



**GROUPE D'EXPERTS INTERGOUVERNEMENTAL  
SUR L'ÉVOLUTION DU CLIMAT**



# Le changement climatique et l'eau

Publié sous la direction de

**Bryson Bates**  
CSIRO  
Australie

**Zbigniew W. Kundzewicz**  
Académie des sciences,  
Pologne  
et Institut de recherche de Potsdam  
sur les incidences du climat,  
Allemagne

**Shaohong Wu**  
Académie des sciences,  
Chine

**Jean Palutikof**  
Met Office, Centre Hadley  
Royaume-Uni

Le présent document technique du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat a été établi suite à une décision du Groupe d'experts. Les éléments d'information rassemblés ici ont été vérifiés par des experts et divers gouvernements, mais n'ont pas été examinés par le Groupe aux fins d'une éventuelle acceptation ou approbation.

**Juin 2008**

Le présent document a été rédigé sous la responsabilité de l'Unité d'appui technique du Groupe de travail II du GIEC.

---

Référence du présent document technique:

Bates, B. C., Z. W. Kundzewicz, S. Wu et J. P. Palutikof, éd., 2008: *Le changement climatique et l'eau*, document technique publié par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Secrétariat du GIEC, Genève, 236 p.

© Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2008

ISBN: 978-92-9169-223-1

Photo de couverture: © Simon Fraser/Science Photo Library

# Sommaire

---

<b>Préface</b>	<b>vii</b>
<b>Remerciements</b>	<b>viii</b>
<b>Résumé exécutif</b>	<b>3</b>
<b>1. Introduction sur le changement climatique et l'eau</b>	<b>9</b>
1.1 Rappel	11
1.2 Objet	11
1.3 Contexte du présent document technique: conditions socioéconomiques et environnementales	12
1.3.1 Changements observés	12
1.3.2 Changements prévus	14
1.4 Plan	15
<b>2. Changements climatiques observés et prévus en rapport avec l'eau</b>	<b>17</b>
2.1 Changements climatiques observés en rapport avec l'eau	19
2.1.1 Précipitations (y compris les épisodes extrêmes) et vapeur d'eau	19
2.1.2 Neige et glace terrestre	24
2.1.3 Niveau de la mer	25
2.1.4 Évapotranspiration	26
2.1.5 Humidité du sol	26
2.1.6 Ruissellement et débit fluvial	27
2.1.7 Modes de variabilité à grande échelle	27
2.2 Influences et rétroactions des modifications hydrologiques sur le climat	29
2.2.1 Effets sur les terres émergées	29
2.2.2 Rétroactions dues aux changements de la circulation océanique	30
2.2.3 Émissions et puits affectés par les processus hydrologiques ou par les rétroactions biogéochimiques	31
2.3 Changements climatiques prévus en rapport avec l'eau	32
2.3.1 Précipitations (y compris les épisodes extrêmes) et vapeur d'eau	33
2.3.2 Neige et glace terrestre	35
2.3.3 Niveau de la mer	35
2.3.4 Évapotranspiration	36
2.3.5 Humidité du sol	36
2.3.6 Ruissellement et débit fluvial	37
2.3.7 Modes de variabilité à grande échelle	38
<b>3. Relation entre le changement climatique et les ressources en eau: incidences et mesures d'intervention</b>	<b>39</b>
3.1 Incidences observées du changement climatique	41
3.1.1 Effets observés dus aux changements dans la cryosphère	41
3.1.2 Hydrologie et ressources en eau	41
3.2 Changements à venir de la disponibilité et de la demande en eau dus au changement climatique	45
3.2.1 Facteurs climatiques pouvant influencer sur les systèmes d'eau douce dans le futur	45
3.2.2 Facteurs non climatiques pouvant influencer sur les systèmes d'eau douce dans le futur	51

