

La GIRE: un outil d'adaptation au changement climatique

manuel de formation
et guide du
facilitateur

juillet 2009



UNESCO-IHE
Institute for Water Education



ORHAMA





Avant-propos

Tandis que les causes du changement climatique résultent principalement de notre utilisation de l'énergie, c'est par l'eau que les impacts seront principalement ressentis. On s'attend à ce que les changements climatiques soient ressentis dans les différents pays de diverses manières, apportent des orages plus intenses, augmentent ou diminuent les précipitations annuelles, des inondations et des sécheresses. Sans doute, des changements d'une de nos ressources les plus importantes affecteront les gens, l'économie et l'environnement, peut-être d'une manière dramatique.

Au regard de nos connaissances actuelles sur les changements climatiques, il est clair que nous sommes toujours dans un état d'incertitude. Dans la plupart des pays, il y a beaucoup de débats quant à la façon dont le changement climatique se manifesterait et à la nature de ses effets. Pourtant en dépit de cette incertitude, il y a la pression d'agir maintenant et d'affecter des ressources pour l'adaptation au changement climatique.

Ces matières pour la formation sont destinées à accroître notre compréhension du changement climatique et à explorer ce que nous pouvons faire maintenant. Il y a *des actions* qui peuvent être entreprises pour se préparer à un climat plus variable et *établir le bien-fondé* permettant aux décideurs politiques afin qu'ils préparent au changement. L'action immédiate la plus importante concerne la manière dont nous gérons nos ressources en eau. L'amélioration de notre gestion de l'eau aujourd'hui nous préparera à nous adapter demain. Une meilleure compréhension de nos ressources en eau permettra la mise en place de systèmes plus efficaces et plus flexibles d'allocation et un meilleur investissement en infrastructure, pour améliorer l'accès à l'eau et réduire des risques du changement climatique. Nous pouvons agir maintenant - et ces matières pour la formation peuvent nous aider à identifier ces actions.

Cap-Net dispose d'autres matières qui couvrent des questions plus spécifiques de changement climatique, telles que les catastrophes hydrauliques et climatiques, la gestion d'inondations urbaine et la gestion communautaire des inondations.

Notre collaboration avec l'Organisation mondiale de la météorologie et l'UNESCO-IHE fournit le cadre dans lequel ce programme s'exécute et nous sommes reconnaissants pour leur appui.

Paul Taylor
Directeur, Cap-Net

Remerciements

Beaucoup de personnes ont contribué à l'élaboration de ce manuel de formation et au guide du facilitateur. Le partenariat entre le Cap-Net, l'APFM, l'UNESCO-IHE, le REDICA et le Rhama a été très fructueux et nous voudrions remercier l'équipe pour avoir élaboré ce programme de formation. L'équipe était composée de Joachim Saalmueller d'APFM, d'Erik de Ruyter van Steveninck de l'UNESCO-IHE, de Lilliana Arrieta de REDICA, de Carlos Tucci de Rhama, de Hamed Assaf de l'université américaine de Beyrouth, d'Ashvin Gosain de l'Institut indien de Technologie, et de Kees Leendertse de Cap-Net qui a servi de chef d'équipe. Nous voudrions remercier Edwin Hes d'UNESCO-IHE pour avoir fourni le jeu de rôle présenté dans le guide du facilitateur. Un feedback précieux a été reçu de participants aux cours de formation dispensés dans diverses régions. Le présent manuel a été développé à partir des matières utilisées dans ces cours.

Ce document a été produit avec l'aide financière de l'Union européenne. Les opinions qui y sont exprimées ne peuvent nullement être prises pour refléter l'opinion officielle de l'Union européenne.

Disclaimer

This document has been produced with the financial assistance of the European Union.
The views expressed herein can in no way be taken to reflect the official opinion of the European Union.

Photos

The following persons and institutions have provided photos used in this publication:
Austrian Armed Forces; Erik de Ruyter van Steveninck; Inje-Gun County, Republic of Korea;
Kees Leendertse; Lilliana Arrieta and Vivek Umrao Glendenning.

Table of Contents

Avant-propos	3
Remerciements	4
Introduction	7
1. INTRODUCTION À LA GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN EAU ET AU CHANGEMENT CLIMATIQUE	10
1.1 Introduction	10
1.2 Qu'est-ce que la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) ?	12
1.3 Le cadre de la gestion de l'eau	13
1.4 Principes de gestion de l'eau	14
1.5 Importance de la GIRE dans l'adaptation au changement climatique	18
1.6 Comment la GIRE peut-elle aider à faire face au changement climatique ?	19
1.7 Mise en œuvre de la GIRE	20
Résumé	21
Suggestion de documents à lire	21
2. FACTEURS ET INCIDENCES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE	23
2.1 Comprendre les facteurs et les bases en science physique du changement climatique	23
2.2 Comprendre les incidences observées et projetées sur le cycle de l'eau	32
Résumé	42
Suggestion de documents à lire	42
3. ELABORATION DE STRATEGIES ET PLANIFICATION POUR L'ADAPTATION	43
3.1 Directives disponible dans la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques	44
3.2 Principaux éléments basés sur les orientations fixées par la CEE-ONU.	45
3.3 Principaux éléments basés sur les orientations fixées par le PNUD	48
3.4 Dialogue sur l'adaptation au changement climatique pour la gestion des terres et de l'eau	51
3.5 Les aspects économiques de l'adaptation	51
3.6 Défis et opportunités d'adaptation	53
Résumé	56
Liens Web	57
4. INCIDENCES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LES SECTEURS UTILISATEURS DE L'EAU	58
4.1 Projections sur les changements climatiques par région	58
4.2 Incidences sur les secteurs utilisateurs de l'eau	61
4.3 Les techniques d'évaluation des incidences	66
Résumé	70

5. FACE AUX INCERTITUDES	72
5.1 Incertitude et changement climatique	72
5.2 Le traitement des incertitudes dans la gestion environnementale	73
5.3 La typologie des incertitudes	74
5.4 L'adaptation au changement climatique dans l'incertitude	75
Résumé	80
Sites Web sur les indices de vulnérabilité	80
 6. INSTRUMENTS ET MESURES D'ADAPTATION	 81
6.1 Introduction	81
6.2 Mesures d'adaptation	81
6.3 Thèmes cibles pour l'adaptation	89
Résumé	93
Lectures recommandées	93
 7. ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LA GESTION DE L'EAU	 95
7.1 Introduction	95
7.2 En quoi la GIRE peut-elle être utile?	95
7.3 Mesures de gestion possibles	96
7.4 Le changement climatique dans la planification de la GIRE	98
7.5 Dans le contexte institutionnel de la gestion du bassin fluvial	101
7.6 Adaptation au niveau approprié	102
Lectures recommandées	103
 Partie 2: Le Guide du Facilitateur	 104
ECHANTILLON DU PROGRAMME DU COURS	105
LES GRANDES ARTICULATIONS DE LA SESSION	108
EXERCICES	113
Jeu de rôle: Le Lac Naivasha	121
PLANIFICATION D'UN ATELIER ET DEVELOPPEMENT DE TECHNIQUES DE FORMATION	125
LECTURES RECOMMANDÉES	129
RÉFÉRENCES	130
GLOSSAIRE	137
ACRONYMES	143

Introduction

Ce manuel de formation et guide du facilitateur visent à présenter les notions générales et l'application pratique de la gestion intégrée des ressources en eau comme instrument pour l'adaptation au changement climatique. Le public cible de ce manuel est double : les participants aux cours sur le sujet seront équipés de connaissance conceptuelle et pratique, et les formateurs disposeront de l'aide pour dispenser des cours de formations courtes sur la GIRE et l'adaptation au changement climatique. Le manuel a été fait de telle manière qu'il soit riche en enseignement et en même temps instructif pour le groupe cible pour de tels cours – notamment les gestionnaires de l'eau et les élaborateurs de politique en matière d'adaptation au changement climatique. Le format et le contenu du manuel sont assez flexibles pour être adaptés à différentes fins et comme tels, ils pourraient également être utilisés pour des programmes éducatifs et des campagnes de sensibilisation. Les enseignants et les modérateurs/facilitateurs sont encouragés à adapter les matières à leurs contextes régionaux ou locaux particuliers, adaptant les stratégies et les actions d'adaptation à chaque ensemble de conditions uniques au besoin.

Le document est structuré en deux sections principales : un manuel de formation et guide du facilitateur. La première section, le manuel de formation, fournit des concepts, des stratégies, des développements et des conseils sur l'utilisation des principes et des fonctions de la GIRE, en particulier au niveau du bassin fluvial, pour l'adaptation aux manifestations et aux incidences du changement climatique. Elle argue du fait que les principes et les concepts de la GIRE jouent un rôle dans l'élaboration des stratégies d'adaptation au changement climatique. Pour traiter de cela, le manuel est structuré sept thèmes:

- Introduction à la GIRE et au changement climatique ;
- Facteurs et incidences du changement climatique ;
- Elaboration et planification de stratégie pour l'adaptation ;
- Incidences du changement climatique sur des secteurs utilisateurs de l'eau ;
- Le traitement des incertitudes ;
- Instruments et mesures de l'adaptation ; et
- Adaptation au changement climatique dans la gestion de l'eau.

Pour chacun des chapitres présentés des objectifs sont donnés, et dans tout le document des questions et des déclarations qui devraient déclencher la réflexion de l'utilisateur sur l'applicabilité des concepts et des stratégies à leur propre situation. Des sources de lecture additionnelles sont recommandées à la fin de chaque chapitre.

La deuxième section du document guide consiste en un guide de facilitateur. Elle vise à fournir aux formateurs des conseils pratiques pour l'organisation et la conduite des cours ou des programmes éducatifs sur le sujet. Les grandes lignes d'un échantillon de cours sont fournies pour aider à structurer un cours sur la GIRE et l'adaptation au changement climatique, mais il n'est pas un modèle pour l'organisation d'un tel cours. Le guide du facilitateur présente en outre les plans de session pour le programme proposé de cours qui comprend les objectifs spécifiques, de brefs sommaires pour chaque session, les matières à utiliser et les chronologies

suggérées pour le travail de groupes, les exercices et les discussions interactifs. Le guide inclut également des références aux sites Web utiles et à d'autres ressources. Des conseils pratiques pour la conduite d'un cours sont donnés, y compris des astuces pour la planification d'un atelier et l'utilisation de brise-glace. Nous recommandons également que l'organisateur de cours se réfère à l'outil de planification de Cap-Net de courtes sessions de formation placé sur le site Web de Cap-Net.

Le manuel de formation et guide de facilitateur combinés sont également disponibles sur CD-ROM, y compris des documents d'accompagnement tels que les présentations pour les sessions, les documentations de base qui peuvent être utilisées comme lecture de base sur le sujet, les références et les études de cas.

L'élaboration du manuel de formation a en grande partie bénéficié de contributions de participants à plusieurs cours dans différentes régions. L'échange entre les participants et les concepteurs du cours ont été très enrichissant parce qu'il a clairement précisé les faiblesses et l'adaptabilité des matières. Le programme actuel vis à stimuler les interactions entre les participants pour contribuer à une meilleure compréhension de l'utilisation et de l'efficacité de l'application des concepts et des principes de la GIRE dans l'élaboration de stratégies d'adaptation au changement climatique.

Section 1: Manuel de Formation



1. INTRODUCTION À LA GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN EAU ET AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Objectif

Le but de ce chapitre est de présenter le concept de la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) et de ses principes, et de fournir un aperçu préliminaire des manières dont la mise en œuvre de la GIRE peut traiter de problèmes résultant du *changement climatique*.

1.1 Introduction

L'eau soutient la vie. Elle est donc une nécessité et un droit humain fondamental sans lesquels les êtres humains ne peuvent pas survivre. Chaque personne a besoin de 20 à 40 litres d'eau au minimum par jour pour la boisson et l'hygiène de base. Cependant, les ressources mondiales d'eau douce font face à une demande croissante provenant de la croissance démographique, de l'activité économique et, dans quelques pays, de l'amélioration du niveau de vie. Il apparaît également évident que le développement durable comprend le maintien d'écosystèmes et de biodiversité sains, ce qui exige suffisamment d'eau. Des demandes concurrentes et des conflits sur les droits d'accès à l'eau ont lieu parce que beaucoup de gens n'ont toujours pas l'égalité d'accès à l'eau et à l'assainissement. Cela a été décrit comme une crise imminente de l'eau. Selon les Nations Unies, l'accès à l'eau potable et à l'assainissement de base est essentiel pour l'atteinte des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) (ONU, 2006). C'est une condition fondamentale pour des soins de santé primaires efficaces et une condition préalable au succès de la lutte contre la pauvreté, la faim, la mortalité infantile, l'inégalité de genre et les dégâts environnementaux.

Beaucoup de gens avancent le fait que le monde fait face à une crise imminente de l'eau. L'encadré 1.1 récapitule quelques faits en faveur de cet argument.

Encadré 1.1 : Crise de l'eau – les faits

- 1,1 milliard de personnes n'ont toujours pas accès à l'eau potable.
- Aujourd'hui, plus de deux milliards de personnes sont affectées par des manques d'eau dans plus de 40 pays.
- Quatre sur 10 des personnes dans le monde utilisent toujours des infrastructures d'assainissement qui ne satisfont pas aux conditions de base pour la santé.
- Deux millions de tonnes de déchets humains par jour sont rejetés dans les cours d'eau.
- Tous les ans, l'eau insalubre et un manque d'assainissement de base tuent au moins 1,6 million d'enfants en dessous de l'âge de cinq ans.
- La moitié de la population du monde en voie de développement est exposée aux sources d'eau polluées qui augmentent l'incidence de la maladie.
- 90 pour cent de catastrophes naturelles dans les années 90 étaient liées à l'eau.
- L'accroissement de la population mondiale de 6 milliards à 9 milliards sera le moteur principal de la gestion des ressources en eau pendant les 50 années à venir.

Source: Can-Net 2006

Cap-Net's Tutorial sur les principes de base de la GIRE (2000a) note que:

- Les ressources en eau sont de plus en plus sous la pression de la croissance démographique, des activités économiques et de l'intensification de la compétition parmi les utilisateurs.
- Les prélèvements d'eau ont augmenté de plus de deux fois aussi rapidement que l'accroissement de la population, et actuellement un tiers de la population du monde vit dans des pays qui éprouvent un stress d'eau allant de moyen à élevé.
- La pollution aggrave la pénurie d'eau en réduisant le caractère utilisable de l'eau en aval.
- Les imperfections dans la gestion de l'eau, la focalisation sur le développement de nouvelles sources plutôt que de mieux gérer celles existantes, et les approches sectorielles du sommet à la base à la gestion de l'eau aboutissent à un développement et à une gestion non coordonnés de la ressource.
- De plus en plus le développement signifie des incidences plus grands sur l'environnement.
- La préoccupation actuelle sur *la variabilité climatique* et le changement climatique nécessite une gestion améliorée des ressources en eau pour faire face à des inondations et à des sécheresses plus intenses, ainsi qu'à des changements dans les saisons.

Cette crise imminente de l'eau présente des enjeux au secteur de l'eau, dont beaucoup sont à plusieurs facettes du fait qu'elles doivent traiter de questions telles que :

- Comment les gens peuvent-ils accéder à l'eau et à l'assainissement ?
- Comment la concurrence entre divers utilisateurs peut-elle être traitée sans miner les objectifs de croissance économique ?
- Comment la protection des écosystèmes vitaux peut-elle être assurée ?

L'incapacité à faire face à ces enjeux complexes éloigne davantage les sociétés de l'atteinte de l'objectif du développement durable en général, et la gestion et le développement durable des ressources d'eau en particulier. Il y a un appui croissant pour la capacité de la GIRE à relever ces défis.

Encadré 1.2: Défis et solutions dans l'approvisionnement en eau et l'assainissement

L'amélioration de l'accès à l'eau peut être difficile parce que la responsabilité de la gestion des ressources en eau est habituellement partagée par beaucoup de services gouvernementaux différents dans les pays en développement. Aucun service ne peut prendre la tête, et ils ont souvent des vues contradictoires. Par exemple, les services agricoles sont habituellement plus intéressés à favoriser l'irrigation et la production de nourriture, alors que d'autres ministères sont davantage concernés par l'amélioration de la fourniture d'eau potable et de l'assainissement.

- L'amélioration de l'accès à l'eau et à l'assainissement exige :
 - L'engagement des gouvernements des pays en développement d'en faire une priorité ;
 - Un financement approprié à long terme;
 - Des dispositions pour résoudre les demandes concurrentes en eau et d'autres enjeux environnementaux y relatifs ;
 - Un plaidoyer accru au nom des pauvres pour s'assurer que leurs revendications sont entendues ;
 - Une capacité améliorée des gouvernements à faciliter la prestation de service à tous les citoyens ; et
 - Une réaction et une responsabilité améliorées du gouvernement à satisfaire les besoins de tous les utilisateurs, particulièrement ceux des personnes vivant dans la pauvreté.

Source: Adapté de Department for International Development (DFID), 2006

1.2 Qu'est-ce que la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) ?

La GIRE est le développement, la répartition et le contrôle durables de l'utilisation de la ressource en eau dans le contexte des objectifs sociaux, économiques et environnementaux (Cap-Net, 2005a). Elle est intersectorielle et donc en contraste rigide avec l'approche sectorielle traditionnelle qui a été adoptée par beaucoup de pays. Elle a été davantage élargie pour incorporer la prise de décision participative de tous les acteurs.

La GIRE est un paradigme changeant. Elle s'écarte des approches traditionnelles de trois manières :

- Les buts et les objectifs multiples s'entrecroisent de sorte que la GIRE s'écarte de l'approche sectorielle traditionnelle.
- Le centre d'intérêt spatial porte sur le bassin du fleuve au lieu de cours d'eau uniques.
- Elle nécessite une séparation d'avec les frontières et les perspectives professionnelles et politiques étroites, les élargissant pour incorporer la prise de décision participative parmi tous les acteurs (c.-à-d., inclusion contre l'exclusion)

Le fondement de la GIRE est qu'il y a une variété d'utilisations des ressources en eau qui sont interdépendantes. Le manque d'identification de l'interdépendance, couplée de l'utilisation non réglementée, peut mener au gaspillage d'eau et à la non-durabilité des ressources en eau dans le long terme.

Encadré 1.3: l'interdépendance et la nécessité de la GIRE

Les demandes importantes de l'irrigation et la pollution fluviale due à l'agriculture réduisent la quantité d'eau douce disponible pour la boisson ou l'usage industriel ; l'eau usagée municipale et industrielle contaminée pollue les fleuves et menace les écosystèmes ; et laisser l'eau de rivière inexploitée pour protéger la pêche et les écosystèmes signifie que moins d'eau peut être déviée pour les cultures. La GIRE reconnaît cette interdépendance des utilisations de l'eau.

La gestion intégrée ne fait pas une ségrégation des utilisateurs de l'eau ou n'adopte pas une approche sectorielle comme cela se fait dans beaucoup de pays. Plutôt, la répartition de l'eau et les décisions de gestion considèrent l'incidence de chaque utilisation sur l'autre. Ce faisant, les buts entrecroisés de la durabilité sociale, économique et environnementale sont considérés collectivement, et les politiques intersectorielles sont examinées pour former des politiques plus logiques et plus combinées. En bref, la GIRE reconnaît que l'eau est une ressource naturelle rare, sujette à beaucoup d'interdépendances dans le transport et l'utilisation.

Le concept fondamental de la GIRE a été élargi pour incorporer la prise de décision participative et sera discuté en détail dans le chapitre 1.4, qui traite des principes de gestion de l'eau.

Différents groupes d'utilisateurs (agriculteurs, communautés, écologistes et autres) peuvent influencer les stratégies pour le développement et la gestion de la ressource en eau. Cela apporte des avantages supplémentaires, puisque les utilisateurs avisés

La Gire: un Outil d'adaptation au Changement Climatique

Pouvez-vous donner des exemples de votre propre pays où cette interdépendance des utilisations de l'eau existe ?

appliquent l'autorégulation locale par rapport aux questions telles que la conservation de l'eau et la protection des bassins versants bien plus efficacement que la réglementation et la surveillance centrales ne peuvent le faire.

Le terme « gestion » est utilisé dans son sens le plus large, en ce sens qu'il met en lumière la nécessité de se concentrer non seulement sur le développement des ressources en eau, mais également sur la gestion consciencieuse du développement de l'eau qui assure l'utilisation durable pour les générations futures (Cap-Net, 2005a).

1.3 Le cadre de la gestion de l'eau

La GIRE a lieu dans un cadre holistique, traitant de :

- Toute l'eau (spatiale) ;
- Tous les intérêts (sociaux) ;
- Tous les acteurs (participatifs) ;
- Tous les niveaux (administratifs) ;
- Toutes les disciplines appropriées (organisationnel) ;
- Durabilité (dans tous les sens : environnemental, politique, social, culturel, économique, financier et juridique). (Jaspers, 2001)

Le cadre est si large, que le but de la GIRE est de s'écarter des approches sectorielles et de créer une durabilité environnementale, institutionnelle, sociale, technique et financière par la création d'une plateforme pour le gouvernement et les acteurs pour la planification et la mise en œuvre, et pour traiter des conflits d'intérêts.

Au cœur du cadre de la gestion de l'eau se trouve le traitement de l'eau en tant que bien économique aussi bien que bien social, combiné avec les structures décentralisées de gestion et de distribution, une plus grande confiance dans la tarification et une pleine participation de la part des acteurs (Banque Mondiale, 1993). Tous ces principes et problèmes seront discutés en détail dans la section suivante (1.4).

Qu'est-ce qu'un cadre de gestion de l'eau fera ?

- 1) Mettre en place un cadre pour analyser les politiques et les options qui guideront les décisions au sujet de la gestion des ressources en eau en rapport avec:
 - La pénurie d'eau ;
 - L'efficacité du service ;
 - La répartition de l'eau ; et
 - La protection environnementale.
- 2) Faciliter la prise en compte des rapports entre l'écosystème et les activités socio-économiques dans les bassins fluviaux.

L'analyse devrait tenir compte des objectifs sociaux, environnementaux et économiques ; évaluer le statut des ressources en eau dans chaque bassin ; et estimer le niveau et la composition de la projection de la demande. Une attention particulière devrait être accordée aux points de vue de tous les acteurs, qui devraient avoir lieu à travers des activités conçues pour faciliter la participation. Le chapitre 1.4 fournit des détails sur le principe 2 des Principes de Dublin, qui mettent en exergue les avantages et les défis de la réalisation de la participation. L'encadré 1.4 indique

également comment la participation peut être opérationnalisée en utilisant les mécanismes consultatifs, la conscientisation et l'éducation.

La participation des acteurs implique essentiellement quatre phases:

- L'identification des acteurs clés parmi la large gamme de groupes et d'individus qui pourraient potentiellement affecter, ou être affectés par, les changements dans la gestion de l'eau ;
- L'évaluation des intérêts des acteurs et de l'incidence potentielle de la planification de la GIRE sur ces intérêts ;
- L'évaluation de l'influence et de l'importance des acteurs identifiés ; et
- La description d'une stratégie de participation des acteurs (un plan pour faire participer les acteurs à différentes étapes de la préparation du plan).

Les résultats des analyses au niveau d'un bassin fluvial deviendraient une partie de la stratégie nationale pour la gestion des ressources en eau. Le cadre analytique fournirait les principes de base pour formuler les politiques publiques sur les réglementations, les mesures incitatives, les plans d'investissement public, la gestion environnementale, et les articulations entre eux. Un cadre juridique de support et une capacité de normalisation adéquate sont requis, tout comme un système de paiement de frais d'eau pour doter les entités de l'eau d'une autonomie opérationnelle et d'une autonomie financière pour la prestation efficace et durable de service.

1.4 Principes de gestion de l'eau

Il y a de cela une décennie et demie (à la Conférence Internationale sur l'Eau et l'Environnement, convoqué à Dublin, en Irlande, en 1992), quatre principes principaux de l'eau ont émergé qui sont devenus les pierres angulaires de la réforme consécutive du secteur de l'eau.

Principe 1 : L'eau douce est une ressource limitée et vulnérable, essentielle pour soutenir la vie, le développement et l'environnement.

Ce principe fait ressortir que l'eau a une importance critique pour le soutien à la vie. Cependant, l'eau douce est une ressource limitée parce que *le cycle hydrologique* rapporte en moyenne une quantité fixe d'eau selon la période, et la quantité de ressources en eau ne peut pas être réglée sensiblement par des actions humaines. En outre, comme ressource, l'eau est paradoxalement essentielle au développement et vulnérable à ses effets. La gestion efficace des ressources en eau – qui cherche à s'assurer que les services contenus dans la demande peuvent être fournis et soutenus dans le temps– exige une approche holistique qui lie le développement économique et social à la protection des écosystèmes naturels. La gestion efficace ne dichotomise pas les utilisations de la terre et de l'eau mais voit l'intégration de ces utilisations à travers la totalité d'un bassin hydrographique ou d'un bassin fluvial.

L'approche intégrée à la gestion des ressources en eau exige une coordination de la gamme des activités humaines qui créent la demande d'eau, déterminent les utilisations de la terre, et produisent des déchets portés par les eaux. Le principe 1 reconnaît également le bassin hydrographique ou le bassin fluvial comme ensemble logique pour la gestion des ressources en eau.

Principe 2: Le développement et la gestion de l'eau devraient être basés sur une approche participative, impliquant les utilisateurs, les planificateurs et les décideurs à tous les niveaux.

Là où il est question d'eau, chacun est un acteur. En conséquence, le développement et la gestion de l'eau devraient être basés sur une approche participative basé sur le principe de la prise de décision démocratique et reconnaître les apports des multiples acteurs, y compris les utilisateurs, les planificateurs et les décideurs à tous les niveaux.

La vraie participation a lieu seulement quand les acteurs font partie du processus décisionnel. Ceci peut se produire directement quand les communautés se rassemblent pour faire des choix sur l'approvisionnement en eau, la gestion de l'eau et l'utilisation de l'eau. La participation a lieu également si des agences ou des porte-parole démocratiquement élus ou autrement responsables peuvent représenter les groupes d'acteurs ; mais même dans cette situation, l'accès à l'information, les processus de consultation et les opportunités de participer devraient également exister.

Avantages de la participation:

- La participation met l'accent sur la participation dans la prise de décision au niveau le plus faisable (subsidiarité), avec pleine consultation publique et apports des utilisateurs dans la planification et la mise en œuvre des projets d'eau. Ceci mène à des projets plus réussis en termes de conception de l'échelle, de fonctionnement et d'entretien.
- La participation aide également à s'assurer que les ressources environnementales sont protégées et que les valeurs culturelles et les droits de l'homme sont respectés.
- La participation peut aider à coordonner les intérêts et à augmenter la transparence et l'obligation de rendre compte dans la prise de décision.
- Une plus grande participation peut également améliorer le recouvrement de coût, qui est essentiel à la génération de revenus et au financement de la GIRE.

Encadré 1.4 : La participation est plus que la consultation

La participation exige que les acteurs à tous les niveaux de la structure sociale aient un incidence sur les décisions à différents niveaux de la gestion de l'eau. Les mécanismes consultatifs, allant des questionnaires aux réunions d'acteurs, ne permettront pas la vraie participation s'ils sont simplement utilisés pour légitimer des décisions déjà prises, pour désamorcer l'opposition politique ou retarder la mise en œuvre des mesures qui pourraient défavorablement affecter un puissant groupe d'intérêt.

La participation ne réalisera pas toujours le consensus. Des processus d'arbitrage ou d'autres mécanismes de résolution de conflit devront également être mis en place.

La capacité participative doit être créée, en particulier chez les femmes et d'autres groupes sociaux marginalisés. Ceci peut non seulement impliquer une prise de conscience, la construction de confiance et l'éducation, mais également la fourniture des ressources économiques requises pour faciliter la participation et l'établissement de bonnes et transparentes sources d'information. On doit reconnaître que créer simplement des opportunités participatives ne fera rien pour les groupes actuellement désavantagés, à moins que leur capacité de participer soit augmentée.

Source: Can-Net 2005h

Box 1.5: Determinants, conditions for effective participation, and challenge

Encadré 1.5 : les facteurs déterminants, les conditions pour la participation effective, et les défis

Comme mentionné, la vraie participation a lieu seulement quand les acteurs sont réellement une partie du processus décisionnel. Cependant, il y a des facteurs déterminants, des conditions et des enjeux liés à la participation dans la plupart des pays.

Facteurs déterminants des types de participation et conditions pour une participation effective

- L'échelle spatiale (système de bassin fluvial ou d'eau villageois) concernant particulièrement la gestion de l'eau et la décision d'investissement ; et
- La nature de l'environnement politique dans lequel les décisions ont lieu.

Défis à l'approche participative

- La participation ne réalise pas toujours le consensus comme les défis suivants l'indiquent :
- Les processus d'arbitrage et d'autres mécanismes de résolution de conflit sont parfois nécessaires.
- L'intervention du gouvernement est parfois nécessaire pour créer un environnement favorable pour les groupes sociaux marginalisés tels que les personnes vivant dans la pauvreté, la population autochtone, les personnes âgées et les femmes.
- L'opportunité simple de participer est insuffisante pour fournir les avantages de l'approche participative. Les groupes désavantagés doivent également avoir la capacité de participer ; ainsi, la construction de capacité est essentielle.

Principe 3: Les femmes jouent un rôle central dans la fourniture, la gestion et la préservation de l'eau.

Il est largement reconnu que les femmes jouent un rôle clé dans la collecte et la préservation de l'eau pour l'usage domestique et, dans beaucoup de pays, pour l'usage agricole. Cependant, les femmes sont moins présentes que les hommes dans les domaines clés tels que la gestion, l'analyse de problème et les processus décisionnels liés aux ressources en eau. Souvent le rôle marginalisé des femmes dans la gestion des ressources en eau peut être lié aux traditions sociales et culturelles, qui changent également selon les sociétés.

Il est d'une évidence forte que les gestionnaires de l'eau doivent considérer qu'il y a un besoin pressant de prendre en compte l'aspect genre dans la GIRE pour atteindre l'objectif d'une utilisation durable de l'eau. Cap-Net and l'Alliance Genre et Eau (GWA) ont élaboré un cours d'instruction pour les gestionnaires de l'eau intitulé 'Why Gender Matters ?' (Pourquoi le genre importe ?). Quelques parties du cours d'instruction sont couvertes dans cette section, mais il est conseillé aux utilisateurs du manuel de passer en revue le cours d'instruction pour une compréhension plus complète de l'importance d'avoir une approche d'équilibre en genre dans la GIRE.

Dans votre pays, tous les acteurs sont-ils impliqués dans la prise de décision sur l'approvisionnement en eau, la gestion et les décisions d'investissement?

Les liens de base entre le genre et la GIRE

Il y a trois liens de base entre le genre et les questions de GIRE :

- 1) Liens entre genre et durabilité environnementale
 - Les femmes et les hommes affectent la durabilité environnementale dans des proportions différentes et par différents moyens, comme ils ont un accès, un contrôle et des intérêts différents.
 - Les cas d'inondation et de sécheresse pèsent plus lourd sur les femmes parce qu'elles manquent de moyens pour faire face aux catastrophes.

2) Liens entre Genre et efficacité économique

- Dans beaucoup de sociétés, les femmes payent l'eau potable mais ont des restrictions sur la mobilité et des contraintes de paiement. Permettre aux utilisateurs de payer de petits montants plus fréquemment et plus près de chez eux rend l'eau plus accessible pour eux. (approvisionnement en eau)
- Le choix de la technologie affecte l'accessibilité. La consultation des utilisateurs féminins et masculins peut avoir comme conséquence un service plus acceptable, plus facile à utiliser et durable. (approvisionnement en eau)
- Le manque d'accès aux finances pour les personnes pauvres et les femmes agricultrices les empêche de développer des entreprises agricoles plus prospères et plus efficaces dans l'utilisation d'eau et réduit leur participation à l'agriculture à celle d'une activité de subsistance. (agriculture)

3) Liens entre genre et *équité sociale*

- Les groupes sociaux puissants, habituellement dominés par les hommes, peuvent exploiter les ressources plus systématiquement et sur une grande échelle et peuvent également entreprendre la transformation industrielle de l'environnement ; donc, leur potentiel de création de dégâts est plus fort. (environnement)
- Quand l'eau n'est pas fournie par un système de canalisation, le fardeau de la collecte de l'eau tombe sur les femmes et les enfants, qui doivent dépenser du temps et de l'énergie considérables sur cette activité. (approvisionnement en eau)
- Les femmes ont rarement l'égalité d'accès à l'eau pour l'usage productif et sont les premières à être affectées en période de pénurie d'eau. (agriculture)
- Les femmes et les enfants sont les plus susceptibles d'être affectés par les maladies hydriques dues à leurs rôles dans la collecte de l'eau, le lavage des vêtements et d'autres activités domestiques. (assainissement)

Est-ce que dans votre pays, une approche tenant compte du genre est utilisée dans la gestion des ressources en eau? Si non, pourquoi cette approche n'a-t-elle pas été adoptée?

Principe 4: L'eau a une valeur économique dans toutes ses utilisations concurrentes et devrait être reconnue comme un bien économique aussi bien qu'un bien social.

Beaucoup d'échecs passés de la GIRE sont attribuables à l'ignorance de la pleine valeur de l'eau. Les avantages maximum des ressources en eau ne peuvent être tirés si les perceptions erronées en ce qui concerne la valeur de l'eau persistent.

Valeur contre frais

La valeur et les frais sont deux concepts distincts. La valeur de l'eau dans des utilisations alternatives est importante pour l'attribution raisonnable de l'eau comme ressource rare, tant par des moyens réglementaires qu'économiques. Réciproquement, la facturation de l'eau signifie appliquer un instrument économique pour atteindre des objectifs multiples, comme suit :

- soutenir les groupes désavantagés ;

La Gire: un Outil d'adaptation au Changement Climatique

- influencer le comportement vers la conservation et l'utilisation efficace de l'eau ;
- fournir des incitations pour la gestion de la demande ;
- assurer le recouvrement de coût ; et
- signaler la bonne volonté du consommateur à payer pour des investissements additionnels dans les services de l'eau.

Quand l'eau est-elle appropriée comme bien économique ?

Traiter l'eau comme un bien économique est impératif pour la prise de décision logique sur l'attribution de l'eau entre les secteurs concurrents de l'eau, particulièrement dans un environnement de pénurie de la ressource en eau. Cela devient nécessaire quand l'extension de l'approvisionnement n'est plus une option faisable. Dans la GIRE, la valeur économique des utilisations alternatives de l'eau aide à guider les décideurs dans la priorisation de l'investissement. Dans les pays où il y a une abondance de ressources d'eau, il est peu probable que celle-ci soit traitée comme bien économique puisque la nécessité de rationner l'utilisation de l'eau n'est pas aussi pressante que dans les pays à pénurie d'eau.

Pourquoi l'eau est-elle un bien social ?

Bien que l'eau soit un bien économique, elle est également un bien social. Il est particulièrement important de considérer l'allocation de l'eau comme moyen d'atteindre les objectifs sociaux d'équité, de réduction de la pauvreté et de préservation de la santé. Dans les pays où il y a une abondance de ressources d'eau, il y a une plus forte tendance à traiter l'eau comme un bien social pour réaliser les objectifs d'équité, de réduction de la pauvreté et les objectifs de santé par-dessus les objectifs économiques. La sécurité et la protection environnementales sont également une partie de la considération de l'eau comme bien social. Les fonctions esthétiques et religieuses de l'eau sont souvent négligées ou du moins pas suffisamment considérées dans la gestion de l'eau.

Des détails sur le moment approprié de traiter l'eau comme bien économique et bien social seront traités dans le chapitre 2.

Application des concepts

Dans le monde réel, en situation de pénurie d'eau, l'eau devrait-elle être fournie à une usine d'aciérie parce que le fabricant a la capacité à payer plus pour l'eau que des milliers de personnes pauvres qui n'ont aucun accès à l'eau saine ? Pouvez-vous trouver des exemples semblables sur le terrain dans votre pays ? Comment une telle situation a-t-elle été résolue ?

1.5 Importance de la GIRE dans l'adaptation au changement climatique

L'eau est le premier secteur à être affecté par les changements climatiques. Le changement climatique mène à l'intensification du cycle hydrologique et par la suite il a des effets sérieux sur la fréquence et l'intensité des événements extrêmes. L'élévation du niveau de la mer, l'évaporation accrue, les précipitations imprévisibles et les sécheresses prolongées sont justes quelques manifestations de la variabilité du climat affectant directement la disponibilité et la qualité de l'eau.

A travers la gestion de la ressource au niveau le plus indiqué, l'organisation de la

participation aux pratiques en matière de gestion et de politique de développement, et l'assurance que les groupes les plus vulnérables sont considérés, les instruments de la GIRE aident directement les communautés à faire face à la variabilité du climat. En 2001 le Panel Intergouvernemental sur le Changement Climatique (IPCC) a reconnu le potentiel de la GIRE à être employé comme moyen de réconcilier les utilisations et les demandes variées et changeantes de l'eau, et qu'elle semble offrir une plus grande flexibilité et une capacité adaptative que les approches conventionnelles de la gestion des ressources en eau. Il est critique que le changement climatique dans la gouvernance de l'eau soit considéré dans le contexte de la réduction de *la vulnérabilité* des personnes pauvres, en maintenant des moyens d'existence durables et en soutenant le développement durable. Le rapport de l'IPCC fait des recommandations concernant l'amélioration *de l'adaptation*, de la vulnérabilité et de la capacité ; la recommandation principale affirme que réduire la vulnérabilité des nations ou des communautés au changement climatique nécessite une capacité accrue à s'adapter à ses effets. Travailler à améliorer la capacité adaptative au niveau communautaire est susceptible d'avoir un plus large et plus durable effet sur la réduction de la vulnérabilité. Concevoir l'aide à l'adaptation en fonction des besoins locaux exige les actions suivantes :

- Traiter les vraies vulnérabilités locales ;
- Faire participer les vrais acteurs tôt et de façon substantive; et
- Se connecter aux processus locaux de prise de décision.

1.6 Comment la GIRE peut-elle aider à faire face au changement climatique ?

Comme démontré plus haut dans ce chapitre, la GIRE offre ces outils et instruments qui traitent de l'accès à l'eau et à la protection de l'intégrité de l'écosystème, de ce fait sauvegardant la qualité de l'eau pour les générations futures. De cette façon, la GIRE peut aider les communautés à s'adapter à des conditions climatiques changeantes qui limitent la disponibilité de l'eau ou qui peuvent mener à des inondations ou à des sécheresses excessives.

Les fonctions clé de la gestion des ressources en eau sont :

- L'allocation de l'eau ;
- La lutte contre la pollution ;
- Le contrôle;
- La gestion financière ;
- La gestion de l'inondation et de la sécheresse ;
- La gestion de l'information ;
- L'aménagement de bassin ; et
- La participation des acteurs.

Ces fonctions sont instrumentales pour la gestion intégrée des ressources et peuvent être utiles pour faire face à la variabilité au climat. Par exemple :

- En surveillant les développements de la quantité et de la qualité de l'eau, la gestion peut activement agir vers l'adaptation.
- La gestion des inondations et des sécheresses, comme fonction principale de la GIRE, rend possible une intervention directe dans les cas d'événements extrêmes.
- Dans la planification de bassin, l'analyse des risques et des mesures

- d'adaptation peuvent être incorporées.
- L'eau peut être assignée à l'utilisation la plus efficace et la plus efficiente possible pour réagir à la variabilité du climat d'une façon flexible.

En bref, la GIRE facilite la réponse aux changements dans la disponibilité de l'eau. Les risques peuvent mieux être identifiés et atténués en cours d'aménagement de bassin. Quand l'action est nécessaire, la participation des acteurs aide à mobiliser les communautés à cet effet. Les utilisateurs de l'eau peuvent être incités à utiliser la ressource de manière durable face aux conditions changeantes de l'eau.

1.7 Mise en œuvre de la GIRE

Même s'il y a progrès dans la compréhension générale de la signification de la GIRE, de son importance dans un contexte de pénurie, dans la reconnaissance des principes clé (de Dublin) et une reconnaissance croissante de la nécessité d'employer le bon mélange des instruments économiques et financiers, la mise en œuvre réelle de la GIRE demeure un défi.

Il y a plusieurs obstacles à la mise en œuvre de la GIRE, allant des intérêts sectoriels indélogeables, aux insécurités professionnelles et aux mythes socioculturels. Ces défis sont néanmoins non insurmontables. Surmonter les obstacles à la mise en œuvre de la GIRE exige une approche progressive à la négociation des différences, l'intégration intersectorielle et des réformes institutionnelles (y compris réformes politiques et juridiques).

