

Information sur le changement climatique pour une adaptation effective

Manuel à l'intention des praticiens



POTSDAM INSTITUTE FOR
CLIMATE IMPACT RESEARCH

Information sur le changement climatique pour une adaptation effective

Manuel à l'intention des praticiens

Auteurs :

Dr Juergen Kropp, chef du groupe Nord-Sud au Potsdam Institute
for Climate Impact Research

Michael Scholze, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH,
Programme sur la protection du climat

Publié par :

Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH
Programme sur la protection du climat
Postfach 5180
65760 Eschborn / Allemagne
climate@gtz.de
<http://www.gtz.de/climate>

Responsable :

Dr Juergen Kropp, Michael Scholze

Planification des produits et contrôle de la production :

Michael Wahl, Regine Hoffard

Traduction :

Beloud Abdelmoutalib, Patricia Cardet, Aude Simien-Ouagraogo ;
Service linguistique de la GTZ

Maquette :

Additiv. Visuelle Kommunikation, Berlin

Impression :

PICTURA ImPress SA, Tunis Monplaisir, Tunisie

Eschborn, mars 2010

Abréviations	2
Avant-propos	3
Introduction	4

Partie I Contexte

① Définitions	8
Qu'entend-on par adaptation et mitigation ?	8
Temps et climat	12

② Production d'information sur les changements climatiques et le rôle que joue l'incertitude	14
Le système climatique de la terre	14
L'approche scientifique permettant de générer des informations sur le climat futur	16
.....A) Scénarios d'émissions	18
.....B) Modèles climatiques planétaires	20
.....C) Modèles climatiques régionaux	22
.....D) Évaluation des impacts de la vulnérabilité et de l'adaptation	24
.....E) Connaissances des événements historiques	26
.....F) Savoir local (non professionnel) sur le climat	28
Estimation des incertitudes et des risques	28

Partie II Étapes Pratiques

① Accès aux informations sur les changements climatiques	32
Évaluation rapide de la littérature	34
Utilisation des instruments d'analyse des données disponibles en ligne	36
Évaluation globale à l'aide de l'expertise sur les changements climatiques	40

② Interprétation des informations sur les changements climatiques et gestion des incertitudes	40
Règles générales	40
Incertitudes et interprétation de données	41
Incertitudes et identification des mesures d'adaptation	42

③ Communication d'informations sur les changements climatiques	44

Annexe 1 : Synopsis des scénarios d'émissions	46
Annexe 2 : Liste commentée des liens vers les sources en ligne	48
Annexe 3 : Sélection d'impacts générés par le changement climatique	51
Annexe 4 : Institutions potentielles et sources d'information nationales	54
Annexe 5 : Une sélection de MCR bien connus	55
Références	57

BMU	Ministère fédéral de l'Environnement, de la Protection de la Nature et de la Sûreté nucléaire
BMZ	Ministère fédéral de la Coopération économique et du Développement
CI : grasp	Impacts climatiques : plate-forme d'appui à l'adaptation globale et régionale
°C	degrés Celsius
CCE	Explorateur du changement climatique
CCNUCC	Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques
CO₂(eq)	Dioxyde de carbone (eq) indique que d'autres GES sont considérés comme équivalents de dioxyde de carbone
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GT	Groupe de travail
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH (coopération technique allemande)
MCG	Modèle de circulation générale
MCR	Modèle climatique régional
PIK	Potsdam Institute for Climate Impact Research
RSSE	Rapport spécial sur les scénarios d'émissions

Avant-propos

Trouver et appliquer des réponses adéquates aux changements climatiques constitue un défi énorme pour les pays industrialisés. Cependant, les défis auxquels sont confrontés les décideurs des pays en développement sont encore plus grands. Tandis que les pays de l'OCDE peuvent en principe se permettre d'amorcer la transition vers la durabilité s'ils en ont la volonté politique, les pays en développement continuent à percevoir la croissance économique rapide comme un but primordial pour satisfaire leurs populations croissantes et stabiliser le climat politique. Pour quelles raisons introduire dans leur agenda des thèmes comme la protection du climat ou la conservation de la biodiversité ? D'un autre côté, les pays en développement sont généralement plus vulnérables aux changements climatiques du fait de leur exposition régionale aux forces naturelles, à la faiblesse de leurs institutions et à la pauvreté de leurs populations. D'où le dilemme : comment réaliser une croissance économique sans contribuer à l'anéantissement des ressources essentielles à cette croissance ? Comment profiter du capitalisme si les réserves en capital (naturel) risquent d'être détruites dans ce processus ?

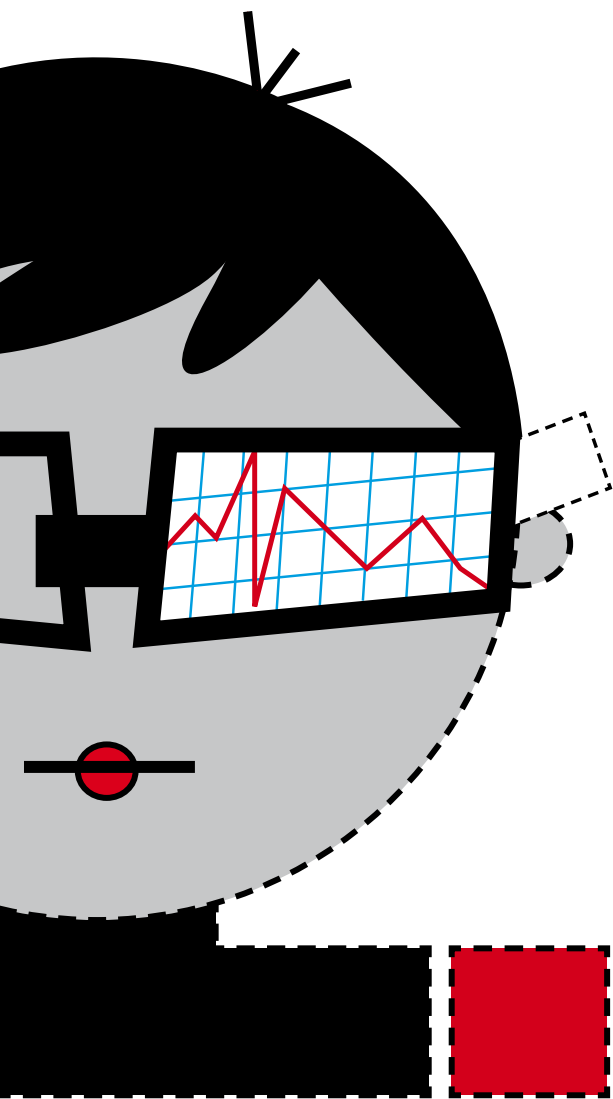
Ce sont là des questions difficiles, qui doivent néanmoins être posées. La science joue un rôle de plus en plus important dans ce contexte. Elle peut en particulier fournir aux nouveaux venus dans ce domaine une illustra-

tion facilement compréhensible de la problématique. Par ailleurs, elle peut aider les experts du développement à explorer un ensemble de solutions pertinentes. Cela s'applique tout autant au défi de la réduction des impacts du changement climatique (mitigation) qu'aux tâches associées à l'adaptation aux changements climatiques inévitables, dus à la négligence passée envers la nature.

Depuis que les experts du développement travaillent sur une interface importante, ils sont devenus des multiplieurs de connaissances et peuvent par conséquent préparer la base pour une transition accélérée vers la durabilité. L'objectif principal du présent manuel est d'améliorer les capacités des praticiens et décideurs dans les pays en développement en transposant des aspects pertinents de la recherche sur les changements climatiques dans le contexte de leur travail quotidien. Ce guide décrit les étapes concrètes pour savoir (i) comment obtenir des informations sur le changement climatique, (ii) comment les interpréter convenablement, et (iii) comment en communiquer les résultats d'une manière prudente et responsable. J'ai l'impression que c'est exactement ce dont les décideurs, les gestionnaires de projets et les agents publics ont besoin et ce qui a manqué jusqu'à présent. Dans ce sens, ce guide peut être considéré comme une première passerelle entre la science et la pratique dans un paysage complexe et difficile.

Professor H.J. Schellnhuber, CBE

Directeur, Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK)



Introduction

Objectifs

Nul doute que notre climat est en train de changer, créant des défis énormes que des nations, des organisations, des entreprises, des villes, des communautés et des individus auront à relever. Ce sont les pays en développement qui souffriront le plus des conséquences néfastes du changement climatique. Certaines régions et populations extrêmement vulnérables y sont d'ailleurs déjà confrontées.

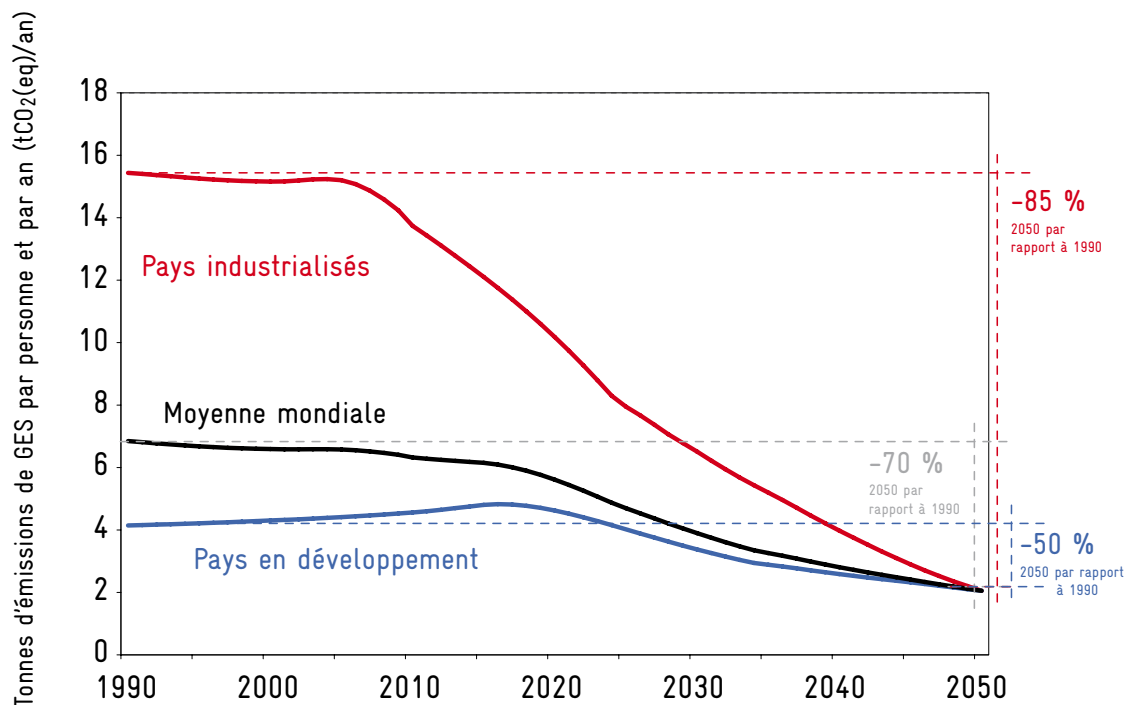
Il existe un consensus croissant sur le fait que l'intégrité de la planète peut être préservée et que nombre de conséquences néfastes du changement climatique peuvent être évitées, si l'augmentation des températures ne dépasse pas les 2 °C. Ce seuil est mis en relation avec des émissions par habitant de l'ordre de 2 tonnes d'équivalent CO₂¹ par an. L'illustration 1 montre l'immense défi que représente la diminution des gaz à effet de serre (GES). Des pays industrialisés et prochainement aussi des pays en développement devront réduire leurs émissions de façon drastique.

¹ Les gaz à effet de serre autres que le CO₂ sont convertis en équivalent CO₂ (CO₂ (eq)).

Illustration :

Une possibilité de stabiliser l'augmentation de la température climatique en-dessous du seuil de 2 °C. Tandis que les pays de l'OCDE doivent réduire leurs émissions de 85 %, les pays en développement peuvent augmenter légèrement leurs émissions jusqu'en 2017. Après cette date, ils seront également obligés de réduire leurs émissions de 50 % d'ici 2050. Cet objectif ne pourra être atteint que si les émissions sont restreintes à 2 tonnes d'équivalent CO₂ par personne et par an à l'horizon 2050.

À titre de comparaison, l'Australie émet aujourd'hui 27 tonnes environ, tandis que le groupe des pays les moins avancés (PMA) n'en émet que 0,1 tonne.

Émission de GES par personne

Source : PIK/Meinshausen 2007

Si les émissions de GES continuent d'augmenter, le pire des scénarios – à savoir une augmentation de la température moyenne globale jusqu'à 6 °C – pourrait devenir une réalité et avoir des conséquences désastreuses. Mais même si l'objectif ambitieux d'une stabilisation climatique en dessous du seuil d'augmentation de 2 °C était atteint, plusieurs impacts négatifs se feraient sentir régionalement. Aussi, même s'il est impératif de viser des réductions ambitieuses des émissions de GES, l'adaptation aux conséquences inévitables du changement climatique est absolument indispensable.

Pour pouvoir prendre des mesures d'adaptation nécessaires aux conséquences du changement climatique, les décideurs doivent être bien informés. Au plan international, les connaissances sur les conséquences que subit notre système climatique du fait du comportement humain – telles qu'elles ont été présentées par exemple dans les derniers rapports d'évaluation du GIEC – sont bien fondées et utilisables par les décideurs politiques. Néanmoins, des informations plus spécifiques sont nécessaires pour la mise en œuvre de mesures concrètes au niveau local. Il a été prouvé que l'absence de ces informations spécifiques constitue l'un des obstacles les plus contraignants pour l'action concrète, notamment par rapport à l'adaptation, mais aussi pour ce qui est de la mise en œuvre d'activités intégrées censées promouvoir la réduction des émissions de GES et l'adaptation au changement climatique. C'est la raison pour laquelle ce manuel est axé sur les différentes manières de col-

lecter et d'interpréter les informations pertinentes pour la prise de décisions politiques. Il a été rédigé à l'intention des praticiens des organisations gouvernementales et non gouvernementales œuvrant dans le domaine du développement.

Concernant les thèmes susmentionnés, les questions suivantes sont souvent posées par ces praticiens :

Quelles sont les tendances du changement climatique pouvant être identifiées dans une région spécifique ?

Qui en est affecté et de quelle manière ?

Quelles sont les sources d'informations disponibles permettant la prise de décision ?

Dans quelle mesure ces informations sont-elles fiables ?

Quelles options existent pour l'adaptation et la mitigation ?

Comment communiquer des informations pertinentes aux autres ?

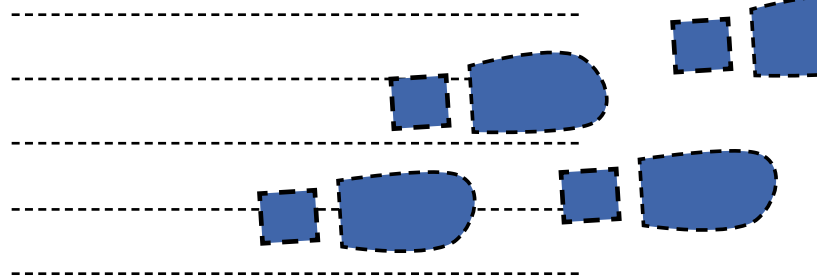
Le présent manuel est censé servir de guide. Son objectif est de renforcer les capacités des praticiens à trouver des réponses appropriées dans diverses situations spécifiques en utilisant la meilleure information disponible. Néanmoins, force est de constater qu'un certain degré d'incertitude existera toujours, dû au fait que dans beaucoup de cas, il n'existera jamais d'informations définitives et exhaustives relatives aux impacts du changement climatique ou à notre vulnérabilité par rapport à ce changement. Ce point sera encore approfondi plus loin dans ce manuel.