3.2.3	Incidences des changements climatiques sur les futures disponibilités en eau douce	52
3.2.4	Incidences des changements climatiques sur la demande future en eau douce	52
3.2.5	Incidences des changements climatiques sur le stress hydrique à l'avenir	53
3.2.6	Incidences des changements climatiques sur les coûts et les autres aspects socioéconomiques de l'eau douce	53
3.2.7	Zones d'eau douce et secteurs particulièrement vulnérables aux changements climatiques	56
3.2.8	Incertitudes concernant les incidences prévues du changement climatique sur les systèmes d'eau douce	56
3.3	Adaptation au changement climatique dans le domaine de l'eau: aperçu général	57
3.3.1	Gestion intégrée des ressources en eau	61
<b>4.</b>	<b>Changement climatique et ressources en eau par système et par domaine</b>	<b>63</b>
4.1	Écosystèmes et biodiversité	65
4.1.1	Contexte	65
4.1.2	Changements prévus de l'hydrologie et implications pour la biodiversité mondiale	65
4.1.3	Incidences des changements hydrologiques sur les principaux types d'écosystèmes	66
4.2	Agriculture et sécurité alimentaire, utilisation des terres et foresterie	70
4.2.1	Contexte	70
4.2.2	Observations	71
4.2.3	Projections	72
4.2.4	Adaptation, vulnérabilité et développement durable	75
4.3	Santé humaine	80
4.3.1	Contexte	80
4.3.2	Observations	82
4.3.3	Projections	82
4.3.4	Adaptation, vulnérabilité et développement durable	83
4.4	Alimentation en eau et assainissement	83
4.4.1	Contexte	83
4.4.2	Observations	83
4.4.3	Projections	83
4.4.4	Adaptation, vulnérabilité et développement durable	85
4.5	Établissements humains et infrastructures	87
4.5.1	Établissements humains	88
4.5.2	Infrastructures	88
4.5.3	Adaptation	89
4.6	Économie: assurance, tourisme, industrie et transport	89
4.6.1	Contexte	89
4.6.2	Coûts socioéconomiques, atténuation, adaptation, vulnérabilité, développement durable	90
<b>5.</b>	<b>Analyse des aspects régionaux du changement climatique et des ressources en eau</b>	<b>91</b>
5.1	Afrique	93
5.1.1	Contexte	93
5.1.2	Observations actuelles	94
5.1.3	Changements prévus	96
5.1.4	Adaptation et vulnérabilité	100
5.2	Asie	101
5.2.1	Contexte	101
5.2.2	Incidences observées du changement climatique sur l'eau	101
5.2.3	Incidence prévue du changement climatique sur l'eau et principales vulnérabilités	102
5.2.4	Adaptation et vulnérabilité	104

5.3	Australie et Nouvelle-Zélande	106
5.3.1	Contexte	106
5.3.2	Changements observés	106
5.3.3	Changements prévus	106
5.3.4	Adaptation et vulnérabilité	108
5.4	Europe	110
5.4.1	Contexte	110
5.4.2	Changements observés	110
5.4.3	Changements prévus	111
5.4.4	Adaptation et vulnérabilité	113
5.5	Amérique latine	113
5.5.1	Contexte	113
5.5.2	Changements observés	114
5.5.3	Changements prévus	117
5.5.4	Adaptation et vulnérabilité	118
5.6	Amérique du Nord	120
5.6.1	Contexte et changements observés	120
5.6.2	Changements prévus et conséquences	120
5.6.3	Adaptation	124
5.7	Régions polaires	126
5.7.1	Contexte	126
5.7.2	Changements observés	127
5.7.3	Changements prévus	128
5.7.4	Adaptation et vulnérabilité	129
5.8	Petites îles	129
5.8.1	Contexte	129
5.8.2	Tendances climatiques observées et projections pour les régions insulaires	130
5.8.3	Adaptation, vulnérabilité et viabilité	134
<b>6.</b>	<b>Mesures d'atténuation du changement climatique et eau</b>	<b>137</b>
6.1	Introduction	139
6.2	Atténuation par secteur	139
6.2.1	Piégeage et stockage du dioxyde de carbone (CCS)	139
6.2.2	Cultures bioénergétiques	139
6.2.3	Électricité issue de la biomasse	141
6.2.4	Énergie hydraulique	141
6.2.5	Énergie géothermique	142
6.2.6	Consommation d'énergie dans les bâtiments	142
6.2.7	Changement d'affectation et gestion des terres	142
6.2.8	Gestion des terres cultivées (eau)	143
6.2.9	Gestion des terres cultivées (réduction du labour)	143
6.2.10	Boisement ou reboisement	143
6.2.11	Déboisement évité ou réduit	144
6.2.12	Gestion des déchets solides et traitement des eaux usées	144
6.2.13	Pétrole non conventionnel	145
6.3	Effets des politiques et des mesures de gestion de l'eau sur les émissions et l'atténuation des GES	145
6.3.1	Barrages hydroélectriques	145