Les conflits parmi les professionnels travaillant dans les divers secteurs, combinés à un sentiment de vulnérabilité en adoptant des approches alternatives au développement et la gestion de l'eau qui imprègnent les groupements professionnels, requièrent des talents dans la négociation de solutions gagnant-gagnant et la fourniture de plateformes pour que des acteurs très différents développent la collaboration dans la mise en œuvre de la GIRE. Ces processus prennent du temps et exigent de la patience.

La GIRE peut être mise en œuvre avec succès seulement si, entre d'autres réformes, il y a un effort concerté d'intégrer des perspectives et des intérêts divergents de divers utilisateurs d'eau dans le cadre de gestion. Des mécanismes et des moyens de coopération formels et d'échange d'informations devraient être établis à différents niveaux pour réaliser l'intégration intersectorielle. Les tentatives informelles antérieures n'ont pas réussies, et un ensemble formalisé de mécanismes devrait avoir l'effet d'assurer l'engagement aux différents niveaux. Les incertitudes font partie d'une variation dans le paradigme de gestion et le processus de mise en œuvre envisage de les traiter (voir chapitre 5).

Les cadres institutionnels et législatifs existants n'ont pas été entièrement sensibles aux demandes et aux conditions de mise en œuvre de la GIRE. La mise en œuvre de la GIRE exigera donc une réforme à la plupart des étapes dans le cycle de planification et de gestion de l'eau.

Bien qu'il y ait un besoin pressant de réforme, ces changements peuvent seulement intervenir de façon croissante – certains ayant lieu immédiatement et d'autres prenant plusieurs années de planification et de renforcement de capacité. Cela impliquera la création d'un environnement favorable, et le développement d'un cadre institutionnel et des instruments de gestion pour une GIRE durable.

Encadré 1.6: Y a-t-il une crise de l'eau, ou sommes-nous sur la voie d'atteinte de l'objectif ?

L'Eau- ralentissement de progrès: L'objectif 10 de l'OMD 7 est de réduire à moitié la proportion de personnes sans accès durable à l'eau potable d'ici 2015 (ONU, 2006). La part des personnes dans le monde entier avec accès à l'eau potable a continué à augmenter, atteignant 83 pour cent en 2004 (de 78 pour cent en 1990). Cependant, sur la base des tendances actuelles, l'Afrique sub-saharienne n'atteindra pas l'objectif. Ceci est dû aux facteurs tels que les taux de croissance élevée de la population, les dépenses publiques faibles (en particulier pour le fonctionnement et l'entretien), les conflits et l'instabilité politique. Les grandes disparités entre les zones rurales et urbaines persistent en Afrique sub-saharienne, où les habitants des villes ont deux fois plus de chance que leurs homologues des zones rurales d'avoir accès à l'eau saine.

Assainissement : Ralentissement de progrès: 1,2 milliard de personnes ont eu accès à l'assainissement entre 1990 et 2004. Cependant, pour atteindre l'objectif 2015 pour l'assainissement, plus de 1,6 million de personnes doivent avoir accès à l'assainissement amélioré. Les problèmes les plus sérieux sont en Afrique sub-saharienne et en Asie du sud.

Messages clé

- L'Afrique sub-saharienne reste la zone de la plus grande préoccupation. Pendant la période 1990 –2004, le nombre de personnes sans accès à l'eau potable a augmenté de 23 pour cent et le nombre de personnes sans assainissement a augmenté de plus 30 pour cent.
- Il y a des disparités énormes entre les régions : tandis que le pourcentage de personnes qui ont accès à l'eau potable par un raccordement du ménage au réseau est aussi bas que 16 pour cent en Afrique sub-saharienne, il est beaucoup plus élevé en Asie orientale (70 pour cent), en Afrique du Nord (76 pour cent) et en Asie occidentale (81 pour cent).

Source: DFID. 2006

Résumé

Récemment la GIRE a émergé en tant que système de gestion internationalement et localement accepté pour assurer des ressources en eau suffisantes de qualité satisfaisante, non seulement pour aujourd'hui mais également pour les générations à venir. Les quatre principes de la GIRE sont :

L'eau douce est une ressource finie et vulnérable.

- Le développement et la gestion de l'eau devraient être basés sur une approche participative.
- Les femmes jouent un rôle central.
- L'eau a une valeur économique et sociale.

Suggestion de documents à lire

Cap-Net (2005) Tutorial on basic principles of integrated water resources management.

Global Water Partnership (2000) TAC Background Paper No. 4: Integrated Water Resources Management. GWP: Stockholm, Sweden.

WHO-UNICEF (2000) Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 Report. World Health Organization and United Nations Children's Fund.
http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/globalassess/en

WHO-UNICEF (2006) Meeting the MDG Drinking Water and Sanitation Target. The Urban and Rural Challenge of the decade.

En considérant la gestion de l'eau dans votre pays. Comment peut-elle aider à faire face au changement climatique?

United Nations (2009) Water in a Changing World.

http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr3/pdf/WWDR3_Water_in_a_Changing_World.pdf

2. FACTEURS ET INCIDENCES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Objectif

Le but de ce module est de familiariser les participants avec les facteurs et la base physique de la science du changement climatique, aussi bien de les aider à comprendre les incidences potentiels sur le cycle de l'eau et les conséquences pour l'utilisation de l'eau et du fonctionnement de l'écosystème.

2.1 Comprendre les facteurs et les bases en science physique du changement climatique

Depuis que le Quatrième Rapport d'Evaluation (AR4) de l'IPCC est devenu public en 2007, il n'y a eu aucun manque de preuve scientifique au sujet de changement climatique mondial. Le réchauffement atmosphérique est sans équivoque à partir des hausses observées des températures moyennes mondiales de l'air, des températures de l'océan, de la fonte répandue de la neige et de la glace et du niveau moyen mondial de la mer en hausse. Pour ce qui concerne l'attribution de la hausse observée des températures moyennes mondiales depuis la moitié du 20^e siècle, l'AR4 déclare que ceci est " très probable dû à la hausse observée des concentrations anthropogènes en gaz à effet de serre" (IPCC, 2007a : 10)

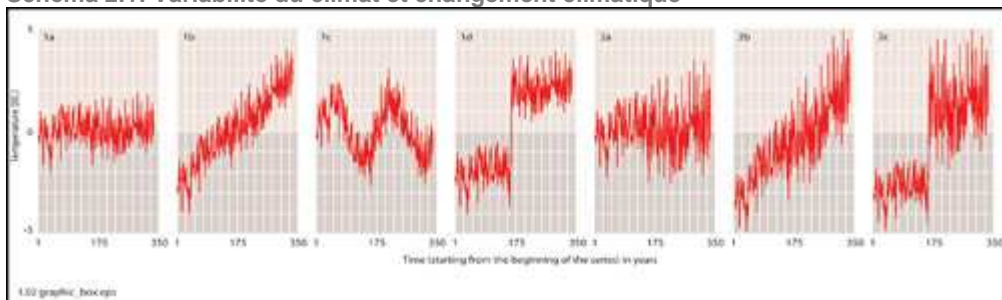
Il n'y a aucun doute que ce changement climatique va avoir des incidences sur l'eau et sur beaucoup d'autres secteurs qui sont sensibles à la variabilité et au changement climatique. Par conséquent, il est impératif de développer une bonne compréhension de certains des aspects fondamentaux du changement climatique et comment il est détecté avant de considérer les incidences d'un tel changement.

2.1.1 Variabilité du climat et changement climatique

Le système mondial du climat se compose *d'atmosphère*, *d'hydrosphère* (eau liquide), *de cryosphère* (glace et neige), *de lithosphère* (sol et roche) et *de biosphère* (végétaux et animaux, y compris les humains). Le climat d'un endroit particulier dépend des interactions non-linéaires complexes entre ces composants sous les effets *du rayonnement* solaire, la rotation de la terre et son mouvement orbital autour du soleil.

Le climat est habituellement défini en termes de description statistique (moyennes et variabilité) des variables telles que la température et les précipitations sur une certaine période de temps s'étendant de quelques années à des millions d'années. L'organisation mondiale de la météorologie (OMM) recommande 30 ans comme période minimum afin de faire la moyenne de ces variables pour s'assurer de la variabilité (OMM, 2003).

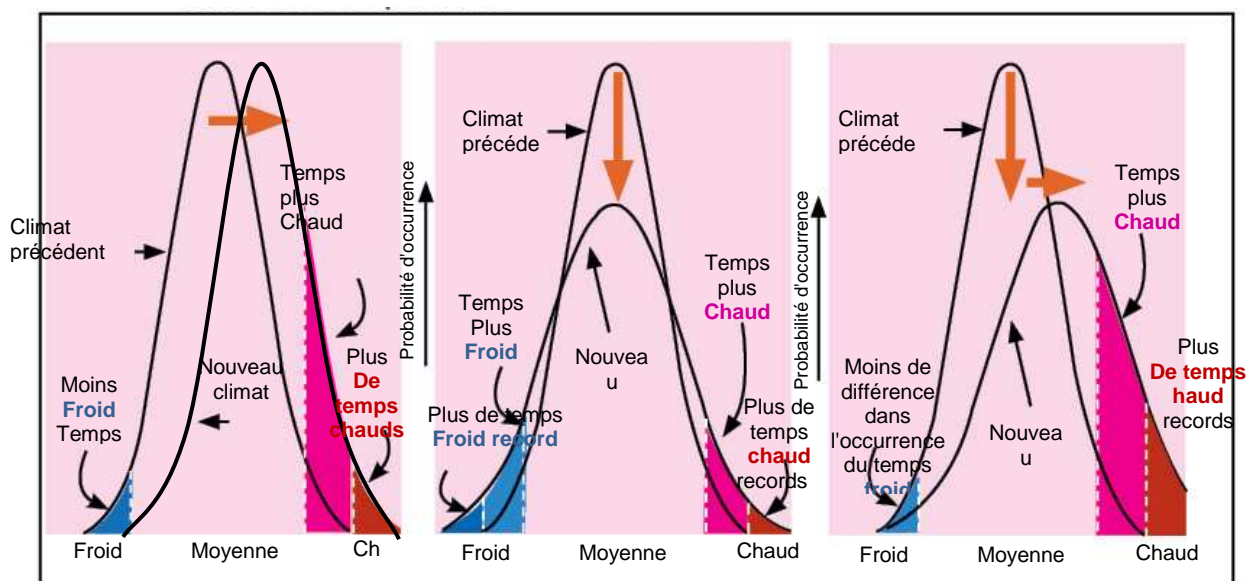
Schéma 2.1: Variabilité du climat et changement climatique



Source: Adapté de l'OMM, 2003

Le Schéma 2.1 illustre un certain nombre de séries chronologiques (notionnelles) de la température sous la variabilité de climat et le changement climatique. Le schéma 1a indique un exemple de variabilité de climat : la température fluctue d'observation en observation autour d'une valeur moyenne. Les exemples 1b à 1d combinent la variabilité avec le changement climatique. L'exemple 2a indique une hausse de la variabilité sans changement dans la moyenne. Les exemples 2b et 2c combinent la variabilité accrue avec le changement climatique.

Schéma 2.2 : Variabilité de climat et changement climatique – illustré sous forme de distributions de probabilité pour les températures



Source: Adapté d'OMM, 2003

Il est important de souligner qu'aucun événement individuel de temps ne peut être attribué au changement climatique et que les archives utiles pour de tels événements ne sont pas assez longs pour dépeindre la sévérité des événements futurs. Le schéma 2.2 indique par le raisonnement statistique simple comment la variabilité et la moyenne accrue dans différentes combinaisons affecteront les extrêmes de température.

Pouvez-vous définir le temps et le climat?

Le changement climatique se rapporte à un changement de l'état du climat qui peut être identifié (par exemple, en utilisant les essais statistiques) par des changements de la moyenne et/ou de la variabilité de ses propriétés, et qui persiste pendant une période prolongée, du type des décennies ou plus longtemps. Le changement climatique peut être dû aux processus internes naturels ou aux

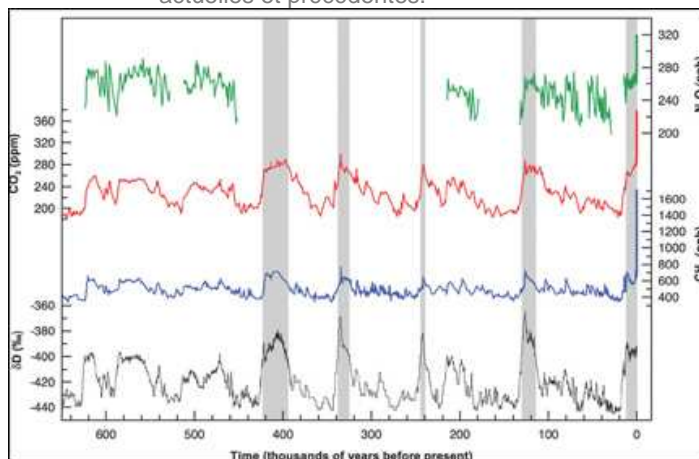
forçages externes, ou à des changements anthropogènes persistants dans la composition de l'atmosphère ou à l'utilisation de la terre. Noter que la Convention Cadre sur le Changement Climatique (CCNUCC), à son article 1, définit *le changement climatique* comme : « un changement du climat qui est attribué directement ou indirectement à l'activité humaine qui change la composition de l'atmosphère mondiale et qui est en plus de la variabilité naturelle du climat observée pendant des périodes de temps comparables. L'CCNUCC fait ainsi une distinction entre le changement climatique attribuable aux activités humaines modifiant la composition atmosphérique, et *la variabilité du climat* attribuable aux causes naturelles (IPCC, 2007b : 943)

2.1.2 Les concentrations des gaz à effet de serre, le forçage radiatif et le changement de température observé et projetés

La vapeur d'eau (H_2O), le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), l'oxyde nitreux (N_2O) et les chlorofluorocarbures (CFC) sont les principaux gaz à effet de serre disponibles dans l'atmosphère ; il y a quelques autres gaz, qui laissent des traces seulement. La surface de la terre émet des radiations. Ces radiations émises sont absorbées par les molécules des gaz à effet de serre et réémises dans toutes les directions, causant un réchauffement de la surface de la terre. Tout changement de la teneur du gaz à effet de serre déclenche un changement dans le climat mondial en modifiant les variables de climat telles que la température. Le schéma 2.3 présente les variations du deutérium (δD) sur 650.000 ans dans les glaces de l'antarctique, qui est une procuration pour la température locale, et les concentrations atmosphériques des gaz à effet de serre dioxyde de carbone (CO_2), méthane (CH_4) et oxyde nitreux (N_2O) dans l'air emprisonné dans les noyaux de la glace et les mesures atmosphériques récentes. Aussi bien ces facteurs naturels que ceux faits par les humains peuvent être responsables des changements de la teneur en gaz à effet de serre de l'atmosphère. *L'effet naturel de l'effet de serre* peut être provoqué par des changements de concentration de CO_2 et de CH_4 dans l'atmosphère qui ont été associés aux transitions entre les épisodes glaciaires et interglaciaires (bandes ombragées sur le schéma 2.3), végétation, effritement des roches etc...

Comment faites-vous la différence entre la variabilité de climat et le changement climatique ?

Schéma 2.3 : Variations du deutérium (δD) dans les glaces de l'antarctique, et du dioxyde de carbone (CO_2), du méthane (CH_4) et l'oxyde nitreux (N_2O) dans l'air emprisonné au sein des noyaux de glace. Les bandes ombragées indiquent les périodes chaudes interglaciaires actuelles et précédentes.



Source: Solomon et al., 2007

Les facteurs anthropogènes qui ont augmenté la quantité de CO_2 et d'autres gaz à effet de serre depuis le 18^e siècle comprennent la brûlure des combustibles fossiles, le défrichement de

la forêt et les transformations industrielles. La concentration de CO_2 dans l'atmosphère a monté de 270 ppm à 370 ppm au cours des deux cents cinquante dernières années (schéma 2.3), principalement dues à la combustion des combustibles fossiles. Ceci excède la variation naturelle (établie par les noyaux de glace) au cours des 650.000 dernières années (180 –300 ppm) (Jansen et autres, 2007). Le taux de croissance annuel moyen en concentration de CO_2 entre 1995 et 2005 était de $1,9 \text{ ppm y}^{-1}$, qui est sensiblement plus élevé que la moyenne de 40 ans depuis 1960 ($1,4 \text{ ppm y}^{-1}$), quand l'enregistrement continu des mesures atmosphériques a commencé (Forster et al., 2007).

Forçage radiatif

Il y a un équilibre entre le rayonnement solaire entrant et le rayonnement terrestre sortant. Tout procédé qui change le bilan énergétique du système terre- atmosphère est connu comme *forçage radiatif* (RF). Certaines des causes principales qui peuvent déclencher le forçage radiatif comprennent la variation dans l'orbite de la terre, la radiation solaire, l'activité volcanique et la composition atmosphérique (Forster et al, 2007). Le schéma 2.4 dépeint le forçage radiatif par les concentrations atmosphériques de CO_2 , de CH_4 et de N_2O au cours des

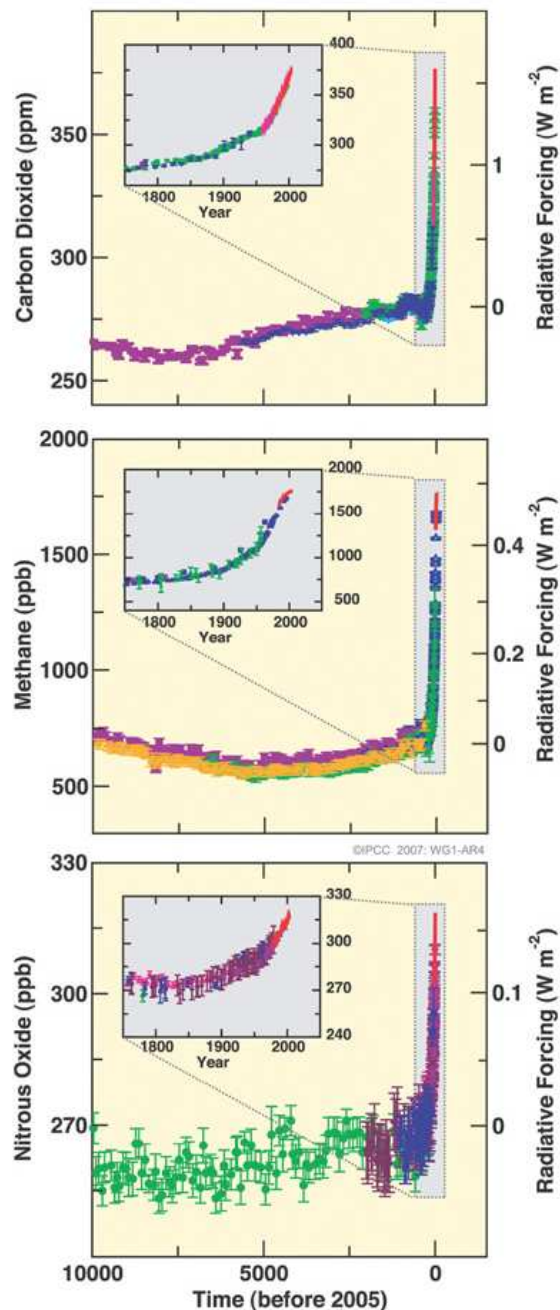
Quelle est la définition de l'IPCC du « forçage radiatif » ?

des

10.000 dernières années (grands panneaux) et depuis 1750 (panneaux d'encart). Les mesures sont indiquées à partir des noyaux de glace (symboles avec différentes couleurs pour différentes études) et des échantillons atmosphériques (lignes rouges).

Sur le schéma 2.5, l'AR4 donne les prévisions et les étendues moyennes mondiales de forçages radiatifs en 2005 pour les agents

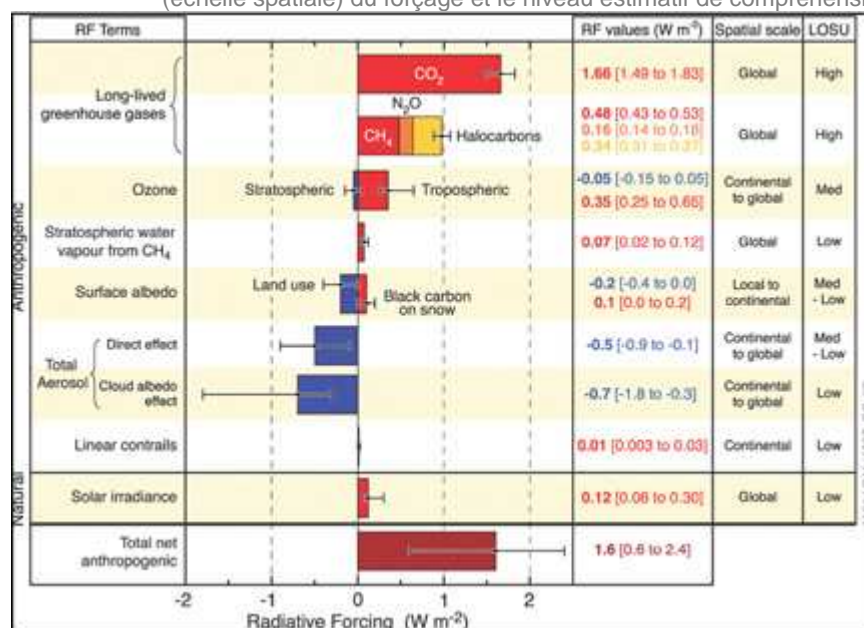
Schéma 2.4 : Concentrations atmosphériques du dioxyde de carbone, du méthane et de l'oxyde nitreux au cours des 10.000 dernières années (grands panneaux) et depuis 1750 (panneaux d'encart)



Source: IPCC, 2007a

et les mécanismes anthropogènes, ainsi que l'ampleur géographique typique (échelle spatiale) du forçage et l'estimation du *niveau de compréhension scientifique* (LOSU) d'une manière complète (IPCC, 2007a). Le forçage radiatif anthropogène net et sa portée sont également montrés. Ceux-ci exigent d'additionner les évaluations asymétriques d'incertitude à partir des limites composantes, et ne peuvent pas être obtenus par l'addition simple. Des facteurs de forçage supplémentaires non inclus ici sont considérés comme ayant un *niveau de compréhension scientifique* (LOSU) très bas. Les aérosols volcaniques contribuent à un forçage naturel supplémentaire mais ne sont pas inclus dans ce schéma due à leur nature épisodique.

Schéma 2.5: Prévisions et portée du forçage (RF) radiatif en moyennes mondiales et en 2005 pour l'oxyde de carbone anthropogène (CO₂), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (N₂O) et autres agents et mécanismes importants, ainsi que l'ampleur géographique typique (échelle spatiale) du forçage et le niveau estimatif de compréhension scientifique (LOSU)

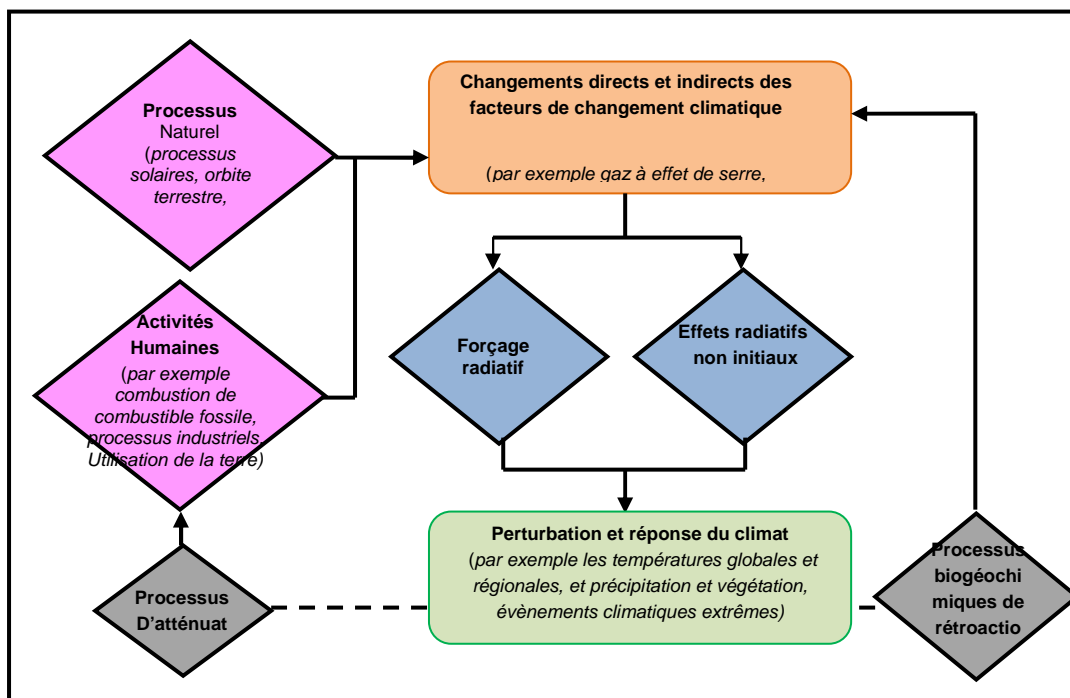


Source: IPCC, 2007a

Quelles sont les causes du forçage radiatif? Quel gaz est principalement responsable du forçage radiatif par an?

Le schéma 2.6 présente les mécanismes de forçage de climat qui 'obligent' le climat à changer en imposant un changement dans l'équilibre énergétique planétaire. Le lien du forçage radiatif à d'autres aspects du changement climatique est illustré. Les activités humaines et les processus naturels provoquent des changements directs et indirects dans les facteurs de changement climatique. Le forçage radiatif et les effets radiatifs non initiaux conduisent aux perturbations de climat et aux réponses climatiques. Le changement climatique peut également être attribué aux facteurs naturels et anthropogènes. Le couplage parmi les processus biogéochimiques conduit à des *rétroactions* du changement climatique à ses facteurs. Un exemple illustratif est le changement des émissions de CH₄ en terre humide qui peuvent se produire dans un climat plus chaud (voir également l'encadré 5.1). Les approches potentielles à l'atténuation du changement climatique en changeant les activités humaines (ligne pointillée) sont des sujets abordés par le groupe de travail III de IPCC.

Schéma 2.6 : Diagramme illustrant comment le forçage radiatif (RF) est lié à d'autres aspects du changement climatique évalués par l'IPCC



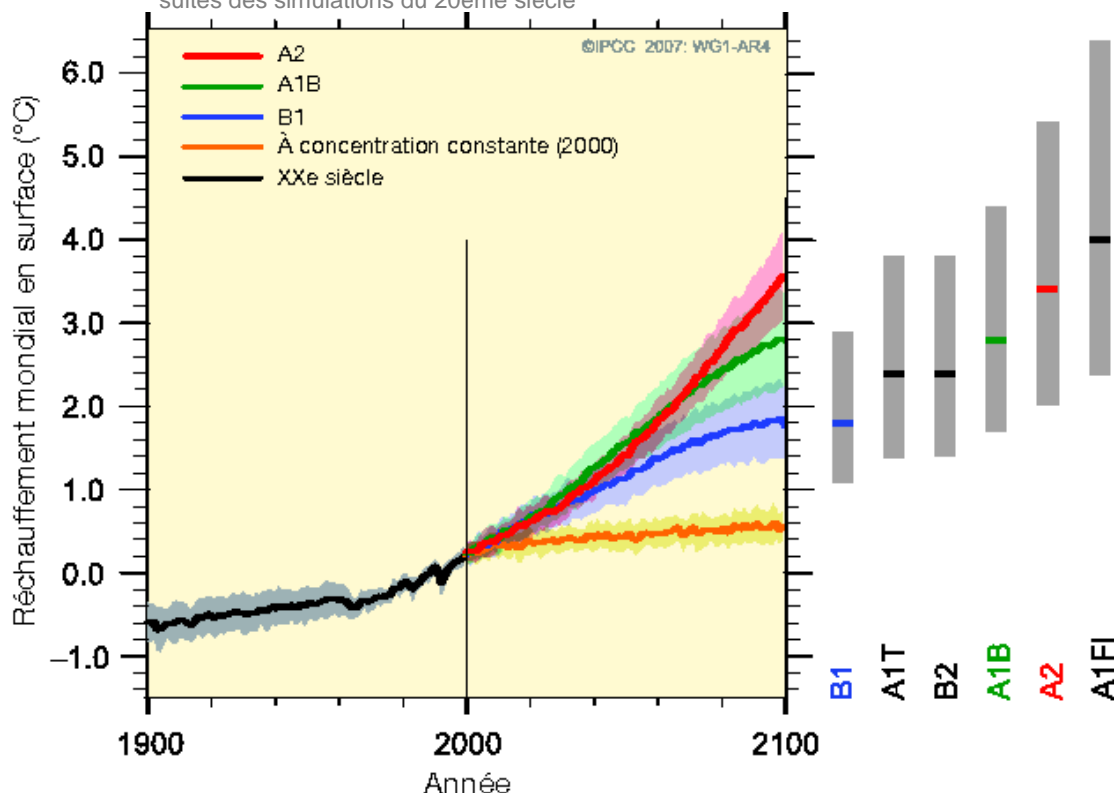
Source: Forster, 2007

Changement de température observé et projeté

Le changement anthropogène de climat se manifeste par l'augmentation de la température moyenne de surface de la terre en raison des augmentations des concentrations des gaz à effet de serre de l'atmosphère, qui absorbent, reflètent et rerayonne partiellement le rayonnement des grandes ondes terrestres, l'empêchant de quitter l'atmosphère de la terre.

En examinant les archives de température moyenne mondiale à long terme, il est devenu clair à – et admis par – la communauté scientifique que la température moyenne mondiale a augmenté de 0,6°C pendant le 20^{ème} siècle, comme représenté sur le schéma 2.7. Il est important de noter que ce changement n'est pas homogène à travers le globe et n'est pas linéaire. Les archives prouvent également que l'année la plus chaude enregistrée (jusqu'en 2006) puisque les observations scientifiques de température ont commencé il y a 140 ans était 1998, avec des températures de surface avoisinant 0,55°C au-dessus des moyennes annuelles de 1961 –1990. Les deuxième, troisième, quatrième et cinquième années les plus chaudes enregistrées sont 2002, 2001, 2004 et 1995, respectivement. Onze des 12 dernières années (1995 –2006) se rangent parmi les 12 années les plus chaudes dans les observations instrumentales de température de la surface mondiale (depuis 1850).

Schéma 2.7 : Les lignes pleines sont des moyennes mondiales à modèle multiple de réchauffement de surface (relativement à 1980 –1999) pour les scénarios A2, A1B et B1, présentés comme suites des simulations du 20ème siècle



Source: IPCC, 2007a

Le changement de température projeté en ce qui concerne les scénarios d'émissions (voir schéma 2.8) est dépeint sur le schéma 2.7. Les lignes pleines sont des moyennes mondiales à modèle multiple de réchauffement de surface (relativement à 1980 –1999) pour les scénarios A2, A1B et B1, présentés comme suites des simulations du 20ème siècle. L'estompage dénote la gamme de l'écart type ± 1 des moyennes annuelles de modèle individuel. La ligne orange montre l'expérience où des concentrations ont été jugées constantes aux valeurs de l'année 2000. Les barres grises à droite indiquent la meilleure prévision (en trait plein dans chaque barre) et l'étendue probable évaluée pour le rapport des six Scénarios de Rapport Spéciaux sur l'Emission (SRES ; voir section 2.1.4) scénarios marqueur.

2.1.3 Etalonnage de la confiance et de l'incertitude

L'IPCC a conçu des approches pour développer des jugements autorisés, évaluant les incertitudes et communiquant la confiance et de l'incertitude dans les résultats qui surgissent dans le contexte du processus d'évaluation (Manning et al., 2004). Il est proposé d'utiliser le langage qui réduit au minimum la mauvaise interprétation possible et l'ambiguïté pour éviter l'incertitude. Cependant, les termes tels que « pratiquement certain » ou « probablement » peuvent engager le lecteur efficacement, mais peuvent être interprétés très différemment par des personnes différentes à moins qu'une certaine échelle d'étalonnage soit fournie. Par conséquent, trois formes de langage ont été employées pour décrire différents aspects de confiance et d'incertitude et pour fournir l'uniformité à travers l'AR4 (voir encadré 2.1). 2.1.3

Encadré 2.1 : Communiquer la confiance et l'incertitude

Niveaux de compréhension qualitativement définis

Niveau d'accord ou de	Plein accord	Plein accord
	preuve limitée		Beaucoup de preuves

	Faible accord	Faible accord
	preuve limitée		Beaucoup de preuves
	Quantité de preuves (théorie, observations, modèles)		

Niveaux de confiance quantitativement étalonnés

Terminologie	Degré de confiance d'être correct
Confiance très élevée	Au moins 9 sur 10 chances
Confiance élevée	Environ 8 sur 10 chances
Confiance moyenne	Environ 5 sur 10 chances
Confiance faible	Environ 2 sur 10 chances
Confiance très faible	Moins de 1 sur 10 chances

Échelle de probabilité

Terminologie	Probabilité de l'occurrence/du résultat
Pratiquement certain	> 99% de probabilité d'occurrence
Très probablement	> 90% de probabilité
Probablement	> 66% de probabilité
Aussi probablement que pas	de 33 à 66% de probabilité
Peu probable	< 33% de probabilité
Très peu probable	< 10% de probabilité
Exceptionnellement peu probable	< 1% probabilité

Source: Manning et al., 2004

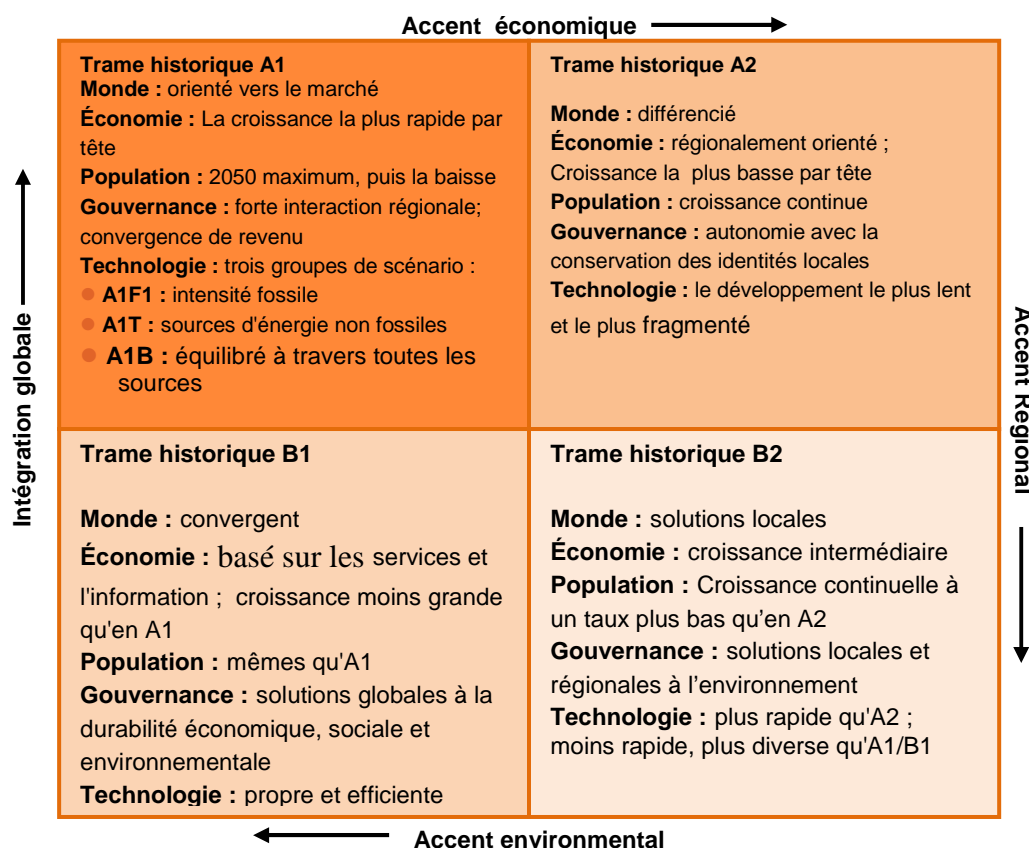
2.1.4 Scénarios d'émission

En 1992 l'IPCC a dévoilé un ensemble de six scénarios d'émission mondiale (IS92a to f) connus comme les scénarios IS92. Ceux-ci sont basés sur les émissions possibles de gaz à effet de serre dans le cadre d'un large éventail d'hypothèses sur la croissance démographique et économique futures. Les scénarios de l'IS92a (également connus sous le nom de scénarios 'statuquo') étaient les plus largement utilisés par les scientifiques jusqu'à ce qu'ils aient été mis à jour en 2000 par l'IPCC et édités par le SRES (IPCC, 2000).

Les scénarios du SRES sont formulés d'une façon fondamentalement différente des scénarios précédents, avec une gamme différente pour chaque projection, appelée «trame historique» («*storyline*» en anglais). Quatre trames historiques ont été définies, à savoir A1, A2, B1 et B2. Ceux-ci décrivent les manières possibles dont la population mondiale, les changements d'utilisation de la terre, les nouvelles technologies, les ressources énergétiques, et la structure économique et politique pourraient évoluer pendant les décennies à venir (Anandhi, 2007). Ces futures influences sur le monde sont représentées dans deux dimensions : l'une représente

les préoccupations économiques ou environnementales et l'autre représente les modèles de développement mondial ou régional (figure 2.8). Pour la trame historique A1, plusieurs scénarios d'émission ont été formulés mais dans l'ensemble « les familles de scénarios » ont été confinées à quatre. La trame historique A1 a trois scénarios marqueurs, à savoir A1B, A1F1 et A1T, tandis que les autres ont seulement un chacun.

Figure 2.8: Scénarios considérés par l'IPCC dans son troisième Rapport d'Analyse de 2001



Source: IPCC, 2001

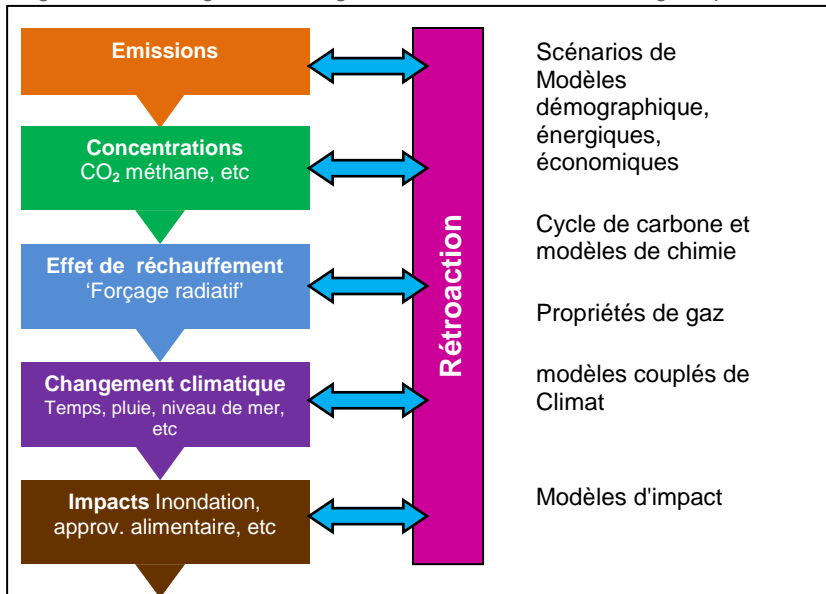
Trame historique A1 : Cette trame historique indique une croissance très rapide avec une mondialisation accrue, une hausse de la richesse globale, avec une convergence entre régions et des différences réduites dans les revenus régionaux par habitant. Il prédit également le consumérisme matérialiste, avec un changement technologique rapide et une croissance démographique faible. Il y a trois variantes dans cette famille pour les sources d'énergie : un équilibre à travers toutes les sources de carburant (A1B), à haute teneur fossile (A1F1) et non-fossile (A1T).

Trame historique A2 : Dans cette trame historique un monde hétérogène mené par le marché avec une croissance démographique rapide mais une croissance économique moins rapide qu'en A1 a été considéré. Le thème fondamental est l'indépendance et la conservation des identités locales.

Trame historique B1 : Cette trame historique prétend un monde de dématérialisation et l'introduction des technologies propres. L'accent est mis sur les solutions mondiales pour réaliser la durabilité économique, sociale et environnementale.

Trame historique B2 : Dans cette trame historique la population augmente à un taux inférieur à celui de A2 mais à un taux plus élevé qu'en A1 avec le développement suivant des voies localement orientées en ce qui concerne l'environnement, l'économie et le social durables.