Afin de pouvoir interpréter des informations relatives au changement climatique, il convient d'abord de comprendre quelques approches utilisées en climatologie. Ainsi, la partie I présente un bref aperçu de la recherche sur le climat (et de ses impacts) et donne quelques définitions essentielles. Par la suite, des modèles climatiques de base et des analyses des impacts, de la vulnérabilité et de l'adaptation seront décrits. Cette partie reste assez théorique et les lecteurs familiarisés avec la recherche sur le changement climatique peuvent passer directement à la partie II qui est plus orientée vers la pratique. Vous y trouverez des conseils pour construire une base solide d'informations relatives au changement climatique au niveau régional. Ce manuel donne des recommandations utiles pour ceux qui planifient des programmes indépendants ou intégrés et pour ceux qui ont l'intention d'intégrer la dimension du changement climatique dans leurs acti-

vités de développement, par exemple en revoyant leurs décisions d'investissement sous l'angle de leur incidence climatique (« climate proofing »).²

L'adaptation et la mitigation relatives au changement climatique requièrent une coopération entre la communauté scientifique et les acteurs du développement. Ce manuel a été rédigé à cet effet conjointement par le Groupe de recherche Nord-Sud du Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK) et le programme de protection de l'environnement pour les pays en développement de la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Le manuel a pour objet de « traduire » les aspects pertinents de la science du changement climatique afin de répondre aux besoins de la coopération au développement.

² Pour de plus amples informations concernant la détermination de l'incidence climatique (« climate proofing »), voir : <http://www.gtz.de/climate-check>.



Partie I

Le contexte des recherches sur le changement climatique

1 Définitions

Qu'entend-on par adaptation et mitigation ?

Il existe de nombreuses définitions différentes de l'adaptation au changement climatique, ce qui reflète l'absence d'une compréhension commune du terme (pour se faire une idée des diverses définitions, voir p. ex. Schipper 2007). Le dernier rapport d'évaluation du GIEC donne, par exemple, la définition suivante : « Ajustement des systèmes naturels ou humains en réponse aux stimuli climatiques présents ou futurs ou à leurs effets, afin d'atténuer les effets néfastes ou d'exploiter des opportunités bénéfiques » (GIEC 2007b, GT II, page 869). En revanche, la définition de la mi-

gitation est simple. Le sens qui lui est donné est seulement la « réduction des GES ».

Nous assistons à une diversification croissante des tâches dans les communautés professionnelles quant à l'adaptation et à la mitigation. Néanmoins, il existe des synergies et corrélations entre les deux. Les stratégies locales en matière de mitigation, telles que l'installation de panneaux solaires, peuvent en même temps avoir des effets considérables sur l'adaptation. Autre exemple : ne pas avoir à collecter de bois de feu est autant de temps de gagné pour l'éducation – une condition sine qua non de l'adaptation – et l'amélioration des conditions de vie.

Illustration 1 :

Adaptation et mitigation : deux stratégies parallèles pour réagir aux changements climatiques.

Deux stratégies sont nécessaires pour diminuer les risques engendrés par le changement climatique.

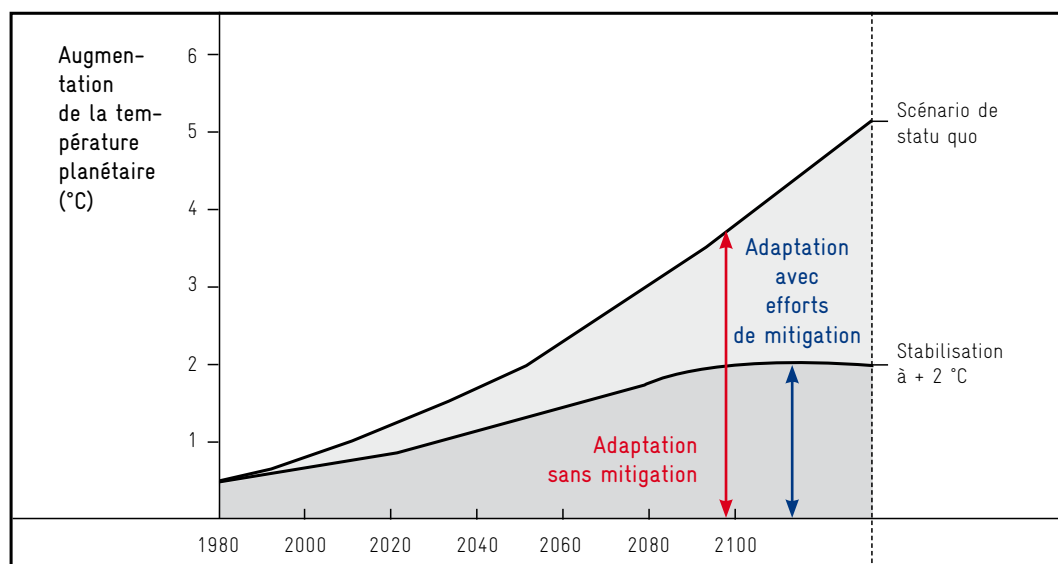
1. Mitigation – les causes du changement climatique sont mitigées par la réduction des GES.

« évitez l'ingérable... »

2. Adaptation – les effets du changement climatique sont maîtrisés par la gestion des effets négatifs.

« ...et gérez l'inévitable »

Ces deux stratégies sont liées l'une à l'autre : plus la stratégie de mitigation a de chance de réussir et moins il est nécessaire de recourir à la stratégie d'adaptation. Le diagramme ci-dessous montre comment l'approche de la gestion des risques du changement climatique devrait impliquer les deux stratégies. Le présent manuel traite uniquement des thèmes relatifs à l'adaptation.



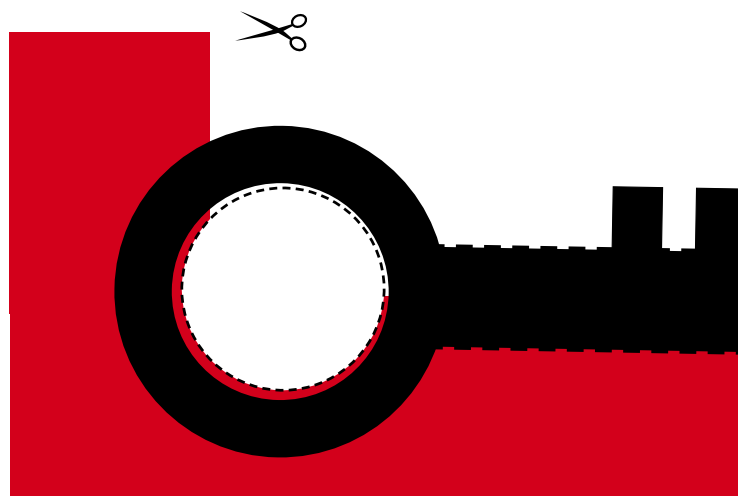
Selon le GIEC, l'adaptation a une composante réactive, à savoir apprendre à partir d'exemples, et une composante proactive : se préparer aux événements futurs. Cette dernière composante requiert des stratégies qui anticipent les problèmes et prévoient leurs solutions. Elle est particulièrement importante pour les experts œuvrant dans la coopération au développement.

Quelques termes théoriques utilisés dans la discussion sur l'adaptation sont donnés dans l'exemple de l'illustration 2. La courbe en zigzag montre une évolution potentielle des précipitations dans un pays africain. De telles variables sont souvent appelées « stimulations climatiques ». Au cours de l'histoire, les paysans pratiquant une agriculture de subsistance ont développé des stratégies pour gérer des niveaux variables de précipitations et ont ainsi gagné en marge de manœuvre au plan de l'adaptation.

Pourtant, les événements du climat étaient quelquefois trop extrêmes pour être gérés (trop ou trop peu de pluie), et les agriculteurs perdaient leurs récoltes. En d'autres termes, l'exposition à ces extrêmes les a rendus vulnérables avant même que le climat ait changé (climat stationnaire). Avec les changements climatiques, la courbe s'incline vers le bas (diminution des précipitations) et les conditions dépassent plus souvent la marge de manœuvre.

À ce stade, l'adaptation commence à devenir pertinente. En se servant des informations relatives aux change-

ments climatiques d'une façon proactive et en mettant en œuvre des mesures telles que la gestion améliorée des bassins versants ou la culture des variétés résistantes à la sécheresse, la marge de manœuvre des agriculteurs de subsistance peut être élargie. Néanmoins, les possibilités d'adaptation sont limitées et, à l'avenir, quelques régions ne se prêteront plus à l'exploitation agricole.



Partie I

Contexte

1

Définitions

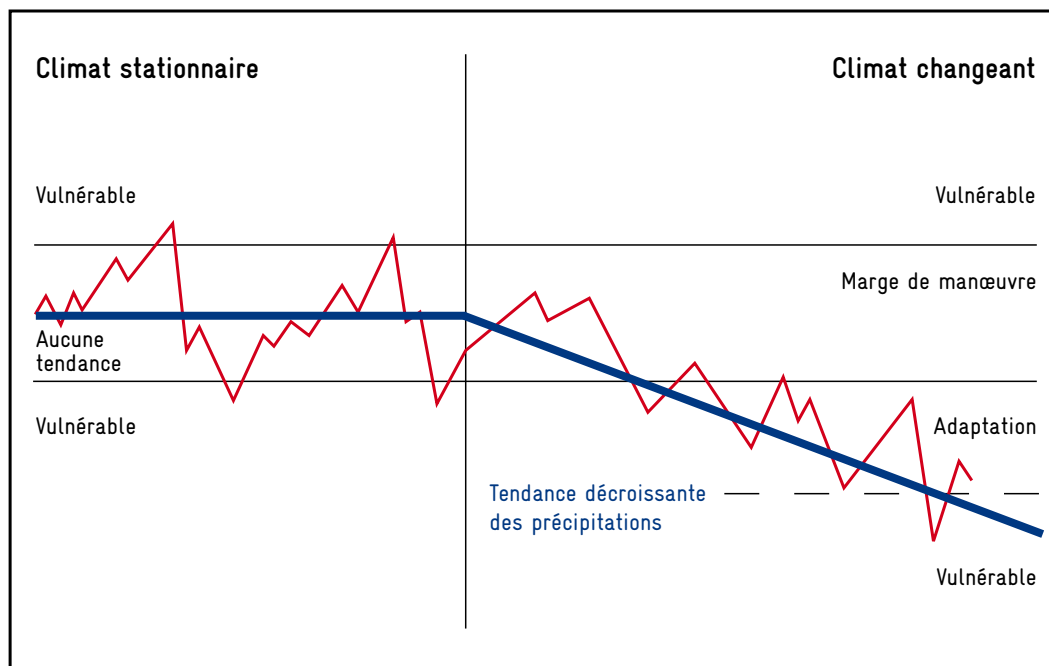


Illustration 2 :

Concept idéalisé de l'adaptation dans le contexte d'une diminution des précipitations, avec introduction de quelques termes clé. Cette illustration montre que l'adaptation élargit la marge de manœuvre.

Temps et climat

Pour une compréhension plus poussée du changement climatique, il est essentiel de distinguer entre « temps » et « climat », termes s'excluant mutuellement. « Le temps » est l'état quotidien de l'atmosphère en termes de température, de quantité d'humidité contenue dans l'atmosphère et de mouvements de l'air. Il est dérivé de la nature chaotique de l'atmosphère et est instable, car sensible aux moindres perturbations. Le terme de « climat » correspond, par contre, à un concept scientifique, s'exprimant à travers des statistiques telles que la moyenne de tous les aléas du temps durant une longue période (normalement 30 ans). Nous percevons le temps directement, mais pas le climat. Selon un dictionnaire anglais : « le climat c'est ce qu'on attend, le temps c'est ce qu'on reçoit ». Une question souvent posée est : « comment les scientifiques peuvent-ils prédire le climat pour les 50 années à venir, alors qu'ils sont incapables de dire quel temps il fera dans quelques semaines ? » Il y a en fait d'importantes différences entre ces deux types de prévisions. Les scénarios climatiques constituent des projections du futur climat du genre « que se passerait-il si ... ? » et sont destinés à orienter les décideurs politiques. Ils sont basés sur des lois physiques fondamentales, des hypothèses sur le comportement humain, la démographie, l'équité nord-sud et la vitesse d'application des technologies propres. Le climat est affecté par

de lents changements dans les propriétés statistiques du temps durant des périodes assez longues, résultant des changements qui se produisent dans des composantes atmosphériques majeures (gaz à effet de serre). Nos projections sont donc faisables, car fondées sur notre compréhension de la dynamique du climat, de ses principales composantes (p. ex. la biosphère et l'humanité) et d'autres forces considérables comme le volcanisme. À l'opposé, le temps, par nature chaotique, ne peut être prévu que pour les jours à venir, en prenant comme point de départ la situation actuelle du temps. Autre fausse idée : un hiver froid prouve l'absence de réchauffement planétaire. Or, compte tenu de la forte variabilité du temps, celle-ci peut être analysée par exemple à l'aide des courbes de probabilité de l'évolution des températures. La probabilité de survenue d'un événement extrême tous les 100 ans peut être estimée en utilisant un pourcent sur le côté extrême droit ou extrême gauche de la courbe (ligne pointillée dans l'illustration 4a). Quantitativement, elle peut être exprimée par la grandeur de l'aire sous la courbe. Le changement climatique décale ainsi la courbe des probabilités de l'évolution des températures vers la droite, augmentant la probabilité des événements extrêmement chauds (partie ombragée sur la droite) et diminuant celle des événements extrêmement froids (partie ombragée sur la gauche). Dans certains cas, nous nous attendons même à ce que la variabilité (la forme de la courbe elle-même) change (illustration 4b). Ainsi, des hivers froids restent toujours possibles, même s'ils deviennent moins probables.

Illustration 3 : Le système climatique comme « intégrateur » de la variabilité atmosphérique.

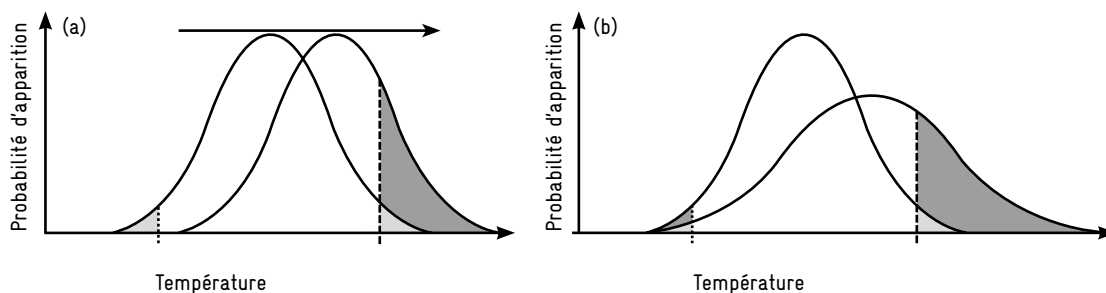
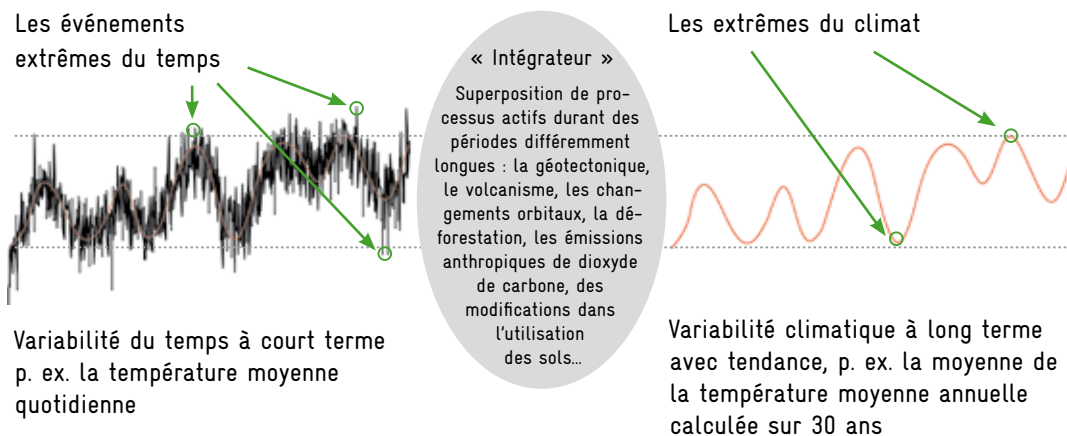


Illustration 4 : Dérive de la variabilité climatique pendant les changements climatiques.



