atmosphérique de dioxyde de carbone sur la structure des écosystèmes
- 9.4 Effets des changements climatiques et de l'augmentation de la concentration de dioxyde de carbone sur le piégeage de carbone à l'échelle régionale et mondiale: analyses des tendances et analyses d'équilibre
- 9.5 Méthane: effets des changements climatiques et de l'augmentation de la concentration atmosphérique de dioxyde de carbone sur le flux de méthane et l'équilibre du carbone dans les zones humides
- 9.6 Monoxyde de diazote
- 9.7 Rétroactions biogéophysiques à l'échelle mondiale: les modifications de la structure et de la fonction des écosystèmes affectent le climat.

Ce chapitre passe en revue les effets étroitement couplés des écosystèmes terrestres. Des changements dans le climat et dans la concentration atmosphérique de CO₂ entraînent des changements dans la structure et la fonction des écosystèmes. Réciproquement, les changements dans la structure et la fonction des écosystèmes se répercutent sur le système climatique d'une part par des modifications des processus biogéochimiques impliquant des échanges, entre

le milieu terrestre et l'atmosphère, de gaz radiativement actifs tels que CO₂, CH₄ et N₂O, et d'autre part par des modifications des processus biogéophysiques impliquant des échanges d'eau et d'énergie. L'ensemble de ces effets et de ces rétroactions est pris en compte lors de l'évaluation de l'état futur de l'atmosphère et des écosystèmes terrestres. Le texte est complété par 7 graphiques et environ 300 références.

Chapitre 10 : Réponses du biote marin et rétroactions sur le climat

- 10.1 Introduction
- 10.2 Processus océaniques - réponses biogéochimiques
- 10.3 Rétroactions: influence des biotes marins sur le climat
- 10.4 Etat d'avancement de la modélisation biogéochimique des océans.

Ce chapitre étudie la réaction des processus biogéochimiques du milieu marin aux changements climatiques et l'influence de ces processus sur le climat. Le dioxyde de carbone (CO₂) est le principal gaz à effet de serre qui augmente rapidement dans l'atmosphère par suite des activités humaines. Les océans contiennent environ 40 000 gigatonnes de carbone (GtC) sous forme dissoute, sous forme particulaire et présent dans les organismes marins. Par contre, dans les biotes terrestres, les sols et les détritiques, la teneur totale est d'environ 2200 GtC. Il est donc impératif de comprendre le rôle que jouent les processus biogéochimiques dans le maintien de l'état d'équilibre du cycle du carbone océanique. Le chapitre comprend 7 graphiques et environ 200 références.

Chapitre 11 : Faire progresser nos connaissances

- 11.1 Introduction
- 11.2 Cadre de l'analyse
- 11.3 Emissions anthropiques
- 11.4 Concentrations atmosphériques
- 11.5 Forçage radiatif
- 11.6 Réponse du système climatique
- 11.7 Variations naturelles du climat , détection des changements climatiques et attribution de leurs causes
- 11.8 Impacts des changements climatiques
- 11.9 Problèmes globaux
- 11.10 Programmes internationaux
- 11.11 Priorités de la recherche

Ce chapitre examine les activités futures nécessaires pour mieux comprendre les changements climatiques. Les conclusions sont reproduites dans l'annexe I.

Annexe III

GROUPE DE TRAVAIL I DU GIEC

Glossaire

<u>Terme</u>	<u>Définition</u>
Aérosols	Particules en suspension dans l'air. On a aussi associé ce terme, à tort, aux gaz propulseurs utilisés pour les "pulvérisations d'aérosols".
Changements climatiques (selon l'expression utilisée dans la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques)	Changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine, modifiant la composition de l'atmosphère du globe et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables.
Evolution du climat (selon l'expression utilisée par le GIEC)	Changement climatique se produisant par suite de changements internes au sein du système climatique ou par suite d'interactions entre ses composants ou encore par suite de changements dans le forçage (externe) du climat, que celui-ci soit dû à des phénomènes naturels ou aux activités humaines. Il n'est en général pas possible d'identifier clairement la cause du changement. Les projections des changements futurs du climat qui ont été faites par le GIEC considèrent en général l'influence sur le climat de l'augmentation des gaz à effet de serre résultant des activités humaines, ainsi que l'influence d'autres facteurs anthropiques.
Sensibilité du climat	Dans les rapports du GIEC, la sensibilité du climat désigne généralement la variation à long terme (du point de vue d'équilibre) de la température moyenne globale à la surface à la suite d'un doublement de la concentration atmosphérique de CO ₂ . De façon plus générale, elle désigne la variation du point d'équilibre de la température de l'air en surface à la suite de la variation d'une unité de forçage radiatif (°C/Wm ⁻²).