Figure 2.9: From greenhouse gas emissions to climate change impact



Source: Saunby, 2007

Il est essentiel de se rappeler que ces scénarios d'émission sont fondés sur des hypothèses de futures forces d'entraînement telles que le développement démographique, socio-économique et technologique qui peuvent ou ne peuvent être réalisées. Comme représenté sur le schéma 2.9, ces scénarios d'émission sont transformés en scénarios de concentration, qui sont finalement employés pour des modèles de climat pour calculer les projections climatiques. Il y a des incertitudes à chaque étape, allant des émissions jusqu'au niveau d'adaptation, et à chaque étape successive l'ampleur des incertitudes augmente. Il sera difficile pour tout gouvernement d'investir dans des mesures d'adaptation avec de tels niveaux d'incertitude (voir le chapitre 5).

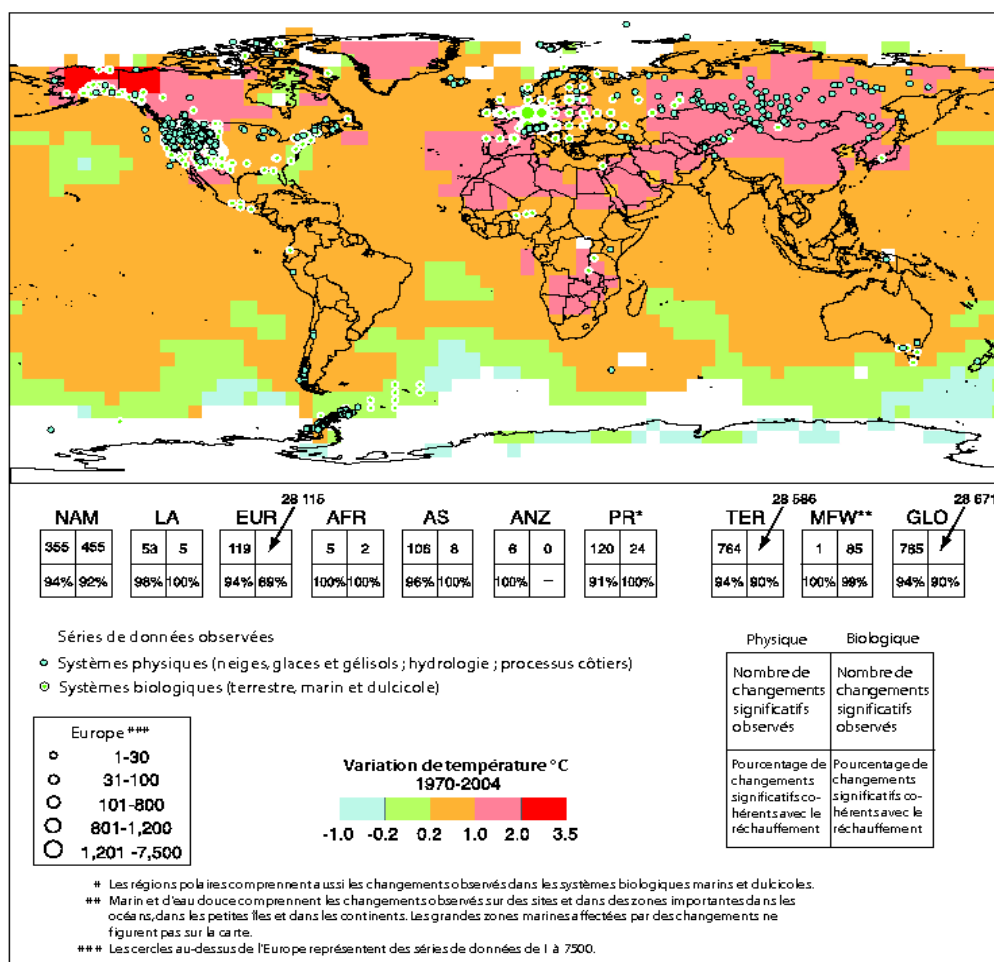
Quel scénario SRES pensez-vous être le plus pertinent dans votre région et pourquoi ?

2.2 Comprendre les incidences observées et projetées sur le cycle de l'eau

2.2.1 Changements et tendances observés dans le cycle de l'eau

Le quatrième rapport d'analyse de l'IPCC (Rosenzweig et al., 2007) a produit une image composée globale (figure 2.10) présentant des emplacements de changements cruciaux dans les séries de données de systèmes physiques (neige, glace et masse gelée ; hydrologie ; et processus côtiers) et des systèmes biologiques (terrestre, marin et systèmes biologiques d'eau douce). Ceux-ci sont indiqués avec les changements de température extérieurs de l'air au cours de la période 1970 –2004.

Figure 2.10: Emplacements des changements cruciaux dans les séries de données de systèmes physiques et de systèmes biologiques avec les changements de température extérieure de l'air au cours de la période 1970 –2004



Source: Rosenzweig et al., 2007

Un sous-ensemble de presque 29.000 séries de données a été choisi parmi environ 80.000 séries de données de 577 études. Celles-ci ont rempli les critères suivants : (1) finissant en 1990 ou plus tard ; (2) enjambement d'une période d'au moins 20 ans ; et (3) indiquant un changement crucial dans l'un ou l'autre sens, comme évalué dans différentes études. Ces séries de données proviennent d'environ 75 études (desquelles environ 70 sont nouveaux depuis la Troisième Analyse). Cependant, il convient de noter que des 29.000 séries de données environ 28.000 sont des études européennes. Les zones blanches ne contiennent pas des données d'observation climatique suffisantes pour estimer une tendance de la température.

Les encadrés 2x2 indiquent le nombre total de séries de données physiques (gauche) et biologiques (droite) avec les changements cruciaux (première rangée) et le pourcentage de ceux conformes au réchauffement (rangée inférieure) pour (i) les régions continentales : L'Amérique du Nord (NAM), l'Amérique Latine (LA), l'Europe (EUR), l'Afrique (AFR), l'Asie (COMME), l'Australie et la Nouvelle-Zélande (ANZ) et

les régions polaires (P.R.) et (ii) à l'échelle mondiale : Terrestre (TER), marin et d'eau douce (MFW) et global (GLO). Les numéros d'études des sept encadrés régionaux (NAM ... Le P.R.) ne s'additionnent pas jusqu'aux totaux globaux (GLO) parce que les numéros des régions excepté polaire ne comprennent pas les numéros liés aux systèmes marins (MFW) et d'eau douce. Les emplacements des changements marins de grande zone ne sont pas indiqués sur la carte.

Beaucoup d'études ont indiqué des exemples de changements et des tendances observées dans la précipitation et d'autres variables hydrologiques associées. Ces tendances ont été évaluées pendant l'AR4 de l'IPCC et sont récapitulées ci-dessous.

Cryosphère

Des changements dans les systèmes et les secteurs liés à la fonte accélérée dans la cryosphère ont été documentés en inondations glaciaires, avalanches de glace et de roche dans les régions de montagne, écoulement en neige et bassins glaciaires, mammifères arctiques, faune de la péninsule antarctique, infrastructure basée sur le *pergélisol* dans l'Arctique, relocalisation des centres de ski à des zones plus élevées en altitude et incidences sur les moyens d'existence des indigènes dans l'Arctique (confiance élevée). Les changements des systèmes et des secteurs mettent en parallèle des preuves abondantes menant à l'estimation que la cryosphère subit la fonte accélérée en réponse au *réchauffement climatique*, y compris la glace des mers, la glace d'eau douce, les strates de glace, la couche de glace du Groenland, les glaciers, la couverture de neige et le pergélisol (confiance très élevée).

Hydrologie et ressources en eau

Des preuves récentes montrent que les secteurs les plus affectés par l'augmentation des sécheresses sont situés dans des régions arides et semi-arides dues au climat déjà chaud et sec (confiance élevée). Au cours des 20 dernières années, il y a des augmentations documentées en *inondations instantanées* et des éboulements dus à des pluies fortes et intensives et dans des secteurs de montagne pendant la saison chaude (confiance élevée).

Processus et zones côtiers

L'érosion côtière étendue et les pertes de marais se produisent à un rythme actuel équivalant l'élévation du niveau de la mer, mais actuellement ce sont la plupart du temps les conséquences de la modification anthropogène de la côte (confiance moyenne). Dans beaucoup de zones côtières basses, le développement en conjonction avec l'élévation du niveau de la mer au cours du siècle dernier a aggravé les dégâts aux structures fixes par les orages modernes, qui auraient été relativement mineurs il y a un siècle.

Systèmes biologiques marins et d'eau douce

Plusieurs des réponses observées dans les systèmes marins et d'eau douce ont été associées aux températures en hausse de l'eau (confiance élevée). Le changement climatique, en tandem avec d'autres incidences humaines, a déjà causé des dégâts substantiels aux récifs de corail (confiance élevée). Le mouvement documenté du plancton allant vers les pôles par 10 degrés dans l'Atlantique nord est plus important que toute autre étude terrestre documentée. Les observations indiquent que les lacs et les fleuves à travers le monde se réchauffent, avec des effets sur la structure thermique, la chimie de lac, l'abondance et la productivité, la composition communautaire, la *phénologie*, la distribution et la migration (confiance élevée).

Systèmes biologiques terrestres

La majorité écrasante des études examinant les incidences du réchauffement

climatique sur les espèces terrestres indiquent un modèle cohérent de changement (confiance élevée). Les réponses des écosystèmes terrestres au réchauffement à travers l'hémisphère nord sont bien documentées par les changements phénologiques, particulièrement le début précoce des phases du printemps. Le changement climatique au cours des décennies passées a eu comme résultat une diminution de la population et la disparition de certaines espèces (confiance moyenne) et un mouvement de plantes sauvages et d'animaux vers les pôles et vers le haut (confiance moyenne). Des exemples d'adaptation se rencontrent chez les espèces migratrices (confiance moyenne).

Agriculture et foresterie

En Amérique du Nord et en Europe, il y a un prolongement de la saison de culture sans gel et une précocité dans la phénologie de la culture printemps-été, qui peut être attribué au réchauffement récent (confiance élevée). La viticulture semble être extrêmement sensible, avec une amélioration documentée de la qualité liée au réchauffement. Les réductions de la précipitation, sur des échelles de décade dans le Sahel, sont responsables des rendements inférieurs de récolte (confiance élevée).

Connaissez-vous des exemples d'incidences du changement climatique sur le cycle de l'eau ? à quoi vous attendez-vous dans l'avenir ?

2.2.2 Projections des incidences futures du changement climatique sur le cycle de l'eau

On s'attend à ce que le changement climatique soit susceptible de changer le cycle hydrologique en des manières qui auront comme conséquence des incidences substantiels sur la quantité de ressource d'eau aussi bien que sur la qualité. On s'attend à ce que la précipitation, qui est la composante principale de l'hydrologie, change en intensité et en répartition spatiale. Un bref résumé des incidences potentielles sur les éléments les plus importants des ressources en eau comme l'a fait ressortir l'IPCC dans AR4 est donné ci-dessous (Parry et al., 2007). Dans le chapitre 4 des détails supplémentaires seront présentés sur la différenciation régionale.

Changements de la précipitation

Une augmentation de la précipitation et de l'évaporation moyennes mondiales comme conséquence directe des températures plus élevées a été prévue (Figure 2.11). L'évaporation augmentera avec le réchauffement parce qu'une atmosphère plus chaude peut tenir plus d'humidité et des températures plus élevées augmentent le taux d'évaporation. Une augmentation de la précipitation moyenne mondiale ne signifie pas qu'elle deviendra plus humide partout et en toutes saisons. En fait, tous les modèles de simulations de climat montrent des modèles complexes de changement de précipitation, avec quelques régions recevant moins et d'autres qui reçoivent plus de précipitation qu'elles n'en reçoivent maintenant. Les changements dans les modèles de circulation seront importants de manière critique dans la détermination des changements des modèles locaux et régionaux de précipitation.

changements de précipitation jusqu'à la fin du 21ème siècle à travers les modèles récents (15 – barres rouges) et les modèles pre-AR3 (7 – barres bleues). Projections générales couplées du modèle de circulation Atmosphère-Océan (AOGCM) sous les scénarios d'émissions A2 du SRES pour 32 régions du monde, exprimés comme taux de changement par siècle. Les barres mauves et vertes

montrent la variabilité naturelle modelée de 30 ans. Les nombres sur les spots de précipitation montrent le nombre d'exécutions A2 récentes donnant le changement de précipitation négatif /positif.

Changements de la fréquence et l'intensité des précipitations

On s'attend également à ce que, en plus des changements dans les précipitations moyennes mondiales, il pourrait y avoir des changements plus prononcés dans les caractéristiques de la précipitation régionale et locale due au réchauffement climatique. En moyenne, la précipitation tendra à être moins fréquente mais plus intense, impliquant une plus grande incidence des inondations et des sécheresses extrêmes.

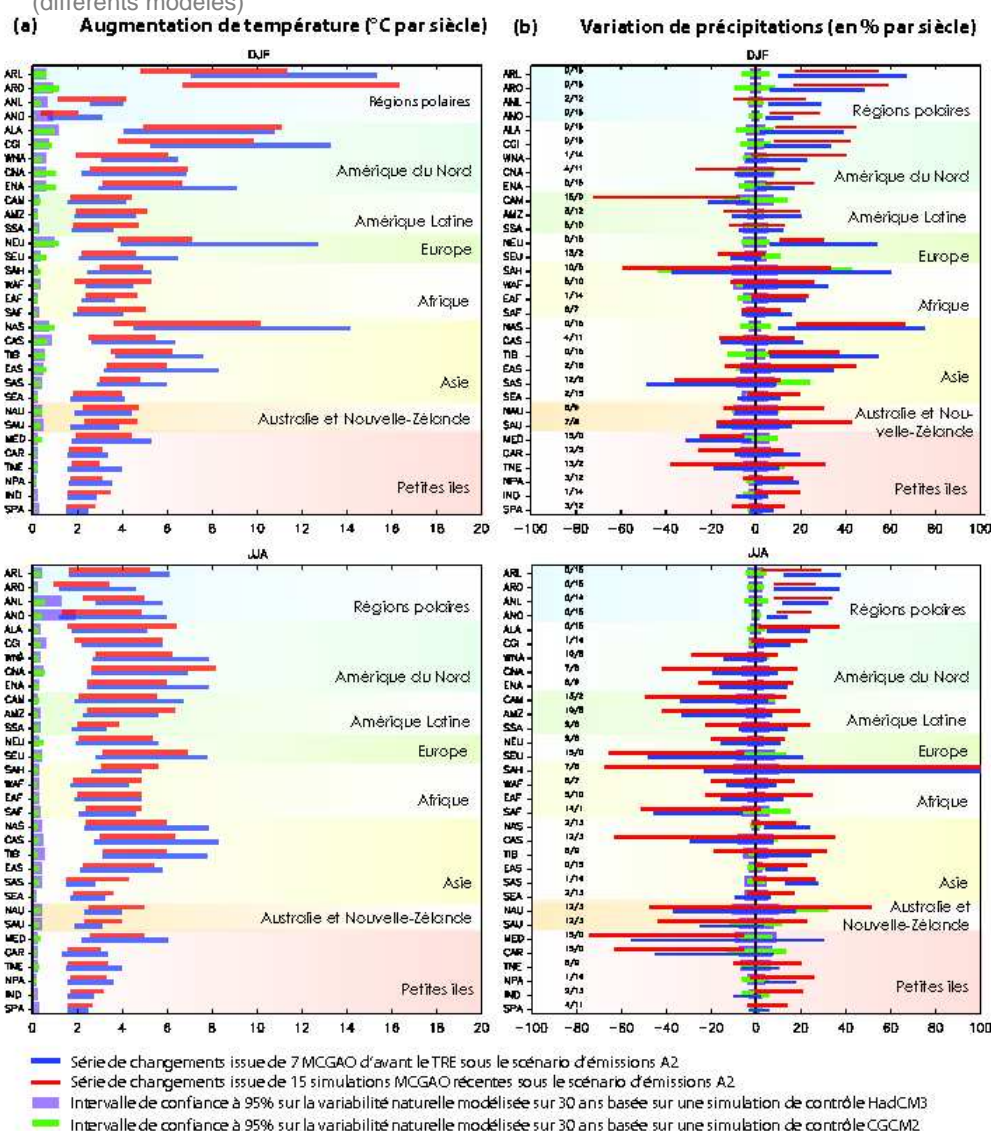
Changements dans l'écoulement annuel moyen

Les changements d'écoulement dépendront des changements de la température et de la précipitation, entre autres variables. La plupart des études de modélisation hydrologiques ont constaté que bien qu'il y ait augmentation moyenne mondiale de la précipitation, il y a des zones importantes où il y a de grandes diminutions de l'écoulement dû aux températures plus élevées, qui mènent à des pertes plus élevées d'*évapotranspiration*. Ainsi, le message mondial de la précipitation accrue ne se traduit pas aisément en des augmentations régionales dans la disponibilité de surface et d'eau souterraine.

Incidences de l'élévation du niveau de la mer sur les zones côtières

Certains des incidences principales de l'élévation du niveau de la mer dans les zones côtières, incluent (1) l'inondation des bas-fonds et le déplacement de marais, (2) l'altération de la portée de la marée dans les fleuves et les baies, (3) le changement dans les modèles de sédimentation, (4) des inondations plus grave dues à une montée subite des orages, (5) une intrusion accrue d'eau de mer en estuaires et dans les *couches aquifères* d'eau douce et (6) des dégâts accrus par le vent et des précipitations dans les régions enclines aux cyclones tropicaux.

Figure 2.11: Température et changements de précipitation au niveau régional à la fin du 21^{ème} siècle (différents modèles)



Source: Parry et al., 2007

Changements de la qualité de l'eau

Bien que l'IPCC n'ait pas trouvé la preuve d'une tendance de la qualité de l'eau liée au climat (Kundzewicz et al., 2007), un certain nombre d'incidences peuvent être prévus pour se produire. Ainsi des précipitations plus intenses entraînent généralement une augmentation des écoulements et avec comme conséquence une hausse de la concentration des solides en suspension (et de la turbidité) dans les fleuves et les lacs. Si l'écoulement est accompagné du transport de polluants (par exemple engrais, pesticides, débordements d'eau des orages), la qualité de l'eau se détériorera. D'autre part, les décharges élevées des fleuves réduiront les concentrations de produits chimiques dissous. La qualité de l'eau s'améliorera par conséquent, bien que toute la charge de polluant ne change pas. Pendant les périodes de sécheresse, la qualité de l'eau peut se détériorer, en raison de l'effet opposé : moins de dilution de pollution. Les changements des écoulements de fleuve affecteront également le niveau de l'intrusion de sel dans les estuaires : pendant les écoulements de faible intensité les concentrations en sel dans les fleuves augmenteront plus loin à l'intérieur des terres, aggravé par l'élévation du niveau de la

mer. Ceci aura des répercussions sur la production et l'alimentation en eau de boisson, l'irrigation, les processus industriels etc...

Des températures plus élevées de l'eau, jusqu' à 2°C depuis 1960, ont été constatées dans les lacs et les fleuves (voir Rosenzweig et al., 2007, pour une synthèse). Ceci a eu comme conséquence une stratification estivale précoce et des *thermoclines* plus peu profonds, l'épuisement des aliments dans les eaux extérieures et des concentrations nutritives accrues dans les couches d'eau plus profondes (cf. 4.2.2 : Lac Tanganyika). En outre, des fleurs d'algues nocives semblent être liées aux températures croissantes de l'eau et à la respiration accrue, et les concentrations faibles en oxygène qui en résultent dans les eaux plus chaudes accéléreront l'épuisement de l'oxygène, ayant pour résultat des conditions anaérobies avec leurs incidences sur la production aquatique et halieutique.

Il n'y a encore aucune preuve d'une incidence du changement climatique sur les niveaux de l'eau dans les lacs peu profonds (Rosenzweig et al, 2007). Cependant, si une baisse se produit pendant des périodes sèches prolongées, la ré-suspension des matériaux de fond sera augmentée. Ceci diminuera la transparence de l'eau et pourrait avoir comme conséquence la libération des nutriments (par exemple phosphate), améliorant ainsi l'*eutrophisation* et/ou la libération des composés toxiques actuels en sédiments de fond.

Changements dans les eaux souterraines

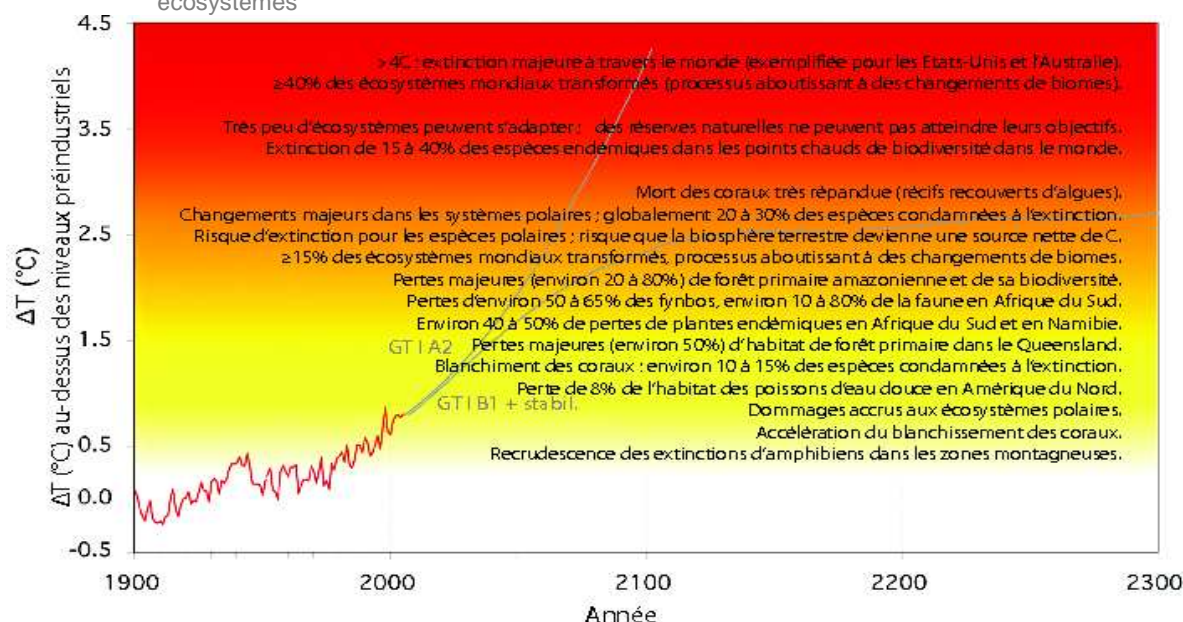
Dans beaucoup de communautés, les eaux souterraines sont la source principale de l'eau pour les demandes d'irrigation, domestiques et industrielles. Généralement il y a deux types de ressources d'eaux souterraines – renouvelables et non-renouvelables. Les eaux souterraines renouvelables sont directement attachées aux processus hydrologiques proches de la surface ; elles sont ainsi liées de manière complexe au cycle hydrologique général et pourraient être directement affectées par le changement climatique. Dans beaucoup d'endroits, en raison des demandes croissantes, l'épuisement des couches aquifères renouvelables d'eaux souterraines se produit parce que le taux de prélèvement excède le taux de recharge. Ainsi, les changements climatiques pourraient directement affecter ces taux de recharge et la durabilité des eaux souterraines renouvelables.

Incidences du changement climatique sur les écosystèmes

Des projections de risques dus aux incidences critiques du changement climatique sur les écosystèmes pour différents niveaux de changement de température moyenne annuel mondial (ΔT) sont indiqués sur le schéma 2.12 ; Celles-ci sont relatives au climat préindustriel et sont utilisés comme procuration pour le changement climatique. La courbe rouge indique des anomalies constatées dans la température pour la période 1900 –2005. Les deux courbes grises fournissent des exemples de la future évolution possible du changement de température mondiale, avec le temps exemplifié par le Groupe de Travail I qui a simulé des réponses multi-modèle moyennes (i) au scénario A2 de forçage radiatif et (ii) à un scénario B1 prolongé, où le forçage radiatif au delà de 2100 a été maintenu constant à la valeur 2100. La nuance blanche indique le neutre, le petit négatif, ou les incidences ou les risques positifs ; le jaune indique des incidences négatives pour quelques systèmes ou risques faibles ; et le rouge indique les incidences ou les risques négatifs qui sont plus répandus et/ou plus élevés en grandeur. Les incidences illustrées tiennent compte des incidences du changement climatique

seulement et omettent les effets du changement d'utilisation de la terre ou la fragmentation de l'habitat, l'excès de récolte ou la pollution (par exemple dépôt d'azote).

Figure 2.12: Les risques projetés dus aux incidences critiques du changement climatique sur les écosystèmes

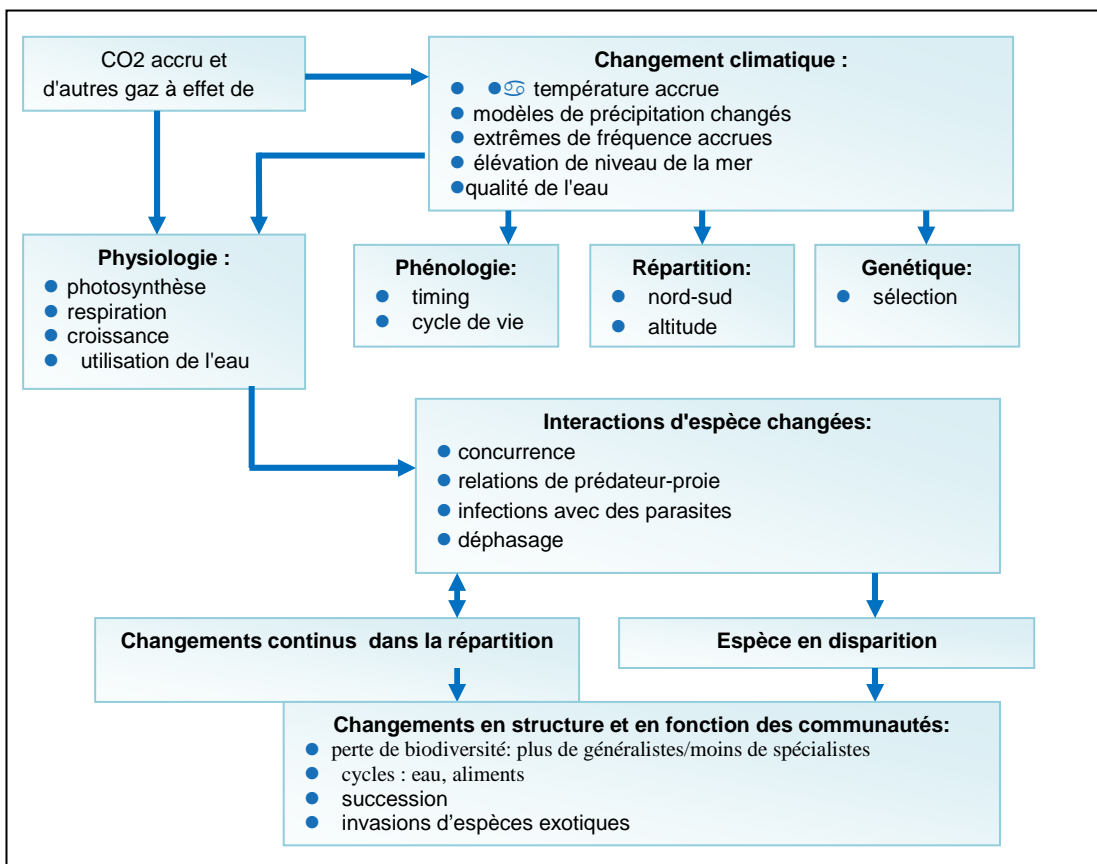


Source: Fischlin et al., 2007

2.2.3 Incidences sur les processus écologiques

Pour comprendre les incidences du changement climatique sur les processus écologiques, et donc sur les écosystèmes, la biodiversité, la sécurité alimentaire, les maladies, etc., on doit se rendre compte que les plus grandes concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère ont aussi bien des effets directs qu'indirects. Ainsi, les niveaux atmosphériques accrus de CO_2 affecteront les processus physiologiques comme la photosynthèse, la respiration, la croissance et l'utilisation de l'eau dans les usines. Mais par l'intermédiaire des températures accrues, des modèles changés de précipitation, de l'élévation du niveau de la mer, des changements de la qualité de l'eau etc., divers fonctionnements et processus écologiques appropriés sont aussi bien affectés. Le schéma 2.13 récapitule quelques incidences principales du changement climatique sur les processus écologiques et les conséquences sur la structure et le fonctionnement des écosystèmes. Des changements de modèles de phénologie et de distribution sont élaborés ci-dessous.

Figure 2.13: Incidences des gaz à effet de serre et du changement climatique sur les processus écologiques



Source: Adapted from Hughes, 2000

Phénologie

La phénologie est concernée par les dates de la première occurrence des événements naturels dans leur cycle annuel (par exemple la date de l'apparition des feuilles et des fleurs, le premier vol des papillons et l'apparition des oiseaux migrateurs). De tels événements sont souvent déclenchés par des événements climatiques (par exemple la température) et peuvent donc être utilisés comme procurations pour le changement climatique. Cependant, beaucoup d'espèces dépendent les unes des autres (par exemple dans les chaînes alimentaires complexes, pour la pollinisation, dans les rapports mutualistes, etc.), et donc les cycles de vie de beaucoup d'espèces sont synchronisés. Ainsi, si le changement climatique affectera les cycles de vie d'espèces différentes de différentes manières, et si l'espèce dépendante ne sera pas en mesure de s'adapter à la nouvelle situation, les rapports fonctionnels dans les écosystèmes pourraient être sérieusement entravés. Par exemple, dans les écosystèmes aquatiques tempérés (d'eau douce, marin) la fleur de printemps du phytoplancton est suivie légèrement plus tard du développement du zooplancton qui alimente les algues. Les divers auteurs (dans Rosenzweig et al, 2007) ont constaté un avancement de la fleur d'algues de printemps (jusqu'à quatre semaines). Et bien que la phénologie du zooplancton soit également affectée, dans beaucoup de cas, le zooplancton n'a pas répondu comme le phytoplancton. En Mer du Nord, en effet,

Quelle est l'importance de l'incidence du changement climatique sur les écosystèmes comparés à d'autres facteurs de stress (par exemple croissance démographique, pollution ou fragmentation) ?

des roulements de plus de six semaines dans les cycles saisonniers des communautés de plancton, y compris des larves de poissons, ont été constatés. Les réponses, cependant, ont changé entre différents groupes fonctionnels (Edwards et Richardson, 2004). Ainsi, les populations des prédateurs sont en danger quand leur aspect ne correspond pas à la disponibilité de leur nourriture principale. Cela vaut non seulement pour les rapports de chaîne alimentaire, mais également pour les fleurs qui dépendent des insectes pour la pollinisation, par exemple.

Modèles de distribution

Des espèces différentes sont adaptées à des conditions environnementales spécifiques. Si les conditions environnementales changent, l'espèce peut réagir de différentes manières : elle peut s'adapter au nouvel environnement, elle peut émigrer à un environnement plus approprié (et pour devenir localement éteinte) ou elle devient complètement éteinte. En traitant le changement climatique, la température et les concentrations atmosphériques de CO_2 sont les facteurs directs principaux qui changeront. Ces changements pourraient être accompagnés des changements de la précipitation, des fréquences d'orage, de l'élévation du niveau de la mer, de la qualité de l'eau etc., y compris leur variabilité dans le temps et dans l'espace. Un problème additionnel est qu'il y a tant de facteurs non liés au climat qui résultent des activités humaines. Ainsi, la croissance de la population humaine ayant pour résultat des changements de l'utilisation de la terre, la dégradation de la terre, le déboisement, l'urbanisation, la pollution etc. affectera la survie de l'espèce d'une manière complexe, avec beaucoup d'interactions et de mécanismes de rétroaction.

Encadré 2.2 : Exemples de décalages de la portée (vers les pôles et à des altitudes plus élevées) et de changements des densités de population par rapport aux changements des conditions climatiques

- Vulgarisation des espèces méridionales au nord ;
- Changements des communautés intertidales dans le Pacifique et autour des îles britanniques ;
- Les communautés de poissons de varech et les communautés de zooplancton extraterritoriales hors de la Californie méridionale ;
- Déclin dans le krill dans l'océan méridional ;
- Occurrence d'espèce subtropicale de plancton dans les eaux tempérées ;
- Changements des répartitions géographiques des espèces de poissons ;
- Variations vers le nord dans la distribution des insectes et des poissons aquatiques au R-U ;
- Remplacement d'espèces d'invertébrées et de poissons d'eau froide dans le fleuve du Rhône par des espèces *thermophiles* ;
- Espèces d'oiseau qui n'émigrent plus hors de l'Europe pendant l'hiver ;
- Expansion vers les pôles des gammes de distribution (tableau 1.9 dans Rosenzweig et al, 2007) ;
- Vulgarisation des plantes alpestres à des altitudes plus élevées ; et
- Propagation des vecteurs de maladie (par exemple malaria, maladie de Lyme, la fièvre catarrhale du mouton) et des insectes ravageurs

Source: Rosenzweig et al 2007

La distribution mondiale des biomes (par exemple forêt tropicale pluviale, forêt tempérée, savane, toundra, désert) dépend principalement d'une combinaison de disponibilité de l'eau (ou de précipitation annuelle) et de température moyenne. Par conséquent, on s'attend à ce que les variations principales dans la distribution actuelle des composants mondiaux de la végétation se produisent sous un climat changeant. Naturellement, de tels changements se sont produits dans le passé sur des échelles de temps géologiques. On prévoit qu'une élévation de la température

annuelle moyenne de 3°C correspond à une variation dans les isothermes de 300 –400 kilomètres de latitude (dans la zone tempérée) ou 500 m d'altitude (Hughes, 2000), dont l'effet pourrait avoir comme conséquence la disparition de type de végétation unique.

Quelles conséquences les changements des processus auront-ils sur la production alimentaire ou la santé?

2

Résumé

Il est crucial de comprendre la base en science physique du changement climatique et des facteurs associés avant de considérer leurs conséquences possibles. L'eau, en tant que ressource qui donne la vie et également en tant que celle qui sera affectée le plus par le changement climatique, a besoin d'une attention particulière. Les gestionnaires de l'eau doivent comprendre comment le changement climatique va impacter les ressources en eau et les écosystèmes et comment ceci peut affecter l'utilisation de l'eau. Mais ils devraient également se rendre compte des incertitudes avant de pouvoir prendre des décisions justifiées.

Suggestion de documents à lire

CPWC (2009) Business. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation. The Co-operative Programme on Water and Climate (CPWC): Den Haag, The Netherlands.
<http://www.waterandclimate.org/index.php?id=5thWorldWaterForumpublications810>

CPWC (2009) The Changing Himalayas. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation.

IPCC (2008) Technical Paper VI: Climate Change and Water. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

3. ELABORATION DE STRATEGIES ET PLANIFICATION POUR L'ADAPTATION

Objectif

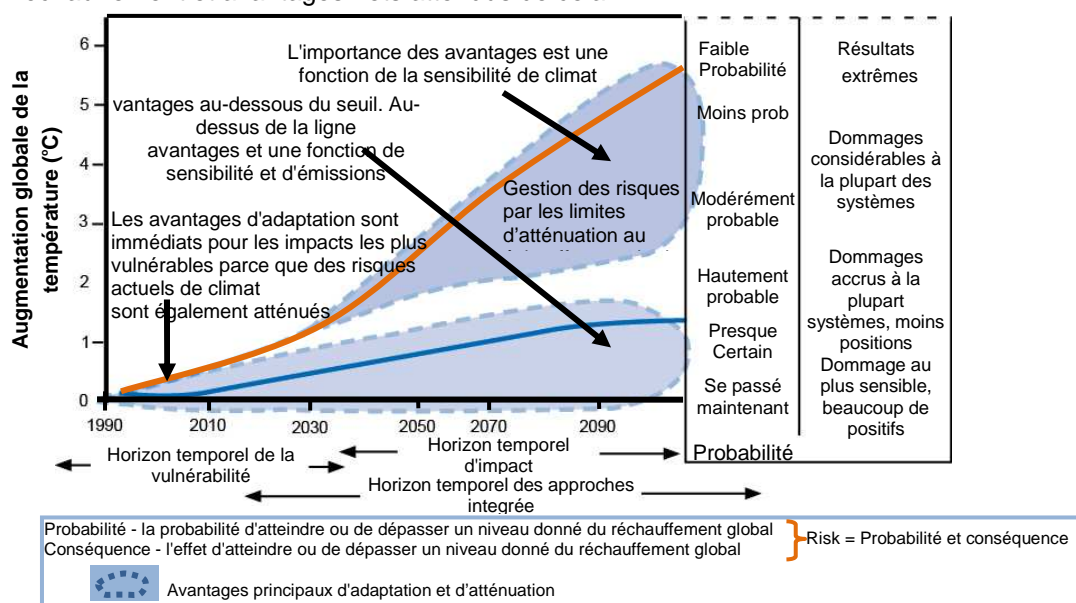
L'objectif du présent module est de familiariser d'une part les participants aux principes de base et aux étapes dans le processus de planification de l'adaptation, et de leur fournir d'autre part une introduction de base aux sciences économiques d'adaptation aux défis et opportunités d'adaptation au changement climatique dans le secteur de l'eau.

La GIRE est le procédé principal qui devrait être utilisé dans le secteur de l'eau en matière de développement et les mesures liées à la gestion de l'eau, et atteindre les Objectifs du Millénaire pour le Développement (**OMD**) dans le domaine de l'eau. Cependant, les incidences potentielles du changement climatique et la variabilité croissante du climat méritent d'être suffisamment incorporés aux plans GIRE. La GIRE devrait former le paradigme pour faire face à la variabilité naturelle du climat et servir de préalable à l'adaptation aux effets du réchauffement global et du changement climatique liés dans des conditions d'incertitude.

L'adaptation est un processus par lequel les individus, les communautés et les pays cherchent à faire face aux conséquences du changement climatique, y compris la variabilité de climat. Elle devrait conduire à l'harmonisation des priorités pressantes de développement telles que la réduction de la pauvreté, la sécurité alimentaire et la gestion des catastrophes. La gestion des terres et des ressources en eau constitue un apport majeur dans la résolution de toutes les priorités de développement ; alors, les processus de planification de la GIRE doivent intégrer une dimension sur l'adaptation au changement climatique. Les sous-chapitres suivants décrivent les éléments d'orientation fournis par une gamme d'institutions internationales engagées dans le débat sur l'adaptation. La nécessité de se pencher sur la question relative au changement climatique et à la variabilité croissante du climat est un nouveau sujet comparable au débat mondial sur l'eau. Bien que l'augmentation des événements extrêmes ait été identifiée comme nouveau défi pour les gestionnaires des ressources en eau au point 21 de l'ordre du jour de la Conférence des Nations Unies en 1992 sur l'environnement et le développement (le Sommet de la Terre) de Rio de Janeiro (NU, 1992), cela n'était pas explicitement lié au changement climatique ou à la variabilité croissante du climat ; elle a plutôt recommandé un large éventail de mesures relatives au secteur de l'eau. Le Plan de Mise en Œuvre des conclusions du Sommet Mondial 2002 sur le Développement Durable (WSSD, 2002) soutiennent que ces recommandations demeurent pertinentes et restent d'actualité.

Le schéma 3.1 : Gestion des risques par l'adaptation et l'atténuation

Des efforts d'adaptation au changement climatique et d'atténuation doivent être appliqués comme des options complémentaires – et non exclusives. Les raisons de ceci se situent dans la reconnaissance que même si la communauté mondiale parvient avec succès à atténuer le changement climatique en réduisant des émissions de gaz à effet de serre, on s'attend encore à ce que le climat réchauffe pendant plusieurs décennies, avec toutes les implications projetées pour le cycle de l'eau. Ainsi, l'atténuation ne suffit pas. Pourtant l'adaptation seule n'est également pas une réponse suffisante au problème, car les options d'adaptation ont des limites, particulièrement si certains niveaux du réchauffement sont dépassés. Le schéma 3.1 montre cette approche complémentaire pour différents degrés de réchauffement et avantages nets attendus de cela.