2 Production d'information sur les changements climatiques et le rôle que joue l'incertitude

Le système climatique de la terre

Les bases physiques du système climatique sont bien connues et largement comprises. Le climat de la terre est déterminé par de nombreux facteurs, processus et interactions à l'échelle de la planète (voir illustration 5). Parmi les éléments importants, citons la biosphère, l'océan, la glace marine, les nuages et les façons dont ils interagissent. L'effet de serre est un phénomène bien connu au niveau de l'atmosphère terrestre. Cet effet naturel est responsable des conditions de vie confortables sur la terre, avec une température moyenne globale de 15 °C. Sans atmosphère, la température moyenne serait environ 30 °C plus basse.

Aujourd'hui, les êtres humains sont aussi devenus une composante dans le système terrestre, en concourant au réchauffement planétaire et en l'accéléralant par la libération massive de GES dans l'atmosphère. Le réchauffement lui-même déclenche des mécanismes de réponse,

comme la libération d'autres GES tels que le méthane qui était auparavant enfermé dans le pergélisol.

Il existe d'autres facteurs de forçage qui ne sont pas dus à l'influence humaine, tels que des variations dans le rayonnement solaire et l'activité volcanique ainsi que des fluctuations dans l'axe de la terre et dans son orbite autour du soleil. Il s'agit d'événements exogènes, partiellement responsables des changements qui se sont produits entre les périodes glaciaires et les périodes interglaciaires. Ils surviennent sur une plus grande période de temps (des dizaines de milliers d'années ou plus) et doivent être clairement différenciés du changement climatique d'origine anthropique. Ce dernier peut être prévenu en prenant des mesures adéquates.

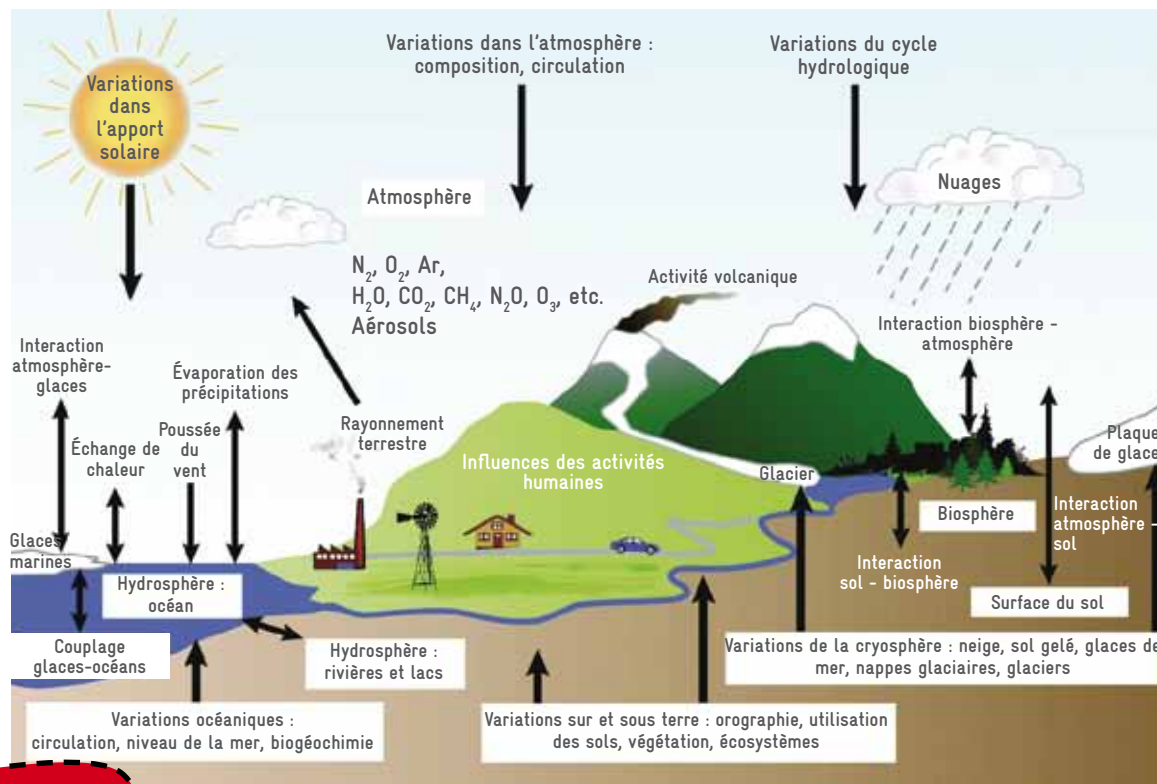


Illustration 5 :

Vue schématique des composantes du système climatique, leurs processus et leurs interactions.

Source : GIEC, 2007a

**L'approche scientifique permettant
de générer des informations
sur le climat futur**

La méthode scientifique pour recueillir des informations pertinentes sur le changement climatique comprend les étapes suivantes : les scénarios sur les émissions à l'échelle de la planète (les scénarios du rapport RSSE³) sont des scénarios dits illustratifs sur le développement du genre humain dans les cent prochaines années. Ils décrivent la manière dont les émissions de GES pourraient évoluer à l'avenir. Les trajectoires d'émissions associées sont utilisées pour servir de base aux simulations en recourant à des modèles de circulation générale (MCG)⁴ qui calculent les interrelations entre les éléments du système du globe terrestre, permettant ainsi une projection des tendances du climat futur. Les modèles climatiques régionaux (MCR) sont fondés sur les résultats des MCG. Ils donnent des projections du climat avec des détails géographiques plus précis. Les résultats des MCG et des MCR sont des scénarios (régionaux) du changement climatique (et non pas des scénarios sur les émissions de GES) qui décrivent, par exemple, comment les températures, les précipitations et autres paramètres climatiques devraient évoluer dans une zone donnée. Les effets de ces scénarios climatiques sur les sociétés et les écosystèmes sont étudiés de manière plus approfondie dans des études sur les impacts

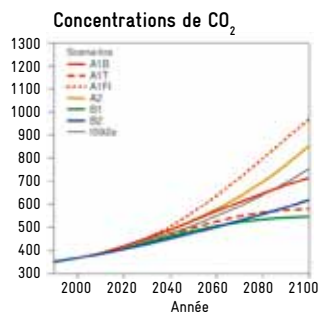
climatiques. Ces études recourent à des évaluations de la vulnérabilité et à l'analyse de stratégies d'adaptation de manière à fournir des informations pertinentes aux acteurs concernés. Des connaissances historiques, c'est-à-dire l'expérience tirée d'événements passés, peuvent être précieuses, par exemple pour aider à comprendre des événements extrêmes et pour identifier les mesures d'adaptation à entreprendre pour prévenir la fréquence accrue de tels événements à l'avenir. Hormis cette approche scientifique descendante, on pourra aussi faire appel aux connaissances empiriques locales en matière de variabilité du climat et d'adaptation à ces changements. De telles informations issues de la « base » sont un complément essentiel de l'approche scientifique descendante dans son ensemble. L'illustration 6 donne un aperçu de ce processus. On trouvera par ailleurs plus bas une description détaillée de toutes les étapes des différents processus.

³ RSSE : Rapport spécial sur les scénarios d'émissions.

⁴ Souvent appelés aussi modèles climatiques mondiaux ou planétaires.

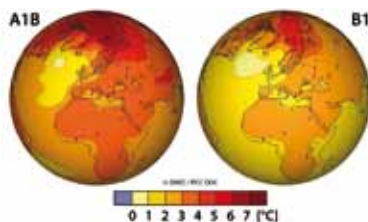
Illustration 6 :

Étapes pour la production d'informations sur le climat futur.

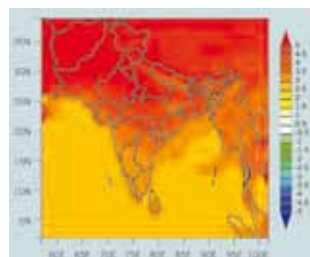


Scénarios des émissions à l'échelle planétaire

Modification de la température pour 2080-2099 par rapport à 1980-1999



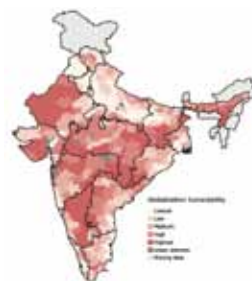
Modèles climatiques mondiaux (23 dans GIEC)



Modèles climatiques régionaux

Données acquises sur des événements historiques

Connaissances et expériences locales



Analyses sur les impacts, la vulnérabilité et l'adaptation

Sources : IPCC(GIEC), DKRZ, DEFRA, O'Brien K. et al. (2004)

A) SCÉNARIOS D'ÉMISSIONS

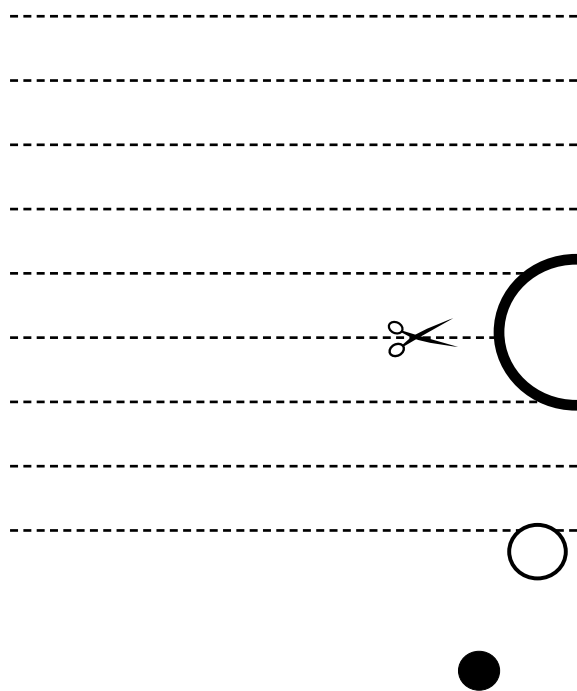
Entre 1970 et 2004, les émissions des GES ont augmenté de 28,7 à 49 gigatonnes de CO₂(eq) par an – une augmentation de 70 pour cent. Cette augmentation rapide se poursuivra-t-elle dans les décennies à venir ? Les futures émissions anthropiques seront déterminées par des forces motrices telles que le développement démographique et socio-économique et les changements technologiques. Une population mondiale de 15 milliards de personnes, une économie principalement basée sur les sources d'énergie fossiles, un ajustement des niveaux de revenus pour correspondre à ceux des pays développés d'ici 2050 : tous ces facteurs augmenteraient les émissions de GES. Par contre, une transformation vers une économie à faible teneur en carbone avec une population de sept milliards de personnes et une augmentation modérée des revenus permettrait une stabilisation des émissions de GES. Les deux scénarios sont plausibles. La trajectoire des émissions que l'humanité choisira, dépendra des décisions prises aujourd'hui et dans l'avenir. Ces décisions font l'objet de la recherche sur l'incertitude politique.

Autrement dit, ces scénarios d'émissions présentent différentes visions de ce que l'avenir pourrait apporter.

Ils sont groupés dans quatre « familles », dont chacune contient des scénarios qui se ressemblent sur quelques aspects.

Chaque modèle climatique est fondé sur ces scénarios d'émissions et repose donc sur les hypothèses spécifiques sur les émissions futures. Les émissions de CO₂ projetées pour chacun de ces scénarios sont montrées dans l'illustration 7.

Une description plus détaillée des hypothèses sous-tendant ces scénarios d'émissions se trouve dans l'annexe 1.



Taux de croissance constante sur 50 ans jusqu'en 2050

A1FI : 2,4 %
 A1B : 1,7 %
 A2 : 1,8 %
 B1 : 1,1 %

Observé
 2000-2006 : 3,3 %

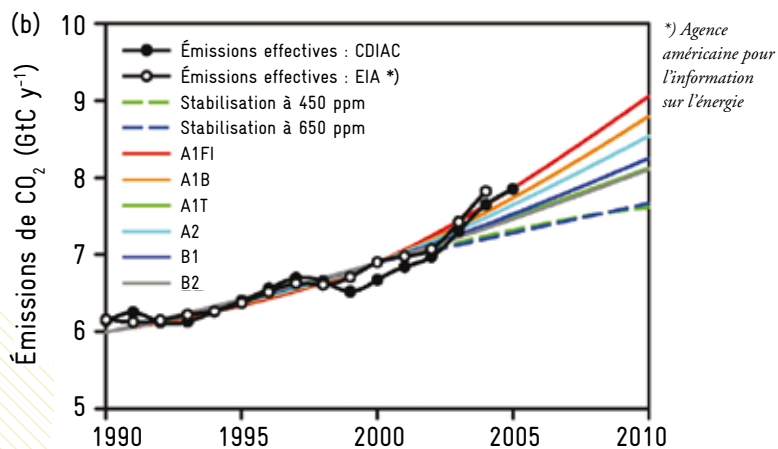
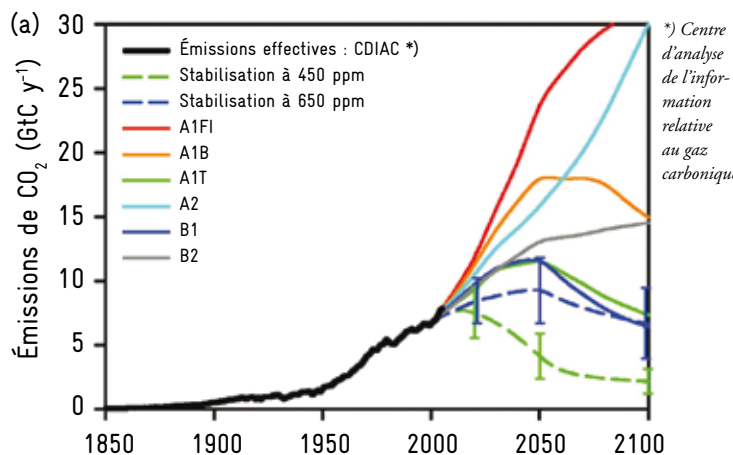


Illustration 7 :

Différents scénarios d'émissions du GIEC (RSSE) et les émissions de CO₂ qui en résultent (lignes colorées) jusqu'aux années 2100 (a) et 2010 (b). Les lignes noires représentent des émissions effectives et montrent - selon les sources de données - que les émissions des années passées se situaient au point supérieur ou même au-delà du « pire des cas » des scénarios d'émissions.