Amplitude thermique diurne	Différence entre les températures maximale et minimale sur une durée de 24 heures.
Expérience d'équilibre climatique (Modèles de simulation de l'équilibre climatique)	Expérience dans laquelle on modifie l'une des étapes du forçage d'un modèle climatique que l'on laisse ensuite parvenir à un nouvel équilibre. Ce type d'expérience permet de comparer l'état initial du modèle à son état final mais ne donne pas de renseignements sur la réponse du climat en fonction du temps.
Concentration équivalente de CO ₂	Concentration de CO ₂ qui produirait le même forçage radiatif qu'un mélange donné de CO ₂ et d'autres gaz à effet de serre.
Evapotranspiration	Processus associant l'évaporation à la surface du globe terrestre et la transpiration des végétaux.
Gaz à effet de serre	Gaz absorbant le rayonnement à des longueurs d'onde spécifiques à l'intérieur du spectre de rayonnement (rayonnement infrarouge) émis par la surface du globe et par les nuages. Le gaz, en retour, émet un rayonnement infrarouge là où la température est plus froide qu'à la surface de la terre. L'effet total qui en résulte se manifeste par un piégeage local d'une partie de l'énergie absorbée et par la tendance à un réchauffement de la surface de la planète. La vapeur d'eau (H ₂ O), le dioxyde de carbone (CO ₂), le monoxyde de diazote (N ₂ O), le méthane (CH ₄) et l'ozone (O ₃) sont les principaux gaz à effet de serre dans l'atmosphère de la planète.
Calotte glaciaire	Glacier en forme de dôme qui recouvre en général un haut plateau près de la ligne de partage des eaux.
Couche de glace	Glacier dont la surface dépasse 50 000 km ² qui couvre intégralement une surface terrestre ou qui s'appuie sur le plateau continental.

Forçage radiatif

Unité simple servant à mesurer l'ampleur d'un mécanisme susceptible de conduire à un changement climatique. On appelle forçage radiatif la perturbation du bilan énergétique dans le système sol-atmosphère (exprimée en Wm^{-2}) résultant par exemple d'un changement de concentration de dioxyde de carbone ou d'un changement dans le rayonnement solaire; le système climatique répond au forçage radiatif de façon à rétablir le bilan énergétique. Un forçage radiatif positif aura tendance à réchauffer la surface du globe alors qu'un forçage radiatif négatif aura tendance à la refroidir. Le forçage radiatif est normalement exprimé sous forme de moyenne annuelle globale. Selon la définition plus précise qu'en donne le GIEC dans ses rapports, le forçage radiatif est la perturbation du bilan énergétique du système surface du globe-troposphère une fois que l'équilibre radiatif global de la stratosphère a pu regagner une valeur moyenne (voir chapitre 4 du rapport GIEC de 1994). Il a aussi reçu le nom de forçage climatique.

Echelles spatiales

continentale : $10^7-10^8 km^2$
régionale : $10^5 - 10^7 km^2$
locale : moins de $10^5 km^2$

Teneur en eau du sol
(humidité des sols)

Eau présente à la surface des continents et susceptible d'être évaporée. Les modèles de climat décrits dans le premier rapport d'évaluation de 1990 faisaient régulièrement usage d'une réserve ou "baquet". Dans les modèles d'aujourd'hui, qui tiennent compte des processus pédologiques et de ceux du couvert forestier, la teneur en eau du sol est définie comme la quantité d'eau excédant le 'point de flétrissement' permanent des plantes.

Stratosphère

La partie hautement stratifiée et stable de l'atmosphère, qui se situe au-dessus de la troposphère, s'étendant à une altitude d'environ 10 à 50 km au-dessus de la surface terrestre.

Circulation thermo-haline

Circulation océanique à grande échelle reposant sur la masse volumique, qui est déterminée par les changements de température et de salinité.

Expérience climatique transitoire

Expérience destinée à analyser la réponse, dans le temps, d'un modèle climatique à un changement du forçage variant en fonction du temps.

Troposphère

La partie basse de l'atmosphère allant de la surface terrestre à une altitude d'environ 10 km aux latitudes moyennes, 9 km aux latitudes élevées et 16 km au niveau des tropiques, là où se forment les nuages et les phénomènes météorologiques. La troposphère est définie comme étant la zone où la température décroît généralement avec l'altitude.