Adapté de Source: IPCC 2007a: Figure 2.1

3.1 Directives disponible dans la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques

La CCNUCC traite la question de l'adaptation à l'Article 4 en invitant les parties à « formuler, mettre en application, publier et actualiser régulièrement les programmes nationaux et, le cas échéant, les programmes régionaux contenant des mesures visant à atténuer le changement climatique [...] et les mesures pour faciliter une adaptation appropriée au changement climatique » (CCNUCC, 1994). Une série d'éléments de programmation sur la planification de l'adaptation ont été élaborés dans le cadre de la CCNUCC avec les contributions de divers organismes de l'ONU et autres mécanismes internationaux. Ceux sur lesquels l'accent est mis ici sont essentiellement les Programmes d'Action nationaux d'adaptation et le Programme de Travail de Nairobi. Ces processus jouent un rôle essentiel dans la promotion de l'adaptation au changement climatique et devraient donc jouer un rôle en inspirant des actions d'adaptation dans le secteur de l'eau. Ces processus devraient également être pris en compte dans l'élaboration de Plans Nationaux GIRE.

Les programmes d'action nationaux d'adaptation (PANA) définissent un processus pour les pays les moins avancés (PMA) pour identifier les activités prioritaires qui répondent à leur besoins pressants et immédiats en matière

d'adaptation au changement climatique. Le raisonnement pour les PANA se fonde sur la capacité limitée des PMA à s'adapter aux effets néfastes du changement climatique. Afin de satisfaire les besoins pressants d'adaptation des PMA, une nouvelle approche mettant l'accent sur le renforcement de la capacité d'adaptation à la variabilité de climat, qui, par ricochet, aiderait à faire face aux effets néfastes du changement climatique. Le PANA prend en compte les stratégies d'adaptation existantes au niveau des communautés de base, et s'en inspire pour identifier les actions prioritaires, au lieu de se focaliser sur une modélisation à base de scénarios pour évaluer la future vulnérabilité et la politique à long terme au niveau étatique. Les étapes pour l'élaboration du PANA incluent:

- une synthèse des informations disponibles ;
- une évaluation participative de la vulnérabilité à la variabilité actuelle du climat et aux événements extrêmes, les domaines où les risques sont susceptibles de s'accroître en raison du changement climatique ;
- un recueil des principales mesures d'adaptation et les critères de définition des activités prioritaires; et,
- le choix d'une liste succincte d'actions prioritaires (voir le chapitre 5 sur les incertitudes et l'indice de vulnérabilité).
- L'élaboration d'un PANA inclut également une fiche technique des projets et/ou des activités prévus pour répondre aux besoins pressants et immédiats d'adaptation des PMA.

Le **Programme de Travail de Nairobi** qui couvre cinq ans (2005-2010) est mis en œuvre par les Parties signataires de la CCNUCC, les organisations non gouvernementales et intergouvernementales (O.N.G), le secteur privé et les communautés. Il vise à aider toutes les parties signataires de la CCNUCC, en particulier les pays en voie de développement à :

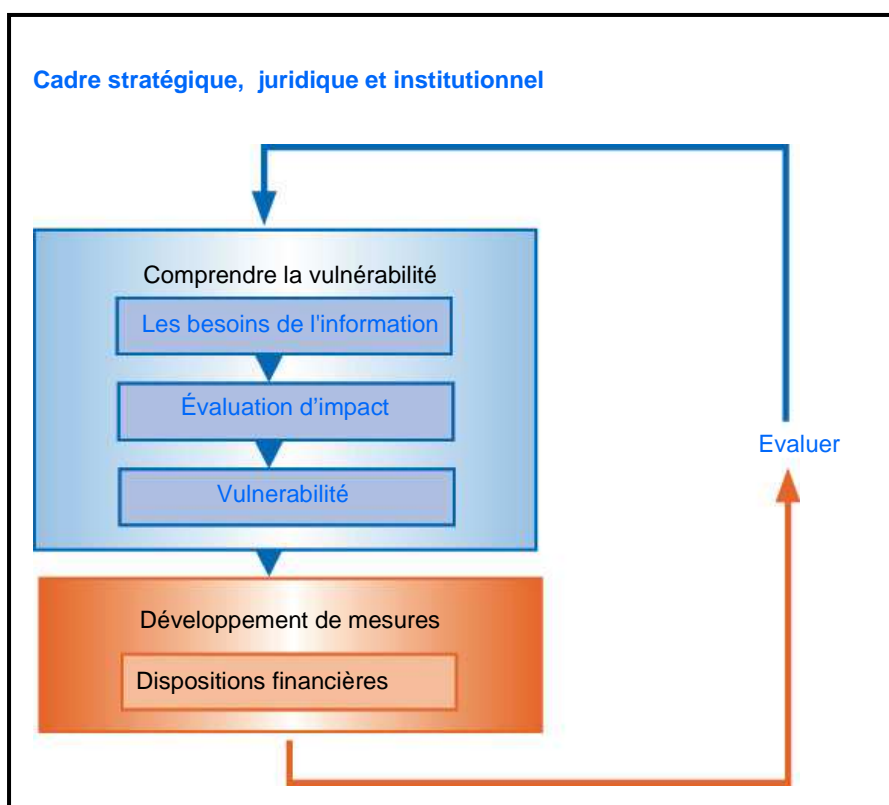
- renforcer leur compréhension et capacités d'évaluation des incidences, de la vulnérabilité et de l'adaptation au changement climatique ; et
- Prendre des décisions éclairées en matière d'actions pratiques d'adaptation et les mesures de réponse au changement climatique sur une base scientifique, technique et socio-économique solide, en prenant en compte le changement climatique et la variabilité actuels et futurs.

Le programme s'articule autour de neuf domaines d'activités, chacun constituant un élément important dans le renforcement des capacités des pays à s'adapter. Un rapport récent d'atelier de la CCNUCC sur la planification de l'adaptation et les pratiques (CCNUCC, 2007b) inclut des directives de planification spécifiques d'adaptation pour le secteur de l'eau.

3.2 Principaux éléments basés sur les orientations fixées par la CEE-ONU.

La Commission Economique des Nations Unies pour l'Europe (CEE-ONU), dans le cadre de sa convention sur la protection et l'utilisation des cours d'eau transfrontaliers et des lacs internationaux, a lancé un processus pour élaborer un document d'orientation sur la gestion de l'eau et l'adaptation au climat (CEE-ONU, 2009). Bien qu'elle soit actuellement disponible seulement sous forme de projet, elle constitue une vraie synthèse du débat actuel de politique sur la question et exigences et grandes étapes qu'implique la planification de l'adaptation pour le secteur de l'eau. Le Schéma 3.2. présente les étapes à suivre dans l'élaboration

Figure 3.2. Elaboration d'une stratégie d'adaptation



Le document d'orientation (CEE-ONU, 2009) fait ensuite ressortir quelques principes importants pour la planification de l'adaptation, à savoir:

1. Le changement climatique est un processus caractérisé par un certain nombre d'**incertitudes et risques** relatifs en particulier à l'ampleur, la période et la nature des changements. Cependant, les décideurs ne sont pas habitués à une telle incertitude lorsqu'ils traitent d'autres problèmes. Pour prendre en considération cette situation, diverses méthodes sont employées. Celles-ci incluent l'analyse de sensibilité, l'analyse des risques, la simulation et le développement de scénarios.
2. Dans la mesure où le changement climatique entraîne des effets néfastes sur la santé des personnes et l'environnement, le **principe de précaution** devrait être appliqué et des mesures préventives devraient être prises même si quelques rapports de cause à l'effet restent à prouver scientifiquement. Selon le principe de précaution, l'incertitude au sujet des dommages à encourir ne devrait pas servir d'argument à une action tardive. Face à la grande incertitude, une approche de précaution pourrait même avoir comme conséquence une réponse ciblée plus rigoureuse d'émission-réductions et/ou d'adaptation
3. Les **principes généraux** suivants devraient s'appliquer à tout cadre de politique d'adaptation :
 - L'adaptation à la variabilité à court terme du climat et aux événements extrêmes sert de base à la réduction de la vulnérabilité au changement climatique à plus long terme ;
 - La politique et les mesures d'adaptation sont évaluées dans un contexte socio-économique de développement ;
 - A la suite des principes de politique et de mesures d'adaptation au

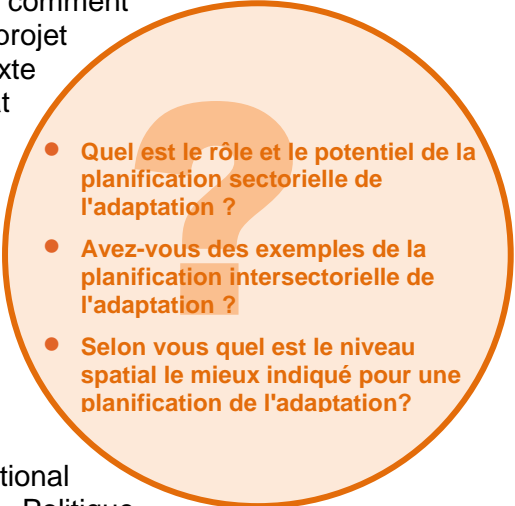
développement durable prendre en compte les préoccupations d'ordre social, économique et environnemental et s'assurer que les besoins de la génération actuelle sont satisfaits sans compromettre ceux des générations futures ; et

- les politiques/stratégies d'adaptation soient élaborées à différents niveaux de la société, y compris le niveau local.
4. Une forte **collaboration interministérielle et intersectorielle** avec la participation de tous les acteurs réels devrait être une condition préalable pour la prise de décision, la planification et l'exécution.
 5. La GIRE devrait être appliquée pour assurer l'intégration multidimensionnelle de la gestion dans laquelle les approches existantes sont distinctes les unes des autres et pour prendre en considération les réalités environnementales, économiques, politiques et socioculturelles de la région concernée.
 6. Les options « **sans regret** » et « **peu de regret** » devraient être considérées comme prioritaires. Les options « sans regret » sont des mesures ou des activités qui feront leur preuve même si aucun (plus) de changement climatique ne s'observe. Par exemple, le monitoring et les systèmes d'alerte précoce pour des inondations et autres événements climatiques extrêmes seront bénéfiques même si la fréquence des événements ne s'intensifie pas comme prévu. Les options « peur de regret » sont des options peu coûteuses qui peuvent potentiellement apporter de grands avantages en cas de changement climatique et à des coûts moindre lorsque le changement climatique ne se produit pas. Un exemple à prendre en compte pour le changement climatique à l'étape de conception pour de nouvelles canalisations en produisant des tuyaux plus larges.
 7. Le choix des scénarios, des méthodologies et des mesures relatives pour traiter de l'adaptation au changement climatique devrait prendre en compte les **effets secondaires** possibles de leur exécution.
 8. Des mesures pour faire face aux effets du changement climatique doivent être prises en considération à **différentes échelles**, dans l'espace et dans le temps. Concernant la composante spatiale, les mesures devraient tenir compte des problèmes locaux aussi bien que des questions régionales et de grands bassins. Quant à la composante temps, des distinctions devraient être faites entre les niveaux stratégiques, tactiques et opérationnels.
 9. **L'estimation des coûts** d'une mesure est un préalable pour classer une mesure et l'inclure au budget ou dans un programme d'adaptation plus vaste. Les quatre principales méthodes utilisées pour fixer les priorités et retenir des options d'adaptation sont l'analyse coûts-avantages, l'analyse de critères multiples, l'analyse de rentabilité et un jugement autorisé. Les coûts de non-action qui pourrait entraîner un certain nombre d'effets socio-économiques (par exemple les emplois perdus, déplacements de populations et la pollution) devraient également être considérés.

Si les principes généraux ci-dessus servent dans l'orientation d'une politique d'adaptation, ils éludent presque la question de traduire la politique en acte. Comme les pays commencent à rendre compte de leurs réalisations dans le cadre de la CCNUCC, ils présentent des exemples de scénarios sur la planification de l'adaptation et de pratique, et il serait nécessaire de faire une synthèse des informations recueillies. Aux fins du présent manuel, un exemple est donné dans les

exercices de ce chapitre qui propose une option, comment passer de la théorie à l'acte sous la forme d'un projet de planification de l'adaptation dans le contexte d'un pays en voie de développement à climat aride.

3.3 Principaux éléments basés sur les orientations fixées par le PNUD

- 
- Quel est le rôle et le potentiel de la planification sectorielle de l'adaptation ?
 - Avez-vous des exemples de la planification intersectorielle de l'adaptation ?
 - Selon vous quel est le niveau spatial le mieux indiqué pour une planification de l'adaptation ?

Le PNUD en tant que principal partenaire international de développement a conçu un Cadre de Politique d'Adaptation (CPA). Le Schéma 3.3 ci-dessous indique les phases du CPA. Une fiche technique présentant en détail les exigences est donnée pour chaque étape. Le processus du CPA peut être utilisé pour formuler et concevoir des projets liés à l'adaptation ou pour explorer la possibilité d'inclure l'aspect adaptation dans d'autres types de projets. Les projets peuvent cibler toute échelle de population, du village au niveau national. Le CPA comprend les étapes suivantes :

Composante 1 : La définition de la portée et la conception d'un projet d'adaptation impliquent la nécessité de s'assurer qu'un projet – quelle ce soit sa taille ou portée – s'intègre dans la politique nationale de planification et le processus de développement. C'est l'étape la plus importante du CPA. L'objectif est de mettre en place un plan efficace de projet pour permettre la mise en œuvre des stratégies, politiques et mesures d'adaptation.

Composante 2 : L'évaluation de la vulnérabilité présente implique la réponse à plusieurs questions telles que : La vulnérabilité actuelle d'une société aux risques climatiques ? Quels facteurs déterminent la vulnérabilité présente d'une société ? La réussite des mesures d'adaptation aux risques climatiques actuels ?

Composante 3 : L'évaluation des risques climatiques futurs met l'accent sur la mise au point de scénarios des tendances futures du climat, de la vulnérabilité et des conditions socio-économiques et environnementales servant de base pour envisager les risques climatiques futurs.

Composante 4 : La formulation d'une stratégie d'adaptation en réponse aux risques climatiques et de vulnérabilité exige l'identification et le choix d'un ensemble d'options et de mesures de politique d'adaptation, et l'ancrage de ces options dans une stratégie cohérente et intégrée.

Composante 5 : La poursuite du processus d'adaptation implique la mise en œuvre, le monitoring, l'évaluation, l'amélioration et l'appui durable aux actions engagées dans le cadre du projet d'adaptation.

Component 1: Scoping and designing an adaptation project involves ensuring that a project – whatever its scale or scope – is well integrated into the national policy planning and development process. This is the most vital stage of the APF process. The purpose is to put in place an effective project plan so that adaptation strategies, policies and measures can be implemented.

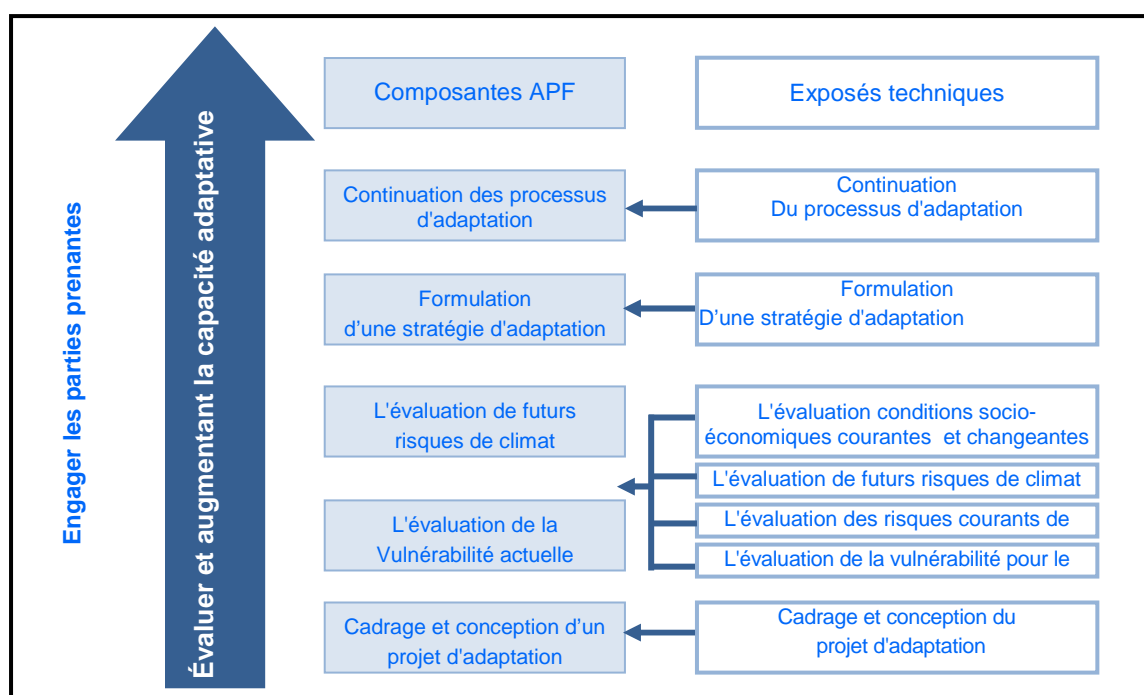
Component 2: Assessing current vulnerability involves responding to several questions, such as: Where does a society stand today with respect to vulnerability to climate risks? What factors determine a society's current vulnerability? How successful are the efforts to adapt to current climate risks?

Component 3: Assessing future climate risks focuses on the development of scenarios of future climate, vulnerability and socio-economic and environmental trends as a basis for considering future climate risks.

Component 4: Formulating an adaptation strategy in response to current vulnerability and future climate risks involves the identification and selection of a set of adaptation policy options and measures, and the formulation of these options into a cohesive, integrated strategy.

Component 5: Continuing the adaptation process involves implementing, monitoring, evaluating, improving and sustaining the initiatives launched by the adaptation project.

Le Schéma 3.3 : Composantes du cadre de politiques d'adaptation (CPA)



Le CPA distingue quatre principales approches dans un projet d'adaptation, à savoir une approche basée sur le risque, la vulnérabilité, la capacité adaptative et celle basée sur la politique (adj). Le Tableau 3.1 ci-dessous fournit des définitions et des exemples des quatre approches pour différentes échelles institutionnelles d'application.

Source: UNDP, 2004

Tableau 3.1 : Identification de l'intérêt d'un projet d'adaptation en fonction de l'échelle de mise en œuvre

	Approche orientée vers les Risques	approche orientée vers la vulnérabilité	approche orientée vers la capacité adaptative	Approche orientée vers la stratégie
	Accroître la résilience aux graves inondations et de risques climatiques futurs	Amélioration de l'accès aux marchés et soutien à la diversification de moyens de subsistance sous le futur climat	Amélioration de la connaissance et la résilience du milieu des affaires au changement climatique, y compris la variabilité	Réduire la vulnérabilité aux ondes de tempête et l'élévation de niveau de la mer induite par le changement climatique
National	Comment les services météorologiques nationaux peuvent être changés pour mieux surveiller l'évolution de futurs risques ?	Comment les changements récents des marchés mondiaux affecteront-ils l'aquaculture au Bangladesh (déjà en danger d'inondation de l'élévation du niveau de la mer) sous le futur climat ?	Quels milieux des affaires seront les plus affectés par le changement climatique et pourquoi ? Quelle sensibilisation est nécessaire, et pour qui ? Quels forums devraient être impliqués ?	Quels incitations ou découragements devraient être employés pour décourager l'aménagement des zones côtières vulnérables à l'élévation de niveau de la mer et des houles d'orage induites par le changement climatique ?
Régional	Comment est-ce que les systèmes d'alerte précoce aux inondations peuvent-ils être plus efficaces face au futur climat pour les communautés difficile à atteindre ?	Comment l'accès aux marchés exigés par des activités de diversification de moyens d'existence peut-il être facilité pour modérer le futur climat ?	Comment les entreprises régionales peuvent-elles soutenir le plus efficacement soutenir les moyens de subsistance identifiées comme étant les plus vulnérables au changement climatique, y compris la variabilité ?	Réalignment ou retraite ? Comment décider quelles zones sont protégées et seront submergées sous le futur climat ?
Local	Quelles techniques sont les plus appropriées pour la planification efficace de préparation aux catastrophes au niveau local sous le futur climat ?	Comment des systèmes de crédits peuvent-ils le mieux soutenir la diversification des moyens de subsistance dans les zones rurales pour réduire des risques de climat ?	Quels processus de visualisation participative sont les plus appropriés pour identifier les menaces et les risques potentiels résultant de scénarios de changement climatique pour des membres des associations commerciales locales et des entreprises ?	Quels projets de parties prenantes sont les plus appropriés pour explorer les moyens de réduire les dégâts des inondations dans une zone urbaine sous le futur climat ?

Source: UNDP, 2004

3.4 Dialogue sur l'adaptation au changement climatique pour la gestion des terres et de l'eau

En avril 2009, un ensemble d'acteurs clés qui se sont engagés dans le Dialogue sur l'Adaptation de la gestion des terres et de l'eau ont convenu de cinq Directives sur l'adaptation au changement climatique à l'issue d'un processus de consultation régionale. Ces directives, reproduites, « favorisent le développement durable tout en répondant aux incidences du changement climatique » (dialogue sur l'adaptation de la gestion de terres et de l'eau, 2009). Ces directives comprennent :

Directive 1 (développement durable) :

L'adaptation doit être traitée dans un contexte de développement global, identifiant le changement climatique comme un défi supplémentaire pour réduire la pauvreté, la faim, la maladie et la dégradation environnementale.

Directive 2 (résilience) :

Renforcement de la capacité de résilience aux changements climatiques actuels et futurs requiert que l'adaptation « commence maintenant » par la résolution des problèmes existants relatifs à la gestion des terres et de l'eau.

Directive 3 (gouvernance) :

Le renforcement des capacités des institutions en matière de gestion des terres et de l'eau est crucial pour une adaptation efficiente et devrait se fonder sur les principes de la participation de la société civile, de l'égalité des sexes, de la subsidiarité et de la décentralisation.

Directive 4 (l'information) : L'information et la connaissance pour l'adaptation locale doivent être améliorées et doivent être considérées comme un bien public un intérêt public pour être partagé à tous les niveaux.

Directive 5 (sciences économiques et financement) : Le coût d'inaction, et les avantages économiques et sociaux des actions d'adaptation, impliquent pour des investissements et financements accrus et innovateurs. Pour plus de détails, bien vouloir lire toute la déclaration (Dialogue sur l'adaptation de la gestion des terres et de l'eau, 2009).

3.5 Les aspects économiques de l'adaptation

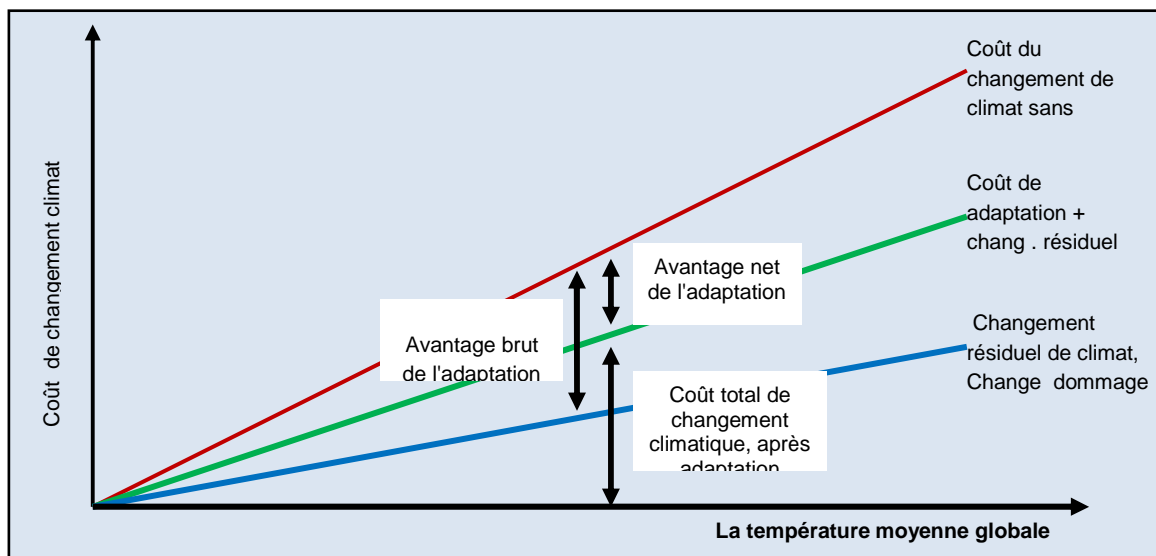
Les aspects économiques qu'impliquent les solutions au problème de changement climatique font l'objet d'un grand débat à la fois sur le coût et les avantages liés à l'atténuation et l'adaptation au changement climatique. Le rapport le plus souvent cité est la Stern Review, publiée en 2006 par le gouvernement britannique (Stern, 2006). Il illustre la nécessité d'intégrer les mesures d'adaptation et les politiques appropriées dans les stratégies de développement des pays, intégrées dans les programmes de développement et les financements et dépenses d'adaptation au niveau régional, national et local, en lieu et place de processus parallèles, comme indiqué dans la Revue :

Quelles implications entraînerait l'isolement de l'adaptation des programmes et objectifs généraux de développement? Cela serait-il faisable dans votre pays?

« Pris ensemble, tout cela implique que plutôt que d'isoler l'adaptation du développement, elle devrait être considérée comme un coût et complexité supplémentaires dans la définition des objectifs de développement standards. Plus particulièrement, l'adaptation a les mêmes résultats de cible que le développement, y compris l'appui durable et l'amélioration de la protection sociale, de la santé, la sécurité et l'indépendance économique - et ainsi la priorité sera accordée aux dépenses (soit au titre de l'adaptation ou du développement) en fonction des incidences prévues sur ces résultats. Le moyen le plus efficace pour atteindre cela est d'intégrer le risque climatique, et les ressources supplémentaires nécessaires pour y faire face, dans la planification et la budgétisation et la définition de ces objectifs de développement. » (Stern, 2006)

La Stern Review aborde les aspects de l'adaptation qui sont discutés au Chapitre 5 du rapport. Si éviter les dommages dus au changement climatique peut être considéré comme un avantage de l'adaptation, le rapport est explicite sur le fait qu'il pourrait souvent exister des dommages résiduels substantiels (ou risque). Le Schéma 3.4 est une illustration de modèle simplifié des aspects financiers de l'adaptation. Il s'agit ici d'un rapport linéaire entre le coût engendré par le changement climatique et l'accroissement de la température moyenne globale, tandis qu'en réalité, les tendances des coûts pour l'augmentation de la température demeurent exponentielles.

Schéma 3.4: Coût et avantages de l'adaptation par rapport à la température moyenne mondiale



Source: Stern, 2006

Le concept « **avantages nets** » de l'adaptation est important pour le modèle - c.-à-d. les dommages évités moins le coût d'adaptation. Le concept des avantages nets comme indicateur dans la formulation de politique est déjà une pratique habituelle dans le cadre d'un certain nombre de politiques de développement lié au climat, telle que la gestion intégrée des inondations : les avantages nets d'une stratégie de gestion des inondations sont les avantages globaux enregistrés en employant la zone inondable moins le coût de protection contre les inondations et des dégâts résiduels causés par les inondations (OMM, 2004). Cela implique que dans des décisions de planification il est nécessaire de combiner la gestion des

A quoi pourrait alors ressembler le schéma 3.4 dans le cas d'un projet de prévention des inondations?

risques (comme un concept de probabilité et de la conséquence qui en découle) avec une projection de risque acceptable en raison des avantages obtenus. Cette projection permet d'éviter la mal-adaptation dans le sens de limiter inutilement des chances de développement cruciales pour la réduction de pauvreté/création de moyens de subsistance.

3.6 Défis et opportunités d'adaptation

Défis

- **Systèmes de monitoring et d'observation insuffisants et échange de données**

La compréhension de l'état actuel des ressources en eau forme la base pour détecter et établir la signification des tendances, par exemple, celles précipitations et des types de ruissellement ou répartition de l'humidité du sol. Les systèmes inadéquats de monitoring et d'observation des eaux souterraines et de surface et - c.-à-d. la quantité et la qualité, les tendances actuelles de la pluviométrie et l'état de la cryosphère – demeurent un facteur inhibant pour beaucoup de pays en termes de gestion et développement de ressources en eau, et par conséquent pour la planification de l'adaptation. Les données insuffisantes sur les changements dans l'occupation des terres dans les bassins fluviaux rendent difficile l'évaluation des changements hydrologiques dus à la variation climatique. Même lorsque ces données sont disponibles, elles sont peut être considérées comme « ressources stratégiques » et ne font pas l'objet de large diffusion, ou les dispositions institutionnelles ne sont pas assez solides pour produire des rapports concluants sur l'état de la ressource. Par conséquent, l'évaluation des ressources en eau – y compris des besoins pour des programmes de monitoring opérationnels - devrait être perçue comme (premier) maillon indispensable de la planification de l'adaptation.

- **Manque de données de base**

Cela constitue certainement le principal obstacle actuel à la planification de l'adaptation dans la mesure où les différents pays peuvent se permettre d'investir dans la collecte de données de base. Dans le secteur de l'information sur le climat, compte tenu des insuffisances soulignées ci-dessus dans la capacité de suivi, les records climatologiques historiques in situ sont dispersées et la télédétection peut pallier - mais pas remplacer – ces records.

Concernant la prévision climatique saisonnière et interannuelle, seuls quelques centres hautement spécialisés sont actuellement en mesure de fournir de tels produits de la qualité requise mais pas encore à l'échelle spatiale et temporelle dans lesquelles évoluent les gestionnaires des ressources en l'eau.

- **Installations dans les zones vulnérables**

Même en dehors d'un scénario de changement climatique, les problèmes posés par la croissance démographique (particulièrement dans les pays en voie de développement) et la pression qui en résulte sur les ressources en terres et en eau limitées sont énormes. On s'attend à ce que le changement climatique aggrave ces problèmes en affectant la fréquence et/ou l'intensité des risques liés à l'eau, tels que les inondations, les crues soudaines, les coulées de boue et les glissements de terrain. La pauvreté et l'urbanisation sont les principaux facteurs qui contribuent à drainer des personnes vers les zones vulnérables précédemment inoccupées, car la terre y est moins chère ou la seule terre qui reste pour une installation. La planification de l'adaptation doit, donc, incorporer

une perspective de développement.

- **Cadre politique, technologique et institutionnel approprié**

L'adaptation ne doit pas être perçue comme un processus de développement séparé d'un pays mais comme une partie intégrale de celui-ci. Si la faiblesse des structures institutionnelles et la capacité institutionnelle constituent un défi majeur du secteur de l'eau dans les pays en voie de développement, il s'est créé un autre défi à travers les processus d'adaptation : le risque de mettre à l'écart des structures institutionnelles établies. Il y a lieu dans la planification de l'adaptation de renforcer et définir clairement le rôle des autorités compétentes, des O.N.G. et du secteur privé dans la réalisation des objectifs d'adaptation. La nécessité renouvelée pour un processus multidisciplinaire qui tient compte d'un changement vers des options d'adaptation (et d'atténuation) durables, économiquement viables, équitables socialement et écologiques. Le discours politique depuis quelques années sur les options d'atténuation des changements climatiques soulignent clairement cette nécessité (l'utilisation des biocarburants par exemple).

- **Équité sociale dans les processus de prise de décision**

L'absence d'acteurs dans les processus de prise de décision constitue un obstacle majeur à la recherche de solutions plus équitables dans la gestion de l'eau en général et le lien étroit avec le changement climatique ne rend pas les problèmes moins complexes dans ce domaine. Les vulnérabilités aux incidences du changement climatique ont un grand atout pour accroître les injustices dans les sociétés, au fur et à mesure que la base des ressources naturelles s'épuise et les moyens de subsistance - l'agriculture en particulier - sont menacés par le manque d'investissement et de renforcement des capacités dans le secteur. Si le changement climatique est perçu comme le seul facteur dans la prise de décisions sur la migration, les implications sur l'équité entre générations et genre peuvent être énormes. Cela est particulièrement valable lorsque les communautés rurales sont disloquées (par exemple où la main d'œuvre masculine émigre pour trouver du travail, en laissant derrière les personnes âgées, les femmes et les enfants). Par conséquent, il est impératif de développer une perspective soucieuse du genre sur les vulnérabilités de divers groupes et différents rôles qu'ils peuvent jouer dans la planification de l'adaptation. Un autre élément de complication de l'équité en matière de prise de décision demeure le fait que les générations futures ne sont pas représentées dans le processus et que le gouvernement doit assumer ce rôle.

Opportunités

- **Planification de nouveaux investissements pour l'expansion de la capacité**

Etre en mesure de prévoir les incidences du changement climatique sur les ressources en eau permet d'accélérer la planification et les décisions d'investissement dans de nouveaux projets de développement des ressources en eau. Ces projets sont urgentement nécessaires dans les secteurs qui manquent d'infrastructures de base en eau, car ce manque a constitué un frein au processus de développement dans le passé. Dans plusieurs secteurs, les options croissantes de stockage et de gestion de la demande ont été des questions de défis politiques et financiers qui devraient être reconsidérées, surtout en raison des conditions de variabilité qui s'observent dans les tendances pluviométriques. De tels projets peuvent également servir d'éléments des paquets de stimulation économique qui disposent de grands portefeuilles pour des investissements dans les infrastructures en appui au secteur du

bâtiment. Les propositions qui ont complété le cycle de planification institué mais qui ont pu manquer d'investissements ou de soutien politique traditionnel devraient maintenant faire l'objet d'attention dans le cadre d'un tel investissement pour éviter les investissements inappropriés et l'inadaptation.

- **Entretien et réhabilitation importante des systèmes actuels**

De même, les aspects négligés en matière d'entretien des infrastructures d'eau (sécurité des barrages, canalisations et entretien de canal, réhabilitation de la levée (digue), etc.) devraient connaître une revitalisation à travers la réévaluation des procédures de conception (telle que les « maxima probables de précipitations » et « étendue maximale de l'inondation »), des niveaux de sécurité et les programmes de monitoring et de sécurité. C'est l'occasion de renforcer la sécurité des infrastructures et la sécurité publique au delà des questions de changement climatique.

- **Fonctionnement et régulation des systèmes actuels pour une utilisation optimale et prise en compte de nouveaux objectifs.**

La complexité supplémentaire de la variabilité et du changement climatique offre un certain nombre d'occasions pour réévaluer et optimiser l'opération et la régulation des infrastructures d'eau. Cela pourrait inclure les exigences pour des flux environnementaux minima et d'autres exigences écologiques relatives à la qualité de l'eau, caractère saisonnier de l'inondation, la vulnérabilité des communautés en amont et en aval aux taux d'inondation fluctuantes, aussi bien que les dispositions transfrontalières pour le partage de l'eau, etc.

- **Modifications dans les processus et les demandes (conservation de l'eau, évaluation, réglementation)**

La variabilité croissante du climat peut également être une occasion d'établir des réglementations plus souples et plus solide sur la conservation de l'eau et la fixation des prix (non pas en renforçant la réglementation, intrinsèquement). Cela a été une tâche difficile, même dans l'hypothèse d'un climat stationnaire.

- **Introduction de nouvelles technologies performantes**

Les changements prévus dans la disponibilité en eau peuvent booster le développement et l'application des technologies innovatrices et performantes pour le développement des ressources en eau (par exemple le dessalement et la réutilisation) aussi bien que la conservation des ressources en eau (systèmes de traitement des eaux usées, améliorations des performances des systèmes d'irrigation ('plus de récolte par goutte'), etc. De tels nouveaux projets exigent cependant un essai complet pour montrer leurs avantages et inconvénients respectifs afin d'atténuer le risque de donner lieu à des conflits avec les autres objectifs dans les domaines de l'adaptation et de la réduction du changement climatique.

- Quels défis et opportunités concrets que vous trouvez dans votre environnement lorsqu'il s'agit de l'adaptation du secteur de l'eau au changement climatique?
- Pensez-vous que le recours au débat sur le changement climatique pour faciliter des améliorations de gestion courante de ressources en eau est justifié ? Quels sont les avantages et les risques d'adopter une telle approche ? Quel rôle les principes de l'intégrité scientifique jouent-ils sous la pression politique de mettre au point une stratégie d'adaptation ?

- **Maintenance and major rehabilitation of existing systems**

Similarly, neglected aspects of water infrastructure maintenance (dam safety,

drainage systems and channel maintenance, levee rehabilitation, etc.) should undergo revitalization through the reassessment of design procedures (such as the 'probable maximum precipitation' and 'probable maximum flood'), safety levels and safety and monitoring programmes. This is an opportunity to strengthen infrastructure and public safety beyond the questions of climate change.

- **Operation and regulation of existing systems for optimal use and accommodating new purposes**

The added complexity of climate variability and change offers a number of opportunities to reassess and optimize the operation and regulation of water infrastructure. This could include the requirements for minimum environmental flows and other ecological requirements related to water quality, seasonality of flow, vulnerability of upstream and downstream communities to rapidly changing flow rates, as well as the transboundary arrangements for water sharing, etc.

- **Modifications in processes and demands (water conservation, pricing, regulation)**

Increasing climate variability may also be an opportunity to establish smarter and more robust regulations on water conservation and pricing (although not by increasing regulation, *per se*). This has been a difficult task, even under the assumption of a stationary climate.

- **Introduce new efficient technologies**

Expected changes in water availability may boost the development and application of innovative and efficient technologies for water resources development (e.g. *desalination* and reuse) as well as water resources conservation (wastewater treatment systems, irrigation efficiency improvements ('more crop per drop'), etc. Such new schemes, however, require thorough testing to establish their respective merits and demerits to minimize the risk of conflicting objectives in the areas of climate change adaptation and mitigation.

Résumé

L'adaptation à la variabilité présente du climat et aux événements extrêmes forme la base pour réduire la vulnérabilité au futur changement climatique. Une stratégie d'adaptation doit être développée dans le contexte de développement du pays ou la région dans laquelle il doit être mis en œuvre pour éviter l'inadaptation. L'adaptation se produit à de divers niveaux dans la société : national, régional, local, la communauté et l'individu. Le processus d'adaptation est aussi important que la stratégie d'adaptation, particulièrement en optimisant les ressources disponibles à travers les secteurs et en engageant le plus large possible de groupes d'acteurs.

Lectures

recommandées

Cap-Net (2005) Integrated Water Resources Management Plans: Training Manual and Operational Guide.

CPWC (2009) Arid and Semi-Arid Regions. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation. The Co-operative Programme on Water and Climate (CPWC): Den Haag, The Netherlands.

<http://www.waterandclimate.org/index.php?id=5thWorldWaterForumpublications810>

CPWC (2009) Deltas. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation.

CPWC (2009) Energy. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation.

CPWC (2009) Local Government. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation.

CPWC (2009) Financial Issues. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation.

Liens Web

CCNUCC Climate Change Adaptation home page:
<http://CCNUCC.int/adaptation/items/4159.php>

4. INCIDENCES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LES SECTEURS UTILISATEURS DE L'EAU

Objectif

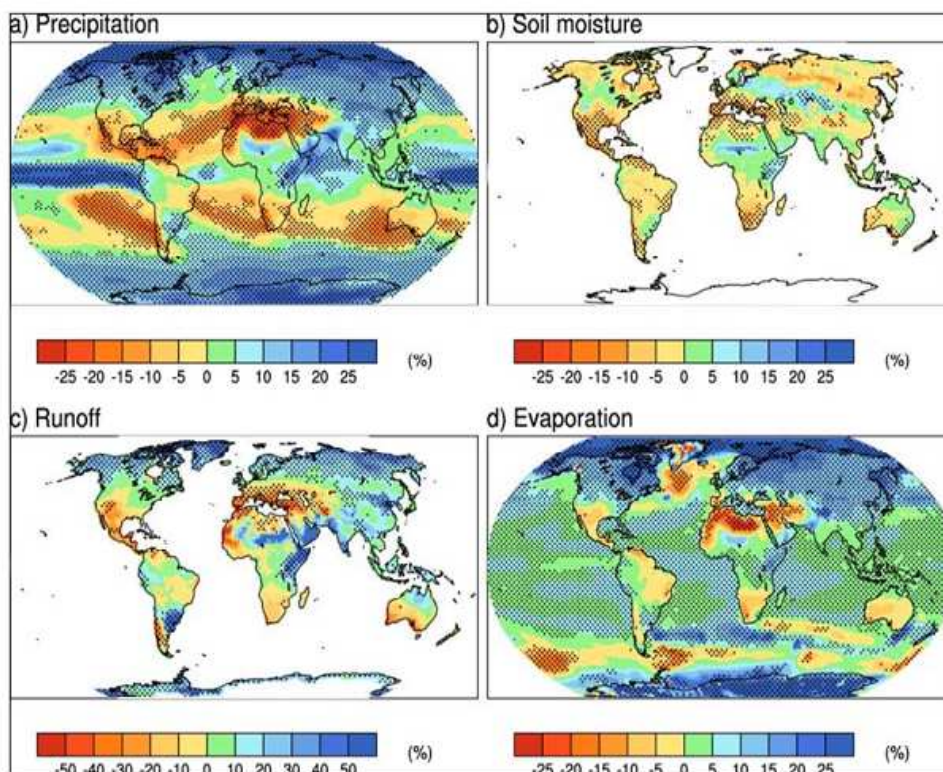
L'objectif de ce chapitre est de familiariser les participants avec les effets attendus des changements climatiques dans différentes régions et sur certains secteurs utilisateurs de l'eau, ainsi que des méthodes d'analyse et d'évaluation de ces incidences.