6.3.2	Irrigation	146
6.3.3	Retour de résidus	146
6.3.4	Drainage des terres cultivées	147
6.3.5	Traitement des eaux usées	147
6.3.6	Dessalement	147
6.3.7	Énergie géothermique	147
6.4	Conflits potentiels entre adaptation et atténuation pour les ressources en eau	148
<b>7.</b>	<b>Implications pour la politique et le développement durable</b>	<b>149</b>
7.1	Implications politiques par secteur	151
7.2	Principaux impacts relatifs à l'eau prévus par région	153
7.3	Implications pour une politique d'atténuation des effets du changement climatique	155
7.4	Implications pour le développement durable	155
<b>8.</b>	<b>Lacunes dans les connaissances et suggestions pour les travaux futurs</b>	<b>157</b>
8.1	Besoins en matière d'observations	159
8.2	Comprendre les projections climatiques et leurs impacts	160
8.2.1	Compréhension et projection du changement climatique	160
8.2.2	Impacts liés à l'eau	160
8.3	Adaptation et atténuation	161
	<b>Références</b>	<b>163</b>
	<b>Appendice I: Descriptions des modèles climatiques</b>	<b>189</b>
	<b>Appendice II: Glossaire</b>	<b>191</b>
	<b>Appendice III: Acronymes, symboles chimiques et unités de mesure</b>	<b>211</b>
	<b>Appendice IV: Liste des auteurs</b>	<b>213</b>
	<b>Appendice V: Liste des examinateurs</b>	<b>215</b>
	<b>Appendice VI: Autorisation de publication</b>	<b>219</b>
	<b>Index</b>	<b>221</b>

# Préface

---

Le document technique intitulé *Le changement climatique et l'eau* du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) est le sixième de la série des Documents techniques du GIEC et a été rédigé suite à une demande du Secrétaire du Programme climatologique mondial – Eau (PCM – Eau) et du Comité directeur international du «Dialogue sur l'eau et le climat», lors de la 19<sup>e</sup> Assemblée plénière du GIEC qui s'est déroulée à Genève en avril 2002. Une réunion consultative sur le changement climatique et l'eau a eu lieu à Genève en novembre 2002 et a recommandé l'élaboration d'un document technique sur ce sujet, plutôt que celle d'un rapport spécial. À l'origine, ce document devait se fonder sur les apports du quatrième Rapport d'évaluation du GIEC, mais également sur les publications précédentes du GIEC. Le Groupe a également décidé que le sujet de l'eau devait être traité en tant que thème transversal dans le quatrième Rapport d'évaluation.

Le présent document technique traite du thème de l'eau douce. L'élévation du niveau de la mer n'est traitée que dans la mesure où elle peut avoir une incidence sur l'eau douce des zones côtières et au-delà. Le système climatique, le système d'eau douce et les systèmes biophysiques et socioéconomiques sont liés de manière complexe. Ainsi, toute modification de l'un de ces facteurs peut induire un changement de n'importe lequel des autres. Les problèmes associés à l'eau douce sont critiques pour la détermination des principales vulnérabilités par région et par domaine. C'est pourquoi la relation entre le changement climatique et les ressources en eau douce est d'un intérêt capital pour les sociétés humaines. Elle présente également des implications pour toutes les espèces vivantes.

Une équipe de rédaction interdisciplinaire d'auteurs principaux a été choisie par les trois bureaux des Groupes de travail du GIEC, avec la mission d'atteindre un équilibre régional et thématique. Comme l'ensemble des documents techniques du GIEC, le présent document se fonde également sur les données des rapports précédemment approuvés, acceptés ou adoptés et a été soumis à un examen simultané par les experts et les gouvernements, suivi d'un examen final mené par ces derniers. Le Bureau du GIEC a agi en tant qu'équipe éditoriale, pour faire en sorte de transmettre de manière appropriée les commentaires de relecture émis par les auteurs principaux dans la phase de finalisation du document technique.