Source : Raupach e. a. (2007)

B) MODÈLES CLIMATIQUES PLANÉTAIRES

Les modèles de circulation générale atmosphère-océan (MCG), souvent appelés aussi « modèles climatiques planétaires », sont des modèles informatisés qui divisent la terre en cellules de grilles horizontales et verticales. Chacune des cellules représente un état climatique spécifique pour un temps donné, basé sur un ensemble d'équations. De grands ordinateurs sont nécessaires pour calculer les équations mathématiques pour chaque cellule, en décrivant des composantes importantes du système climatique et de leurs interactions au cours du temps. La longueur des côtés des cellules de grille varie entre environ 100 km à 200 km et elles sont divisées verticalement en plusieurs niveaux couvrant ainsi l'océan et l'atmosphère (voir illustration 8). L'obtention d'une plus haute résolution est limitée, non pas par le manque de connaissances scientifiques, mais par une puissance informatique insuffisante. Comme les nouveaux superordinateurs sont plus puissants (leur puissance a augmenté d'un facteur d'un million en trois décennies depuis les années 1970), on s'attend à ce que la résolution du MCG augmente encore davantage dans l'avenir. Les MCG d'aujourd'hui sont déjà considérés comme les modèles informatiques les plus complexes et les plus complets jamais développés ⁵.

Vingt-trois modèles différents ont été pris en considération pour les derniers rapports d'évaluation du GIEC. Ceux-ci varient selon l'accentuation des processus phy-

siques représentés et en termes de résolution de grilles. Les résultats de tous les modèles sont généralement cohérents, ce qui a énormément augmenté leur crédibilité apparente, comme en témoigne le dernier rapport du GIEC (2007).

⁵ Pour plus d'informations sur ces modèles informatiques et leurs résultats, voir une vidéo produite par des scientifiques japonais : <http://www.team-6.jp/cc-sim/english/>.

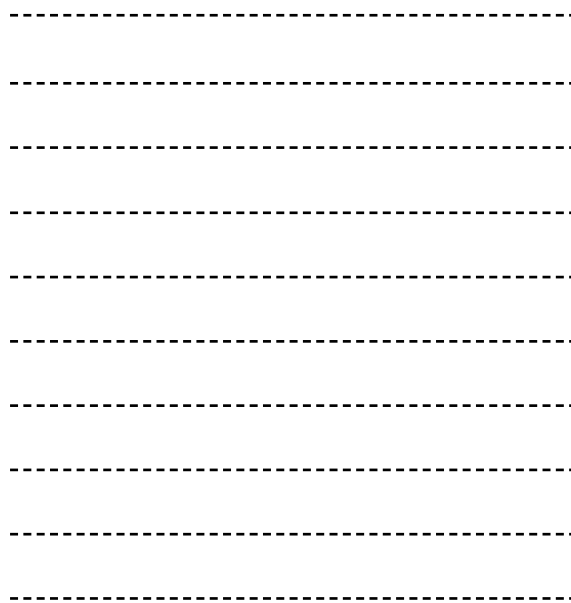
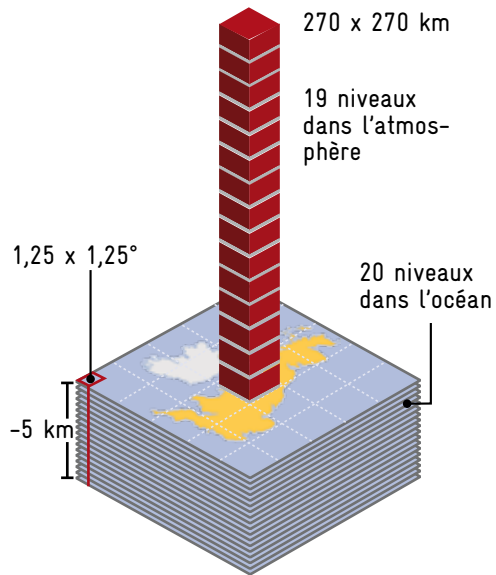
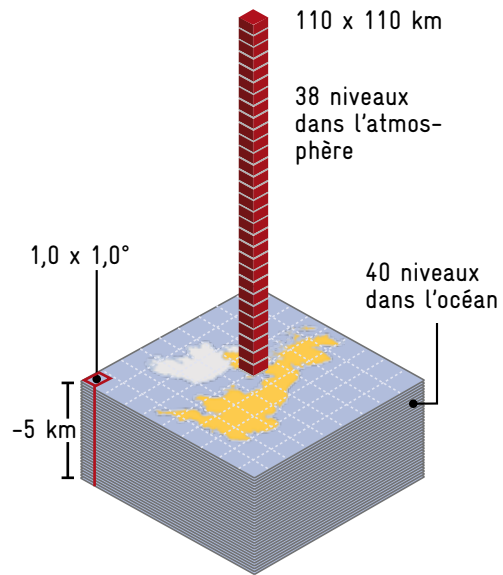


Illustration 8 : Progression des modèles climatiques.

Années 1990



Aujourd'hui



Source : Hadley Centre

Partie I

Contexte



2

Production

C) MODÈLES CLIMATIQUES RÉGIONAUX

Les modèles planétaires produisent souvent des résultats ne pouvant être utilisés pour des évaluations locales. Les climats locaux sont significativement influencés par des caractéristiques et processus à petite échelle, tels que montagnes, forêts, l'effet d'îlot de chaleur des grandes agglomérations, etc. Du fait de la faible résolution, ces caractéristiques ne sont pas représentées en détail dans des modèles climatiques à l'échelle planétaire. Dans un MCG, de grandes chaînes de montagnes comme par exemple les Alpes ou les Andes ne sont couvertes que par quelques cellules de la grille. Des différences plus localisées entre des régions de plus haute ou plus basse altitude, ou des conditions climatiques spécifiques à des vallées ne peuvent pas être représentées. C'est la raison pour laquelle des modèles climatiques régionaux (MCR) ont été mis au point. Leurs résolutions vont de 10 à 50 km (voir illustration 9) ou se réfèrent à la distribution des stations dans une région donnée. Il existe deux principaux types de modèle climatique régional : le modèle statistique et le modèle dynamique.⁶ Le premier analyse des données empiriques fournies par des stations météorologiques afin d'extrapoler et de projeter les résultats dans l'avenir à l'aide des tendances climatiques élaborées dans des MCG. Ce modèle a l'avantage d'être basé en partie sur les connaissances climatiques empiriques locales. L'inconvénient est que, dans les pays en développement, des données empiriques sur le climat ne sont souvent pas toujours disponibles sur

l'ensemble d'une période en raison de l'insuffisance de la couverture d'observation (voir illustration 10). Par conséquent, on aura plutôt recours ici à des modèles dynamiques (p.ex. PRECIS, CCLM, REMO) qui fonctionnent d'une façon similaire aux MCG. Les modèles dynamiques sont insérés dans des MCG plus grossiers, ce qui signifie qu'ils se servent des résultats fournis par les MCG pour calculer une évolution climatique potentielle pour la région considérée. Par rapport aux MCG, les simulations par les modèles régionaux peuvent nécessiter plus de temps en raison des processus additionnels qui sont représentés plus en détails. Dans l'annexe 5, vous trouverez une liste des MCR les plus connus.

⁶ Pour une description détaillée des méthodes, voir PRECIS Handbook, p. 14 : http://precis.metoffice.com/docs/PRECIS_Handbook.pdf.

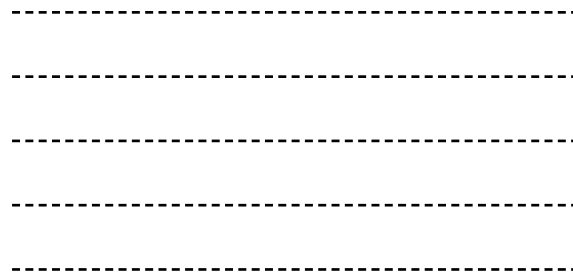
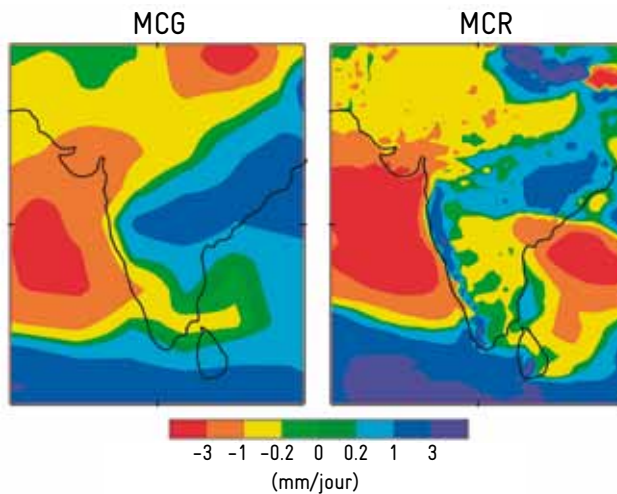


Illustration 9 :

Comparaison entre MCG
et MCR.



Source : Centre Hadley 2004, Precip Handbook, p. 18

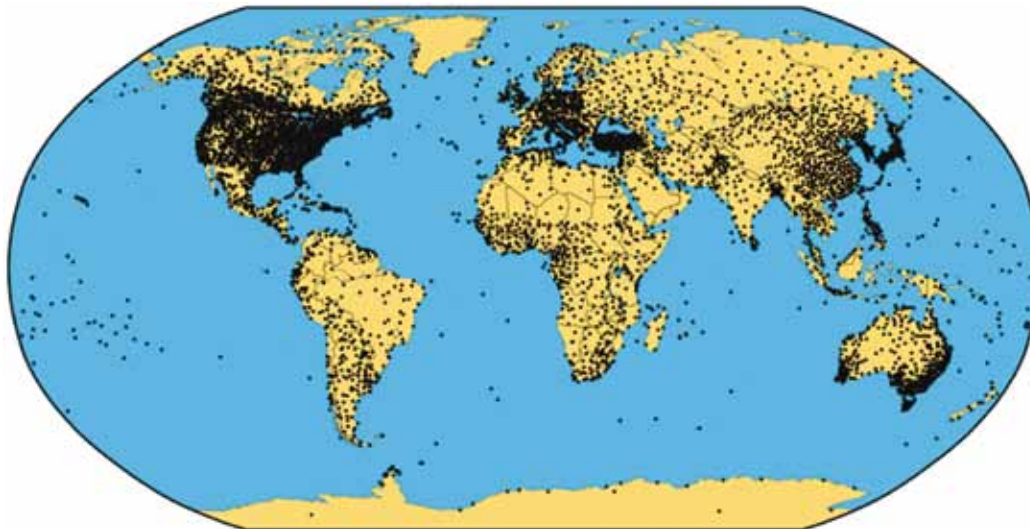


Illustration 10 : Couverture mensuelle typique d'observations météorologiques.

Source : NOAA

D) ÉVALUATION DES IMPACTS DE LA VULNÉRABILITÉ ET DE L'ADAPTATION

Que signifie une élévation des températures de 2 ou 3 °C, une chute des précipitations de 30 % ou une élévation du niveau de la mer de 50 cm ? Pour que les décideurs puissent disposer d'informations pertinentes, il convient de placer des données issues des MCG et des MCR dans le contexte des processus physiques, socio-économiques et écologiques. Les conséquences potentielles du changement climatique doivent pouvoir en être déduites. Diverses méthodologies sont disponibles. Leur efficacité et qualité doivent être évaluées en termes de comparabilité, transférabilité et transparence. Une vue d'ensemble des principales approches (évaluations de l'impact, de la vulnérabilité, de l'adaptation et évaluations intégrées) est donnée dans le tableau 1. Il est difficile de les distinguer clairement. Des évaluations de la vulnérabilité jouent un rôle important dans l'identification des hot spots (« points chauds ») sectoriels ou régionaux potentiels pour les impacts du changement climatique. Une liste non-exhaustive de ces méthodologies scientifiques (qui dans la plupart des cas demandent des connaissances et de l'expertise techniques) est disponible sur Internet⁷.

Le changement climatique n'étant pas en soi le moteur du changement, des évaluations d'impact, de vulnérabilité et d'adaptation plus sophistiquées doivent prendre en compte des scénarios associant les aspects

socio-économiques, l'utilisation des sols et les technologies futures dans une approche intégrée. Le nombre de détails utilisés varie considérablement, allant d'études succinctes à la recherche scientifique de long cours, incluant des processus participatifs avec différentes parties prenantes. Par conséquent, le coût de la réalisation des évaluations varie considérablement (voir également Partie II). Un exemple d'analyse d'impacts à l'échelle mondiale est présenté dans les illustrations 11a et b.

⁷ http://unfccc.int/adaptation/nairobi_workprogramme/compendium_on_methods_tools/items/2674.php.

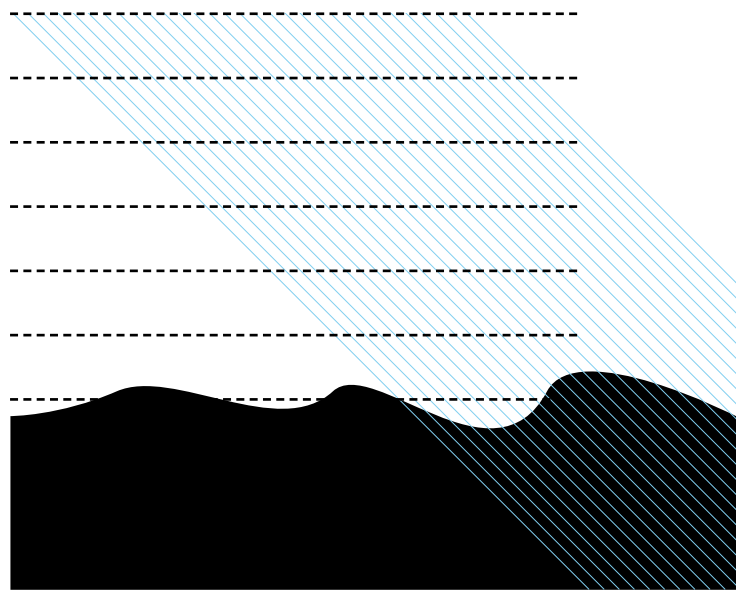


Tableau 1 :

Approches différentes des évaluations d'impacts, de vulnérabilité et d'adaptation aux changements climatiques.

A p p r o c h e s				
	Impact	Vulnérabilité	Adaptation	Intégrée
Objectifs scientifiques	Impacts et risques pour le futur climat	Processus affectant la vulnérabilité au changement climatique	Processus affectant l'adaptation et la capacité d'adaptation	Interactions et retour d'informations entre facteurs d'influence et impacts multiples
Objectifs pratiques	Actions pour réduire des risques	Actions pour réduire la vulnérabilité	Actions pour améliorer l'adaptation	Options politiques et coûts au niveau mondial
Méthodologies de recherche	<p>Approche standard</p> <p>Méthodes Moteurs-Pression-État-Impact-Réponse (DPSIR; en anglais Driver-pressure-state-impact-response methods)</p> <p>Évaluations par échantillonnage aléatoire</p>	<p>Indicateurs et profils de vulnérabilité</p> <p>Risques climatiques présents et passés</p> <p>Analyses des conditions de vie</p> <p>Méthodes orientées vers les agents</p> <p>Perception des risques y compris des seuils critiques</p> <p>Performance politique relative au développement / à la durabilité</p> <p>Relation entre capacité d'adaptation et développement durable</p>	<p>Modélisation de l'évaluation intégrée</p> <p>Interactions transsectorielles</p> <p>Intégration du climat avec d'autres « moteurs »</p> <p>Discussions entre parties prenantes pour relier des modèles de types et échelles différents</p> <p>Combinaison des approches / méthodes d'évaluation</p>	

Source : Adapté d'après GIEC (2007b)

E) CONNAISSANCES DES ÉVÉNEMENTS HISTORIQUES

Il existe quelques cas où des événements historiques peuvent donner une image claire des impacts du changement climatique. La vague de chaleur européenne de 2003 en est un bon exemple. Cet événement extrême a causé la mort d'au moins 30 000 personnes pour la plupart âgées. À la lumière des projections climatiques, un tel événement pourrait normalement survenir à nou-

veau à l'horizon 2040. À la fin du centenaire, il pourrait même être considéré comme un événement relativement « froid » (voir illustration 12). Ainsi, nous pouvons largement bénéficier de telles connaissances lors de la planification de mesures d'adaptation aux conditions futures⁸.