4.1 Projections sur les changements climatiques par région

Bien que des températures globales élevées dues au changement climatique puissent être observées, l'incidence sur les ressources en eau sera plus complexe (voir Chapitre 2) et variera selon les régions. Si quelques régions pourraient enregistrer des précipitations plus élevées, d'autres régions devront faire face à un stress hydrique accru suite à la baisse significative des précipitations nettes. Le rapport récent de l'IPCC (Bates et al., 2008) donne une vue d'ensemble des incidences prévues sur les ressources en eau dans différentes régions du globe.

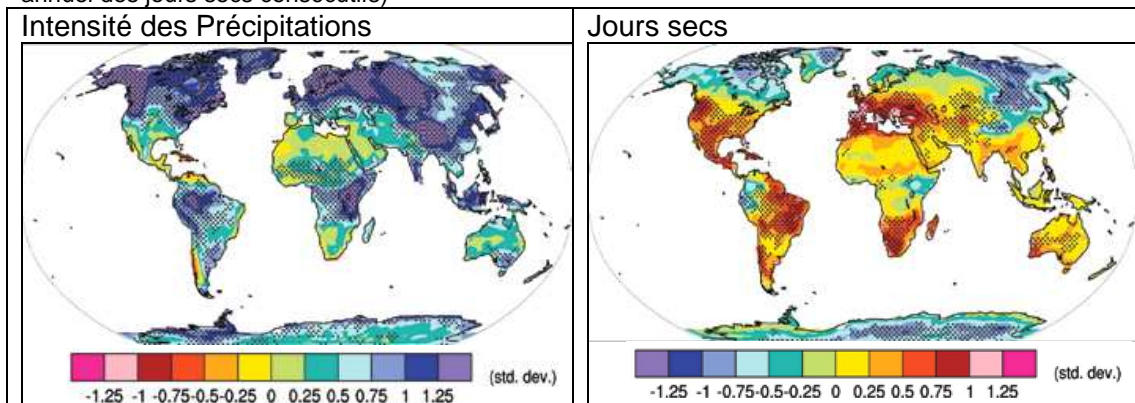
Les projections de changement climatique sont simplement basées sur les Modèles de Circulation Générale (GCM). Le Schéma 4.1 présente les résultats de quinze GCM tout en comparant les variations des moyennes annuelles de quatre variables hydrométéorologiques (précipitation, humidité du sol, ruissellement et évaporation) pour la période 2080-2099, par rapport au scénario SRES A1B, 1980-1999 (cf. le Schéma 2.8). Les régions où les modèles correspondent au signe du changement moyen sont en pointillés. Les résultats de la modélisation indiquent des projections de pénuries accrues d'eau dans plusieurs régions semi-arides et arides comprenant le bassin méditerranéen, la partie occidentale des Etats-Unis, l'Afrique Australe et la région nord-est du Brésil. Par contre, on s'attend à ce que les précipitations augmentent dans les hautes Latitudes (par exemple l'Europe septentrionale) et quelques régions subtropicales.

Schéma 4.1: Quinze modèles de variations moyennes dans les (a) précipitations (%); (b) l'humidité du sol (%); (c) l'écoulement (%) et (d) l'évapotranspiration (%). Les variations sont des moyennes annuelles: scénario A1B, période 2080–2099 relatif à 1980–1999



Le changement climatique pourrait augmenter la fréquence et l'intensité des inondations aussi bien que des sécheresses dans plusieurs régions du monde, comme le révèlent les résultats de modélisation de neuf MCG présentés dans le Schéma 4.2, avec en pointillé les régions où au moins cinq des modèles conviennent que les changements sont statistiquement significatifs. Les résultats prouvent que l'intensité des précipitations augmentera dans les latitudes élevées et les régions subtropicales, alors que les conditions de sécheresse s'intensifieront dans le bassin méditerranéen, à l'Ouest des Etats-Unis, en Afrique Australe et au nord-est du Brésil.

Schéma 4.2 : Projections globales de l'intensité des précipitations et des jours secs (nombre maximum annuel des jours secs consécutifs)



Ce qui suit est un bref résumé des incidences prévues du changement climatique dans différentes régions (Bates et al., 2008) :

Afrique

Le changement climatique pourrait accentuer les conditions de pénurie d'eau en Afrique australe et septentrionale. En revanche, on s'attend à ce que l'Afrique orientale et occidentale enregistrent plus de précipitations. Les conditions graves de sécheresse dans le Sahel ont persisté au cours des trois dernières décennies. Le Delta du Nil pourrait être sévèrement affecté par la hausse des niveaux de la mer.

Asie

Le changement climatique pourrait contribuer à la faiblesse de la pluviométrie au niveau du cours supérieur de l'Euphrate et du Tigre. On s'attend à ce que les précipitations hivernales diminuent au-dessus du sous-continent indien, entraînant un stress hydrique marqué, tandis que les pluies de mousson s'intensifieront. Les maxima et minima d'inondations mensuelles du Mekong pourraient respectivement augmenter et diminuer. Le recul des glaciers observé continuera à réduire les approvisionnements en eau des grandes populations.

Australie et Nouvelle Zélande

Des ruissellements dans le Darling Basin, qui couvrent 70 % des besoins agricoles en eau en Australie, devrait diminuer de manière significative. La fréquence de sécheresse s'accroîtra dans les parties orientales de l'Australie. Les ruissellements de pluies dans le South Island pourraient aussi s'accroître.

Europe

De façon générale, les précipitations moyennes annuelles seront élevées dans la partie nord de l'Europe et baisseront d'avantage dans la partie sud. La Méditerranéen et quelques régions de l'Europe Centrale et de l'Europe de l'Est connaîtront des sécheresses. Les risques d'inondation augmenteront en Europe orientale et septentrionale comme le long de la côte atlantique.

Amérique Latine

Le nombre de jours humides augmentera sur certaines régions du sud-est de l'Amérique du Sud et de l'Amazonie centrale. En revanche, les plus faibles précipitations extrêmes journalières augmenteront au-dessus de la côte nord-est du Brésil. Toutes les saisons connaîtront des saisons sèches extrêmes plus fréquentes en Amérique Centrale. Les glaciers poursuivront leur recul observé.

Amérique du Nord

Le changement climatique pourrait entraîner la réduction des ressources en eau déjà sur-utilisées de l'Amérique du Nord, particulièrement dans les régions occidentales semi-arides des Etats-Unis. Il est prévu la chute des niveaux d'eau des Grands Lacs. Le rétrécissement des glaciers pourrait se poursuivre. Le retard et la diminution de la couche de neige entraînera la diminution des capacités de stockage de la neige.

Quels sont les changements climatiques prévus pour votre région et comment pensez-vous que les ressources en eau seront affectées?

4.2 Incidences sur les secteurs utilisateurs de l'eau

4.2.1 Agriculture

Les incidences positives du changement climatique pourraient être des taux de croissance élevés en raison des concentrations accrues en CO₂ et de la durée de période de cultures. Cependant, comme l'agriculture demeure la plus grande consommatrice en eau, elle sera sérieusement affectée par la variabilité des précipitations, de la température et d'autres conditions atmosphériques (Kabat et van Schaik, 2003) et par conséquent au changement climatique. Par ailleurs, les incidences sur les cultures pluviales vis-à-vis des systèmes d'irrigation ne sont pas bien maîtrisés (la FAO, 2007). Les cultures pluviales couvrent plus de 80 pour cent des superficies agricoles globales et, tandis que dans les conditions arides et semi-arides, la production sera très vulnérable au changement climatique (Bates et al., 2008). Et bien que les terres irriguées représentent seulement environ 18 pour cent des superficies agricoles globales, leurs rendements sont en moyenne - 3 fois plus élevées que les superficies de cultures pluviales. Ainsi, la production alimentaire globale dépend à la fois de la pluviométrie et, de plus en plus, de la disponibilité en ressources en eau. La variabilité accrue des ressources en eau affectera à son tour les cultures irriguées. Dans les basses latitudes, par exemple, la fonte précoce des neiges pourrait provoquer des inondations au printemps entraînant des pénuries d'eau en été (Bates et al., 2008). En outre, si la faible pluviométrie entraînait une augmentation de l'utilisation des eaux d'irrigation, l'incidence des maladies d'origine hydrique pourrait augmenter en raison de l'utilisation des eaux usées mal traitées (Bates et al., 2008).

Certes, une faible disponibilité en eau pourrait directement et négativement affecter la production agricole. D'une part, les événements extrêmes de précipitation pourraient mener à une humidité excessive du sol, à l'érosion des sol, aux dommages directs aux plantes et à un retard dans les activités agricoles, perturbant alors la production alimentaire (Bates et al., 2008). La FAO (2007) classe les incidences dus au changement climatique sur la production alimentaire en deux groupes : biophysique et socio-économique (tableau 4.1). Toute la production alimentaire ne pourrait pas être menacée, mais les différences régionales et locales seront considérables et les moins capables d'y faire face (par exemple des fermiers des petites exploitations dans des zones marginales) seront le plus durement affectés.

Comment la production agricole dans votre région sera-t-elle affectée par les changements climatiques prévus ? Sera-t-elle excédentaire ou déficitaire ? Pouvez-vous envisager des mesures d'adaptation en cas d'incidences négatives ?

Table 4.1: Incidences biophysiques et socio-économiques du changement climatique sur la production alimentaire

Biophysiques	Socio-économiques
<ul style="list-style-type: none"> ● Effets physiologiques sur des récoltes, les pâturages, les forêts, le bétail (quantité, qualité) ● Variations des terres, des sols, ressources en eau (quantité, qualité) ● Défis accrus d'herbe et de parasites ● Variations dans la distribution spatiale et temporelle des incidences ● Élévation du niveau de la mer, modifications de la salinité et de l'acidité des océans ● Élévation de la température de la mer poussant les poissons à habiter à des niveaux différents 	<ul style="list-style-type: none"> ● Baisse des rendements et de la production ● PIB marginal réduit d'agriculture ● Fluctuations des prix sur le marché mondial ● Changements de la répartition géographique des régimes commerciaux ● Plus grand nombre de personnes exposées à la famine et à l'insécurité alimentaire ● Migration et troubles sociaux.

Source: Adapted from FAO, 2007

4.2.2 Ressources halieutiques

Les incidences du changement climatique sur la pêche et l'aquaculture incluent le stress hydrique dû à une demande accrue de la température et de l'oxygène, à la qualité de l'eau détériorée, aux faibles flux, etc. Cependant, il est probable que les incidences humaines (provoquées par la croissance démographique, réduction d'inondation, prélèvement de l'eau, changements d'utilisation des terres, pêches excessives) soient plus importants que les effets dus au climat (voir Bates et al., 2008). Par exemple, O'Reilly et al. (2003) ont observé une baisse des ressources halieutiques dans la zone pélagique du Lac Tanganyika, qu'ils attribuent à une combinaison des incidences du changement climatique et des pêches excessives. Le Lac Tanganyika est un lac de la Vallée du Rift s'étendant nord sud qui est grand (largeur moyenne, 50 kilomètres ; longueur moyenne 650 kilomètres), profond (profondeur moyenne, 570 m ; profondeur maximum, 1470 m) et qui constitue une source importante de ressources nutritionnelles et de revenus pour les pays frontaliers, Burundi, Tanzanie, Zambie et République Démocratique du Congo. Les températures élevées en eau profonde varient entre 1920 et 2000 et la profondeur du thermocline diminue depuis 1940. Cela est attribué aux effets du changement climatique ayant pour résultat des températures ambiantes accrues et une vitesse réduite du vent entraînant une réduction du mélange en profondeur des masses d'eau. Par conséquent la productivité de base dans la zone aquatique (plus étroite) a baissé, tout comme les intrants en nutriments d'eau profonde dans cette zone productrice.

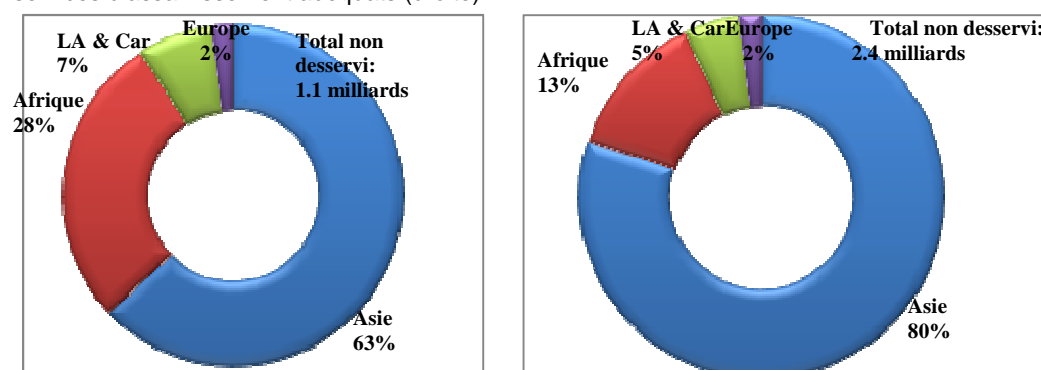
Pensez-vous que les ressources halieutiques dans votre région seront affectées par le changement climatique ? L'aquaculture le sera-t-elle aussi ?

4.2.3 Approvisionnement en eau et santé humaine

Le manque d'eau potable constitue une des plus grandes menaces pour la santé humaine. En dépit des progrès accomplis dans les secteurs d'approvisionnement et d'assainissement, 1,1 milliard de personnes n'ont pas accès à l'eau potable et 2,4 milliards ne disposent pas de services d'assainissement adéquats (OMS/UNICEF/WSSCC, 2000). La majorité de ces personnes habitent en Asie et en Afrique (le Schéma 4.3). Si l'approvisionnement en eau est souligné en raison du changement climatique, les disponibilités en eau de boisson et d'hygiène seront plus faibles. La réduction de l'efficacité des systèmes d'égouts pourrait entraîner de plus fortes concentrations de micro-organismes dans les approvisionnements en eau non

traîtée. Les concentrations des polluants augmenteront en raison de la faible dilution. La salinité accrue en raison des faibles débits des rivières et le tarissement des ressources d'eaux souterraines ont pu obliger des personnes à utiliser les eaux de surface souillées. Des précipitations plus élevées, d'une part, mettront plus de pression sur les systèmes d'égouts et entraîneront des inondations, augmentant ainsi les risques de propagation de maladies. L'incidence des maladies d'origine hydrique s'accroît, parce que les températures plus élevées favorisent la propagation de beaucoup de maladies. D'autre part, les augmentations de la température ont pu également provoquer de nouvelles maladies dans des secteurs précédemment non affectés. Somme toute, on s'attend à ce que l'incidence des maladies augmente (Kabat et van Schaik, 2003, Ludwig et Moench, 2009).

Schéma 4.3 : Répartition de la population mondiale n'ayant pas accès à l'eau potable (gauche) et à des services d'assainissement adéquats (droite)



Source : WHO/UNICEF/WSSCC, 2000

Le Tableau 4.2 récapitule les changements climatiques qui, à travers leur incidence sur les ressources en eau, affectent la santé des personnes (Kabat et van Schaik, 2003).

Quelle est la condition générale dans votre région en ce qui concerne l'approvisionnement en eau et l'assainissement ? Subiront-ils les effets des changements climatiques ?

Tableau 4.2. Processus intermédiaire et effets directs et indirects sur la santé des variations de température et du climat

Processus intermédiaire	Résultats sanitaires
Effets Directs	
Variation de la fréquence ou de l'intensité des événements climatiques extrêmes (par exemple orages, ouragans, cyclones)	décès, dommages, troubles psychologiques; dommages aux infrastructures de santé publique
Effets Indirects	
Écologie locale modifiée des agents infectieux portés par les eaux et portés les aliments	Variation de l'incidence des maladies infectieuses et diarrhéiques et autres
Variation de la productivité alimentaire due au changement climatique et autres ravageurs et maladies liés	Malnutrition et famine
Elévation du niveau de la mer avec des déplacements de populations et des dommages aux infrastructures	Risques accrus de maladies infectieuses et troubles psychologiques
Désintégration Sociale, économique et démographique à travers les effets sur l'économie, les infrastructures et l'approvisionnement en ressources.	Large éventail de conséquences sur la santé publique: santé mentale et déficiences nutritionnelles, maladies infectieuses, conflits sociaux.

Source : Kabat et van Schaik, 2003

4.2.4 Énergie

Bien que beaucoup d'autres secteurs et activités économiques pourraient être affectés par les changements climatiques (par exemple les infrastructures urbaines, le tourisme, les transports urbains), le secteur de l'énergie est particulièrement vulnérable aux changements climatiques. La production hydro-électrique est tributaire de la quantité, du calendrier et de la répartition spatiale des précipitations, aussi bien qu'aux incidences directes des températures (l'eau) (Kabat et van Schaik, 2003). La production d'hydro-électricité baisse avec les faibles débits. Par ailleurs, en période de débit faible, plus de conflits d'utilisateurs pourraient naître (par exemple les quantités d'eau disponibles pour l'agriculture, la nature). Si la température de l'eau dépasse un certain niveau, il ne sera pas indiqué de l'utiliser pour le refroidissement. Par exemple, la sécheresse due au phénomène La Niña de 1997/1998 a eu comme conséquence une baisse de la production d'hydro-électricité de 48 pour cent au Kenya, ayant pour résultat des coûts économiques très élevés pour le pays. Une diminution de 10 pour cent de ruissellement du Fleuve Colorado (Etats-Unis) est nécessaire pour entraîner la réduction de la production d'énergie de 36 pour cent (Kabat et van Schaik, 2003).

Comment le secteur énergétique sera-t-il affecté par les changements climatiques? Pourra-t-on observer des incidences positives?

4.2.5 Les Ouvrages d'eau

Considérez les citations suivantes :

La gestion de l'Eau [W] revient à la gestion de variabilité du climat. Le changement climatique et la variabilité accrue du climat modifieront tout seulement les conditions aux limites pour les gestionnaires de l'eau. (van Beek, 2009).

En raison de l'importance et de l'omniprésence du changement hydro-climatique apparent en cours, nous osons cependant affirmer que l'immobilisme est mort et ne devrait plus servir de d'hypothèse de base pour évaluer et planifier les risques liées aux ressources en eau. Le monde doit faire face aujourd'hui à de doubles défis énormes, réhabiliter ses ouvrages d'eau en dégradation et construire de nouveaux ouvrages d'eau. C'est le moment propice de mettre à jour des stratégies d'analyse pour prévoir de tels grands investissements sous un climat incertain et changeant. (Milly et al., 2008)

Les gestionnaires des ressources en eau, avec comme principale tâche, gère la variabilité climatique depuis des siècles. Les ingrédients de base de la pratique établie en matière de conception incluent l'utilisation des outils d'analyse statistique pour **en tirer le niveau de discharge ou des précipitations sur la base d'observations à long terme de ces paramètres. Dans la conception de la digue, par exemple, les niveaux dérivés d'eaux d'inondation** sont combinés avec une revanche (une augmentation raisonnable de la digue) pour parvenir au niveau réel de protection. La revanche tient compte :

- des incertitudes dans l'analyse hydrologique aussi bien que dans la technologie ;
- du ressac des vagues ; et
- de la Subsidence.

Les citations ci-dessus sont prises comme deux aspects du discours actuel des implications du changement climatique sur la planification et l'exploitation des infrastructures hydrauliques. Certains avancent le fait que les outils statistiques courants disponibles sont suffisants pour tenir compte des incertitudes des conditions non stationnaires dans la série chronologique (imposée sous le changement climatique). D'autres avancent le fait que la durée de vie des ouvrages d'eau (par rapport aux échelles de temps climatiques) permet de les adapter avec le temps d'une façon séquentielle. Ceci, cependant, semble impliquer que le changement climatique se produit à un rythme progressif ou linéaire. Cela est loin d'être une certitude. Les variations régionales du climat, comme la moyenne pluviométrique annuelle, peuvent se produire à un rythme beaucoup plus rapide que les moyennes globales.

Lorsque nous prenons le cas de gestion des inondations en pesant ces aspects, il est à noter que la décision quant au type de conception devrait être appliquée est basée sur une différence d'avantage de risque, établie non seulement selon des principes scientifiques mais également en fonction des événements. Une ville ou un complexe industriel sera protégée selon les normes de sécurité plus rigoureuses que celles appliquées pour une zone agricole. La politique de gestion des inondations se penche déjà dans certains endroits vers une approche au delà du mythe largement entretenue en politique 'de la sécurité absolue contre les inondations'. De telles approches intégrées de la gestion des inondations identifient la valeur des mesures de protection contre les inondations, et reconnaissent cependant leurs limites, telles que les risques résiduels si par exemple, les levées ne résistent pas ou sont surmontées (OMM, 2004). Cela est faisable en utilisant des outils tels que les contrôles de l'aménagement du territoire, la mise à l'épreuve des principaux ouvrages, les prévisions d'inondations, la planification de la préparation aux situations d'urgence pour des scénarios de non résistance de la levée et les solutions de partage de risques (par exemple les régimes d'assurance contre les inondations, les obligations catastrophe, etc.) une telle approche est nécessaire, mais des ramifications politiques certaines en termes de qui participe à la prise de décision dans un projet si multisectoriel doivent être prises en considération.

Le cas de la sécheresse est naturellement plus complexe à la fois en termes de sa prévisibilité, durée et de l'ensemble des mesures d'atténuation en place. En particulier, la conception et le fonctionnement de l'infrastructure de stockage de l'eau est un sujet de préoccupation. Même dans un scénario de variabilité du climat les sécheresses suscitent de loin moins d'attention que les inondations. Les scientifiques qui discutent sur la deuxième citation (ci-dessus) travaillent selon l'hypothèse qu'une approche 'statuquo' dans nos pratiques courantes en matière de développement d'infrastructures de l'eau peuvent conclure par la suite à des conséquences graves, et qu'il est plus rentable à long terme de prendre de nos jours des mesures préventives ou d'atténuation. Comme les outils actuels d'analyse ne sont pas suffisants pour concevoir et exploiter des ouvrages d'eau dans des conditions non stationnaires, et les demandes de la société auprès des gestionnaires des ressources en eau pour une augmentation durable du point de vue environnementale et socialement équitable, de grands efforts seront nécessaires dans la recherche et la mise au point de solutions de rechange qui combinent les forces de diverses disciplines scientifiques.

4.3 Les techniques d'évaluation des incidences

Une composante clé de tout effort d'adaptation au changement climatique, indépendamment de son ampleur, consiste à faire une évaluation raisonnablement fiable des incidences potentiels dus au changement climatique sous différentes conditions projetées, y compris celles avec et sans la mise en œuvre de mesures d'adaptation. Pour apprécier leur signification, les évaluations d'incidences doivent être caractérisées par des incertitudes inhérentes à différentes étapes du processus d'évaluation.

4.3.1 Les cadres d'évaluation du changement climatique

L'évaluation de l'incidence du changement climatique sur les ressources en eau est généralement conduite dans un cadre plus large. Cela devrait soutenir le choix et la formulation des politiques et des mesures d'adaptation et des mesures visant à renforcer la résilience et à réduire la vulnérabilité des systèmes de ressource en eau face au changement climatique imminent. Le rapport du groupe de travail d'IPCC II (Carter et al., 2007) identifie cinq types des cadres d'incidences des changements climatiques, d'adaptation et de vulnérabilité (CCIAV) d'évaluation (voir la boîte 4.1), différents par leur objectif et objet d'évaluation, les méthodes et d'approches disponibles pour traiter de l'incertitude. Généralement, les évaluations changent d'objectif la plupart du temps, abandonnant celui d'être basée sur la recherche au profit de l'analyse du soutien politique et de prise de décision en mettant l'accent sur l'implication des acteurs. Les incertitudes sont identifiées en tant que traits propres au processus d'évaluation qui doivent être gérés plutôt que réduits (voir le chapitre 5).

Encadré 4.1: Cadres d'évaluation CCIAV

L'IPCC (Carter et al., 2007) identifie cinq types de cadres d'évaluation CCIAV :

- Évaluation des incidences : une première génération, l'approche basée sur le scénario de la base au sommet domine toujours la littérature de CCIAV.
- Évaluation de l'adaptation : une approche de la base au sommet qui met l'accent sur l'évaluation des mesures visant à améliorer la résilience d'un système exposé au risque de changement climatique.
- Évaluation de vulnérabilité : une approche de la base au sommet étroitement associée à l'approche de l'adaptation, mais se focalisant plus sur les risques eux-mêmes pour réduire leurs incidences.
- Évaluation intégrée : fournit une plate-forme pour coordonner et représenter des interactions et la rétroaction entre différentes études d'évaluation CCIAV.
- Gestion des risques : souligne la caractérisation et la gestion des incertitudes et répond directement à la formulation de politique et à la prise de décision. Cette approche peut être appliquée pour faciliter l'analyse intégrée des politiques de réduction et d'adaptation.

4.3.3 Un aperçu des méthodes d'évaluation des incidences

La plupart des études d'évaluation des incidences trouvées dans la littérature sont basées sur le cadre d'évaluation IPCC sur sept étapes comme décrit dans le Tableau 4.3. Dans cette approche du sommet à la base, des scénarios sont choisis pour représenter une gamme des conditions socio-économiques potentielles qui sont habituellement basées sur les arguments d'IPCC SRES (le Schéma 2.8). Des scénarios correspondants d'émissions de gaz à effets de serre sont alors explorés les GCM

Ces méthodes peuvent-elles servir à vous aider à gérer vos ressources en eau de surface? Quel type d'information les météorologistes doivent-ils mettre à votre disposition?

pour produire les scénarios de changement climatique où chacun contient un ensemble de variables hydrologiques et météorologiques nécessaires pour simuler le système de ressources en eau concerné. Alternativement, ces scénarios peuvent être créés pour suivre des méthodes synthétiques ou analogues. Un outil de modélisation est utilisé généralement pour évaluer la réponse du système de ressources en eau aux scénarios de changement climatique.

Tableau 4.3: Le Cadre d'évaluation IPCC à sept étapes

1	La problématique
2	Adoption de la méthode
3	Tester la méthode/sensibilité
4	Choix des scénarios
5	Evaluation des incidences biophysiques/socio-économiques
6	Evaluation des ajustements autonomes
7	Evaluation des stratégies d'adaptation.

Source : Carter et al., 1994

Le processus d'évaluation est conduit dans plusieurs itérations pour établir des conditions de base et représenter l'adaptation autonome et prévue. La mise en œuvre des différentes mesures et politiques d'adaptation sont évaluées à partir d'un ensemble de critères qui reflètent les priorités établies par la structure de planification. Dans le meilleur des cas, ces critères devraient être choisis pour établir un équilibre entre les trois principes clés de la GIRE : efficacité économique, protection de l'environnement et équité sociale.

4.3.4 Types of climate change scenarios

Il existe trois principales méthodes pour produire des scénarios de changement climatique. La méthode la plus commune emploie le résultat des GCM, simulé en utilisant les émissions de gaz à effet de serre représentant les scénarios socio-économiques. Des scénarios synthétiques peuvent être créés pour représenter une gamme de changements climatiques potentiels. Des scénarios analogues peuvent être créés en utilisant des conditions historiques observées ou celles d'un autre secteur (Feenstra et al., 1998).

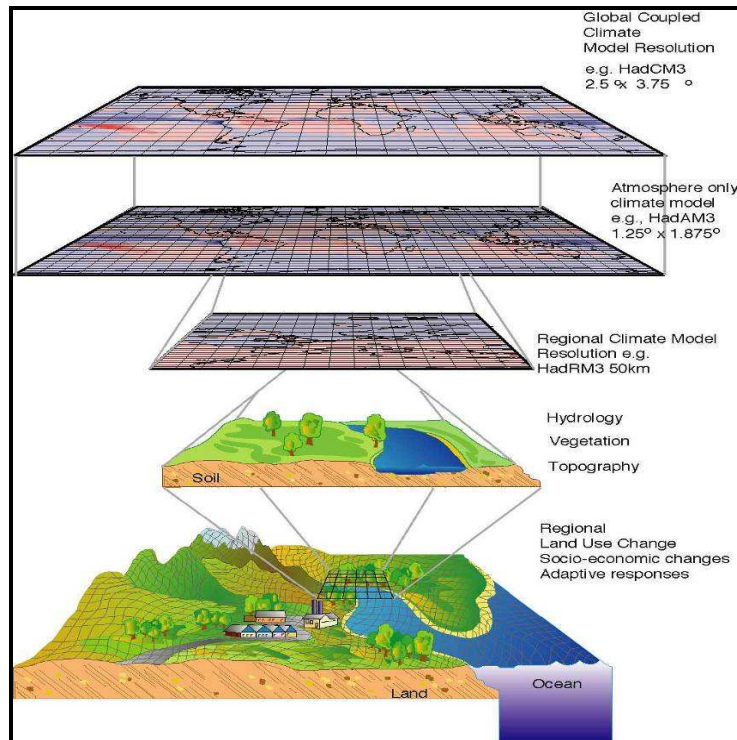
Les scénarios de changement climatique basés sur le modèle (GCM)

Les GCM sont des applications informatiques conçues pour simuler le système climatique de la terre aux fins de projeter les scénarios potentiels de climat. Ils s'étendent en complexité des modèles simples d'énergie à 3D Atmosphère-Océan GCM (AOGCM ; voir la section 2.2.2). Dans une étude d'évaluation des incidences, des conditions d'émission de gaz à effet de serre basées sur SRES sont explorés par un GCM pour produire les projections climatiques. Ils peuvent être explorés sur une base de conditions équilibrées, où on suppose que des climats actuels et futurs atteignent leurs concentrations d'émissions de gaz à effet de serre immédiatement. Plus représentatifs, et pourtant plus coûteux, les GCM peuvent fonctionner en supposant que le climat futur est atteint par une augmentation stable des émissions de gaz à effet de serre.

La résolution spatio-temporelle du « output » de GCM est beaucoup plus faible que celle requise pour évaluer les conditions hydrologiques, la rendant inutilisable

directement pour la modélisation hydrologique (voir le Schéma 4.4). L' « output » des modèles de GCM peut être employé pour opérer des modèles de climat régional (RCM), lesquels produisent des scénarios de changement climatique d'une résolution favorable aux modèles de ressource en eau. Alternativement, le rendement de GCM peut statistiquement être réduit sur la base de mesures au sol.

Schéma 4.4 : Différences dans les résolutions spatiales entre les modèles de climat et de ressources en eau.



Source: World Climate Programme, 2007

Scénarios synthétiques de changement climatique

Des scénarios synthétiques sont basés sur les variations en hausse combinées des variables météorologiques. Par exemple, la série chronologique synthétique de la température peut être créée en combinant des données de base avec une variation de température uniforme. Des données synthétiques de précipitation sont habituellement créées en utilisant un pourcentage de changement uniforme. Les scénarios synthétiques sont chers et faciles à appliquer et peuvent être choisis pour représenter une large gamme de changements climatiques potentiels. Cependant, l'acceptation des changements uniformes des variables météorologiques n'est pas basée physiquement, et les variables synthétiques peuvent ne pas être cohérentes les unes avec les autres. Par exemple, la précipitation accrue devrait être toujours associée à l'augmentation des nuages et à l'humidité.

Scénarios analogues de changement climatique

Deux types de scénarios analogues peuvent être employés. Des scénarios analogues temporels sont basés sur l'utilisation des climats chauds passés comme scénarios du futur climat. Des scénarios analogues spatiaux se basent sur des climats contemporains dans d'autres endroits comme scénarios du futur climat dans des secteurs d'étude. Cependant, l'IPCC (Carter et al., 1994) a formulé des recommandations contre l'utilisation des scénarios analogues dans la mesure où les

analogues temporels du réchauffement global n'ont pas été provoqués par les émissions anthropogènes des gaz à effet de serre, ainsi aucune base fiable n'existe sous-tendant que les analogues spatiaux sont susceptibles d'être semblables à ceux à l'avenir.

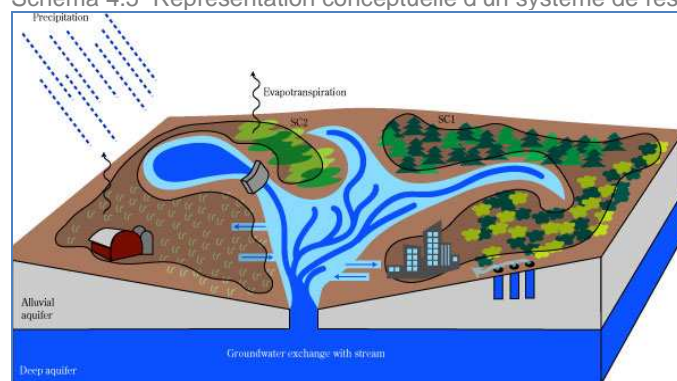
Que pensez-vous de l'utilisation d'un de ces scénarios de changement climatique?

4.3.5 L'évaluation des réponses des systèmes de ressources en eau aux facteurs d'agression climatique

Dans sa plus large interprétation, un système de ressources en eau se compose de composants normaux et sociaux liés (le Schéma 4.5). Le changement climatique et la variabilité ont une incidence directe et significative sur la précipitation et l'évapotranspiration, qui sont les principaux fils conducteurs des réponses hydrologiques qui déterminent le potentiel des inondations et des sécheresses - les deux principales catégories de risques liés à l'eau. Par des mesures structurelles et non-structurelles, incluant par exemple des barrages, des canaux, la délimitation de zones inondables et les régulations, les sociétés gèrent les ressources en eau pour assurer un approvisionnement en eau potable et une protection contre les inondations.

En raison de la complexité et de la nature très variable de la plupart des systèmes de ressources en eau, c'est généralement un défi d'évaluer leurs réponses sous des conditions climatiques changeantes. Plusieurs méthodes et outils ont été développés pour étudier les différentes composantes des systèmes de ressources en eau, y compris les eaux de surface, l'écoulement d'eaux souterraines et la qualité de l'eau. Cependant, la plupart de ces outils sont appliqués individuellement, rendant difficile l'évaluation du comportement global du système. Mais quelques modèles intégrés de simulation de l'eau ont été développés pour fournir une représentation simple des systèmes de ressources en eau comprenant ceux liés à la demande et à la réglementation de l'eau. Certains incluent également le soutien aux aspects d'analyse économique et de politique. Les chapitres suivants fournissent un bref aperçu des différentes méthodes d'évaluation de ressources en eau.

Schéma 4.5 Représentation conceptuelle d'un système de ressources en eau



Source: UNFCCC, 2005

4.3.6 Méthodes d'évaluation des processus individuels dans des systèmes de ressources en eau

En raison de la complexité et de l'éventail des processus sociaux et physiques qui

sous tendent les systèmes de base de ressources en eau fondamentaux, l'analyse et le développement des outils pour simuler ces processus a historiquement suivi les lignes distinctes de la recherche. En conséquence, plusieurs des études d'évaluation de ressources en eau rapportées en littérature se sont concentrées sur un ou seulement quelques uns des sous-systèmes de ressources en eau, la plupart du temps ceux liés aux processus physiques. Il s'agit par exemple, de l'analyse de l'incidence sur un fleuve en raison des changements des modèles de précipitations et de fusion de la neige, des stocks d'eau souterraine en réponse à la réduction de l'infiltration et de la qualité de l'eau suite à une hausse de température. Une bonne vue d'ensemble de plusieurs outils de modélisation utilisés dans ce type d'études d'incidence du changement climatique peut être trouvée dans CCNUCC (2005). Bien que ces études soient relativement simples et peu coûteuses à appliquer, elles fournissent un examen minimum de la gestion et des aspects sociaux des systèmes de ressources en eau.

Méthodes d'évaluation intégrée de l'incidence du changement climatique sur les systèmes de ressources en eau

Une approche plus récente qui est appliquée de plus en plus dans des études d'évaluation de climat est basée sur une simulation intégrée simple des aspects physiques, de gestion et sociaux des systèmes de ressources en eau. Cette approche considère la gestion des ressources en eau pas comme un problème d'approvisionnement, mais également où la gestion de la demande et la rentabilité économique sont des questions importantes qui doivent être considérées explicitement. En outre, un grand accent est mis sur l'analyse de politique et de prise de décision. Vu le défi dans la maîtrise de tous ces éléments dans un environnement intégré, peu de modèles ont été appliqués avec succès (Assaf et al., 2008).

Encadré 4.2: Une liste de modèles de gestion des ressources en eau

CCNUCC (2005) a établi la liste suivante de modèles de gestion de ressources en eau:

- **WEAP** : l'approvisionnement en eau, la gestion de la demande et le modèle d'analyse de politiques ;
- **SWAT** : un modèle d'équilibre d'eau et de cultures principalement utilisé pour simuler des activités agricoles ;
- **HEC suite** : un ensemble de modèles qui simulent différentes composantes de systèmes de bassins versants ; et
- **Aquarus** : un modèle d'optimisation se focalisant sur l'efficacité économique

Un des principaux modèles de simulation de système de ressource en eau est le modèle d'évaluation et de planification de l'eau (WEAP). Contrairement à la plupart des modèles de simulation, WEAP présente explicitement les besoins en approvisionnement en eau à côté des éléments d'approvisionnement en eau et donne des outils d'analyse politique et économique approfondie. WEAP21 a été appliqué comme outil de principe dans une étude importante d'évaluation des incidences du changement climatique avec l'autorisation de l'Etat de Californie (Purkey et al., 2008).

Résumé

Les incidences du changement climatique sur les ressources en eau aux niveaux mondial, régional, comme sur divers secteurs d'utilisation de l'eau ont été soulignées. Il a été donné un aperçu des cadres d'évaluation des incidences du changement

climatique pour appuyer la planification de l'adaptation, dont la plupart utilisent les GCM et incluent les arguments socio-économiques.

5. FACE AUX INCERTITUDES

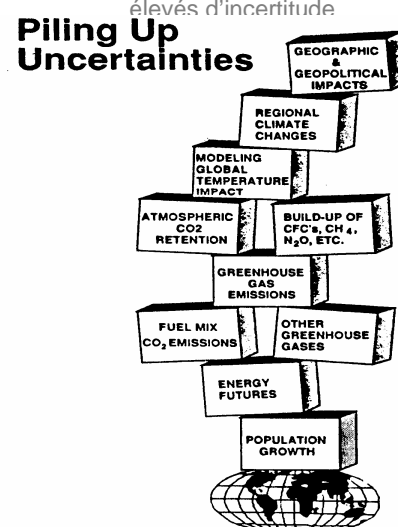
Objectif

Ce chapitre vise à permettre aux participants de se familiariser avec les incertitudes dans la prévision et l'adaptation aux incidences probables du changement climatique.

5.1 Incertitude et changement climatique

Une chose est certaine : en cas de changement climatique l'incertitude grandit. En faisant l'évaluation des incidences du changement climatique, une cascade d'incertitudes se pose (Dessai et van der Sluijs, 2007 ; voir le Schéma 5.1 et l'Encadré 5.1). Par exemple, nous avons des incertitudes liées aux futures émissions de gaz à effet de serre et les aérosols de sulfate, des incertitudes par rapport à la réponse du système climatique à ces changements à l'échelle mondiale et locale, des incertitudes liées aux modèles d'incidence et à la répartition spatiale et temporelle des incidences. Les changements climatiques s'effectuent sous forme de variations de la température, de précipitations, d'écoulements ou de réchauffement caractérisés par des incertitudes concernant leur ampleur, synchronisation et répartition spatiale. Les modèles peuvent même montrer des signes contraires (par exemple quelques projections montrent plus de précipitations, tandis que d'autres montrent moins). En outre, les incertitudes existent également lorsqu'il s'agit de comprendre les vulnérabilités actuelles aux incidences du changement climatique afin d'identifier des réponses adaptatives

Figure 5.1: Les incidences possibles du changement climatique se caractérisent par des niveaux élevés d'incertitude



Box 5.1: Feedbacks


Un facteur qui complique la science du climat - et conduit à un éventail d'incertitudes - est l'existence de rétroactions. Ce sont les interactions entre les différentes parties du système climatique dans lequel un processus ou un événement déclenche les changements qui, à leur tour influencent le déclenchement initial. Un exemple est la réduction de la glace et la neige, à la fois sur terre et en mer. Comme la glace est blanche, reflète jusqu'à 90 pour cent du rayonnement solaire atteignant sa surface dans l'espace, l'empêchant d'intensifier le réchauffement de l'atmosphère. Mais lorsqu'elle fond, elle expose la terre, la végétation, les rochers ou l'eau, qui sont tous de couleur sombre, et donc plus susceptibles d'absorber les rayonnements au lieu de les refléter. Ainsi, la fusion initiale peut provoquer une rétroaction qui contribue à accélérer son rythme. Une autre rétroaction est possible, le dégel du pergélisol dans les hautes latitudes septentrionales. Comme il fond, il peut libérer de grandes quantités de dioxyde de carbone et de méthane, qui sont pour le moment maintenus au dessous de la couche de sol gelé. Si cela arrive, on observera une accélération du réchauffement déjà en cours. Une autre rétroaction attendue : des températures terrestres et océaniques plus élevées ont fâcheuse tendance à réduire leur absorption de CO₂ dans l'atmosphère, en augmentant la quantité qui reste dans l'atmosphère. Ce sont tous des rétroactions positives car ils intensifient le processus original. Les rétroactions négatives, en revanche, sont des changements dans l'environnement qui conduisent à un processus de compensation et atténuer le changement lui-même.