Le Bureau a tenu sa 37<sup>e</sup> session à Budapest, en avril 2008, et a examiné les principaux commentaires reçus lors de l'examen

final par les gouvernements. À la lumière de ses observations et de ses questions, les auteurs principaux ont finalisé le présent document technique, dont le Bureau a ensuite autorisé la publication.

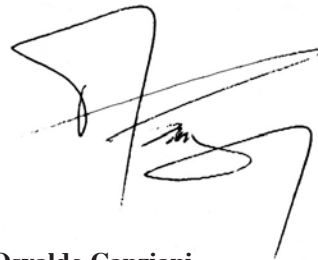
Nous sommes particulièrement reconnaissants aux auteurs principaux (dont la liste est incluse dans le présent document) d'avoir donné très généreusement leur temps et d'avoir achevé leur tâche en respectant les échéances. Nous tenons à remercier Mme Jean Palutikof, responsable de l'Unité d'appui technique du Groupe de travail II du GIEC, pour avoir brillamment dirigé la rédaction et la publication du présent document.



**Rajendra K. Pachauri**  
Président du GIEC



**Renate Christ**  
Secrétaire du GIEC



**Osvaldo Canziani**  
Coprésident du Groupe de travail II du GIEC



**Martin Parry**  
Coprésident du Groupe de travail II du GIEC

# Remerciements

---

Nous remercions l'Unité d'appui technique du Groupe de travail II et particulièrement Norah Pritchard et Clair Hanson, pour les efforts déployés dans l'élaboration du présent document technique.

Le Gouvernement du Canada a gracieusement accueilli la deuxième réunion des auteurs principaux et nous remercions Terry Prowse pour la prise en charge de l'important travail d'organisation à Victoria, Colombie britannique.

Maurice Roos, du Département des ressources en eau de l'État de Californie, et Bill Girling, de Manitoba Hydro, ont participé à la deuxième réunion des auteurs principaux pour présenter des avis et des suggestions du point de vue de l'utilisateur.

Marilyn Anderson a constitué l'index et Nancy Boston a édité le texte.

Nos remerciements vont à l'ensemble des auteurs, à leurs familles, aux organisations et aux gouvernements qui ont permis que ce document voie le jour.

Bryson Bates  
Zbyszek Kundzewicz  
Shaohong Wu  
Jean Palutikof

23 juin 2008



---

# Le changement climatique et l'eau

Le présent document technique a été établi à la demande de l'assemblée plénière du GIEC, pour répondre aux suggestions du Programme climatologique mondial – Eau, du Dialogue sur l'eau et d'autres organisations concernées par l'approvisionnement en eau. Il a été préparé sous la direction du Président du GIEC, M. R. K. Pachauri.

---

## **Auteurs coordonnateurs principaux**

Bryson Bates (Australie), Zbigniew W. Kundzewicz (Pologne) et Shaohong Wu (Chine)

## **Auteurs principaux**

Nigel Arnell (Royaume-Uni), Virginia Burkett (États-Unis), Petra Döll (Allemagne), Daniel Gwary (Nigeria), Clair Hanson (Royaume-Uni), BertJan Heij (Pays-Bas), Blanca Elena Jiménez (Mexique), Georg Kaser (Autriche), Akio Kitoh (Japon), Sari Kovats (Royaume-Uni), Pushpam Kumar (Royaume-Uni), Christopher H. D. Magadza (Zimbabwe), Daniel Martino (Uruguay), Luis José Mata (Allemagne/Venezuela), Mahmoud Medany (Égypte), Kathleen Miller (États-Unis), Taikan Oki (Japon), Balgis Osman (Soudan), Jean Palutikof (Royaume-Uni), Terry Prowse (Canada), Roger Pulwarty (États-Unis/Trinité-et-Tobago), Jouni Räisänen (Finlande), James Renwick (Nouvelle-Zélande), Francesco Nicola Tubiello (États-Unis/IIASA/Italie), Richard Wood (Royaume-Uni) et Zong-Ci Zhao (Chine)

## **Auteurs collaborateurs**

Julie Arblaster (Australie), Richard Betts (Royaume-Uni), Aiguo Dai (États-Unis), Christopher Milly (États-Unis), Linda Mortsch (Canada), Leonard Nurse (La Barbade), Richard Payne (Australie), Iwona Pinskiwar (Pologne) et Tom Wilbanks (États-Unis)