⁸ Voir également GIEC 2007, GT II, p. 146, et un article paru dans « Science » relatif à la chaleur estivale : http://iis-db.stanford.edu/pubs/22374/battisti_naylor_2009.pdf.

Illustration 11a : Spirale de paupérisation (1999)

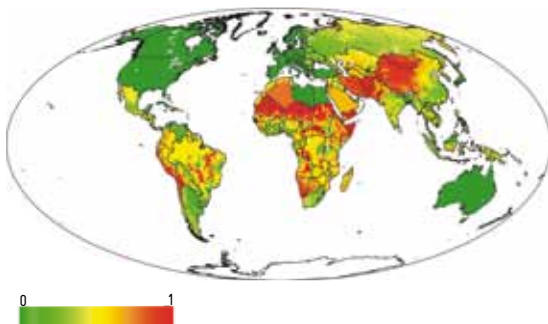
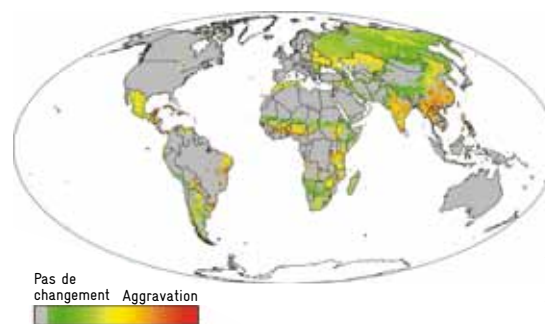


Illustration 11b : Aggravation du mécanisme en raison du changement climatique

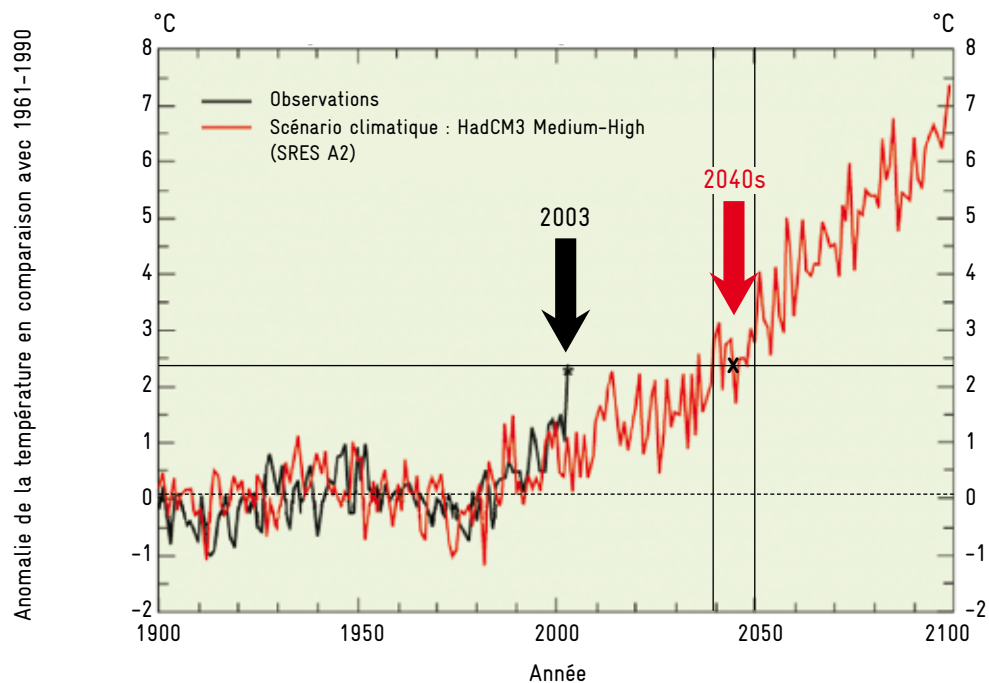


L'illustration 11a montre une évaluation globale de la spirale dite de la paupérisation. Elle décrit une situation dans laquelle les paysans qui pratiquent une agriculture de subsistance en exploitant des terres marginales ont la possibilité de pratiquer soit une agriculture extensive soit une agriculture intensive pour lutter contre la pauvreté. En cas d'échec, ils auront alors accentué l'érosion des sols déclenchant ainsi une spirale descendante. La carte montre des régions sensibles à ces problèmes (1999). L'illustration 11b montre les régions dans lesquelles la situation est aggravée à la suite du changement climatique.

Source : PIK/Lüdeke et al. (1999)

Illustration 12 :

Températures estivales européennes 1900 – 2100 :
comparaison entre un scénario climatique et le signal climatique de la vague de chaleur de 2003 en Europe.



Anomalies de températures juin – août (relatives à la moyenne de 1961-1990, en °C) mesurées dans des zones données en Europe. Ce qui est présenté sont les températures observées (ligne noire), les températures modélisées par les simulations HadCM3 (ligne rouge). La température observée en 2003 est présentée en forme d'étoile. L'illustration montre qu'un événement semblable à la vague de chaleur de l'été 2003 sera habituel dans les années 2040.

Source : Stott et al. (2004)

F) SAVOIR LOCAL (NON PROFESSIONNEL) SUR LE CLIMAT

Une source d'information importante, souvent négligée, est le savoir acquis par la population locale. Dans le monde entier et pendant plus d'un millénaire, l'Homme a réagi à des événements climatiques catastrophiques et à des conditions climatiques changeantes. Bien que ce savoir soit épars et dans certains cas fortement subjectif, il pourrait se révéler très informatif. Son avantage est d'être localement et régionalement spécifique et circonstancié. Il peut englober des paramètres de temps spécifiques, voire des données sur les vulnérabilités locales et des stratégies d'adaptation. En outre, il peut contribuer à évaluer la plausibilité des découvertes scientifiques. Il facilite l'apprentissage et fournit des renseignements utiles pour des actions adéquates.

Estimation des incertitudes et des risques

*It is better to be vaguely right instead of precisely wrong
(Karl Popper)*

La science ne peut faire des projections exactes ou incontestables en ce qui concerne le climat futur et ne pourra jamais le faire. Il ne faudrait toutefois pas en conclure que les mesures d'adaptation sont inutiles. L'incertitude n'est pas la même chose que l'ignorance. Beaucoup de décideurs sont confrontés à l'incertitude

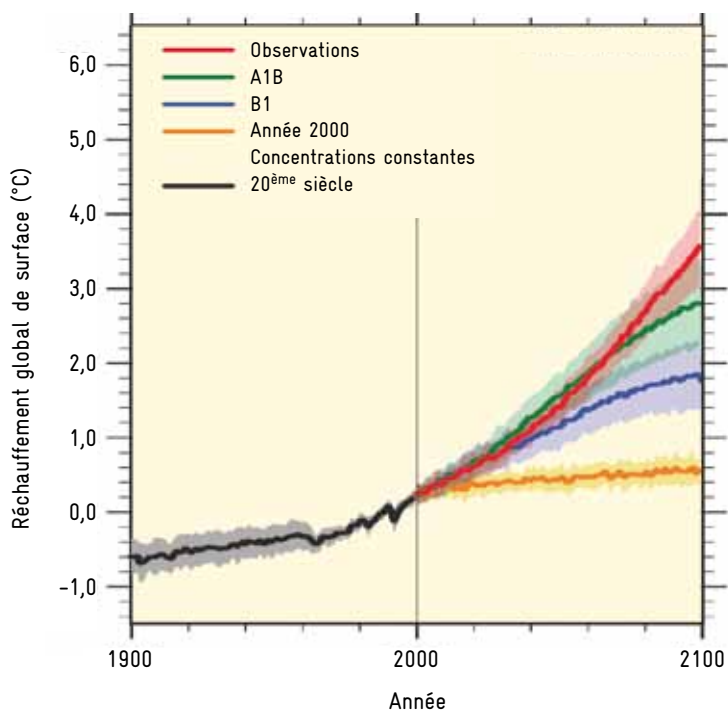
et pas seulement dans le domaine du changement climatique. Des entreprises sont obligées de prendre des décisions stratégiques malgré le haut degré d'incertitude concernant les marchés futurs. Des hommes politiques décident de nouvelles lois sans savoir exactement quelles en seront les répercussions. Dans notre vie quotidienne, nous prenons une multitude de décisions sans avoir d'informations prouvées. À qui doit-on faire plus confiance ? À la projection d'un scientifique sur le climat pour les 50 prochaines années, ou au pronostic boursier d'un économiste sur les 5 années à venir ? Estimer l'incertitude – juger son degré et connaître ses origines – est finalement de la responsabilité du décideur. La recherche sur le climat fournit tout simplement les informations pertinentes.

Le défi à relever par les praticiens dans le domaine de l'adaptation est donc bien plus de gérer l'incertitude que de la vaincre !

L'incertitude relative aux informations sur les changements climatiques est due à plusieurs causes. La plus importante est le fait que nous ne sommes pas en mesure de prédire le degré des « émissions futures » de GES. Les scientifiques travaillent avec plusieurs scénarios d'émissions (voir le chapitre 3.2.1 ci-dessus). En comparant les résultats issus des modèles climatiques pour les différents scénarios d'émissions, on peut donner l'éventail des possibilités sur l'évolution climatique. Les possibilités pertinentes à l'échelle mondiale sont présentées dans l'illustration 13.

Illustration 13 :

Moyennes mondiales multi-modèles du réchauffement de surface (concernant les années 1980 – 1999).



Étendue des possibilités : Illustration des incertitudes pour chacun des modèles du GIEC (bandes colorées) et des incertitudes sur le comportement humain (éventail des scénarios d'émissions)

Le réchauffement de surface du globe terrestre pour les trois scénarios A2, A1B et B1, ainsi que les concentrations constantes de l'année 2000. L'ombrage indique la marge de déviation standard (plus/moins un) des moyennes annuelles pour les différents modèles.

Source : GIEC (2007a)

Comme on peut le voir au niveau des bandes ombragées autour des lignes, les différents modèles climatiques contiennent aussi des incertitudes. Chaque modèle n'est qu'une approximation de la réalité, puisque la complexité du système du globe terrestre ne permet pas d'analyse complète. Une telle analyse exigerait trop de temps. Néanmoins, les modèles climatiques s'améliorent constamment. Tandis que les premiers MCG ne s'intéressaient qu'à l'atmosphère, les plus récents incorporent tous les principaux composants tels que la surface de la terre, les océans, les glaces marines, les aérosols et le cycle du carbone. Les mécanismes physiques de ces composants sont connus dans une large mesure, mais certains éléments du système climatique tels que les nuages ou les moussons sont encore difficiles à modéliser. Il est important de prendre en considération le fait que les incertitudes varient au niveau des régions et des stimuli climatiques. La comparaison des modèles est une méthode pour traiter ce genre d'incertitude et constitue une bonne base pour l'évaluation des risques. Elle est représentée par la figure 14.

Les couleurs du diagramme représentent les changements principaux dans les températures, les précipitations et la pression de l'air en été (en haut) et en hiver (en bas). Les zones ponctuées sont importantes dans la mesure où elles montrent les régions où presque tous les modèles produisent des résultats semblables (moyenne de tous les modèles). Ainsi, nous constatons que :

- pour certaines variables climatiques (par exemple la température), les modèles s'accordent largement sur la direction du changement et sur la magnitude pour la plupart des régions du monde (zones ponctuées),
- pour d'autres variables climatiques, il y a moins de certitude (zones non ponctuées). Néanmoins, la zone colorée indique la direction prévue du changement.

Pour l'évaluation des impacts, de la vulnérabilité et de l'adaptation, l'appréciation des effets du changement climatique sur les systèmes socio-économiques et écologiques est une tâche complexe. D'autres facteurs influents tels que la surpopulation, la migration, la surexploitation des ressources et le développement économique jouent souvent également un rôle important, ce qui représente une autre source d'incertitudes. Un exemple bien connu de modèle d'évaluation qui prend en considération ces réseaux complexes de corrélation constitue le concept dit de syndrome (Schellnhuber et al., 1997). Il tente d'évaluer des modèles de changements à différentes échelles⁹.

⁹ Voir : http://www.wbgu.de/wbgu_syndromkonzept_en.html.

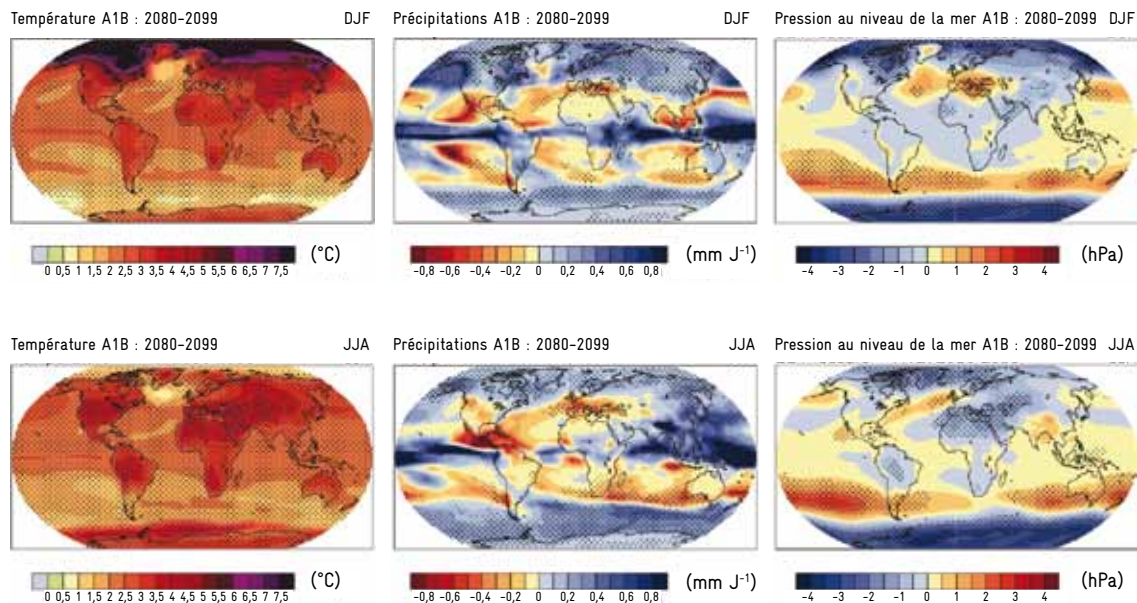


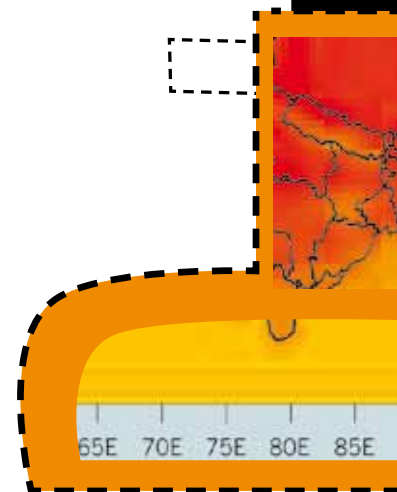
Illustration 14 :

Changements moyens multi-modèles de la température, des précipitations et de la pression pour un scénario d'émissions A1B. La carte du haut montre l'hiver (DJF = décembre, janvier, février), celle du bas montre l'été (JJA = juin, juillet, août).