Source: UNEP, 2009

5.2 Le traitement des incertitudes dans la gestion environnementale

L'acceptation que face aux problèmes environnementaux, de graves incertitudes et la valeur des charges ont eu comme conséquence le développement de nouvelles approches à la science. Les sciences de précaution ou la science post normale traitent des situations où les faits sont incertains, valeurs objet de discussion, les enjeux sont élevés et les décisions urgentes (Ravetz, 2005). En outre, la gestion de l'eau sort de plus en plus d'une pratique se composant des tâches plus ou moins simples (par exemple assurer une certaine quantité et qualité de l'approvisionnement en eau) pour s'intéresser plus à des situations comportant de grandes incertitudes, valeurs des charges et divers genres d'enjeux politiques et sociaux (par exemple polémiques autour de la construction de barrages, des modèles hydrologiques pas très précis). Cela débouche sur une situation où les politiques se fondent moins sur les faits et plus sur les directives, qui sont exprimées sous forme de plaidoyer pour la protection de certains intérêts. La science et la technologie traditionnelles ne peuvent pas statuer sur de telles valeurs contradictoires. C'est principalement une tâche politique de peser **les risques** en fonction de la probabilité et de la conséquence attendue (y compris les incertitudes actuelles) dans le discours politique avec le plus grand nombre d'acteurs. Un tel discours fournit également l'occasion de peser les **chances** fournies en acceptant un certain niveau de risque (résiduel), par exemple en permettant certaines utilisations de la terre dans des secteurs exposés aux inondations). Il est essentiel de parvenir à une **conception de politique d'adaptation solide** qui intègre une perspective sur la réduction de la pauvreté et la sécurité des moyens de subsistance.

Clairement, cela s'applique également à l'adaptation aux incidences du changement climatique dans la gestion des ressources en eau. L'incertitude, la variabilité et le risque sont probablement les conséquences les plus importantes du changement climatique (Aerts et Droogers, 2009). Comme souligné antérieurement (Chapitre 4), diverses projections de changement climatique peuvent être incohérents ou manquer de précisions aux échelles régionale et locale. Traditionnellement, la gestion de l'eau s'est toujours basée sur les données climatiques et hydrologiques historiques, dans l'hypothèse que la stationnarité du temps et dans le comportement des systèmes d'eau (Ludwig et Moench, 2009). Avec un climat changeant le doute demeure quant à la poursuite de la planification pour la variabilité et les extrêmes uniquement sur la base de données historiques. L'expérience du passé peut plus être un guide fiable pour l'avenir (Pahl-Wostl et al., 2007).



Selon vous, comment le changement climatique affectera-t-il les approches adoptées en matière de GIRE?

Les défis pour le futur porte sur l'amélioration des prévisions climatiques temporelles et spatiales nécessaires aux gestionnaires des ressources en eau. Cependant, il est également important de tenir compte d'un cadre de collaboration entre la communauté de l'information sur le climat et celle de la gestion des ressources en eau pour avoir une meilleure compréhension des exigences en matière d'informations et de méthodes utilisées par chaque communauté. Néanmoins, faire face à de futures incertitudes, exige également une approche plus adaptative et plus souple pour atteindre un cycle plus rapide d'adaptation qui permet l'évaluation et l'exécution rapides de nouvelles idées (Pahl-Wostl et al., 2007). La gestion adaptative de l'eau vise la flexibilité institutionnelle et un rôle central pour les acteurs (cf. Aerts et Droogers, 2009). Son but est d'augmenter la capacité adaptative aux

développements incertains, plutôt que de tenter de trouver des solutions optimales (Pahl-Wostl et al., 2007).

5.3 La typologie des incertitudes

L'incertitude peut être classifiée sur une échelle progressive partant du « sachant sûrement » à « ne sais pas » (Dessai and van der Sluijs, 2007; see Figure 5.2). Trois catégories d'incertitude sont expliquées dans l'encadré 5.2.

Figure 5.2 Niveaux d'incertitude entre le déterminisme et l'ignorance absolue



Source: Dessai and van der Sluijs, 2007

Encadré 5.2: Niveaux d'incertitude

L'incertitude statistique se rapporte à la statistique des incertitudes qui peuvent être exprimées de manière adéquate en termes statistiques, par exemple, comme une vaste gamme de probabilités. Par exemple, l'illustration par les statistiques des imprécisions des mesures, les incertitudes dues à l'échantillonnage des effets, les incertitudes dans les estimations des paramètres modèles, etc. Dans le domaine des sciences naturelles, les scientifiques se réfèrent généralement à cette catégorie en parlant d'incertitude, ce qui souvent implicitement laisse supposer que les liens du modèle en cause offrent suffisamment de descriptions de la réalité du système faisant l'objet de l'étude, et que (l'étalonnage)-les données utilisées sont représentatives de la situation concernée par l'étude. Toutefois, lorsque ce n'est pas le cas, des formes « plus profondes » d'incertitude sont en jeu, pouvant dépasser l'ampleur de l'incertitude statistique et de la gravité et qui nécessitent une attention appropriée.

L'incertitude de scénario porte sur les incertitudes qui ne peuvent pas être représentées de manière adéquate en termes de chances ou de probabilités, mais qui ne peuvent être spécifiées qu'en termes de : (une série de) résultats possibles. Pour toutes ces incertitudes, il est impossible de définir un degré de probabilité ou de conviction, étant donné que les mécanismes qui conduisent à des résultats ne sont pas suffisamment connus. Les incertitudes de scénarios sont souvent interprétées en termes de « que dire si »

L'ignorance reconnue porte sur ces incertitudes dont nous sommes conscients qu'elles sont présentes, mais pour lesquelles nous ne pouvons pas établir une quelconque estimation utile, par exemple, en raison des limites de la prévisibilité et la « connaissance » (« chaos ») ou en raison de processus inconnus. Une manière de rendre cette catégorie d'incertitudes opérationnelles dans des études d'évaluation des risques climatiques est par le biais de scénarios surprise. Habituellement, il n'y a pas de consensus scientifique sur la plausibilité de tels scénarios, même lorsqu'il existe des preuves scientifiques pour les soutenir. Les exemples sont l'accélération de l'élévation du niveau de la mer, ou de l'éventuelle fermeture de la circulation océanique *thermo-haline*.

En continuant sur l'échelle au-delà de l'ignorance reconnue, nous arrivons dans le domaine de l'ignorance absolue (« inconnus »), que nous ne pouvons pas évoquer à ce stade et où nous tâtonnons dans l'obscurité.

Source: Dessai and van der Sluijs, 2007 Source: Dessai and van der Sluijs, 2007 Source: UNEP, 2009

5.4 L'adaptation au changement climatique dans l'incertitude

Dessai et van der Sluijs (2007) ont mis en exergue deux approches distinctes de l'adaptation aux changements climatiques: les approches axées sur la prévision et sur la résilience. La première porte sur la caractérisation, la réduction, la gestion et la communication en matière d'incertitudes, ce qui requiert de plus en plus des outils et techniques de modélisation sophistiqués pour décrire les climats futurs et les incidences. La seconde approche reconnaît que certaines incertitudes ne peuvent être réduites. L'accent est mis sur les leçons du passé. Ces deux approches ne s'excluent pas mutuellement, mais sont plutôt considérées comme complémentaires. Voici quelques exemples des deux approches.

5.4.1 Les approches axées sur la prévision

L'approche IPCC

La méthode d'analyse d'incidence IPCC décrite au chapitre 4 donne un exemple d'une approche axée sur la prévision, qui repose largement sur une information peu fiable recueillie à partir de scénarios de changement climatique en tant que facteurs de l'incidence sur lesquels sont élaborées des stratégies d'adaptation.

Approches des Risques

Une définition large de l'évaluation des risques consiste en un processus d'identification, d'évaluation, de sélection et de mise en œuvre des actions visant à réduire les risques pour la santé humaine et les écosystèmes (Dessai et van der Sluijs, 2007). 7

Capitale pour l'évaluation des risques est la gestion des incertitudes, ce qui permet de déterminer le risque de quelque chose (dans sa forme la plus simple, ce risque serait calculé comme la probabilité par la conséquence). L'évaluation et la gestion des risques ont été largement appliquées à un certain nombre de problèmes environnementaux, et très récemment au changement climatique.

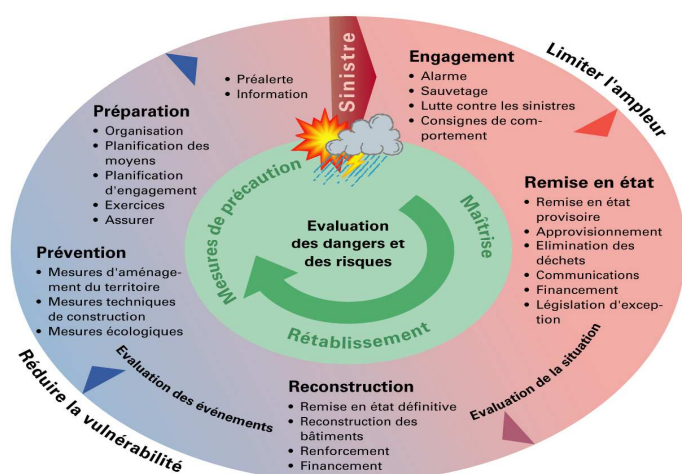
Dessai et van der Sluijs (2007) présentent une évaluation des risques pour l'environnement / cadre de gestion des risques à travers les étapes suivantes:

1. Identifier les principales variables climatiques qui affectent les unités d'exposition visées par l'évaluation;
2. Créer des scénarios et / ou des fourchettes de prévisions climatiques variables clés;
3. Effectuer une analyse de sensibilité pour évaluer la relation entre les changements climatiques et les incidences;
4. Identifier les seuils d'incidence à analyser comme risques avec les parties prenantes;
5. Procéder à l'analyse des risques;
6. Évaluer les risques et identifier les rétroactions susceptibles de se traduire par des adaptations indépendantes et.
7. Consulter les intervenants, analyser les adaptations proposées et recommander des options d'adaptation envisagées.

Si ce cadre est simple dans sa conception, il reste difficile à appliquer compte tenu de la complexité des changements climatiques. Comme l'approche IPCC, l'incertitude est prise en compte dans l'utilisation des scénarios de climat (Etape 2), mais cette approche particulière des risques n'est pas totalement basée sur les scénarios. Elle dépend plus de l'implication des acteurs et de leur définition des seuils critiques d'incidence.

La chaîne de sécurité et les approches de gestion des risques

Figure 5.3: Gestion intégrée des risques



Source: PLANAT, n.d.

La notion de la chaîne de sécurité, ou risque du cycle de vie est née aux Etats-Unis et comprend quatre liens: 1) l'atténuation, 2) la préparation, 3) la réponse et 4) la récupération (ten Brinke et al., 2008). Aux Pays-Bas, cette approche de gestion des risques a été adoptée et subi quelques légères modifications: au lieu de l'atténuation, deux liens sont distingués: pro-action et prévention. Cela permet une distinction entre les mesures de réduction des risques dans le cadre de l'aménagement du territoire (pro-action) et les mesures telles que les digues et les obstacles aux tempêtes (la prévention). Une définition des liens utilisés dans cette approche est donnée dans le Tableau 5.1. Une approche similaire est utilisée en Suisse sous le terme de «gestion intégrée des risques» (Figure 5.3).

Tableau 5.1. La définition des liens successifs dans la chaîne de sécurité

	Lien	Définition
Gestion des risques	Pro-action	L'élimination des causes structurelles des accidents et des catastrophes afin de les empêcher de se produire en premier lieu (par exemple en délimitant les zones inondables)
	Prévention	Prise de dispositions préalables visant à prévenir les accidents et catastrophes et limiter les conséquences qu'entraîneraient de tels événements (par exemple la construction de digues et barrières)
Gestion des crises	Préparation	Prise de mesures pour assurer une préparation suffisante afin de faire face aux accidents et catastrophes au cas où ils interviendraient (par exemple planification d'urgence)
	Réponse	Mesures actuelles pour faire face aux accidents et catastrophes (par exemple équipes de réponse)
	Récupération	Toutes les activités qui permettent une récupération rapide des conséquences des accidents et catastrophes et assurant que tous les affectés peuvent retrouver leur situation « normale » et retrouver leur équilibre.

Source: ten Brinke et al., 2008

Encadré 5.3: Exemples de chaîne de sécurité et des approches de gestion intégrée des

Historiquement, la politique néerlandaise a toujours mis l'accent sur la réduction de la probabilité d'inondations par la construction de digues de protection (prévention). De nos jours, déclenchés par les rejets accidentels à un niveau de pic du Rhin et l'actuel débat sur les effets du changement climatique, les possibilités sont envisagées pour prendre également en compte les conséquences d'une éventuelle inondation. Cet objectif peut être atteint par des mesures plus proactives, en équilibrant les niveaux de protection et les valeurs de l'intérêt et la taille de la population qui doit être protégée, et par des efforts supplémentaires sur la préparation, l'intervention et la récupération. En droite ligne avec l'adoption récente des directives européennes sur la gestion des risques d'inondation, ces investissements supplémentaires permettraient d'élargir la stratégie de défense contre les inondations en une véritable politique de risque en prenant plus en compte les conséquences d'une éventuelle inondation (ten Brinke et al., 2008).

En Suisse, une démarche est en cours d'étude, où les infrastructures de protection contre les inondations sont adaptées de manière à conserver leur intégrité structurale lors d'événements extrêmes au-delà des critères de conception, combinée à des mesures visant à réduire le risque résiduel de zones inondées telles que les mesures d'aménagement du territoire, d'alerte et systèmes d'évacuation, l'assurance contre les inondations. Une commission d'experts de la Société Suisse des Ressources en Eau (KOHS, 2007) définit sa position sur le changement climatique et la lutte contre les inondations. À ce jour, la base de l'évaluation des risques d'inondation est, entre autres indicateurs, la documentation et l'évaluation des événements passés. L'effet du changement climatique sur les futures inondations en Suisse ne peut être défini en termes de tendances. L'objectif des mesures de protection est de se préparer pour un événement d'une certaine ampleur - la conception de l'événement - sans préjudice inhérent. Les paramètres de conception peuvent être déterminés par une évaluation statistique des dernières observations. L'un des principaux problèmes est que la durée des records est trop courte, donc la fiabilité des prévisions de phénomènes extrêmes est limitée. Un autre problème est que la planification des mesures de lutte contre les inondations ne peut que tenir compte de la variabilité des processus naturels dans une certaine mesure. Les inondations sont toujours accompagnées d'érosion, du transport des sédiments, et Flotsam, qui se produisent dans de nombreuses combinaisons parfois arbitraires. Les conditions antérieures d'un événement ont aussi une incidence certaine. Par exemple, la saturation des sols en raison d'antécédents de précipitations a une influence importante sur la l'apparition des crues. Seule une sélection représentative de combinaisons de processus – les soi-disant «scénarios» - a été utilisée.

Faire face aux risques naturels nécessite une gestion intégrée des risques impliquant un large éventail de mesures, telles que les mesures de planification urbaine et rurale pour éviter les zones à risque, l'entretien approprié des masses d'eau, des mesures de protection physique, d'alerte et d'évacuation ainsi que l'assurance. Toutefois, une protection complète contre les inondations n'est pas possible. Des événements extrêmes peuvent conduire à la surcharge des mesures qui ont été conçues pour un niveau de protection. Le risque résiduel associé doit être reconnu et minimisé avec des dispositions adéquates. L'alerte et l'évacuation, l'objet de protection individuelle ainsi que la couverture d'assurance sont les principaux éléments disponibles pour faire face au résiduel. Les mesures physiques de protection contre les inondations doivent être solides et capables de résister à la surcharge. Ainsi, cela permet d'éviter un échec et qu'une augmentation soudaine des dommages ne se produise. Leur comportement à l'égard de la surcharge est évalué au cours de la phase de conception. En outre, la délimitation des zones qui sont touchées en cas de surcharge sert de base à l'évaluation des risques résiduels.

Évaluations intégrées

Le changement climatique est caractérisé par une multitude d'incidences sur les différents secteurs. Afin de formuler une politique appropriée, il est nécessaire d'avoir un aperçu complet sur toutes les incidences et leurs incertitudes. Cela peut être fait en faisant un modèle dans lequel l'ensemble de ces effets (et incertitudes) sont intégrés. Des évaluations intégrées peuvent aborder des problèmes réels qui se trouvent dans ou à la croisée de diverses disciplines scientifiques. Ils peuvent aussi aider à la compréhension des

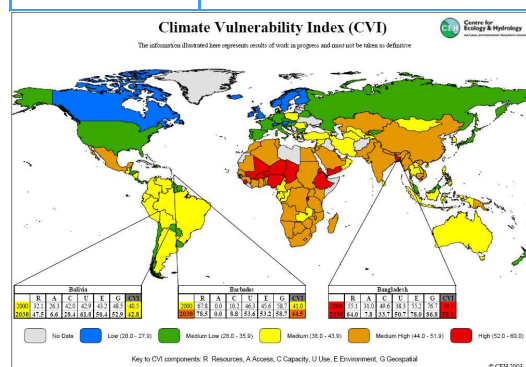
Les approches du risque dans votre pays mettent-elles plus l'accent sur la prévention ou sur les réponses/récupération?

phénomènes complexes. Dans la gestion des risques, ils peuvent contribuer, ou former, une partie centrale de l'évaluation des risques, l'évaluation de la réponse, l'objectif et la formulation de la stratégie, la mise en œuvre, l'évaluation et le suivi (Toth et Hizsnyik, 1998). Diverses approches ont été développées, comme les indices de vulnérabilité environnementale, sociale et l'indice de vulnérabilité aux inondations (pour les sites, voir ci-dessous). Sullivan et Meigh (2005) ont introduit un indice de vulnérabilité climatique (IVC) qui peuvent aider à identifier les populations humaines les plus vulnérables aux effets des changements climatiques (voir encadré 5.4).

Encadré 5.4: L'Indice de Vulnérabilité au Climat (IVC)

L'IVC est fondée sur un cadre qui intègre un large éventail de questions. Il s'agit d'une méthodologie globale d'évaluation des ressources en eau en harmonie avec l'approche des moyens de subsistance durable, utilisés par de nombreux organismes donateurs pour évaluer les progrès du développement. Les scores de l'indice se situent entre 0 et 100, le total étant généré à partir de moyenne pondérée des six principales composantes. Chacune des composantes est aussi marquée de 0 à 100. Les six principales catégories ou composantes sont indiquées ci-dessous.

CVI component	Sub-components/variables
Resource (R)	<ul style="list-style-type: none"> ① assessment of surface water and groundwater availability ② evaluation of water storage capacity, and reliability of resources ③ assessment of water quality, and dependence on imported/desalinated water
Access (A)	<ul style="list-style-type: none"> ① access to clean water and sanitation ② access to irrigation coverage adjusted by climate characteristics
Capacity (C)	<ul style="list-style-type: none"> ① expenditure on consumer durables, or income ② GDP as a proportion of GNP, and water investment as a % of total fixed capital investment ③ education level of the population, and the under-five mortality rate ④ existence of disaster warning systems, and strength of municipal institutions ⑤ percentage of people living in informal housing ⑥ access to a place of safety in the event of flooding or other disasters
Use (U)	<ul style="list-style-type: none"> ① domestic water consumption rate related to national or other standards ② agricultural and industrial water use related to their respective contributions to GDP
Environment (E)	<ul style="list-style-type: none"> ① livestock and human population density ② loss of habitats ③ flood frequency
Geospatial (G)	<ul style="list-style-type: none"> ① extent of land at risk from sea level rise, tidal waves, or land slips ② degree of isolation from other water resources and/or food sources ③ deforestation, desertification and/or soil erosion rates ④ degree of land conversion from natural vegetation ⑤ deglaciation and risk of glacial lake outburst



Source: Dessai and van der Sluijs, 2007 Source: UNEP, 2009

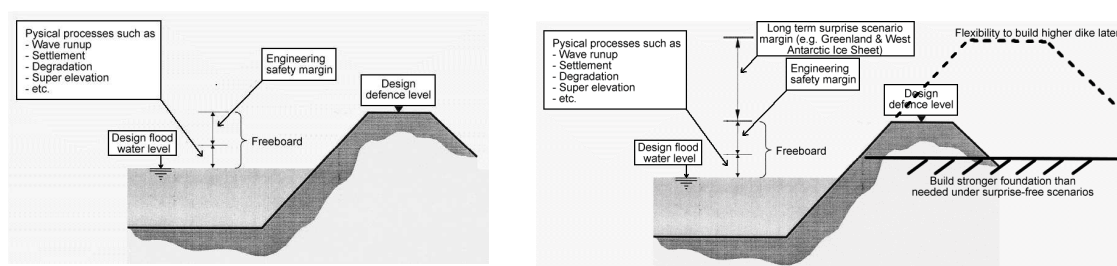
Etes-vous au courant de l'application d'une de ces approches d'évaluation intégrée dans votre région? Quelle serait la plus appropriée, celle mettant l'accent sur les inondations, la sécheresse, ou les deux?

5.4.2 Approches axées sur la résilience

Marge de sécurité de l'ingénierie et conception d'anticipation

Dans la conception de digues, il est de pratique courante d'appliquer une marge de sécurité sur l'ingénierie par rapport à la conception du niveau de l'inondation. Cela pour compenser les processus physiques non prévus dans la conception du niveau de l'eau (par exemple déversement par les vagues) et de l'incertitude dans la prévision de la conception des niveaux d'inondation (par exemple, la précision dans l'estimation des crues (Figure 5.4). Ces marges de sécurité tiennent principalement compte de l'incertitude des statistiques et l'ignorance non reconnue, l'incertitude de scénario est pris en compte seulement dans la conception d'inondation. Une marge de sécurité basée sur la variabilité observée ne semble pas être un bon moyen de faire face à l'ignorance reconnue tel que l'inconnue probabilité d'événements à grand effet et d'éventuelles surprises (par exemple, l'accélération de l'élévation du niveau de la mer de la calotte glaciaire du Groenland et de l'ouest de l'Antarctique). Ainsi, il est impérieux de d'établir la cartographie des inconnues - l'expérience du passé pourrait ne plus être valable comme base de prise de décisions, en particulier lorsque les changements vont au-delà de la variabilité naturelle.

Figure 5.4: Marge de sécurité de l'ingénierie pour la digue (a) et la flexibilité de conception, en anticipant les surprises imaginables (b)



Source: Dessai and van der Sluijs, 2007

Une façon innovante de prendre en compte l'incertitude de type «ignorance reconnue» dans la conception de digues est d'anticiper la conception. Le scénario "Sans surprise" peut être utilisé pour choisir le niveau de l'inondation. L'incertitude liée à la possibilité d'une élévation du niveau des mers plus élevé peut être prise en compte dans la conception de la construction d'une fondation assez solide pour supporter une digue pour un niveau d'inondation correspondant à cette limite supérieure, en dimensionnant la digue elle-même en utilisant la conception du niveau de l'inondation. Cela offre la flexibilité nécessaire pour construire plus tard une digue plus élevée à moindre coût, si nécessaire (figure 5.4b). De même, les digues peuvent être protégées contre l'érosion pour répondre à la surcharge le cas échéant. Ceci crée une situation où les flux d'entrée dans la plaine d'inondation et de l'évènement extrême peut être réduit considérablement. Ces mesures devraient idéalement faire partie d'une approche intégrée de gestion des risques permettant d'identifier les endroits les plus indiqués pour le déversement, en adaptant l'utilisation des terres derrière la digue qui s'y trouve, et maintenir un système d'alerte précoce et un système d'intervention d'urgence, et envisager l'utilisation de l'assurance et des options capables de résister aux inondations

Résumé

Une courte introduction est donnée sur les différents aspects qui s'ajoutent à l'incertitude face au changement climatique et comment ceux-ci peuvent être intégrés dans les approches de gestion de l'environnement. La prévision et les approches axées sur la résilience sont présentées comme deux options différentes pour l'adaptation aux changements climatiques. Elles sont illustrées par quelques exemples.

Sites Web sur les indices de vulnérabilité

- Indice de vulnérabilité climatique: <http://ocwr.ouce.ox.ac.uk/research/wmpg/cvi/>
- Indice de vulnérabilité environnementale: www.vulnerabilityindex.net
- Indice de vulnérabilité alimentaire: www.unesco-ihe-fvi.org
- Indice de vulnérabilité sociale: <http://webra.cas.sc.edu/hvri>

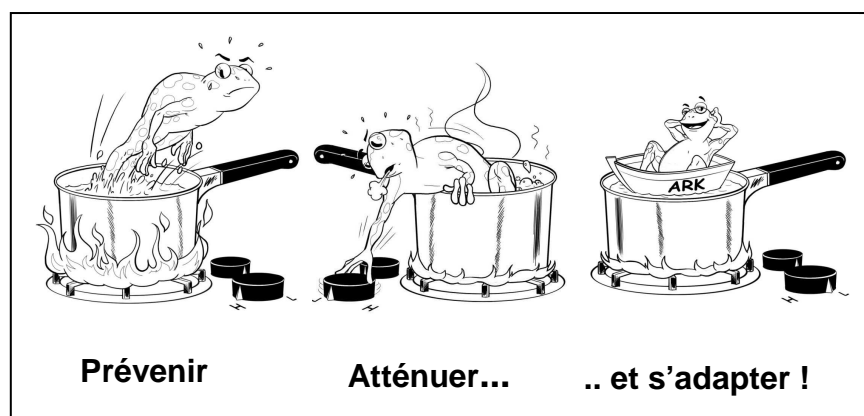
6. INSTRUMENTS ET MESURES D'ADAPTATION

Objectif

Cette session vise à familiariser les participants avec un certain nombre de mesures d'adaptation relatives aux incidences éventuels du changement climatique. La session aborde aussi la question des indicateurs de l'application des mesures d'adaptation dans les différents contextes climatiques et socioéconomiques.

6.1 Introduction

Les activités habituelles des gestionnaires de l'eau incluent la répartition de l'eau à des fins d'usages multiples et parfois antagonistes, la minimisation du risque et l'adaptation aux circonstances changeantes telles que la variabilité des niveaux de stockage de l'eau et la demande en eau résultant des effets saisonniers et/ou de la croissance de la population. Une grande variété de techniques d'adaptation ont été mises en œuvre pendant plusieurs décennies ; ces techniques se composent essentiellement des éléments suivants : l'expansion de la capacité (ex : la construction de nouveaux réservoirs), le changement des règles de fonctionnement des systèmes existants d'approvisionnement en eau, la gestion de la demande en eau et le changement des pratiques institutionnelles. Dans ce contexte, les données historiques sur le climat et les données hydrologiques fournissent une base pour la détermination de la production fiable de l'eau et pour l'évaluation des inondations et des risques de sécheresse. L'assertion suivante vient étayer ces propos : les données statistiques (ex: les moyennes d'écarts types) relatives aux variables climatiques et hydrologiques demeurent constantes avec le temps. La perspective du changement climatique signifie que les principales variables climatiques et hydrologiques varieront de même que la demande en eau. Les effets du changement climatique peuvent être non linéaire, ces effets peuvent avoir un potentiel de surprises bien au delà de ceux prévues dans les systèmes d'approvisionnement et les stratégies actuels de gestion de l'eau (Kabat et van Schaik, 2003).



6.2 Mesures d'adaptation

Les prévisions sur le changement climatique peuvent demeurer discutables pour un certain temps. Il est incontestablement admis que la variabilité climatique va

La Gire: un Outil d'adaptation au Changement Climatique

croissante, et la sévérité de cette variabilité exige des réponses urgentes de la part des gestionnaires de l'eau. Ce qui est rassurant dans ce propos est que les options d'adaptation à la variabilité actuelle du climat seront utiles pour la réduction des incidences du changement climatique dans le futur. Ces mesures incluent les éléments conventionnels technologiques des infrastructures d'eau – par exemple les réservoirs de stockage, les puits, les puits de recharge et les puits de sable – Avec cependant un accent mis sur les techniques pour accroître le rendement des ressources disponibles (collecte des eaux de pluie, recyclage de l'eau/réutilisation, dessalement). L'adaptation bénéficie énormément de l'amélioration dans les prévisions et dans la modélisation du climat. Cela met l'accent sur la nécessité de renforcer les initiatives de collecte des données. (Beaucoup de stations hydrologiques dans les pays en développement sont restées hors d'usage pendant de nombreuses années à cause du manque d'investissements). Le partage du risque et l'accès au crédit par les familles affectées font partis des mécanismes financiers qui ont été développés pour faire face aux inondations et aux sécheresses. A un niveau plus structurel, la modification des modèles d'exploitation de la terre, de la sélection des semences et des pratiques culturelles peuvent également être envisagés.

6.2.1 Classification et aperçu de mesures d'adaptation pertinentes

Selon l'IPCC (IPCC, 2007c: 869), *l'adaptation* peut être défini comme “un ajustement dans les systèmes *humains* ou naturels en réponse à un réel ou éventuel stimulus climatique ou à ses effets, ce qui a pour effet d'atténuer les dommages ou permettre l'exploitation des opportunités bénéfiques”. Le terme *Adaptation* renvoie à un changement dans les processus, les pratiques, ou au sein des structures afin d'atténuer ou de compenser les potentiels dommages ou à tirer avantage des opportunités liées au changement climatique. L'adaptation implique des ajustements pour réduire la vulnérabilité des communautés, des régions, ou des activités au changement climatique et à la variabilité du climat. L'adaptation diffère ainsi de *l'atténuation*, qui peut être défini comme étant “une intervention *anthropogénique* pour réduire les effets néfastes d'une action anthropogénique sur le système climatique.

L'atténuation inclut des stratégies pour réduire les sources d'émission des gaz à effet de serre et l'amélioration des trappes de gaz à effet de serre.” (IPCC, 2007c: 878).

L'adaptation n'est pas un concept nouveau (voir Encadré 6.1). La majorité des mesures d'adaptation interviennent spontanément, en fonction des besoins individuels et des capacités d'un secteur donné de la société – c'est ce que l'on appelle l'adaptation *autonome*. L'adaptation *planifiée*, quant à elle, découle des décisions qui ont été prises sur la base du changement climatique effectif ou futur (CCNUCC, 2006).

Avez-vous déjà entendu parler de nouvelles mesures et approches pour l'adaptation? Avant d'échanger sur les mesures d'adaptation relative au changement climatique, pensez vous que nous avons fait notre exercice sur le changement climatique d'une manière complète (ex : avons-nous dégagé des systèmes d'alerte précoce contre les inondations et la sécheresse dans les pays en développement ?) Quelles-en sont les implications?

Box 6.1: L'adaptation n'a rien de nouveau!

Plate-bande surélevée et culture du *waru waru* au Pérou. Cette technologie consiste à modifier la surface du sol pour faciliter le mouvement et le stockage de l'eau, elle consiste également à accroître le contenu organique du sol afin de le rendre plus propice à la culture. Cette technologie est une combinaison de la réhabilitation des sols précaires, de l'amélioration du drainage, du stockage de l'eau, de l'utilisation optimale de l'énergie disponible, et de l'atténuation des effets de la gelée. Ce système de gestion du sol à des fins d'irrigation a été pour la première fois développé en l'an 300 Av.J C (avant l'ascension de l'Empire Inca). Ce système fut plus tard abandonné au fur et à mesure que des techniques plus avancées pour l'irrigation étaient découvertes.

Source: UNEP, 2009

Tableau 6.1: Mesures d'adaptation dans des secteurs vitaux vulnérables mis en exergue dans les communications nationales des pays en développement

Secteurs vulnérables	Adaptation anticipatoire	Adaptation réactive
Ressources en eau	<ul style="list-style-type: none"> ● Meilleure utilisation des eaux recyclées ● Conservation des bassins hydrographiques ● Système amélioré de gestion de l'eau ● Reforme de la politique en matière d'eau (tarification, politiques en matière d'irrigation) ● Maîtrise des inondations, Surveillance de la sécheresse 	<ul style="list-style-type: none"> ● Protection des ressources en eau souterraine ● Amélioration de la gestion/maintenance des systèmes d'approvisionnement en eau ● Protection des bassins hydrographiques ● Amélioration du système d'approvisionnement en eau ● Collecte des eaux souterraines et des eaux de pluies, dessalement
Agriculture et sécurité alimentaire	<ul style="list-style-type: none"> ● Développement de cultures tolérantes/résistantes ● Recherche et développement ● Gestion des eaux de surface ● Diversification/intensification des cultures alimentaires ● Mesures politiques (incitatifs fiscaux, subventions, libres marchés) ● Systèmes d'alerte précoce 	<ul style="list-style-type: none"> ● Maîtrise de l'érosion ● Barrages pour l'irrigation ● Utilisation des engrais ● Introduction de nouvelles cultures ● Maintenance de la fertilité du sol ● Périodes de plantation et de récoltes ● Différentes cultures ● Education et accès au sol/conservation et gestion de l'eau
Santé humaine	<ul style="list-style-type: none"> ● Systèmes d'alerte précoce ● Contrôle des maladies/Amélioration de la surveillance des vecteurs ● Amélioration de la qualité de l'environnement ● Changements dans l'architecture urbaine / les plans de logements 	<ul style="list-style-type: none"> ● Réforme de la gestion de la santé publique ● Amélioration des conditions de logements et de vie ● Amélioration de la réaction d'urgence
Ecosystèmes terrestres	<ul style="list-style-type: none"> ● Création de parcs /réserves, d'aires protégées, de corridors de biodiversité ● Identification/développement d'espèces résistantes ● Analyse de la vulnérabilité des écosystèmes ● Surveillance des espèces ● Développement/maintenance de banques de céréales ● Incorporation des aspects socioéconomiques dans la politique de gestion 	<ul style="list-style-type: none"> ● Amélioration de la gestion des systèmes (déforestation, reboisement, création de forêts) ● Promotion de l'agroforesterie ● Plans Nationaux de gestion des feux de forêts ● <i>Stockage du carbone</i> dans les forêts

Secteurs vulnérables	Adaptation anticipatoire	Adaptation réactive
Zones côtières et écosystèmes marins	<ul style="list-style-type: none"> · Gestion intégrée des zones côtières · Planification des côtes et Réglementation · Législation pour la protection des côtes · Recherche et surveillance des côtes et des écosystèmes côtiers. 	<ul style="list-style-type: none"> · Protection de l'infrastructure économique · Sensibilisation du public pour la protection des côtes et des écosystèmes marins · Construction de murs de mer et renforcement des plages · Protection des mangroves, des récifs coralliens, des herbes marines et de la végétation des littoraux.

Source: Adapté de CCNUCC, 2007a

Il est possible de faire une distinction en fonction du système dans lequel se déroule l'adaptation: le système *naturel* ou le système *humain*. A l'intérieur du système humain, l'on peut faire une distinction entre les intérêts *publiques* (les gouvernements à tous les niveaux) et les intérêts *privés* (ménages pris individuellement, sociétés commerciales) – Voir Tableau 6.2

Tableau 6.2: Matrice montrant cinq types d'adaptation au changement climatique couramment rencontré. Le tableau présente également des exemples d'adaptation

		Anticipatoire	Réactif
Systèmes naturels			<ul style="list-style-type: none"> • Changements dans la durée de la saison de croissance • Changements dans la composition des écosystèmes • Migration dans les zones humides
Systèmes humains	Privé	<ul style="list-style-type: none"> • Souscription d'assurance • Construction de maisons sur pilotis • Réaménagement des plateformes pétrolières 	<ul style="list-style-type: none"> • Changements dans les pratiques agricoles • Changements dans les primes d'assurance • Achat de climatiseurs
	Public	<ul style="list-style-type: none"> • Systèmes d'alerte précoce • Nouveaux codes de construction, normes de construction • Appui en cas de déplacement. 	<ul style="list-style-type: none"> • Paiements compensatoires, subventions • Application des lois en matière de construction • Entretien des plages.

Source: Klein, 1998 et Smit et al., 2001 in CCNUCC, 2006

Pour ce qui est des technologies pour l'adaptation, l'on peut distinguer deux types de technologies: les technologies *douces* et les technologies *fortes* (CCNUCC, 2006). Les technologies douces incluent l'assurance, l'alternance des cultures, les zones de tassement, l'information et la connaissance. Les technologies fortes comprennent les ouvrages longitudinaux, les semences résistantes à la sécheresse et les technologies d'irrigation. Dans bien de cas, une adaptation réussie résulte d'une combinaison de technologies fortes et de technologies douces. Le CCNUCC (2006) va plus loin en classifiant ces technologies en trois catégories: Technologies traditionnelles, Technologies modernes, et Technologies avancées.

L'on peut discuter sur les aptitudes de la société à compter sur l'adaptation autonome pour faire face aux éventuelles incidences du changement climatique et à la variabilité grandissante. Il est communément admis qu'il y a une nécessité à entreprendre des mesures d'adaptation anticipatoires. Ces mesures peuvent prendre les formes suivantes (Klein et Tol, 1997, Huq et Klein, 2003, in CCNUCC, 2006):

1. Augmentation de la capacité des infrastructures à résister aux incidences du changement climatique (ex : le renforcement des digues);
2. Augmentation de la flexibilité des systèmes vulnérables gérés par l'homme

- (ex : changement des pratiques de gestion);
3. Accroissement de l'adaptabilité des systèmes naturels vulnérables (ex: réduction des autres formes de pression);
 4. Renversement des tendances qui accentuent la vulnérabilité (ex : réduction des activités humaines dans les zones vulnérables, préservation des systèmes naturels qui réduisent la vulnérabilité); et
 5. Amélioration de la sensibilisation et de la capacité opérationnelle du public (ex: systèmes d'alerte précoce).

Kabat et van Schaik (2003) donnent un aperçu des options d'adaptation regroupées selon les catégories suivantes (Tableaux 6.3a–c):

- Politiques consistantes;
- Mesures technologiques et structurelles; et
- Partage du risque et répartition.

Politiques consistantes

Tout au long des siècles, les sociétés et les écosystèmes se sont adaptés à la variabilité du climat d'une manière évolutive. De nos jours, la rapidité de changement dans les régimes hydrologiques impose la mise en œuvre d'actions immédiates et concertées. Les politiques et les règles de fonctionnement axées sur l'exploitation optimale des ressources en eau disponibles doivent être ajustées. La montée du niveau d'eau de la mer, le rétrécissement des lacs naturels et la désertification imposent un changement dans l'utilisation de la terre et des moyens d'existence. La vulnérabilité croissante des plaines aux inondations nécessite que les gouvernements mettent en place une planification de l'espace plus rigide pour pouvoir faire face à ces catastrophes. La relocalisation n'est ni populaire ni désirable, mais elle peut s'avérer inévitable lorsque le risque associé à un endroit particulier commence à l'emporter sur les bénéfices éventuels que l'on tirera de ces catastrophes. Dans un tel cas, le risque devient inacceptable pour la société.