Source : GIEC (2007a)

Partie II

Étapes Pratiques



Alors que la Partie I présentait le contexte général des concepts fondamentaux, la science du changement climatique et ses méthodes, la Partie II fournit des informations pratiques pour vous orienter dans les activités suivantes :

- **Accès** aux informations sur les changements climatiques
- **Interprétation** des informations sur les changements climatiques et gestion des incertitudes
- **Communication** d'informations sur les changements climatiques

Les sous-chapitres sont complétés par plusieurs annexes jointes à ce manuel.

1 Accès aux informations sur les changements climatiques

Il y a différentes manières de collecter des informations sur les changements climatiques. Trois approches seront développées dans ce manuel. Elles doivent être considérées comme complémentaires. Elles diffèrent surtout par leur niveau de détail des données, l'implication des experts et les coûts y afférents. Un bref résumé des atouts et faiblesses de ces approches est donné pour chacune d'entre elles.

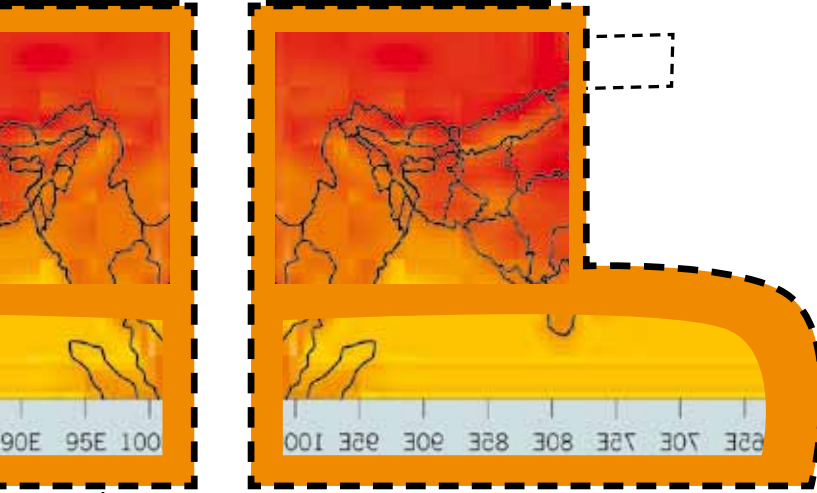


Tableau 2 :

Les stimuli les plus importants liés au changement climatique.

- températures plus élevées (changements saisonniers inclus)
- tempêtes plus intenses et plus fréquentes
- élévation du niveau de la mer
- vagues de chaleur plus fréquentes
- périodes froides plus fréquentes
- sécheresses plus fréquentes
- inondations plus fréquentes et plus extrêmes
- pluies plus extrêmes (changements saisonniers inclus)
- variations de la disponibilité annuelle ou saisonnière en eau
- fonte accélérée des glaciers
- fonte du pergélisol

Partie II

Étapes Pratiques

1

Accès



Évaluation rapide de la littérature

Plutôt que de produire vos propres informations sur les changements climatiques, essayez de trouver les informations existantes sur Internet ou par l'intermédiaire de personnes ressources ou d'instituts. Les principales étapes sont les suivantes :

1. Définissez les régions géographiques, temporelles et sectorielles qui vous intéressent.

Sachant que la matière littéraire sur les changements climatiques est considérable (le dernier rapport du GIEC contient quatre volumes d'environ 3 000 pages), votre recherche devra être aussi ciblée que possible.

2. Vérifiez la littérature et les bases de données en ligne. Sélectionnez ce dont vous avez besoin.

Une liste de liens vers les sources d'information en ligne est fournie avec des commentaires dans l'annexe 2, et vous pourrez trouver une liste de stimuli importants du changement climatique dans le tableau 2. Un aperçu général des impacts du changement climatique pertinents pour votre région se trouve dans l'annexe 3.

3. Consultez des experts.

La plupart des pays ont des fonctionnaires d'État, des scientifiques et des conseillers travaillant sur le thème du changement climatique. L'annexe 4 contient une liste d'institutions et de sources d'informations nationales que vous pourrez contacter pour de plus amples renseignements.

4. Consolidez les données d'une manière claire et transparente.

Organisez les informations que vous avez obtenues d'une manière compréhensible et transparente et mettez-les à disposition d'autrui. Un format possible pour la compilation est donné dans le tableau 3.

Tableau 3 : Format possible pour la compilation de l'information sur le changement climatique.

Stimulus climatique	Observations	Impacts	Sources
Température	Augmentation de 1,8 °C entre 1940 et 2003	Premières modifications des écosystèmes observées (p. ex...)	GIEC 2007 p.xxx
	

Stimulus climatique	Projections	Impacts (directs = physiques, indirects = socio-économiques)	Sources
Précipitations	Descente de 20 % à l'horizon 2050	Désertification => pertes dans la production alimentaire	XXX et al., 2005
	

Évaluation rapide de la littérature	
Forces	Faiblesses
Approprié pour obtenir une première vue d'ensemble	Éventuellement faible fiabilité pour les décideurs
Bon marché et rapide	Informations ne répondant peut être pas à vos questions
Aucun besoin de recours à des experts	Qualité de l'information non connue

Partie II

Étapes Pratiques

1

Accès



Utilisation des instruments d'analyse des données disponibles en ligne

Au moment de la rédaction du présent manuel, différents instruments pour l'analyse des données sur les changements climatiques, censés aider les décideurs, sont en cours de développement.

S E R V I R

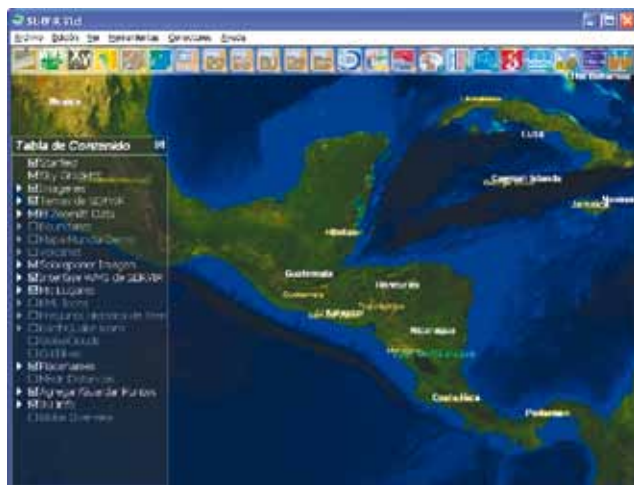
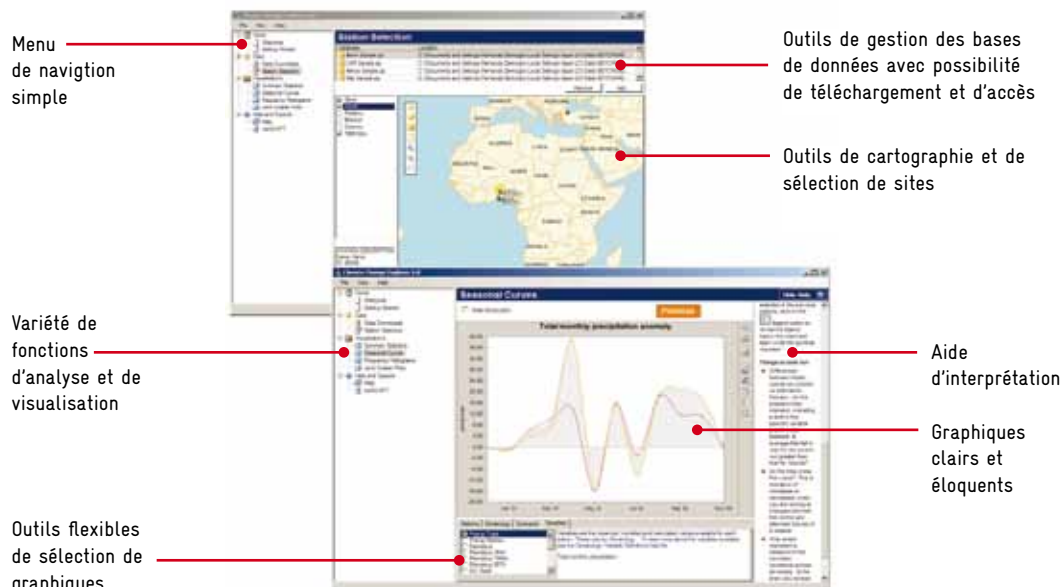
SERVIR est un système de visualisation et de suivi-évaluation pour les régions méso-américaine et africaine. Il intègre des données satellitaires et d'autres données géo-spatiales pour améliorer les connaissances scientifiques et faciliter la prise de décision des gestionnaires, chercheurs, étudiants et dans le grand public. SERVIR traite les neuf domaines d'application utile pour la société du GEOSS – le système des systèmes d'observation de la Terre –, à savoir les catastrophes, les systèmes écologiques, la biodiversité, la météo, l'eau, le climat, les océans, la santé, l'agriculture et l'énergie. Dans ce contexte, le terme de « climat » ne couvre pas seulement des conditions météorologiques courantes, mais aussi des projections sur les changements climatiques. Pour de plus amples informations : <http://www.servir.net>.

Explorateur du changement climatique

L'explorateur du changement climatique fournit une base analytique à partir de laquelle les utilisateurs peuvent explorer les variables climatiques pertinentes pour leur prise de décisions spécifiques en matière d'adaptation. Il établit une corrélation entre la compréhension de la vulnérabilité, le suivi des risques climatiques et leurs projections, et la planification des processus d'adaptation. Il est fondé sur plusieurs suppositions clés en termes d'interprétation de la science climatique. L'explorateur du changement climatique (CCE) est un client de bureau mettant à disposition une interface pour télécharger, gérer et visualiser les résultats des modèles à petite échelle. Il vous faudra un mot de passe pour pouvoir télécharger une version de cet instrument. Pour de plus amples informations :

<http://wikiadapt.org/>.

Illustration 15 : L'explorateur du changement climatique (CCE) développé par SEI, SCAG et AWHERE.



SERVIR

Mis au point par un consortium composé de la NASA, CATHALAC, USAID, la Commission centre-américaine pour l'Environnement et le Développement (CCAD), la Banque mondiale, Conservation de la Nature, PNUE-ROLAC et IAGT.

Partie II

Étapes Pratiques

1

Accès

Site de la Banque mondiale consacré aux changements climatiques

Le portail de la Banque mondiale consacré aux changements climatiques est destiné à fournir à la communauté du développement des données relatives au climat de la planète de façon rapide et aisée. Le site est hébergé sur la plate-forme de Google Maps et permet aux utilisateurs d'accéder à des données telles que les résultats provenant des modèles climatiques, des observations climatiques historiques, des données sur les catastrophes naturelles, des projections sur les rendements agricoles et des données socio-économiques à tout endroit du globe terrestre. Le site propose un instrument de visualisation cartographique (webGIS) qui présente des variables climatiques clés et fournit des liens vers des bases de données de la Banque mondiale et vers une base de données géo-référencées. Pour de

plus amples informations : <http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/>.

Impacts climatiques : des plateformes d'appui pour l'adaptation à l'échelle planétaire et régionale (CI : grasp)

Financé sur les fonds du ministère fédéral allemand de l'Environnement, de la Protection de la Nature et de la Sécurité nucléaire (BMU), le PIK et la GTZ sont en train de créer la plateforme d'appui pour l'adaptation au niveau régional et mondial (CI : grasp). Il s'agit d'une base de données interactive en ligne, disposant de plusieurs niveaux d'informations. Elle fournira des informations sur les stimuli climatiques et sur les différents impacts et modes d'adaptation. Pour de plus amples informations : www.ci-grasp.org.



Utilisation des instruments d'analyse de données disponibles en ligne

Forces :	Approprié pour obtenir une première vue d'ensemble	Rapide	Bon marché	Aucun besoin de recourir aux experts
Faiblesses :	Pourrait inciter les décideurs à gérer l'adaptation uniquement à partir de leur ordinateur	Fournit seulement des vues isolées	Nécessité de disposer de connexions internet à haut débit	Fournit un support analytique

Illustration 16 :

Portail du changement climatique (avec l'instrument ADAPT),

mis au point par la Banque mondiale.



Impacts climatiques : plateforme d'appui pour l'adaptation régionale et globale (ci : grasp).

Trois niveaux interactifs d'informations : stimuli climatiques, impacts & vulnérabilités et options d'adaptation et expériences.

Développés par le PIK et la GTZ.

Partie II

Étapes Pratiques

1

Accès



Évaluation globale à l'aide de l'expertise sur les changements climatiques

Si vous ne trouvez pas les informations que vous souhaitez sur le changement climatique, vous pouvez mandater des experts pour réaliser une recherche répondant à vos besoins. Par exemple, vous pouvez demander à une institution scientifique comme le PIK de simuler un MCR pour votre région ou d'effectuer des évaluations d'impacts, de vulnérabilité et d'adaptation. Ce genre de recherche est un domaine qui connaît une évolution rapide avec un grand nombre de groupes de recherches appliquant de multiples modèles différents. Jusqu'à présent, seul un aperçu préliminaire de ce travail est disponible.¹⁰ La quasi-totalité de cette recherche est réalisée dans le milieu scientifique et seulement quelques bureaux (internationaux) d'études et de conseil s'y consacrent. Vous trouverez dans l'annexe 4 une liste d'institutions ad hoc. Contactez aussi les experts en matière de changement climatique de votre pays.

Les coûts de telles évaluations peuvent varier considérablement. En général, si des MCR existent déjà pour votre région, les institutions scientifiques les mettent à

¹⁰ http://unfccc.int/adaptation/nairobi_workprogramme/compendium_on_methods_tools/items/2674.php.

disposition gratuitement. Si de nouvelles simulations de modèles sont nécessaires, leur élaboration pourrait durer des mois voire des années et leur coût pourrait être d'un montant de cinq ou six chiffres. Grâce à plusieurs projets de recherche, le nombre de MCR pour les pays en développement augmente. Vous trouverez une sélection de MCR connus dans l'annexe 5.

2 Interprétation

des informations sur les changements climatiques et gestion des incertitudes

Les informations sur le changement climatique doivent être interprétées au cas par cas en fonction du contexte. Voici quelques principes ou règles de base qui pourront vous être utiles :

Règles générales

- Comme point de départ, utilisez des informations sur la variabilité et le changement climatique au cours de l'histoire (surtout les événements extrêmes), ainsi que les acquis d'expérience en matière d'adaptation.
-

● L'adaptation est un processus d'apprentissage social et institutionnel. Réunissez les différentes parties prenantes (les décideurs, les scientifiques, les développeurs de modèles, les groupes cibles, les spécialistes du secteur, etc.) pour discuter des informations que vous avez recueillies sur le changement climatique et ses implications.

● Essayez de vous procurer différents scénarios régionaux.

● Apportez votre soutien aux recherches sur les impacts du changement climatique afin d'enrichir la base de connaissances.

● Compilez les informations pertinentes que vous avez pu obtenir et mettez-les à la disposition d'autres personnes ou institutions. Un des principaux défis sera la gestion des incertitudes. Les suggestions suivantes peuvent vous aider :

Incertitudes et interprétation de données

● Faites la différence entre les incertitudes des modèles et celles des scénarios d'émissions (trajectoire inconnue du développement de l'humanité).

● Ne déduisez pas de l'incertitude l'absence de changement. L'option « rien ne changera » est l'une des options les plus improbables.