Les concepts de politique et les processus qui leurs sont directement liés, et considérés applicable dans l'optique d'un plan d'adaptation comprennent la GIRE¹(GWP, 2000), la Gestion Intégrée des Inondations (OMM, 2004), et la Gestion Intégrée des Zones Côtières (UN, 1992). Tous ces concepts sont adaptatifs et englobent les options de gestion dans des contextes élargies de développement. Cela est essentiel pour la consistance des politiques de gestion des ressources naturelles. Les observateurs de la politique internationale de gestion de l'eau ont conscience du fait que certaines préoccupations figurent parfois au devant des priorités d'une manière temporaire, car le plus souvent ces préoccupations découlent d'évènements ponctuels tels que les inondations, les sécheresses, les prix des produits alimentaires, ou la question des biocarburants, etc. Il est important de relever que de telles politiques, élaborées de façon contextuelle, ont une courte durée de vie. Si par exemple, dans le cas d'une forte inondation, l'utilisation de la plaine inondée est fortement restreinte, ou encore si les programmes de déplacement des populations sont entrepris sans tenir compte des bénéfices que peut procurer la plaine inondée, une telle politique peut se révéler néfaste pour la sécurité alimentaire ainsi que les conditions d'existence. De même, si la conservation de l'écosystème ou la maîtrise de la pollution conduit à l'élaboration de politiques étroites qui empêchent d'effectuer les investissements nécessaires pour le développement des ressources en eau, il peut en résulter un problème de disponibilité de l'eau lors des changements climatiques ; il peut aussi en résulter un

¹ Gestion Intégrée des Ressources en Eau

problème de sécurité alimentaire et de mauvaises conditions d'existence. Pour éviter de telles situations, les politiques consistantes devraient reposer sur les objectifs et les principes généraux de la GIRE², de la Gestion Intégrée des Inondations et de la Gestion Intégrée des Zones Côtières. Les processus suggérés par ces concepts fournissent les moyens pour servir d'intermédiaire entre les différents intérêts et les utilisations concurrentes des ressources en eau.

Un aspect fondamental de toute stratégie d'adaptation est qu'elle doit **intégrer** les préoccupations climatiques dans les politiques nationales de gestion de l'eau. Pour la mise en œuvre de ces politiques, il est nécessaire d'avoir un cadre juridique et institutionnel afin de permettre à tous les acteurs de prendre part au processus et de gérer les ressources selon des droits, des pouvoirs et des devoirs communément acceptés de tous. Un aperçu des instruments de politique qui peuvent être utilisés est présenté dans le Tableau 6.3a.

Tableau 6.3a: Résumé des instruments de politique pour l'adaptation

International	National
<ul style="list-style-type: none"> • Conventions Internationales sur le changement climatique (CCNUCC) • Commerce International (spécifiquement OMC) • Le principe du pollueur-payeur influence les Fonds ODA. 	<ul style="list-style-type: none"> • Politiques Nationales de Réduction de la Pauvreté • Intérêts Nationaux stratégiques • Politiques Nationales de l'eau et les Plans de la GIRE • Plans d'Action Nationaux pour l'Adaptation • Politiques de Gestion des Catastrophes • Plans Nationaux d'Atténuation et de Lutte contre la sécheresse • Outils économiques et marchés de l'eau • Gestion du risque dans les programmes de développement • Renforcement des fonctions des autorités du Bassin de fleuves • Gestion Intégrée des bassins hydrographiques • Planification non hydrologique, par exemple zones urbaines, refuges • Planification adaptative de l'espace et relogement • Diversification des conditions d'existence (en particulier dans les secteurs fortement sensibles aux variations climatiques, ex : agriculture pluviale).
Régional	
<ul style="list-style-type: none"> • Plans d'Action Régionaux pour l'Adaptation • Programmes d'Actions Régionaux Stratégiques pour la GIRE • Programmes Transfrontaliers et coopération Inter-Etats • Coopération binationale informelle • Institutions régionales. 	

Source: Adapté de Kabat et van Schaik, 2003

Mesures technologiques et structurelles

La liste des options d'adaptation présentées dans le Tableau 6.3b peut renvoyer à un répertoire d'infrastructures de gestion de l'eau ainsi qu'aux techniques fonctionnelles. Il est vrai que l'adaptation au changement climatique n'implique pas entièrement de nouveaux processus et de nouvelles techniques, peut être à l'exception des améliorations dans la structure, la qualité et le traitement des informations climatiques (prévisions climatiques saisonnières ou interannuelles). Cependant, l'on doit garder à l'esprit que ceci n'est pas une raison pour des 'activités commerciales habituelles'. Les instruments actuels, les méthodes et les mesures doivent être introduites de façon rapide. Elles doivent être mises en œuvre dans différentes localités, à différentes échelles, au sein de contextes socioéconomiques différents en recréant de nouvelles combinaisons.

Par exemple, si nous nous attendons à une forte fréquence de crues soudaines en Europe, il est nécessaire de prendre en compte les stratégies, les méthodes et les

² Gestion Intégrée des Ressources en Eau

techniques utilisées dans les pays qui ont été fréquemment confronté aux inondations de courte durée sur une longue période afin d'accélérer le processus d'adaptation. L'on ne doit cependant pas s'attendre à une transition rapide et douce. Il convient de retenir le message suivant : il pourrait y avoir des solutions d'adaptation pour le secteur de l'eau dans les zones subissant les effets du changement climatique car il y a des exemples de régions qui ont été confrontées aux aléas climatiques dans le passé, et qui sont maintenant des endroits tout à fait stables. Ce message doit servir de principe directeur à l'élaboration de programmes d'adaptation.

Tableau 6.3b: Résumé des options d'adaptation technologiques et structurelles

Stockage et recyclage	Systèmes d'alerte précoce
Grandes retenues Petites retenues Eaux souterraines Recharge artificielle Forage de puits Barrages de sable Eboueur /galleries Options relatives Maintenance du système Maîtrise des fuites dans l'approvisionnement Maintenance des équipements d'irrigation Fuite dans les canaux d'irrigation Collecte des eaux de pluie Réutilisation/Recyclage de l'eau Dessalement	Avoisine le temps réel (de quelques heures à quelques jours) Court-terme (de quelques jours à quelques semaines) Moyen-terme (de quelques mois à la saison) Long-terme (de quelques années à quelques décennies) Communiquer les prévisions aux utilisateurs finaux.
Maîtrise des inondations/des tempêtes	Opérations/Améliorations du système
Structures (levadons, digues, déviations, , bassins de retenue) Opérations préventives.	Règles de fonctionnement des réservoirs Systèmes de réservoirs intégrés et optimisés Réajustement des structures actuelles Planification de l'irrigation Gestion de la demande en eau Stratégies d'adaptation locales Augmentation de la précipitation Conservation du sol et pratiques culturelles Diversification des cultures.

Source: Adapté de Kabat et van Schaik, 2003

Cela implique aussi la révision des modes de fonctionnement actuels à la lumière des circonstances hydrologiques différentes. Les infrastructures des bassins sont importantes dans la protection contre les catastrophes et la réduction des incidences des catastrophes causées par les inondations. Il faut ajouter à ces infrastructures des abris anti-catastrophes dans les zones à risques. Il serait très pratique d'améliorer les infrastructures actuelles (les routes, les égouts, les mares naturelles, les lacs, les barrages et les réservoirs) de même que les processus comme la conservation des sols des pentes raides et la maîtrise des sédiments dans les réservoirs. Il est cependant à noter que le fonctionnement et la maintenance de telles infrastructures requiert d'énormes moyens financiers.

Pour ce qui est des mesures de gestion spécifiques, de façon générale, les réservoirs offrent le mécanisme le plus résistant et le plus fiable pour la gestion de l'eau dans un contexte de variation climatique et d'incertitudes. Cependant l'association d'autres mesures non structurelles (ex : la gestion de la demande, les pratiques de conservation agricoles, la tarification, la réglementation, le redéploiement) peut également fournir des résultats identiques en termes de forte quantité d'approvisionnement en eau, mais pas nécessairement en termes de fiabilité du système. Le choix d'alternatives dépend du degré de tolérance du risque social et de la perception de la rareté. Le choix dépend aussi de la complexité du problème.

Il y a plusieurs possibilités pour faire face aux incertitudes du changement climatique et à la variabilité – tant dans le nombre de stratégies qu’au niveau des combinaisons des mesures de gestion de chaque stratégie. Une n’y a pas de ‘meilleure’ stratégie. Chacune d’elle dépend d’un certain nombre de facteurs, par exemple: l’efficacité économique, la réduction du risque, la consistance, la fiabilité. Cependant les stratégies d’adaptation doivent être développées, mises en œuvre, et suivies à travers un processus intersectoriel participatif tel que la GIRE ³ ou la Gestion Intégrée des Inondations. C’est en cas de succès de ces stratégies que les solutions qui en découlent en vue d’adapter les pratiques dans le domaine de la gestion de l’eau et de la planification pourront être socialement équitables, économiquement efficaces et durables du point de vue environnemental. Il est utile d’utiliser une telle approche pour minimiser les risques qui pourraient rendre les mesures d’adaptation contreproductives face au programme d’atténuation des effets du changement climatique.

Les règles hydrologiques ont changées. L’évaluation continue et l’actualisation des données météorologiques et hydrologiques doivent faire partie intégrante des programmes de gestion des ressources en eau. Les chercheurs dans les domaines climatiques et hydrologiques doivent faire des efforts continus pour étudier ces données afin de les adapter et les rendre exploitables pour la planification de l’adaptation.

Pouvons-nous nous adapter sans stockages additionnel face à une plus grande variabilité? Quel est le rôle des infrastructures de stockage actuelles? Comment évaluons-nous la qualité de maintenance et la sécurité de ces installations?

Partage et répartition du risque

L’assurance contre les catastrophes est un moyen classique de répartir les risques et les pertes parmi un grand nombre de personnes sur une longue période de temps (Tableau 6.3c). Les coûts financiers des catastrophes naturelles sont potentiellement tellement élevés que les petites et moyennes assurances n’ont pas la capacité financière pour indemniser. C’est pour cette raison que le marché de la réassurance est actif. Le coût des primes peut être très élevé pour les grandes infrastructures. Beaucoup de gouvernements ne souscrivent pas à l’assurance, choisissant plutôt de supporter les coûts de remplacement des pertes partielles qui sont proviendront de leurs budgets d’investissement. Pourvoir aux coûts de remplacement sur le long terme demeure moins coûteux que le coût des primes, ceci est une approche sensible – pour les sociétés, selon cette approche il incombe au gouvernement d’investir pour la réparation des dégâts. Le problème devient plus compliqué lorsqu’une catastrophe de grande ampleur surgit et qu’elle dépasse les capacités financières de l’économie à faire face au coût de réparation sur le budget national. Force est d’admettre que les risques liés au changement climatique sont inévitables, ils sont d’ailleurs en progression. L’on peut ainsi percevoir que les mécanismes d’assurance jouent un rôle dans le partage et la répartition des risques.

Tableau 6.3c: Résumé des options de partage et de répartition des risques

Assurance	Finance
Premiers assureurs	Banques de développement
Réassurance	Privé
Micro-assurance.	Mirco-prêteurs

Source: Adapté de Kabat et van Schaik, 2003

³ Gestion Intégrée des Ressources en Eau

6.3 Thèmes cibles pour l'adaptation

Dans cette section, quelques exemples sélectionnés sont présentés pour illustrer un certain nombre de mesures d'adaptation qui peuvent être prises au regard des incidences actuelles ou futures du changement climatique (au niveau national ou local).

Thème d'adaptation 1: Gestion intégrée des ressources en eau

La gestion intégrée des ressources en eau est largement reconnue comme étant la manière la plus efficace d'optimiser la disponibilité de l'eau pour tous les usages, bien que le renforcement du cadre institutionnel qu'elle exige demeure un défi pour bon nombre de pays en développement. Avec la GIRE et son extension à la gestion intégrée des bassins hydrographiques, apparaît une flexibilité croissante pour faire face aux grandes variations de la pluviométrie et du débit des fleuves (Kabat et van Schaik, 2003).

Les technologies agricoles et celles de l'irrigation permettent de continuer à nourrir la population mondiale qui a triplé au cours du siècle dernier. Pour le côté sombre, beaucoup de systèmes et de politiques de gestion de l'eau ne sont pas bien adaptées pour répondre au paradigme moderne de la gestion de l'eau qui demande à ce que la ressource soit gérée de façon rationnelle et durable en temps de variations climatiques et d'incertitudes. Le degré d'application de l'approche GIRE dépend de la capacité d'adaptation des institutions des pays.

Accroître l'efficacité de la production en eau par l'amélioration de l'efficacité de l'irrigation est la plus simple réponse à la rareté de l'eau et à la variabilité climatique. Tout d'abord, cela consiste à augmenter la quantité d'eau disponible pour les systèmes d'irrigation et de drainage.

Thème d'adaptation 2: Gestion intégrée des inondations

Les mesures d'adaptation dans le contexte de gestion des inondations doivent inclure un savant mélange de mesures structurelles et de mesures non structurelles, avec pour objectif de minimiser les pertes en vie humaine résultant des inondations et de maximiser les bénéfices net découlant des plaines inondables (OMM, 2004). Cette approche est qualifiée de Gestion Intégrée des Inondations ou gestion des inondations dans un contexte de GIRE.

- Les mesures structurelles comprennent par exemple les barrages, les digues, les canaux de déviation, les bassins de rétention, la résistance à l'inondation, etc.
- Les mesures non-structurelles comprennent la prédiction des inondations, les systèmes d'alerte, la planification de l'espace, la maîtrise des sources, l'aptitude à réagir en cas d'urgence ainsi que les procédures de réponse, l'assurance, les programmes de sensibilisation sur les risques d'inondation, etc.

Au cours des dernières années, de nombreux pays ont développés des stratégies d'adaptation pour faire face aux fortes inondations. Ces stratégies comprennent en premier lieu des évaluations détaillées du changement des variables climatiques observées et ceux à venir. Ces stratégies étudient l'incidence de ces changements sur la ressource en eau du pays concerné. Elles sont surtout fondées sur les principes de précaution et de gestion des risques. Certains pays ont mis l'accent sur

l'ajustement des défenses anti-inondation en introduisant des programmes ou plan d'indemnisation pour répondre aux éventuels débordements des rivières, du niveau de la mer ou de l'activité des vagues, etc. D'autres pays recommandent une approche plus diversifiée sous la forme de combinaison des mesures pour permettre aux barrières anti-inondation d'être renforcées pendant les événements extrêmes sans cependant compromettre leur intégrité structurelle, tout en minimisant les risques résiduels d'inondation à travers une planification de l'espace, une capacité à répondre à l'urgence et des programmes de réponse, de même qu'une assurance contre l'inondation.

Inondation des rivières, inondations épisodiques, inondation causées par les marées: la prévision des inondations et les systèmes d'alerte sont considérés comme étant des systèmes fondamentaux pour la protection de la vie et des biens dans un contexte de variabilité et de changement climatique. Beaucoup de pays manquent de capacités substantielles dans ce domaine. Cependant, la question du changement climatique nécessite que l'amélioration de tels systèmes soit une priorité. Ces systèmes peuvent faire partie d'une option d'adaptation valable en tout temps, c'est-à-dire que ces systèmes sont bénéfiques en temps de changement climatique mais aussi ils sont bénéfiques quand il n'y a pas de changement climatique.

La prévision des inondations doit englober tous les stades et les aspects des inondations, tel que les précipitations et le niveau des eaux sur les côtes maritimes (prévisions météorologiques), les niveaux des eaux dans les rivières et les plaines inondables (prévisions hydrologiques). La prévision inclut aussi les projections comme par exemple envisager les dégâts éventuels dans l'agriculture et les infrastructures (prévisions économiques). Les prévisions hydrologiques sur le long terme ont généralement une durée minimale d'un mois. Ces prévisions ne peuvent donner qu'une indication d'ordre générale sur les risques d'inondation, elles donnent aussi le degré d'inondation (moyen, faible, au dessus de la moyenne). Cette information peut être d'une grande importance aux gérants des réservoirs d'eau dans les régions semi-arides. Ces prévisions hydrologiques dépendent fortement de l'exactitude de la prévision du temps et du climat sur les saisons. Les prévisions hydrologiques de moyen terme ont une durée d'environ une semaine, elles fournissent des évaluations plus exactes sur l'état des inondations. Ces prévisions dépendent principalement de la qualité de la prévision des précipitations et de l'information provenant des bassins hydrographiques supérieurs, l'information additionnelle de court terme sur le climat, et la qualité de la distribution d'un modèle utilisé pour calculer le rythme d'écoulement et le débit des fleuve. Enfin, les prévisions hydrologiques à court terme (une durée de quelques jours), se focalisent sur le niveau des eaux des rivières et sur l'étendue et la profondeur des zones inondables ; ces prévisions incorporent également la durée des inondations. Ces prévisions découlent d'une observation en temps réel des précipitations et du débit des rivières dans les bassins hydrographiques supérieurs, ainsi que d'une combinaison des modèles hydrologiques et hydrauliques qui calculent ou estime le niveau des eaux dans la rivière ainsi que le niveau de stockage de l'eau dans les zones inondées (Kabat et van Schaik, 2003).

Thème d'adaptation 3: Capacité à faire face à la Sécheresse et son atténuation

Il y a des approches traditionnelles et des approches modernes pour faire face à la sécheresse. Toute technologie de gestion de la sécheresse requiert des prévisions à moyen terme (saisonnière), des prévisions à long terme (annuelle ou décennale), ainsi que l'utilisation d'outils appropriés pour la modélisation. Les informations recueillies doivent être traduites en mécanismes d'alerte précoce et de réponse.

Les mesures de lutte contre la sécheresse incluent, au niveau de l'approvisionnement, les aspects suivants:

- L'approvisionnement en eau devrait être augmenté à travers l'exploitation des eaux de surface et des eaux souterraines. Il faut cependant noter qu'une exploitation intensive des eaux souterraines pour lutter contre la sécheresse ne représente pas un moyen de lutte durable.
- Les transferts peuvent être effectués à partir des sources d'eau de surface (lacs et rivières) et des sources d'eau souterraine si cela est acceptable sur les plans socioéconomiques et environnementaux.
- Le stockage de l'eau peut être augmenté. Si les réservoirs souterrains (aquifères) qui stockent l'eau sont disponibles, cela peut être plus avantageux que le stockage des eaux de surface, malgré les coûts de pompage car il y a une réduction des pertes liées à l'évaporation.

Au cours des dernières années, l'accent mis sur les programmes d'action de lutte contre la sécheresse a passé de la gestion par l'approvisionnement (fourniture d'eau selon les quantités demandées) à la gestion rationnelle des demandes des ressources en eau qui se raréfient.

Les mesures possibles dans le contexte de la gestion de la demande comprennent:

- Amélioration des pratiques d'utilisation de la terre;
- Gestion des bassins hydrographiques;
- Collecte des eaux de pluies/ collecte des eaux de ruissellement;
- Recyclage de l'eau (ex: utilisation des eaux traitées dans les municipalités pour l'irrigation);
- Développement de stratégies de répartition de l'eau entre les sources d'utilisation concurrentes;
- Réduction du gaspillage;
- Amélioration de la conservation de l'eau à travers une consommation rationnelle de l'eau;
- Tarification de l'eau et subvention.

Les programmes de lutte contre la sécheresse exigent par ailleurs, qu'une grande considération soit accordée aux aspects suivants:

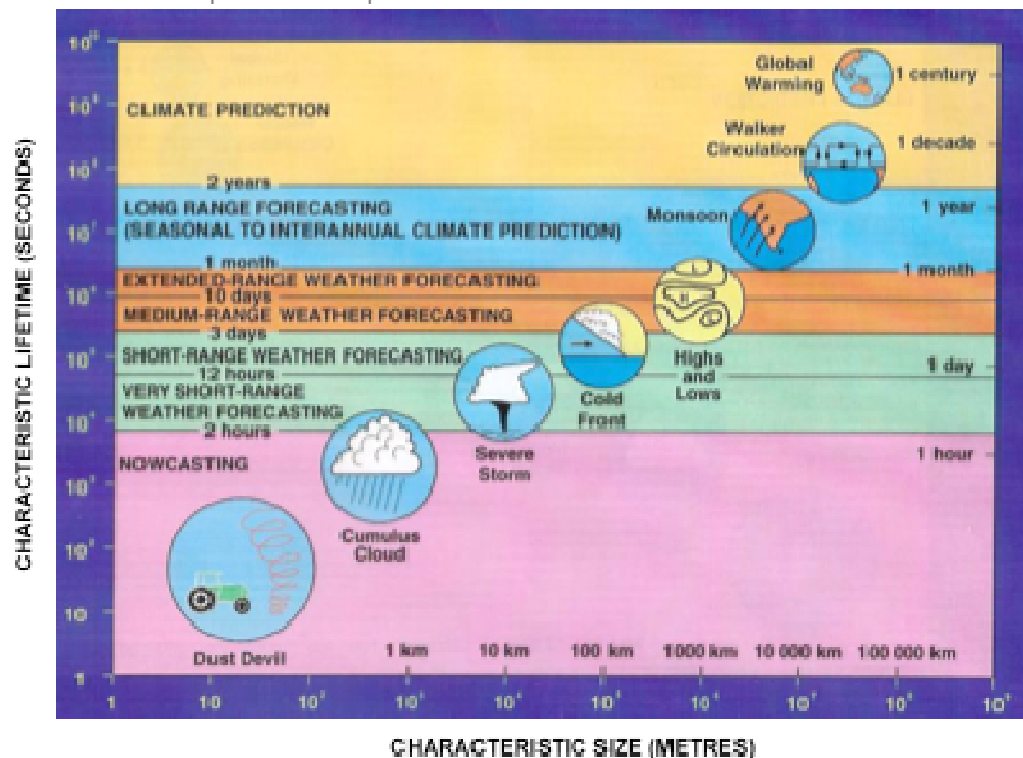
- Restrictions de l'utilisation de l'eau;
- Programme de rationnement;
- Tarifs spéciaux pour l'eau; et
- Réduction des usages à faible valeur tel que l'agriculture (Kabat et al., 2003).

Thème d'adaptation 4: Informations météorologiques et climatologique

Les prévisions climatologiques et météorologiques sont importantes pour les stratégies de lutte. Les météorologues arrivent de plus en plus à prédire les temps extrêmes associés aux cyclones et aux typhons avec une exactitude raisonnable sur une période de quelques jours ou de quelques semaines. Le fait que l'on a une plus grande compréhension des phénomènes *El Niño/La Niña* et d'autres anomalies

climatiques signifie que la prévision des variations climatiques saisonnières devient de plus en plus exacte. Dans ce contexte, les Forums Régionaux des Perspectives sur le Climat (RCOF) ont été d'un grand apport pour fournir des perspectives climatiques saisonnières consensuelles avant le début de la saison pluvieuse afin de permettre l'adaptation dans les différents secteurs.

Schéma 6.1: Les produits d'informations climatologiques et météorologiques avec les échelles spatiales et temporelles correspondantes



Adapted from: J.W., Zillman, WMO Bulletin 48 (2) April 1999).

Le schéma 6.1 donne un aperçu des informations climatologiques et météorologiques provenant des prévisions ainsi que les prévisions climatiques avec leurs caractéristiques spatiales et temporelles. Le renforcement de la fourniture d'informations sur le climat et le temps est un instrument essentiel pour l'adaptation à la variabilité climatique, et au changement climatique sur le long terme. Investir dans la collecte d'informations sur le temps et le climat devrait être une priorité car les bénéfices qui en résultent sont immédiats et matérialisés dans n'importe quel scénario de changement climatique.

Thème d'adaptation 5: Entretien de l'écosystème

Les décisions de politiques au niveau gouvernemental pour la protection des écosystèmes naturels contre les effets néfastes du changement climatique doivent faire l'objet d'une attention particulière. Les réponses efficaces dépendent de la bonne compréhension des possibles changements régionaux dans le climat et l'écosystème. Le suivi de ces changements est essentiel pour ajuster les pratiques de gestion. L'on peut assimiler ce type de réponses à des options d'adaptation valables pour les temps de catastrophe et pour les temps d'accalmie (option d'adaptation 'sans regrets'). L'état actuel de la connaissance nous suggère que l'incidence sur les écosystèmes, au cas où l'incidence du changement climatique n'est pas atténuée, serait désastreux et sans précédent dans l'histoire de l'humanité.

L'on sait aussi que les mesures d'adaptation destinées aux écosystèmes ne seraient efficaces que pour les niveaux inférieurs du changement climatique. Les politiques actuelles de protection et de préservation des écosystèmes seraient également d'une importance dans le régime du changement climatique. La réduction des pressions actuelles sur les écosystèmes naturels (la fragmentation, la destruction de l'habitat, la surexploitation, la pollution et l'introduction d'espèces étrangères, etc.) fournira aux différents écosystèmes de l'espace et du temps pour s'ajuster dans des limites de temps spécifiques. Les réductions des pressions peuvent par conséquent être considérées comme des mesures d'adaptation.

Ci-dessous figurent quelques unes des mesures d'adaptation pour la protection des écosystèmes naturels (GWSP, 2005):

- Conservation de la biodiversité faunique: renforcement du Réseau des Aires Protégées;
- Amélioration durable dans l'agriculture traditionnelle pour protéger les forêts et les prairies;
- Protection des écosystèmes marins;
- Protection des zones côtières; et
- Protection des eaux douces des zones humides.

Les services de l'écosystème tel que la purification des eaux, la contribution aux conditions d'existence (en particulier dans un contexte de subsistance), ou l'atténuation de l'incidence des inondations peuvent être négativement affectés par le changement climatique. L'incidence du changement climatique sur ces services fait présentement l'objet de recherches, et peut réserver des surprises au fur et à mesure que le changement climatique s'installe. Le IPCC AR4 (Fischlin et al., 2007) indique que les écosystèmes des terres sèches, les montagnes et les régions méridionales seraient les plus vulnérables. Le processus de la GIRE, basé sur l'implication de tous les acteurs et sur les principes de durabilité (au niveau environnemental et au niveau écologique) a le potentiel d'intégrer le sort des écosystèmes terrestres et aquatiques vitaux pour soutenir le développement des générations futures en cas de changement climatique.

Résumé

La 'meilleure combinaison' et la gamme des mesures d'adaptation devraient être intégré dans le processus d'évaluation du risque. Les options d'adaptation qui engendrent des bénéfices même en temps de variabilité climatique demeurent les plus prisées (approche 'sans regret'). Le défi de l'adaptation n'est pas seulement d'ordre technique, il est aussi un problème de société avec de fortes exigences pour élargir l'engagement des acteurs. Les options d'adaptation doivent être développées dans un contexte fortement localisé avec une forte incertitude quant à la pérennité de la ressource locale.

Lectures recommandées

CPWC (2009) Environment as Infrastructure. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation. The Co-operative Programme on Water and Climate (CPWC): Den Haag, The Netherlands.
<http://www.waterandclimate.org/index.php?id=5thWorldWaterForumpublications810>

CPWC (2009) IWRM and SEA. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation.

CPWC (2009) Producing Enough Food. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation.

CPWC (2009) Water Industry. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation.

CPWC (2009) WASH Services Delivery. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation.

7. ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LA GESTION DE L'EAU

Objectif

Le but de ce module est de familiariser les participants avec la façon dont l'adaptation au changement climatique peut être incorporée dans les stratégies de gestion des ressources en eau à tous les niveaux.

7.1 Introduction

Etant donné que la qualité et la disponibilité de l'eau sont substantiellement affectées par les manifestations du changement climatique (fortes sécheresses, fortes inondations), il y a une nécessité de changer la façon dont l'eau est utilisée et gérée. La question est de savoir comment ce changement sera introduit.

La gestion intégrée de l'eau a pour but d'assurer que les communautés ont un accès à des ressources suffisantes, c'est-à-dire : - que l'eau est disponible à des fins de production - qu'il n'y a pas de rupture en eau - et que la fonction environnementale de l'eau est assurée. A ces trois niveaux, la gestion est confrontée au problème des manifestations de la variabilité climatique. Ces manifestations doivent être prises en compte dans l'élaboration des stratégies de gestion.

Pour ce faire, les stratégies d'adaptation à la variabilité climatique doivent être incorporées dans la planification de la gestion des ressources en eau.

7.2 En quoi la GIRE peut-elle être utile?

Les mesures de gestion doivent être faisables, efficaces et acceptables (GWP n.d.). Les mesures de l'adaptation au changement climatique à travers la GIRE devraient faire partie de stratégies d'adaptation dans un contexte plus large de la gestion durable de l'eau. Les politiques de développement doivent être révisées pour qu'elles soient en adéquation avec les nouvelles conditions climatiques. Par ailleurs, l'on devrait

Box 7.1: Why is it important to address climate change manifestations in water management?

- Impacts of climate change on freshwater systems and their management are mainly due to the observed and projected increases in temperature, evaporation, sea level and precipitations variability.
- The number of people in severely stressed river basins is projected to increase significantly (3 to 5 times in 2050 as compared to 1995).
- Semi-arid and arid areas are particularly exposed to the impact of climate change on freshwater.
- Higher water temperatures, increased precipitation intensity and longer periods of low flows will lead to more pollution and impacts on ecosystems, human health and water system reliability and operating costs.
- Climate change affects the function and operation of existing water infrastructure as well as water management practices.
- Adaptation procedures and risk management practices for the water sector are being developed in some countries and regions that recognize the uncertainty of projected hydrological changes.
- The negative impacts of climate change on freshwater systems outweigh its benefits.

(Source: IPCC, 2007)

évaluer la pertinence de ces politiques. Au niveau local et national, les capacités à faire face ou à s'adapter à la variabilité climatique peuvent être envisagées dans le contexte d'une planification pour la GIRE. Comme le dit GWP (n.d.) : "Le meilleur moyen pour les pays de construire des capacités d'adaptation au changement climatique, est d'améliorer leurs capacités à faire face à la variabilité climatique actuelle". En d'autres termes, en améliorant la façon dont nous utilisons et gérons l'eau aujourd'hui, il nous sera plus facile de relever les défis de demain (Encadré 7.1).

Quels sont les changements qui sont réellement attendus ? Quel sera leur incidence directe sur la disponibilité et la gestion de l'eau ? En termes de quantité, l'on s'attend à ce que la précipitation augmente ou diminue de 20 pourcent. Il est aussi possible qu'il y ait une plus grande fréquence et une plus grande intensité des inondations et des sécheresses. Ces changements auront des incidences directes sur la manière dont les gens utilisent et gèrent leurs ressources en eau.

Quelle contribution la gestion de l'eau pourrait-elle faire pour faire face aux préoccupations immédiates des communautés rurales en cas d'inondations ?

Adaptation strategies through water management will need to combine 'hard' (infrastructural) with 'soft' (institutional) measures (see Chapter 6). The three main challenges are:

- La création d'organisations dynamiques qui sont capables de répondre de façon stratégique et effective aux circonstances changeantes.
- La prise de décisions basées sur des prévisions plutôt que sur les données historiques; et
- L'obtention des fonds.

7.3 Mesures de gestion possibles

Quelles sont les actions possibles de gestion qui peuvent répondre à ces défis ?

Dans une situation de stress hydrique

La pression sur l'eau, traduite par le rapport prélèvement/disponibilité sur une période donnée, est élevée dans la plupart des pays d'Afrique du nord, d'Afrique australe, l'Asie centrale, l'Asie occidentale, le sous continent Indien, la partie nord de la Chine, la Mongolie, le Mexique, les régions nord de l'Amérique centrale, les régions côtières occidentales de l'Amérique latine, certaines régions de l'Argentine et du Brésil, et enfin la partie sud de la Thaïlande (IPCC 2007a, UNDP 2007). Dans ces régions, les situations telles que les déficits en pluie, la montée des eaux et la forte demande en eau, augmentent potentiellement le stress hydrique. Lorsque l'on mesure le stress hydrique, tous les aspects de la vulnérabilité ne sont pas cernés car le facteur variabilité climatique n'est pas pris en compte. Les zones les plus vulnérables en termes de rupture en eau suite aux changements climatiques, sont les zones semi-arides et les pays à faible revenu ayant de fortes variations annuelles et une concentration saisonnière des précipitations. Dans ces régions, les personnes les plus vulnérables sont celles dont l'accès à l'eau est tributaire de la pluviométrie, des eaux de ruissellement et des retenues d'eau de surface.

Les interventions en vue de l'adaptation se composeront des mesures suivantes pour augmenter la disponibilité de l'eau:

- La réduction du gaspillage de l'eau;
- L'accroissement de l'efficacité dans l'agriculture – 'plus de production par goutte'; et
- L'économie de l'eau dans l'utilisation domestique.

Les mesures pour atteindre ces objectifs comprennent:

- La tarification de l'eau (elle est controversée car elle peut affecter l'accès à l'eau des personnes pauvres);
- La rationalisation des eaux saisonnières pendant les périodes de pénurie;
- L'adaptation de la production industrielle et agricole afin de réduire le gaspillage d'eau;
- L'augmentation de la collecte et du stockage des eaux de ruissellement;
- La réutilisation ou le recyclage des eaux usées après traitement;
- Dessalement des eaux salées ou saumâtres (coûteux);
- Meilleure utilisation des sources d'eau souterraine (risque: ensablement); et
- Collecte des eaux de pluie.

Dans une situation de risques sur la qualité de l'eau

Le changement climatique affecte la qualité de l'eau. L'augmentation de la fréquence et de la sévérité des tempêtes ainsi que les inondations provoquent des risques de dommage pour les systèmes de distribution d'eau. Les systèmes de drainage inadéquats dans beaucoup de centres urbains sont susceptibles de faire défaut en cas de hausse de la fréquence des fortes pluies. (Voir Chapitre 2). Dans les lacs et les réservoirs, la hausse de la température des eaux résultant du réchauffement anthropogénique affectera la qualité de l'eau (conséquences des incidences sur la composition chimique de l'eau). L'augmentation de la température dans les rivières réduit la quantité d'oxygène rendant ainsi difficile la possibilité d'auto-purification des rivières. La hausse de la pluviométrie peut se traduire par l'absorption des nutriments, des germes pathogènes et des toxines dans les plans d'eau.

Quelles peuvent être des mesures spéciales pendant les saisons de fortes précipitations?

Les interventions viseront à renverser la tendance de la dégradation de la qualité de l'eau résultant du changement climatique (ex : l'efflorescence des algues en raison de la hausse des températures, ou la contamination est résultant de forte précipitation).

Les mesures possibles sont:

- L'amélioration des systèmes de drainage;
- La modernisation ou la normalisation du traitement de l'eau;
- Une meilleure surveillance; et
- Mesures spéciales pendant les saisons de fortes précipitations.

Les interventions d'adaptation nécessiteront une combinaison de bonnes pratiques et de mesures à long terme pour répondre aux conséquences du changement climatique sur les ressources.

Tableau 7.1: Eventuelles mesures bénéfiques à court ou à long terme

Interventions ayant des bénéfices à court terme	Interventions ayant des bénéfices à long terme
<ul style="list-style-type: none"> ● Collecte des eaux de pluie ● Plus grand rationnement dans la gestion de l'eau pendant les sécheresses et le rationnement de l'eau pendant les périodes de faible pluviométrie, renforcé par la promotion de mesures d'économie de l'eau, de surveillance et l'application de ces mesures. ● Campagnes de sensibilisation du public pour encourager à la réduction volontaire de l'utilisation de l'eau et à l'optimisation de l'utilisation de l'eau plus particulièrement pendant les périodes de fortes pressions sur la ressource en eau ● Réutilisation des eaux usées dans les utilisations qui n'exigent pas l'emploi d'eau potable (ex : irrigation, utilisation industrielle) ● Amélioration de la surveillance de la qualité de l'eau, particulièrement pendant les périodes de forts risques (ex : sécheresse, températures extrêmes, fortes précipitations) ● Alertes sur la qualité de l'eau et sensibilisation du public sur le traitement de l'eau pendant les périodes où l'eau est de mauvaise qualité ● Utilisation de prévisions saisonnières ou à court terme pour planifier l'utilisation de l'eau ● Introduction de schémas de tarification de l'eau qui sauvegardent et garantissent l'accès à l'eau des pauvres et des groupes vulnérables (ex : tarification à appliquer si seulement l'eau est utilisée au delà d'une certaine quantité par habitant/ménage/sociétés, ou au-delà d'une certaine quantité d'eau utilisée par les sociétés pour la productivité). 	<ul style="list-style-type: none"> ● Incorporation de l'information sur les éventuels changements futurs de la disponibilité de l'eau dans la planification et l'élaboration des politiques ● Intégration de système de collecte d'eau de pluie dans les immeubles d'habitation et les centres commerciaux ● Normes minimales d'utilisation optimale de l'eau dans les nouvelles constructions ● Investir dans l'industrie qui ne nécessite pas de fortes quantités d'eau ● Importation stratégique de produits qui nécessitent une forte consommation d'eau ● Concentration de certaines activités qui nécessitent beaucoup d'eau pendant les saisons pluvieuses ● Modernisation des infrastructures de traitement de l'eau ● Amélioration des systèmes de surveillance de la qualité de l'eau ● Séparation du drainage et des systèmes d'épuration de l'eau, amélioration de la gestion des eaux de ruissellement ● Modernisation des systèmes de distribution de l'eau (réduire les fuites, l'évaporation) ● Importance accordée aux prévisions sur le climat et le temps dans la gestion de l'eau ● Construction d'usines de dessalement, utilisation des eaux souterraines provenant des aquifères (notez que cela est coûteux et pose des problèmes en terme de durabilité) ● Développement de mécanismes internationaux pour la gestion des ressources en eaux que les Etats ont en commun.

Source: UNDP – non publié

7.4 Le changement climatique dans la planification de la GIRE

Historiquement, au cœur de la gestion d'eau, ce qui était le plus important était sa capacité adaptative et sa capacité. De par le passé, les pratiques de gestion de l'eau répondaient à des situations particulières ou à des besoins provenant de circonstances changeantes (causes naturelles, changements institutionnels, priorités politiques et autres facteurs). Fort de ce constat, on peut dire que les stratégies d'adaptation et de réaction face au changement climatique ne sont pas nouvelles ou dépourvues des principes élémentaires de la gestion de l'eau.

Les options de gestion en vue de l'adaptation au changement climatique ne sont pas singulières ou particulièrement différentes de celles déjà utilisées dans le passé pour faire face à la variabilité actuelle du climat. La seule différence substantielle réside dans le fait de savoir quelle option utiliser car l'on a le choix d'adopter une approche

Which interventions are more effective, with short-term or with long-term benefits? Why is that?

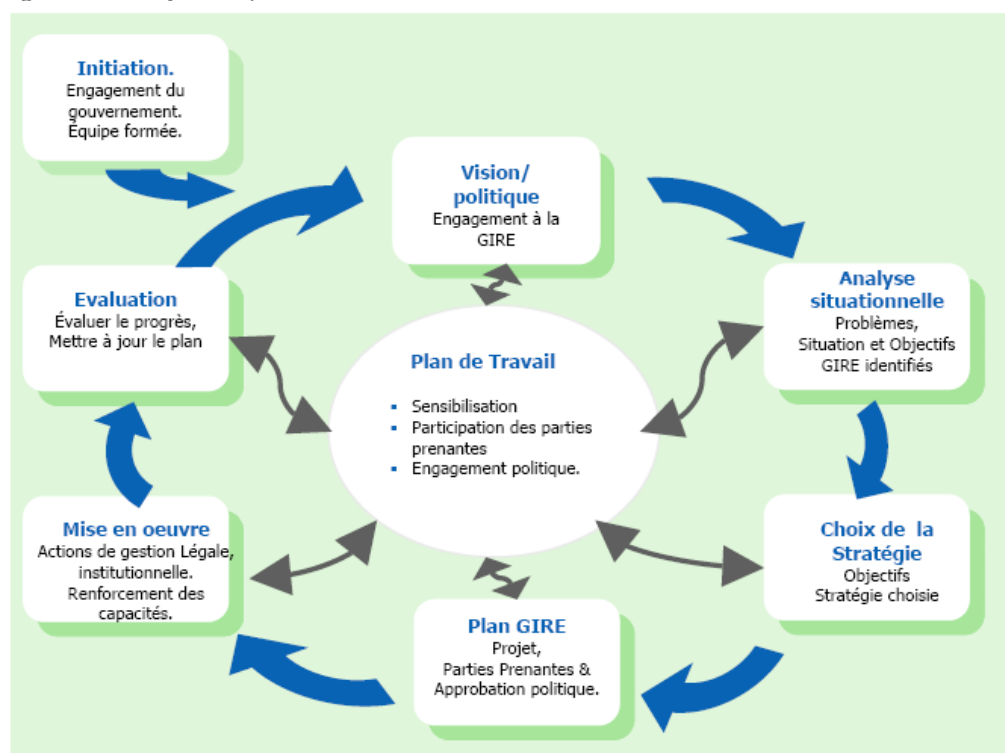
plus conventionnelle (valable en temps de catastrophe et en temps d'accalmie – approche 'sans regret') ou une approche plutôt anticipative et préventive. C'est l'une des raisons de l'utilisation de la GIRE en tant qu'instrument pour l'adaptation. Ce qui est peut être plus important est la réponse de la GIRE à la question de comment atteindre les Objectifs du Millénaire à travers la gestion de l'eau ? Dans ce contexte, il a été justement relevé que si la question des habitudes de consommation de l'énergie constitue le point essentiel de l'atténuation des effets du changement climatique, la GIRE devrait être l'outil principal pour l'adaptation (Jonch-Clausen, 2007)

Comment incorporer la dimension du changement climatique dans les plans nationaux de GIRE?