● Il y aura toujours des incertitudes inhérentes et insolubles dans les projections sur les changements climatiques. Un changement de paradigme est nécessaire. L'incertitude doit être gérée et non pas surmontée par les décideurs.

● Les niveaux d'incertitude varient en fonction de la région géographique, du temps et de la variable climatique (par ex. il y a normalement moins d'incertitudes sur les températures que sur les précipitations). Essayez de définir aussi bien l'origine des informations sur les changements climatiques de

Partie II

Étapes Pratiques



2

Interprétation



votre région (scénario, modèles, évaluations d'impact) que le niveau d'incertitudes impliqué.

- Quelques études scientifiques (y compris celles du GIEC) évaluent le niveau de confiance que peut avoir l'utilisateur dans leurs déclarations ainsi que leur niveau de probabilité. Faites usage de cette information.¹¹

- Plutôt que d'utiliser un seul modèle, essayez d'utiliser des « fourchettes de possibilités ».

- Évaluez toujours la plausibilité de toutes les informations obtenues de « haut en bas » et ajoutez-y les informations complémentaires fournies par des experts du climat, des experts (sectoriels) et des parties prenantes au niveau local (« de bas en haut »).

¹¹ <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-uncertainty-guidancenote.pdf>.

Incertitudes et identification des mesures d'adaptation

- Vous devez savoir que l'adaptation aux changements climatiques n'est pas le seul domaine de planification affecté par l'incertitude.

- Essayez de trouver des activités d'adaptation « sans regret » ou « avec faibles regrets » (le cas idéal serait une situation gagnant-gagnant pour la mitigation, l'adaptation et la durabilité).

- Essayez d'identifier des options souples et réversibles.

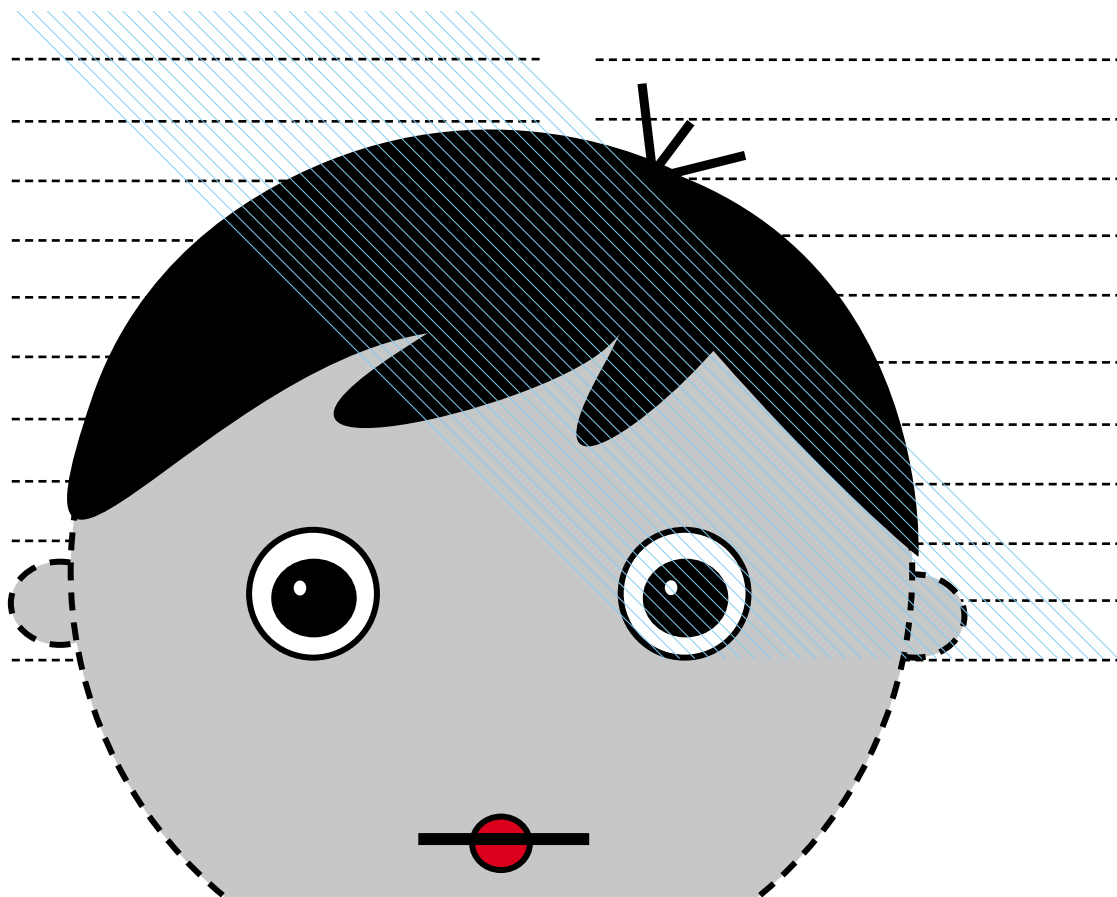
- Dans le cas d'un faible niveau d'incertitude, concentrez-vous sur des impacts tangibles (p. ex. des mesures pour contrer une débâcle glaciaire). Pour le cas d'un niveau plus élevé d'incertitude, essayez d'accroître les capacités adaptatives (p. ex. améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau lors d'une menace de sécheresse).

● Servez-vous d'analogies en identifiant des régions aux conditions climatiques proches de celles projetées pour votre région. Ou alors renseignez-vous sur les événements qui se sont produits dans le passé dans votre région (voir 3.2.5.)

● Essayez d'appliquer « une gestion adaptative » c'est à dire un processus d'apprentissage itératif

(apprentissage de la gestion par la gestion de l'apprentissage), ce qui vous permettra d'améliorer continuellement vos connaissances sur les impacts du changement climatique.

● Prenez en considération la dimension du temps liée aux impacts. Quand est-ce que les impacts se manifesteront ? Est-il nécessaire d'agir aujourd'hui ?



Partie II

Étapes Pratiques



2

Interprétation



3 Communication d'informations sur les changements climatiques

Lorsque vous communiquez des informations sur les changements climatiques à des tiers, vous assumez une grande responsabilité. Si des décideurs basent leurs décisions d'adaptation sur une de vos informations qui se révèle fautive, cela va non seulement nuire à votre crédibilité, mais – plus grave encore – pourrait être à l'origine de mesures d'adaptation inappropriées ou de mauvais investissements.

Lors de discussions sur le changement climatique, la tentation de dramatiser est toujours présente. Il est plus facile de convaincre les décideurs par une présentation alarmiste des faits que par une présentation différenciée. Essayez d'éviter ce piège. Bien entendu, les informations que vous fournissez dépendent beaucoup du destinataire. À un décideur qui ne peut vous accorder que dix minutes de temps, vous allez vous adresser différemment qu'à des participants d'un atelier se déroulant sur une journée entière. Néanmoins, il y a quelques règles que vous devriez prendre en considération quand vous communiquez à autrui des informations sur le changement climatique :

● Évitez d'être alarmiste : fondez vos déclarations sur des bases scientifiques valides.

● Mettez l'accent à la fois sur l'interprétation du changement climatique et sur la gestion de l'incertitude. Servez-vous de « fourchettes de possibilités ». En effet, une des leçons les plus importantes à assimiler par les décideurs politiques est que plusieurs scénarios futurs sont plausibles et raisonnables.

● Fournissez des connaissances scientifiques de base sur le changement climatique pour aider les décideurs à interpréter les informations (comme il est indiqué dans la partie I).

● Soyez transparents et précis (en discutant de l'incertitude, précisez que les sources importantes d'incertitude sont les scénarios d'émissions plutôt que les modèles !).

● Précisez les périodes envisagées (par exemple, une augmentation du niveau marin d'un mètre à l'horizon 2100 ou à l'horizon 2030 fait une grande différence).



● Cherchez le soutien d'experts. Sachant répondre à des questions plus critiques, ils augmentent la crédibilité.

● Soyez conscient du conflit dans lequel vous vous trouvez : d'une part vous pouvez avoir une connaissance insuffisante sur le sujet et vous rendre compte de votre propre incertitude, d'autre part vous voulez convaincre les gens.

● Essayez d'utiliser un langage neutre et éviter des déclarations chargées de valeurs.

Un argument commun avancé par les politiciens du « Café du Commerce » et les stratèges en chambre est que le changement climatique est le plus grand canular qui ait jamais été propagé. Bien que cette assertion ait été absolument réfutée par des conclusions scientifiques explicites, vous risquez d'être confrontés à de tels arguments. « The Royal Society » a rédigé un guide simple à propos des arguments malavisés les plus fréquemment utilisés contre le changement climatique. Ce guide peut vous aider à répondre à ces arguments.¹²

¹² <http://royalsociety.org/Climate-change-controversies-a-simple-guide/>.

Probabilité et changement climatique

Les décideurs demandent souvent quelles sont les probabilités de la concrétisation d'un scénario de changement climatique. En fait, les scénarios de ce type ne peuvent être associés à la notion de probabilité, étant donné qu'il s'agit d'hypothèses sur le futur, basées sur un synopsis hypothétique sur le comportement de l'humanité durant les 100 années à venir. La probabilité est un concept statistique reposant sur la fréquence d'événements donnés. Ceux-ci ne sont pas disponibles pour les scénarios. Néanmoins, en nous fondant sur notre compréhension physique et en utilisant certaines hypothèses sur l'orientation de la trajectoire du développement humain, nous pouvons dire quelle sera l'orientation future des événements.

Partie II

Étapes Pratiques



3

Communication

Annexe 1 : Synopsis des scénarios d'émissions

A 1

- Croissance économique rapide.
- Une population globale qui atteint neuf milliards en 2050 et diminue ensuite progressivement.
- La propagation rapide de technologies nouvelles et efficaces.
- Un monde convergent – convergence des revenus et des modes de vie entre les régions. Interactions sociales et culturelles extensives dans le monde entier.

Il existe des sous-ensembles de la famille A1 en fonction de l'importance accordée à certaines technologies :

1. **A1FI** : accent sur les combustibles fossiles.
2. **A1B** : accent équilibré sur toutes les sources d'énergie.
3. **A1T** : accent sur les sources d'énergie non-fossile.

A 2

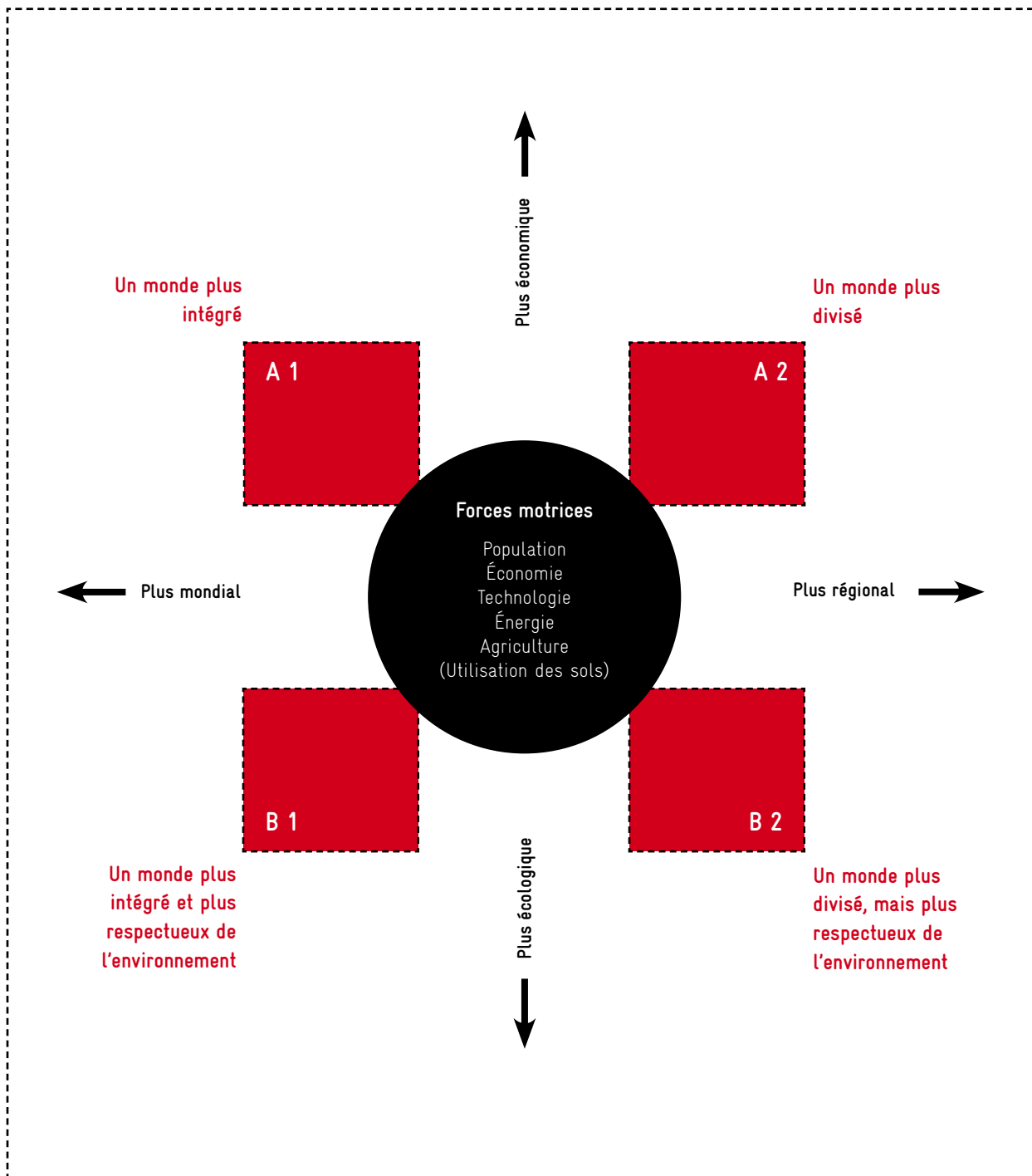
- Un monde de nations indépendantes et autosuffisantes.
- Une population en croissance continue.
- Un développement économique obéissant à une orientation régionale.
- Des changements technologiques plus lents et plus fragmentés et une amélioration des revenus par habitant.

B 1

- Une croissance économique rapide comme dans le synopsis A1, mais avec des changements rapides vers une économie de services et d'informations.
- Une population qui atteint 9 milliards en 2050 et baisse ensuite comme dans le synopsis A1.
- Réductions des activités productrices de matières et adoption de technologies propres et fondées sur une utilisation efficace des ressources.
- Accent sur des solutions à l'échelle mondiale en matière de stabilité économique, sociale et environnementale.

B 2

- Une population en augmentation continue, mais à un rythme plus lent que dans le synopsis A2.
- L'accent est mis sur des solutions locales plutôt que mondiales en ce qui concerne la stabilité économique, sociale et environnementale.
- Un développement économique de niveau intermédiaire.
- Un changement technologique moins rapide et plus fragmenté que dans les synopsis B1 et A1.



Annexe 2 : Liste commentée des liens vers les sources en ligne

La liste ci-dessous est une sélection des sources Internet les plus importantes. Pour une liste de liens plus complète, voir www.gtz.de/climate (bientôt en ligne).

Sources essentielles d'information

GIEC

Le Quatrième Rapport (AR4) d'évaluation contient des rapports de trois groupes de travail (GT) et un rapport de synthèse sous le lien suivant :

http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.htm.

Projections régionales du changement climatique

Source : chapitre 11 : Projections régionales du climat, GT I (12 Mo, 5 à 10 pages par continent).

Évaluation des impacts et vulnérabilités pour chacun des continents

Source : Groupe de travail II : chapitre 9 : Afrique (2 Mo, 36 pages), chapitre 10 : Asie (1 Mo, 38 pages), chapitre 13 : Amérique latine (1 Mo, 37 pages).

Communications nationales à la CCNUCC

Les pays en développement qui ont adhéré à la CCNUCC sont obligés de soumettre des communications nationales. Celles-ci incluent normalement des informations sur les impacts du changement climatique et sur les adaptations dans les contextes nationaux particuliers. La plupart des pays ont publié au moins une communication nationale.

http://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/2979.php

Programmes d'action nationaux d'adaptation

Les PANA (Programmes d'action nationaux d'adaptation) fournissent aux pays les moins avancés (PMA) (et seulement à eux) un processus pour identifier des activités prioritaires qui répondent à leurs besoins urgents et immédiats en ce qui concerne l'adaptation aux changements climatiques. Ils incluent normalement des informations sur les impacts du changement climatique et sur les mesures d'adaptation possibles.

http://unfccc.int/cooperation_support/least_developed_countries_portal/submitted_napas/items/4585.php

Sources d'information supplémentaires

Profils d'adaptation par pays

Profils de pays face à l'adaptation avec une vue d'ensemble des chiffres clé du changement climatique, fournis par le PNUD.

<http://country-profiles.geog.ox.ac.uk/>

<http://www.adaptationlearning.net/>

Site de la Banque mondiale consacré au climat

Le portail sur le climat de la Banque mondiale propose une riche source d'informations sur le changement climatique ventilées par pays.

<http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/>

Cartes montrant les impacts du changement climatique

Le PNUD propose une sélection de cartes mondiales montrant les impacts du changement climatique.

<http://www.undp.org/climatechange/adapt/basics2.html>

WBGU

(le Conseil consultatif allemand sur le changement mondial)

Explorations scientifiques approfondies sur des thèmes tou-

chant au changement à l'échelle planétaire et recommandations pour l'action et la recherche.

http://www.wbgu.de/wbgu_publications.html

AIACC

Les Évaluations d'impact et d'adaptation aux changements climatiques (AIACC) dans des régions et des secteurs multiples fournissent une multitude de données sur les changements climatiques dans 24 pays.

<http://www.aiaccproject.org>

<http://sedac.ciesin.columbia.edu/aiacc/>

Sources d'information sur les catastrophes naturelles

La base de données internationale sur les catastrophes du CRED (Centre de recherche sur l'épidémiologie des désastres) / OFDA (Office of Foreign Disaster Assistance)

La base de données EMDAT propose des statistiques sur les catastrophes à l'échelle du globe, ainsi que des profils de catastrophes au niveau des pays.

<http://www.emdat.be/>

Indice du risque de catastrophe

Un instrument d'estimation du risque de catastrophes pour chaque pays, mis au point par le Global Resource du PNUE.

<http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/9/1149/2009/nhess-9-1149-2009-supplement.pdf>

Points chauds des catastrophes naturelles : une analyse des risques pour la planète

Une estimation mondiale des catastrophes naturelles par le *Centre for Hazards and Risk Research* (Centre de recherche sur les aléas et les risques) de l'Université de Columbia.

<http://www.ldeo.columbia.edu/chrr/research/hotspots/>

PreView

Un autre instrument, plus détaillé, du PNUE pour visualiser les données sur les catastrophes naturelles.

<http://www.grid.unep.ch/activities/earlywarning/preview/>

Reliefweb

Une base de données d'appels d'urgence par pays, maintenus par l'UN-OCHA (Bureau de Coordination des affaires humanitaires des Nations unies).

<http://www.reliefweb.int>

Annexe 3 : Sélection d'impacts générés par le changement climatique

Phénomène et direction de la tendance	Probabilité que la tendance soit apparue vers la fin du 20 ^{ème} siècle	Probabilité de la tendance dans le futur	Exemples d'impacts importants
<p>Les nuits et les jours sont plus chauds dans la plupart des régions. On observe une fréquence décroissante des nuits et des jours froids et au contraire une fréquence croissante des nuits et des jours très chauds.</p>	<p>Très probable</p>	<p>Quasi probable</p>	<p>Augmentation des rendements agricoles dans les environnements plus froids et au contraire, diminution des rendements dans les zones plus chaudes.</p> <p>Augmentation des invasions d'insectes.</p> <p>Effets sur les ressources en eau alimentées par la fonte des neiges.</p> <p>Réduction de la mortalité causée par le froid.</p> <p>Dégradation de la qualité de l'air en milieu urbain.</p>
<p>Fréquence croissante des périodes chaudes et des vagues de chaleur dans la plupart des régions.</p>	<p>Très probable</p>	<p>Très probable</p>	<p>Réduction des rendements agricoles dans les régions les plus chaudes en raison des vagues de chaleur.</p> <p>Augmentation du risque des feux de brousse.</p> <p>Augmentation de la demande en eau, problèmes de qualité de l'eau.</p> <p>Augmentation de la mortalité due à la chaleur, particulièrement chez les personnes âgées, les malades chroniques, les très jeunes enfants et ceux qui sont socialement isolés.</p>

Phénomène et direction de la tendance	Probabilité que la tendance se soit manifestée vers la fin du 20 ^{ème} siècle	Probabilité de tendance future	Exemples d'impacts importants
<p>Dans la plupart des régions, augmentation de la fréquence des précipitations importantes.</p>	<p>Probable</p>	<p>Très probable</p>	<p>Pertes de récoltes. Érosion des sols. Effets négatifs sur la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines. La pénurie d'eau peut être atténuée. Risque augmenté de décès, de blessures et de maladies infectieuses, respiratoires et cutanées. Perturbations dues aux inondations au niveau des agglomérations, du commerce, des transports et des sociétés. Pressions sur les infrastructures urbaines et rurales. Perte de propriétés.</p>
<p>Augmentation des régions affectées par la sécheresse.</p>	<p>Probable dans beaucoup de régions depuis les années 70</p>	<p>Probable</p>	<p>Dégradation des sols. Baisse des rendements agricoles et pertes de récoltes. Augmentation de la mortalité du bétail. Augmentation du risque de feux sauvages. Augmentation du risque de pénuries en eau et denrées alimentaires. Augmentation du risque de malnutrition. Augmentation du risque de maladies d'origine alimentaire et hydrique. Migration.</p>

Phénomènes et direction de la tendance	Probabilité que la tendance se soit manifestée vers la fin du 20 ^{ème} siècle	Probabilité de tendance future	Exemples d'impacts importants
Augmentation de l'intensité des cyclones tropicaux.	Probable dans quelques régions depuis les années 1970	Probable	<p>Dégâts sur les cultures et les arbres.</p> <p>Coupures d'électricité provoquant des perturbations des réseaux publics de distribution d'eau.</p> <p>Augmentation du risque de décès, de blessures et de maladies liés à l'eau et l'alimentation.</p> <p>États de stress post-traumatiques (PTSD).</p> <p>Perturbations dues aux inondation et vents violents.</p> <p>Les assureurs privés ne couvrent plus les risques dans les régions vulnérables.</p> <p>Migration, perte de propriété.</p>
Augmentation de la fréquence des élévations extrêmes du niveau des mers.	Probable	Probable	<p>Salinisation des systèmes d'irrigation et d'approvisionnement en eau douce et diminution de la disponibilité en eau douce.</p> <p>Augmentation du risque des noyades mortelles et de blessures dues aux inondations.</p> <p>Effets sur la santé dus à la migration.</p> <p>Coûts de la protection des côtes par rapport à ceux de la relocalisation des populations.</p> <p>Potentiel pour la relocalisation des personnes et des infrastructures.</p> <p>Effets des cyclones tropicaux.</p>

Source : GIEC (2007b)

Annexe 4 : Institutions potentielles et sources d'information nationales

Institutions et experts potentiels avec expertise dans des contextes nationaux spécifiques

- Ministères et organismes gouvernementaux compétents dans ces domaines
- Points focaux de la CCNUCC¹³
- Liste d'experts de la CCNUCC¹⁴
- Services et instituts météorologiques
- Universités
- Bailleurs de fonds
- ONG scientifiques ou de développement
- Auteurs de NATCOM

¹³ <http://maindb.unfccc.int/public/nfp.pl#beg>.

¹⁴ <http://maindb.unfccc.int/public/roel>.

¹⁵ http://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/2979.php.

Sources nationales d'information possibles

- Communications nationales¹⁵
- Inventaires, cartes et séries de données d'événements naturels et risques liés au climat (p. ex. sécheresses, inondations)
- Rapports nationaux sur la désertification
- Plans de préparation aux catastrophes, inventaires et révisions
- Analyses sectorielles (p. ex. agriculture, ressources hydriques, énergie)
- Études sur la vulnérabilité locale
- Évaluation des biens et services environnementaux
- Inventaires, cartes et séries de données sur les risques climatiques (p. ex. sécheresses, inondations) ou modèles socio-économiques pertinents
- Scénarios régionaux du changement climatique
- Documents stratégiques de réduction de la pauvreté (DSRP)
- Plans de sécurité alimentaire

Annexe 5 : Une sélection de MCR bien connus

Modèle climatique régional	Concepteur	Remarques/Type de modèle
CCRM	Modèle régional canadien du climat (MRCC), Canada	Dynamique
COAMPS	Division de la Météorologie marine du Laboratoire de Recherche naval (NRL), États-Unis	Dynamique, gratuit http://www.nrlmry.navy.mil/coamps-web/web/home
CCLM	Communauté de modélisation climatique pour des régions limitées (sous la tutelle du Service météorologique allemand (DWD)), Allemagne	Dynamique, aussi connu sous le nom de COSMO-CLM
DARLAM	Organisation de la recherche scientifique et industrielle du Commonwealth (CSIRO), Australie	Dynamique
NRCM	Centre national pour la recherche atmosphérique (NCAR), États-Unis	Dynamique
HADRM3	Hadley Centre, Royaume-Uni	Dynamique

Modèle climatique régional	Concepteur	Remarques/Type de modèle
HIRHAM	Service météorologique danois (DMI), Institut Max-Planck pour la Météorologie, Danemark/Allemagne	Dynamique
PRECIS	Hadley Centre, UK Met Office, Royaume-Uni	Dynamique, gratuit pour les pays en développement http://precis.metoffice.com/
RACMO2	Service météorologique néerlandais (KMNI), Pays-Bas	Dynamique
RegCM3	Centre international de physique théorique (ICTP), Italie	Dynamique, gratuit http://users.ictp.it/~pubregcm/ RegCM3/
REMO	Institut Max-Planck pour la météorologie, Allemagne	Dynamique
RCA3	Rosby Centre (SMHI), Suède	Dynamique
STAR	Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK), Allemagne	Statistique
WETTREG	Climate and Environment Consulting Potsdam (CEC), Allemagne	Statistique

DEFRA (2009) : Climate Change Scenarios for India, accès le 23 mars 2010, http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=GA01021_3560_FRP.pdf.

GIEC (2000) : Rapport spécial du GIEC sur les scénarios d'émissions, publié sous la direction de N. Nakicenovic et R. Swart, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) : Cambridge University Press, Royaume-Uni.

GIEC (2007a) : Bilan 2007 des changements climatiques : les bases scientifiques physiques. Rapport du Groupe de travail I du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), publié par S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor et H.L. Miller, Cambridge : Cambridge University Press, Royaume-Uni.

GIEC (2007b) : Bilan 2007 des changements climatiques : conséquences, adaptation et vulnérabilité. Rapport du Groupe de travail II du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), publié par M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden et C.E. Hanson, Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni.

Jones, R.G. et al. (2004) : Generating high resolution climate change scenarios using PRECIS, Met Office Hadley Centre, Exeter, Royaume-Uni, pp. 40.

Lüdeke, M.K.B. et al. (1999) : Rural poverty driven soil degradation under climate change: the sensitivity of disposition towards the Sahel syndrome with respect to climate. *Environmental Modeling and Assessment* 4(4): 295-314.

Meinshausen, M. (2007) : page 49 dans : Rapport sur le développement humain 2007/2008, La lutte contre le changement climatique : un impératif de solidarité humaine dans un monde divisé, Programme des Nations unies pour le Développement, New York, États-Unis.

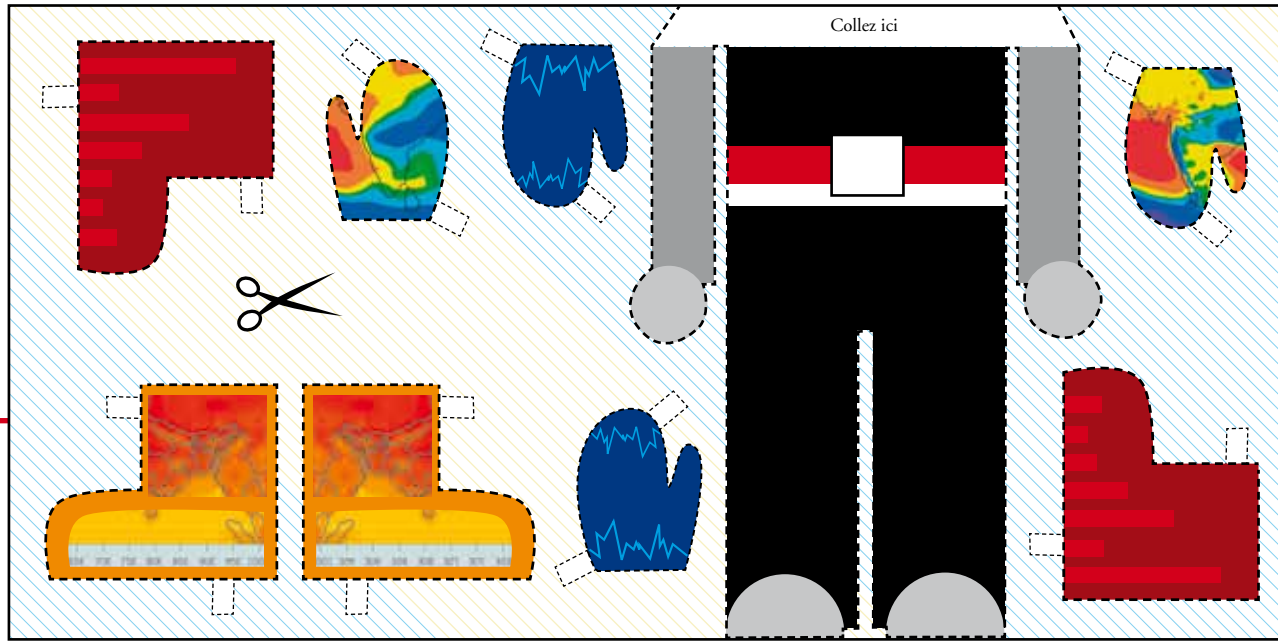
O'Brien, K. et al. (2004) : Mapping vulnerability to multiple stressors: climate change and globalization in India, *Global Environmental Change* 14: 303-313.

Raupach, M.R. et al. (2007) : Global and regional drivers of accelerating CO2 emissions. *PNAS* 104 (24) : 10288-10293.

Schellnhuber, H.J. et al. (1997) : Syndromes of Global Change. *GAIA* 6(1): 19-34.

Schipper, L. (2007) : Climate Change Adaptation and Development: Exploring the Linkages, Tyndall Centre for Climate Change Research Working Paper 107, Norwich, Royaume-Uni.

Stott, P. A. et al. (2004) : Human contribution to the European heatwave of 2003. *Nature* 432: 610-613.



Deutsche Gesellschaft für
Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH
- Coopération technique allemande -
Programme sur la protection du climat

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn/Allemagne
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15
E info@gtz.de
I www.gtz.de