Au Sommet Mondial Pour le Développement Durable en 2002, les pays se sont engagés à développer des programmes nationaux de gestion efficace de l'eau à travers la GIRE qui était incluse dans le Programme de Mise en Oeuvre de Johannesburg (UN, 2002). Cet engagement a permis l'élaboration, l'incorporation et la mise en oeuvre de la GIRE dans les planifications nationales. Beaucoup de pays ont initié ou renforcé les processus nationaux pour l'élaboration de tels programmes.

Le Manuel de Formation de Cap-Net et son Guide Opérationnel pour les programmes de Gestion Intégrée des Ressources en eau (Cap-Net, 2005b) présentent le processus en sept étapes séquentielles figurant dans le schéma 7.1.

Figure 7.1: Le cycle de planification de la GIRE



Source: Cap-Net, 2005b

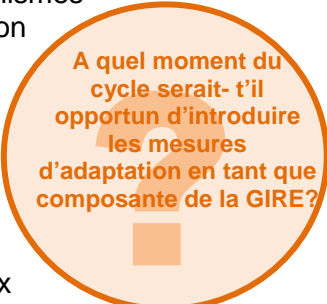
Lorsqu'on considère le processus de planification de la GIRE comme ayant été déterminant pour l'adaptation aux situations provoquées par le changement climatique, les aspects suivants doivent être considérés:

- Dans l'étape d'Initiation', les incidences du changement climatique doivent être intégrées dans le processus de planification. Pour plaider auprès des décideurs, l'on peut dire que cet argument pourrait aider les décideurs à

La Gire: un Outil d'adaptation au Changement Climatique

adopter rapidement des stratégies de gestion, qui autrement, auraient été politiquement difficile à mettre en œuvre.

- Pendant la phase de 'Vision/Politique', l'adaptation au changement climatique est un élément additionnel, et non en remplacement des objectifs de la GIRE. L'objectif global de la GIRE restera inchangé.
- Dans l'étape de 'l'Analyse situationnelle', l'utilisation de l'information sur le climat et l'analyse des incidences doivent être incorporé. En outre, le thème de l'adaptation/l'atténuation peut être évoqué pour suggérer que le processus d'utilisation de la GIRE devrait réduire le risque que les options d'adaptation n'affectent négativement les cibles de l'atténuation et vice versa.
- Dans la phase de 'Choix Stratégique', l'approche anticipatoire ou préventive peut être introduite en qualité de fondement pour les stratégies de mise en œuvre de la GIRE.
- Tenir compte du rôle des autorités locales et des Organismes de bassins fluviaux (OBF) dans les stratégies d'adaptation lorsque l'on élabore un programme de GIRE.
- Prise en compte des cadres juridique, économique, sanitaire et tout autre variable conditionnelle qui ont été analysés dans l'optique de la mise en œuvre de la GIRE et qui sont décisifs quant à leur contribution à l'adaptation au changement climatique.
- Pendant l'évaluation, on doit confronter les résultats aux indicateurs en prenant en compte les mesures d'adaptation proposées dans le programme.



A quel moment du cycle serait-t'il opportun d'introduire les mesures d'adaptation en tant que composante de la GIRE?

Tout au long du processus, l'implication des acteurs est essentielle afin que les résultats de l'évaluation d'incidence et les choix stratégiques soient maîtrisés par les agences chargées de mettre en œuvre la GIRE.

Avec les progrès de la technologie, il y a eu un plus grand nombre de solutions et de stratégies sur le temps. Ce qui a changé c'est notre compréhension et notre façon de mettre en œuvre l'ensemble des mesures intégrées de la gestion de l'eau qui sont en adéquation avec les principes modernes et les politiques.

L'approche intégrée considère le bassin versant comme un tout, et considère les incidences que les changements dans le bassin versant ou dans la distribution de l'eau auront sur les autres utilisateurs. Les gestionnaires de l'eau ne commencent plus leur action par la supposition que certaines mesures structurelles (ex : barrages, digues) sont les seules et uniques meilleures solutions. Ils commencent plutôt par la planification en se demandant quels sont les objectifs de la gestion. Ces objectifs incluent généralement des facteurs comme le bien-être social et communautaire, le rôle des femmes dans les groupes d'utilisateurs de l'eau et la restauration de l'environnement. L'on devrait plaider pour la mise en œuvre de la GIRE en tant que paradigme intégrateur pour l'adaptation à la variabilité climatique contemporaine. La GIRE doit être un pré-requis pour pouvoir faire face au réchauffement climatique, aux changements qui en découlent et à leurs répercussions sur le cycle de l'eau.

7.5 Dans le contexte institutionnel de la gestion du bassin fluvial

Les questions de la gestion de l'eau et du changement climatique sont souvent traitées dans des environnements institutionnels différents. La question de la gestion de l'eau peut être confiée au ministère de l'eau (ou à un département de l'eau) tandis que la question du changement climatique est souvent confiée au ministère de l'environnement. De même, au niveau du bassin fluvial, les mesures sur le changement climatique peuvent relever des agences environnementales tandis que l'organisation du bassin fluvial s'occupe plutôt des questions de répartition et de maîtrise de la pollution (Cap-Net, 2008). C'est un défi que de préparer les organismes de bassin fluvial à prendre une responsabilité dans les efforts d'adaptation au changement climatique cela, de commun accord avec les autorités locales et les agences environnementales.

Répartition de l'eau;
Maîtrise de la pollution;
Surveillance;
Aménagement du bassin;
Gestion économique et financière;
Gestion de l'information;
et, Organisation de la participation des acteurs.

Les fonctions typiques des organismes de bassin fluvial sont:

- Répartition de l'eau;
- Maîtrise de la pollution;
- Surveillance;
- Aménagement du bassin;
- Gestion économique et financière;
- Gestion de l'information; et,
- Organisation de la participation des acteurs.

En mettant en œuvre ces fonctions au niveau du bassin, les organismes de bassin fluvial ont des instruments pratiques pour faire face aux manifestations du changement climatique. Pour ainsi dire, il revient aux organismes de bassin fluvial de mettre en œuvre les mesures d'adaptation possibles mentionnées plus haut dans le chapitre. Dans le tableau ci-dessous, nous avons fait figurer certaines des mesures possibles ainsi que les fonctions correspondantes au niveau des organismes de bassin fluvial (OBF).

Tableau 7.2: Quelques mesures d'adaptation possibles et les fonctions des organismes de bassin fluvial

Mesure d'adaptation possible	Fonctions des OBF	Effet anticipé
Tarification de l'eau/Recouvrement des coûts, Investissement	Gestion Economique/Financière	Réduction de la consommation par habitant Amélioration de l'efficacité
Rationnement saisonnier de l'eau, redistribution, gestion de l'utilisation de l'eau	Répartition de l'eau Maîtrise de la pollution	Amélioration de la disponibilité et de l'accès Ecoulement ininterrompu Assurer la fonction de purification
Cartographie des zones à risques d'inondations ou de sécheresse, Infrastructure, élaboration de scénarios	Planification du bassin	Réduction de l'incidence des événements extrêmes
Accroître la collecte et le	Planification du bassin	Amélioration de la disponibilité

Mesure d'adaptation possible	Fonctions des OBF	Effet anticipé
stockage des eaux de ruissellement		Pollueurs réduits dans les systèmes
Réutilisation, recyclage, meilleure réglementation, action pour améliorer les installations sanitaires	Maîtrise de la pollution Répartition de l'eau Planification du bassin	Amélioration de la disponibilité Réduction de la pollution des eaux souterraines
Utilisation des eaux souterraines	Répartition de l'eau Aménagement du bassin	Amélioration de la disponibilité
Collecte des eaux de pluie/Systèmes d'alerte	Répartition de l'eau Participation des acteurs	Amélioration de la disponibilité Réduction des dégâts liés au drainage
Amélioration des systèmes de drainage et de traitement de l'eau	Maîtrise de la pollution Aménagement du bassin	Réduction de la pollution Amélioration de la disponibilité et recouvrement
Meilleur monitoring.	Gestion de l'information Suivi.	Amélioration de l'action en réponse aux besoins réels.

7.6 Adaptation au niveau approprié

Il est fort probable que les pays en développement souffriront plus des effets néfastes du changement climatique. En effet, dans ces pays, les secteurs sensibles aux changements climatiques (agriculture, pêche) sont économiquement plus importants que dans les pays développés. La réduction de la vulnérabilité de ces secteurs et des groupes sociaux doit être au centre des stratégies d'adaptation afin de s'assurer que les populations ont de bonnes conditions de vie qui sont du reste durables. En raison des contraintes humaines, institutionnelles, et financières pour anticiper et faire face aux incidences directes et indirectes (particulièrement au niveau communautaire), il est essentiel que les stratégies soient élaborées et mises en œuvre au niveau approprié.

Can you think of other desirable or less desirable effects of proposed adaptation measures?

Les **collectivités locales** jouent un rôle crucial dans la lutte contre la pauvreté, l'amélioration de l'accès aux services de base en eau. Elles ont aussi un rôle crucial dans la gestion durable des ressources en eau. Cependant, ces collectivités manquent bien souvent de connaissance et de d'aptitudes pour atteindre ces objectifs. Ces collectivités sont les représentants locaux du gouvernement central, elles ont la responsabilité de fournir les services de base. Dans un tel contexte, ces représentants de l'Etat sont les premières autorités chargées de s'assurer que les besoins des secteurs vulnérables et des acteurs sont satisfaits dans l'élaboration des stratégies d'adaptation et que leurs conditions de vie sont sécurisées.

Les autorités locales sont chargées de veiller à la fourniture (ou faciliter l'obtention) des services d'eau et d'assainissement; mais de plus en plus, on attend d'eux qu'ils utilisent des approches participatives pour maximiser l'intégration des acteurs dans la planification, les décisions de gestion et la responsabilisation des acteurs dans la gestion de la demande en eau. Les collectivités locales ont une place dans les agences de gestion d'eau de bassin, à la fois en tant qu'utilisateurs et en tant que représentants communautaires. Elles ont l'obligation d'adhérer aux règles de gestion qui garantissent la gestion durable des ressources en eau, y compris la protection de l'environnement et de l'écosystème. Avec la décentralisation grandissante, les collectivités locales ont de plus en plus de grandes responsabilités diversifiées qui nécessitent des compétences et des aptitudes. Leur efficacité influence le développement, la lutte contre la pauvreté, la protection de l'environnement, la santé. Cependant, force est de constater que, fournir à ces collectivités l'assistance

nécessaire dont elles ont besoin pour une meilleure gestion de l'eau demeure un défi.

Dans ce contexte, l'on peut faire une distinction entre l'adaptation privée et l'adaptation publique. **L'adaptation privée** est entreprise et mise en œuvre par des individus, des ménages, ou tout autre entité privée. Ce type d'adaptation sert le plus souvent les intérêts de ceux qui l'ont mise en œuvre. **L'adaptation publique** est initiée et mise en œuvre par les autorités publiques; elle sert le plus souvent les intérêts de la communauté. De façon générale, l'autorité publique sollicite l'apport des individus, des groupes d'intérêts, ou de tout autre représentant des entités privées pour l'élaboration d'une stratégie qui répond aux intérêts publics ; cette stratégie reste cependant motivée par des exigences privées. Cela requiert une capacité substantielle de la part de l'autorité publique pour organiser la participation et inclure les différentes contributions dans l'élaboration des politiques stratégiques et dans leur mise en œuvre. Les acteurs locaux doivent aussi être informés et familiarisés avec les scénarios d'adaptation ainsi qu'avec les outils et les techniques qui sont à leur disposition. Il est indispensable de faire des efforts substantiels pour le renforcement des capacités des autorités locales et des représentants de la société civile.

Lectures recommandées

Cap-Net (2005) Integrated Water Resources Management Plans: Training Manual and Operational Guide. Cap-Net: Delft, The Netherlands.

Cap-Net (2008) Integrated Water Resources Management for River Basin Organisations: Training Manual and Facilitators' Guide. Cap-Net: Pretoria, South Africa.

CPWC (2009) Planning Better WRM. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation. The Co-operative Programme on Water and Climate (CPWC): Den Haag, The Netherlands. <http://www.waterandclimate.org/index.php?id=5thWorldWaterForumpublications810>

CPWC (2009) Small Island Countries. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation.

CPWC (2009) Transboundary Water Management. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation.

CPWC (2009) Water Resources and Services. Perspective Paper on Water and Climate Change Adaptation.

Global Water Partnership (2009) Better Water Resources Management - Greater Resilience Today, More Effective Adaptation Tomorrow. Perspectives on water and climate change adaptation. GWP: Stockholm, Sweden.

Pensez-y:

S'il est vrai que les Collectivités locales, les communautés et les groupes d'intérêts sont indispensables pour une adaptation adéquate au changement climatique, et que l'on doit pourvoir aux besoins des groupes

7

Partie 2:

Le Guide du

Facilitateur



ECHANTILLON DU PROGRAMME DU COURS

Jour 1

Temps	Thème	Contenu
09:00 – 10:30	Introduction	Introduction du programme et des participants
11:00 – 12:30	Introduction à la Gestion Intégrée des Ressources en eau (GIRE) et au changement climatique	Les principes et les concepts de la GIRE sont présentés ainsi que la manière dont la GIRE peut aider à s'adapter au changement climatique. Ces différents points feront l'objet d'une discussion au cours de cette session. La présentation sera suivie d'une discussion de groupe.
13:30 – 14:30	Compréhension des causes et des incidences du changement climatique – Causes du changement climatique	<i>Introduction et discussion</i> Présentation du fondement scientifique du changement climatique – causes du changement climatique.
14:30 – 15:30	Discussion de groupes	Groupes de discussion -Rapport
16:00 – 17:30	Comprendre les causes et les incidences du changement climatique – Incidences	<i>Introduction et discussion</i> Compréhension et discussion de la manière dont le changement climatique affectera les ressources en eau, les écosystèmes et de la façon dont cette situation peut affecter l'utilisation de l'eau.

Jour 2

Temps	Thème	Contenu
08:30 – 09:00	Récapitulatif de la journée précédente	<i>Les thèmes pertinents sont révisés et clarifiés.</i> Il est demandé aux participants de se porter volontaire pour résumer les présentations et les discussions en trois points essentiels qui nourriront la discussion.
09:00 – 10:30	Développement de stratégie et planification pour l'adaptation	<i>Introduction et discussion</i> Quels sont les principes clés qui peuvent être utilisés dans la planification de l'adaptation dans le contexte de la gestion de l'eau? Discussion des processus qui ont été élaborés pour l'élaboration des stratégies d'adaptation et des projets – Discussion d'exemples de planification d'adaptation.
11:00 – 12:30	Exercice	Formation de groupes selon 4 cas – définition des TDR des différentes équipes dans le cadre d'un projet d'adaptation au changement climatique dans le secteur de l'eau
13:30 – 15:00	Incidences du changement climatique sur les secteurs d'utilisation de l'eau	<i>Introduction et discussion</i> Quels sont les incidences du changement climatique sur les ressources en eau au niveau général et au niveau régional? Mise en exergue des incidences envisagées dans les différents secteurs utilisateurs de l'eau.
15:30 – 17:30	Exercice	Conservation des mêmes groupes que dans la session précédente, discussion de l'incidence sur: Case 1 – l'agriculture et les inondations en milieu rural Case 2 – la navigation et l'agriculture Case 3 – les infrastructures et les inondations en milieu urbain Case 4 – les écosystèmes et la pêche.
08:30 – 09:00	Recap of previous day	<i>Relevant topics are revisited and clarified.</i> Participants are asked to volunteer to summarize the presentations and discussions in no more than three challenging statements that aim to trigger discussion.
09:00 – 10:30	Strategy development and planning for adaptation	<i>Introduction and discussion</i> What basic principles can be employed for adaptation planning in the water context? Processes that have

Temps	Thème	Contenu
		been developed for preparing adaptation strategies and projects, and examples of adaptation planning are discussed.
11:00 – 12:30	Exercise	Groups formed according to 4 cases – define ToRs of different teams in a climate change adaptation project in the water sector
13:30 – 15:00	Impacts of climate change on water use sectors	<i>Introduction and discussion</i> What are the climate change impacts on water resources at global and regional levels? The expected impacts for various water use sectors are highlighted.
15:30 – 17:30	Exercise	Same groups as previous session discuss impacts on: Case 1 – agriculture and rural floods Case 2 – navigation and agriculture Case 3 – infrastructure and urban floods Case 4 – ecosystems and fisheries.

Jour 3

Temps	Thème	Contenu
08:30 – 09:00	Récapitulatif de la journée précédente	
09:00 – 10:30	Techniques d'évaluation des incidences	<i>Introduction et discussion</i> Récapitulatif de la session précédente – Introduction à l'élaboration de techniques d'évaluation des incidences identifiées.
11:00 – 12:30	Face aux incertitudes	<i>Introduction et discussion</i> Introduction aux différents aspects qui ajoutent aux incertitudes lorsqu'on fait face au changement climatique – Réflexion sur la façon dont cette situation peut être incorporée dans les approches de la gestion environnementale. –Présentation de l'approche par prévision et de l'approche par réaction (deux approches différentes de l'adaptation au changement climatique).
13:30 – 18:00	Visite de terrain	

Jour 4

Temps	Thème	Contenu
08:30 – 09:00	Récapitulatif de la journée précédente	
09:00 – 10:30	Exercice	Les 4 groupes élaborent et planifient une évaluation du risque face aux incertitudes – Utilisation stratégique des indicateurs de la vulnérabilité climatique dans les cas respectifs.
11:00 – 12:30	Instruments et mesures de l'adaptation	<i>Introduction et discussion</i> Aperçu des mesures d'adaptation ainsi que leur typologie.
13:30 – 15:00	Exercice	Les 4 groupes proposent chacun des mesures d'adaptation pour leur cas respectif.
15:30 – 18:00	Jeu de rôle	

Jour 5

Temps	Thème	Contenu
08:30 – 09:00	Récapitulatif de la journée précédente	
09:00 – 10:30	Adaptation au changement climatique dans la gestion de l'eau	<i>Introduction et discussion</i> La session s'intéresse aux instruments de gestion de l'eau qui sont disponibles et à la façon dont ils peuvent contribuer à faire face au changement climatique. Etude des phases du processus de planification pour voir où l'adaptation sera la plus adéquate – Dégagement des liens entre les mesures d'adaptation et les fonctions de

Temps	Thème	Contenu
		gestion des ressources en eau.
11:00 – 12:30	Exercice	Il est demandé aux 4 groupes de dégager des stratégies et d'incorporer l'adaptation dans la planification de la gestion des ressources en eau.
13:30 – 14:30	- suite -	Groupes de travail
14:30 – 15:30	- suite -	Rapportage et discussion
16:00 – 16:30	Discussion générale	Leçons à retenir
16:30 – 17:30	Evaluation du cours et clôture	

LES GRANDES ARTICULATIONS DE LA SESSION

Session 1

Titre: Introduction à la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) et au changement climatique
Objectifs spécifiques A l'issue de cette session, les participants pourront: <ul style="list-style-type: none"> • Etre en mesure de décrire la signification de la GIRE ainsi que ses principaux principes; • Comprendre les raisons principales de l'adoption d'une approche GIRE; • Etre conscient que dans certaines régions, la GIRE peut être utile à l'adaptation au changement climatique.
Besoins/Exigences pour cette session Equipement de la présentation Cartes climatiques ou autres outils nécessaires pour le rapportage des travaux du groupe Pause
Petit résumé Cette session introduit les principes et les concepts clés de la GIRE et s'intéresse à la façon dont la GIRE peut aider à l'adaptation aux conditions climatiques changeantes pour améliorer la disponibilité et la qualité de l'eau.
Répartition du temps Présentation et discussion: 45 minutes Exercice: 45 minutes Total: 1 heure 30 minutes
Exercice Discussion de groupe. En fonction de la taille du groupe de participants, diviser en 3 ou 4 sous-groupes et discuter les questions suivantes: Après avoir étudié les principes clés de la GIRE, vous serez sans doute en mesure d'évaluer la situation dans votre propre pays en ce qui concerne la mise en œuvre de la GIRE. Vous aurez sans doute à répondre aux questions suivantes: <ul style="list-style-type: none"> • Quel est l'intérêt d'une mise en œuvre de la GIRE dans votre pays? • Y a-t-il des principes de gestion de l'eau dans votre pays? • Dégager la façon dont les hommes et les femmes sont différemment affectés par les changements dans la gestion des ressources d'eau. • Comment peut-on adapter les pratiques de gestion de l'eau dans votre pays? • Quelles sont les manifestations du changement climatique dans votre pays que la mise en œuvre de la GIRE peut résoudre?

Session 2

Titre: Causes et incidences du changement climatique
Objectifs spécifiques A l'issue de cette session, les participants pourront: <ul style="list-style-type: none"> • Etre en mesure d'expliquer les concepts fondamentaux de la variabilité du climat ainsi que des changements climatiques; • Maîtriser le langage utilisé par l' IPCC pour communiquer l'assurance et l'incertitude; • Comprendre les principes qui sous-tendent le Rapport Spécial sur l'Emission des Scénarios; • Etre en mesure d'identifier les incidences du changement climatique sur le cycle de l'eau, les écosystèmes et sur l'utilisation de l'eau.
Besoins/Exigences pour cette session Ordinateur et projecteur Pause
Petit résumé Il est impératif de comprendre le fondement scientifique du changement climatique ainsi que les causes qui y sont associés avant de s'intéresser à leurs éventuelles conséquences. L'eau est une ressource fournie par la nature, elle est très vulnérable au changement climatique ; elle mérite en conséquence une attention spéciale. Les gestionnaires de l'eau doivent comprendre la manière dont le changement

climatique affecte les ressources en eau, les écosystèmes et comment le changement pourrait affecter l'utilisation de l'eau.
Répartition du temps Introduction et discussion sur les causes: 60 minutes Discussion de groupe et rapportage: 60 minutes Introduction et discussion sur les incidences: 90 minutes Total: 3 heures 30 minutes
Exercice Discussion de groupe. En fonction de la taille du groupe de participants, divisez le groupe en 3 ou 4 sous-groupes et discuter des questions suivantes: <ul style="list-style-type: none"> • Avez-vous déjà remarqué des changements dans le climat de votre région? Es-ce que ces changements sont en accord avec les observations et les projections de l'IPCC? • Quels en ont été les incidences sur les ressources en eau? • A votre avis, quels changements pourraient avoir lieu dans le futur ? Comment pourront-ils affecter les ressources en eau? Terminer l'exercice avec de brefs rapports oraux (5 minutes) à l'intention de l'ensemble du groupe.

Session 3

Titre: Développement de stratégies et planification pour l'adaptation
Objectifs spécifiques A l'issue de la formation les participants pourront: <ul style="list-style-type: none"> • Identifier les principaux principes et les processus qui ont été proposé pour le processus d'élaboration de stratégies d'adaptation; • Explorer quelques sources majeures qui pourraient guider l'élaboration de la planification de l'adaptation; • Explorer à travers un exemple de cas, les possibilités de transposition de principes d'adaptation dans le cadre d'un projet; • Identifier les relations entre les programmes d'adaptation et les programmes d'atténuation ainsi que les possibles mesures conflictuelles qui pourraient exister entre ces deux programmes.
Besoins/Exigences pour cette session Equipement de la présentation Cartes climatiques ou tout autre outil de présentation que le groupe jugera utile Pause
Petit résumé La session éclaire sur la question du choix judicieux de principes à utiliser pour la planification de l'adaptation dans le contexte de la gestion de l'eau. Elle explore aussi tous les processus qui ont été élaboré pour préparer les stratégies d'adaptation et les projets. Cette session explorera davantage et discutera un exemple de plan d'adaptation, et plus particulièrement la manière dont ces principes peuvent être transposés dans le cadre d'un projet national d'adaptation.
Répartition du temps Présentation: 40 minutes Discussion: 20 minutes Exercice: 120 minutes Total: 3 heures
Exercice Exercice de groupe et présentation en plénière. → Voir description de l'exercice et échantillon de solution.

Session 4

Titre: Incidences du changement climatique sur les secteurs utilisateurs de l'eau
Objectifs spécifiques A l'issue de cette session, les participants pourront: <ul style="list-style-type: none"> • Comprendre les implications du changement climatique dans la gestion de l'eau dans les régions du monde; • Etre en mesure d'expliquer les conséquences éventuelles du changement climatique sur les principaux secteurs utilisateurs de l'eau; • Comprendre les différents cadres CCAV;

<ul style="list-style-type: none"> Comprendre les différentes méthodes pour générer des scénarios climatiques.
Besoins/Exigences pour cette session Ordinateur et projecteur Pause
Petit résumé On ne peut pas s'attendre à ce que les incidences du changement climatique soient uniformes ; ces incidences varient selon les différentes régions géographiques. La session a traité des incidences du changement climatique sur les ressources en eau au niveau global et au niveau régional. Les éventuelles incidences sur les différents secteurs d'utilisation sont mises en relief. L'IPCC a identifié plusieurs cadres pour évaluer les incidences du changement climatique ; ces cadres sont organisés et regroupés sous la dénomination suivante : Incidence du Changement Climatique, Adaptation et Evaluation de la Vulnérabilité (CCIAV). Dans la majorité des études du CCIAV, les scénarios climatiques sont projetés en utilisant les Modèles Généraux de Circulation (MGC) basés sur les données socioéconomiques. Les scénarios climatiques sont ainsi traités via différents modèles pour évaluer l'incidence sur les systèmes des ressources en eau dans le but de l'élaboration d'un programme d'adaptation.
Répartition du temps Introduction et discussion des incidences sur les secteurs d'usage de l'eau: 90 minutes Exercice et présentation en plénière: 120 minutes Introduction et discussion des techniques d'évaluation des incidences: 90 minutes Total: 5 heures NB: L'exercice sur les techniques d'évaluation des incidences sera combiné à l'exercice qui traite des incertitudes.
Exercice Des descriptions de cas sont fournies dans la section des exercices. Les participants seront répartis en quatre groupes après la description des cas. Les groupes discuteront des incidences éventuelles sur les secteurs identifiés dans chacun de leur cas respectif: Cas 1 – agriculture et inondation en milieu rural Cas 2 – navigation et agriculture Cas 3 – infrastructure et inondation en milieu urbain Cas 4 – écosystèmes et pêche

Session 5

Titre: Face aux incertitudes
Objectifs spécifiques A l'issue de cette session, les participants pourront: <ul style="list-style-type: none"> Comprendre les différents types d'incertitudes en relation avec le changement climatique; Etre conscients des conséquences que l'incertitude a sur la gestion de l'environnement; Etre en mesure d'expliquer les différences entre l'approche par prévision et l'approche par réaction et d'illustrer cela à travers des exemples.
Besoins/Exigences pour cette session Ordinateur et projecteur Pause
Petit résumé Une petite introduction est donnée sur les différents aspects qui s'ajoutent aux incertitudes lorsque l'on a à faire au changement climatique et à la façon dont cela pourrait être inclus dans les approches de gestion de l'environnement. L'approche par prévision et celle par réaction sont présentées comme étant deux méthodes différentes de l'adaptation au changement climatique. Ces approches sont illustrées à l'aide de quelques exemples.
Répartition du temps Introduction et discussion: 90 minutes Exercice et présentations en plénière combiné avec des exercices sur les techniques d'évaluation des incidences: 90 minutes Total: 3 heures
Exercice Sur la base des 4 cas, les mêmes groupes entreprendront une évaluation du risque en utilisant le CVI présenté dans la section suivante. Ils identifieront les incertitudes majeures.

Session 6

Titre: Instruments et mesures pour l'adaptation
Objectifs spécifiques A l'issue de cette session, les participants pourront: <ul style="list-style-type: none"> • Comprendre le concept de l'adaptation au changement climatique et à la variabilité; • Expliquer la différence entre adaptation et atténuation et fournir des raisons pour justifier la nécessité de l'adaptation au changement climatique et à la variabilité; • Distinguer les différentes typologies pour les choix d'adaptation; • Identifier les mesures possibles d'adaptation pour les différents secteurs – Identifier les incidences du changement climatique.
Besoins/Exigences pour cette session Equipement de la présentation Cartes climatiques ou tout autre outil de rapportage que le groupe jugera utile (ordinateurs portables) Pause
Petit résumé La session fournira aux participants un aperçu des mesures d'adaptation ainsi que de leurs typologies. Dans un exercice, les participants proposeront des mesures d'adaptation réalistes pour des cas sélectionnés (fournies) ou alternativement, des cas de leurs propres pays/région.
Répartition du temps Présentation: 40 minutes Discussion: 50 minutes Exercice: 90 minutes Total: 3 heures
Exercice Discussion et présentations. Utiliser les mêmes groupes que dans les exercices précédents pour travailler de manière approfondie sur les différents aspects (un cas par groupe). Les sous-groupes proposeront des instruments et des mesures adéquats pour l'adaptation dans chacun de leur cas respectif.

Session 7

Titre: Adaptation au changement climatique dans la gestion de l'eau
Objectifs spécifiques A l'issue de la formation, les participants pourront: <ul style="list-style-type: none"> • Comprendre les instruments de gestion des ressources en eau qui sont disponibles pour faire face aux manifestations du changement climatique; • Faire un usage stratégique des différents instruments et des politiques; • Promouvoir l'adaptation au niveau approprié.
Besoins/Exigences pour cette session Equipement pour la présentation Cartes climatiques ou tout autre outil de rapportage que le groupe jugera utile Pause
Petit résumé La GIRE vise à garantir l'accès des communautés à des ressources suffisantes. La GIRE assure aussi la disponibilité de l'eau pour des usages de production. Par ailleurs, la GIRE garantit aussi la fonction environnementale de l'eau. Dans chacun de ces trois secteurs, la gestion est confrontée aux manifestations de la variabilité climatique. Ces manifestations doivent être prises en compte dans l'élaboration des stratégies de gestion. Pour pouvoir atteindre cet objectif, l'adaptation à la variabilité du climat doivent être incorporées dans la planification de la gestion des ressources en eau. La session fait cas des instruments de gestion des ressources en eau qui sont disponibles et de la façon dont ils peuvent aider à faire face au changement climatique. La session traite aussi des différentes phases d'un processus de planification et de l'adéquation de l'adaptation. En outre, la session traite de la relation entre les mesures d'adaptation et les fonctions de gestion des ressources en eau. Enfin, il est demandé aux participants d'élaborer des stratégies et d'incorporer l'adaptation dans la planification de la gestion des ressources en eau.
Répartition du temps Présentation et discussion: 90 minutes Exercice: 150 minutes

Rapportage et discussion: 60 minutes
Total: 5 heures

Exercice

Travaux de groupes en vue d'intégrer les stratégies et les mesures d'adaptation au changement climatique dans la planification de la GIRE. Les tâches à exécuter sont décrites dans la section des exercices.

EXERCICES

Session 3: Développement de stratégies et planification pour l'adaptation

Exercice 1

Exemple de fourniture d'une structure pour un projet d'adaptation au changement climatique dans le secteur de l'eau

Note : Cet exemple est tiré du cas d'un pays en développement aride où des besoins de recherches avancées ont été identifiés en tant que partie intégrante de l'évaluation préliminaire. En conséquent, l'accent est mis sur la compréhension des incidences spécifiques sur le secteur de l'eau dans ce pays. Cela peut être appliqué différemment dans des endroits où des projets de recherches avancées ont déjà été entrepris ou dans des contextes climatiques et socioéconomiques différents.

Dans cet exemple, les objectifs du projet sont:

- Création d'un environnement national pour faciliter l'utilisation de l'information sur le climat dans:
 - ◆ La planification de la gestion des ressources en eau;
 - ◆ Le fonctionnement des infrastructures d'eau, et
 - ◆ La gestion des catastrophes.
- Entreprendre des évaluations scientifiques des incidences du changement climatique sur les ressources en eau - Sensibiliser;
- Evaluer les incidences du changement climatique sur les règles de fonctionnement actuels des systèmes de gestion de l'eau, architecture du système et dimensionnement, politiques et stratégies d'utilisation de l'eau;
- Développer la connaissance à travers la recherche appliquée dans le domaine des questions de gestion de l'eau relatives aux prévisions climatiques, à la variabilité et au changement climatique; et ainsi
- Contribuer au développement durable en dégagant des stratégies d'adaptation pour la planification, le fonctionnement des infrastructures de gestion de l'eau, et la gestion des catastrophes.

Les groupes de travaux suivants ont été constitués pour appuyer le projet. Notez que les rôles varient en fonction des tâches de recherche scientifique, les tâches de coordination et de facilitation, les tâches de planification stratégique et d'élaboration de politiques. Les participants peuvent sélectionner le nombre approprié de groupes (4 ou 5) pour cet exercice.

Groupe de travail 1: Groupe de travail sur l'Information sur le Climat

Termes de Référence: Le groupe travaillera étroitement avec les fournisseurs de données climatiques (au niveau national et au niveau international) telles que les institutions de suivi du climat, les élaborateurs de modèles régionaux, etc. A part le fait de répondre aux exigences de ce projet, ce groupe de travail (GT), une fois mis en place, aura le potentiel de satisfaire aux exigences d'autres études sur le

changement climatique entreprises par d'autres secteurs. Dans cette perspective, le groupe devra travailler étroitement avec le GT 10 (Groupe de Coordination Interministériel) et élaborer des mécanismes pour obtenir les informations des autres secteurs. Le Groupe de Travail sera chargé de fournir les informations suivantes sur le climat pour l'usage des autres groupes:

- (i) Scénarios/Base de données MGC;
- (ii) Réduction des échelles et Modèles Climatique Régionaux;
- (iii) Modélisation du Climat et modèle d'interaction océanique pour gérer les aléas de la mer;
- (iv) Perspectives saisonnières sur le climat;
- (v) Données numériques sur le temps.

Groupe de travail 2: Groupe de Travail sur les Données et l'Information

Termes de Référence: Les différents groupes auront besoin de plusieurs types d'information historiques et de données. Ces données devront être organisées de telle sorte qu'elles soient facilement disponibles à tous les groupes, elles doivent être bien archivées pour un usage futur dans les études sur le climat. Le groupe travaillera sur:

- (i) L'évaluation et la compilation des données disponibles;
- (ii) L'évaluation des besoins en données;
- (iii) L'élaboration d'une plateforme pour le partage et la gestion des données;
- (iv) L'évaluation des ruptures en données; et
- (v) Recommandations pour le renforcement du réseau de surveillance pour les besoins futurs et les incidences de la surveillance sur les stratégies d'adaptation.

Groupe de travail 3: Groupe de Travail sur la Demande en Eau

Termes de Référence: Les demandes futures en eau des différents secteurs sont susceptibles de changer avec le réchauffement climatique. Afin d'élaborer des stratégies d'adaptation, il est essentiel d'évaluer ces demandes en étroite collaboration avec les différents utilisateurs. Le groupe:

- (i) Évaluera les demandes actuelles et les demandes futures;
- (ii) Interagira avec les autres ministères;
- (iii) Interagira avec les différents acteurs; et
- (iv) Explorera les possibilités de la gestion de la demande.

Groupe de travail 4: Groupe de Travail sur les Eaux Souterraines

Termes de référence: Le groupe travaillera en collaboration avec le groupe de travail 5 (Evaluation des ressources en eau) pour une évaluation d'ensemble des ressources en eau – Le groupe mettra en œuvre les actions suivantes pour étudier les incidences du changement climatique sur les eaux souterraines:

- (i) Qualité des réserves en eaux souterraines;
- (ii) Interface des eaux souterraines/eaux douces dans les zones côtières; et
- (iii) Lacs et lagunes dans les zones côtières.

Groupe de travail 5: Groupe de Travail sur l'Evaluation des Ressources en Eau

Termes de Référence: Le groupe se focalisera sur l'évaluation des eaux de surface sur le plan quantitatif et qualitative. Il aura une étroite interaction avec le groupe de travail 1 (Groupe d'Information sur le Climat) et le groupe de travail 4 (Groupe

d'étude sur les eaux souterraines). Le groupe travaillera sur:

- (i) L'étude des afflux et les débits des réservoirs d'eaux souterraines;
- (ii) L'étude de l'évaporation des réservoirs et de la qualité de l'eau;
- (iii) L'étude des systèmes de drainage; et
- (iv) L'étude de la qualité des eaux de rivière.

Groupe de travail 6: Groupe de travail sur la Planification, l'Adaptation et la Gestion

Terms of Reference: The Group will synthesize inputs from different Groups. It will use the information produced by WGs 3, 4, and 5 and will develop mechanism and inputs for mainstreaming the climate risk information generated in:

- (i) National water resources planning;
- (ii) Assessment of current and future development projects;
- (iii) Adaptation of policies and plans; and
- (iv) Environmental management of various water bodies.

Groupe de travail 7: Groupe de travail sur la Gestion de la Zone Côtière

Termes de Référence: Le groupe de travail sera chargé d'évaluer les incidences du changement climatique sur les éléments côtiers suivants ainsi que leurs incidences sur les différents éléments naturels, les structures côtières construites par des hommes, et les infrastructures des zones côtières:

- (i) Modèles de vagues et de courants;
- (ii) Surveillance du niveau de la mer et topographie de la terre;
- (iii) Les dynamiques et les écosystèmes des lacs;
- (iv) Débouchés des rivières et des lagunes;
- (v) Erosion côtière;
- (vi) Incidences sur la protection des travaux côtiers; et
- (vii) Les infrastructures dans les zones côtières.

Groupe de travail 8: Groupe de travail sur le Système de Fonctionnement et la Maintenance

Termes de Référence: Le groupe sera chargé de l'évaluation de la sensibilité des infrastructures d'eau suivantes aux incidences du changement climatique par rapport à la disponibilité de l'eau:

- (i) Barrages;
- (ii) Infrastructure (barrages, ponts, maisons de pompage, etc.); et
- (iii) Canaux; et
- (iv) Les systèmes de drainage.

Groupe de travail 9: Groupe de travail sur l'Information et la Sensibilisation

Termes de Référence: Les groupes de travail 9 et 10 sont des groupes de liaison. Ils seront chargés de communiquer les résultats du projet au monde extérieur. Le groupe élaborera des stratégies de communication à l'intention du public et des professionnels, par ailleurs le groupe sera chargé de l'amélioration:

- (i) De l'éveil des consciences au sein des professionnels de l'eau;
- (ii) De l'éveil des consciences au sein des différents secteurs;
- (iii) De l'éveil de conscience du public;
- (iv) De l'éveil des consciences à travers l'éducation; et
- (v) De l'interaction avec les ONG, les coopératives d'agriculteurs et les

associations d'utilisateurs de l'eau pour atteindre les objectifs ci-dessus énumérés.

Groupe de travail 10: Le groupe de Coordination Interministériel

Termes de référence: Le groupe sera chargé d'interagir avec les acteurs ci-dessous pour évaluer leurs besoins en information et communiquer les résultats de l'évaluation de manière périodique:

- Les différents ministères et les utilisateurs;
- Les autres pays du bassin;
- Les communautés locales/gouvernement;
- Le secteur privé et;
- Les ONG.

Proposez d'éventuelles mesures

Type de mesures	Situation favorable à l'inondation	Situation favorable à la sécheresse	Mauvaise qualité de l'eau	Incidences sur la santé
PREVENTION/ AMELIORER LA REACTION Mesures				
PREPARATION Mesures				
REACTION Mesures				
REDRESSEMENT Mesures				

Descriptions de cas pour les exercices suivants :

Cas 1:

Le bassin d'une rivière est situé dans un pays en développement d'Asie ; ce pays a un climat de mousson. La densité de la population et le taux de pauvreté sont élevés. Il est à prévoir une augmentation de la population dans les trois à cinq décennies à venir. En dépit des tendances à l'urbanisation, la majorité des habitants vit dans les zones rurales où les conditions d'existence sont directement liées à l'agriculture de subsistance. Dans le passé, le pays a connu chaque année des inondations dans les rivières. Les petites inondations (ex :de façon annuelle) sont importantes pour le maintien de la fertilité du sol, la santé des écosystèmes riverains, le réapprovisionnement des réservoirs d'eau de surface et des réservoirs d'eau souterraines liés à l'inondation de la plaine. Les effets néfastes de très fortes inondations sont entre autre des pertes en vie humaine, la destruction des cultures et des conditions d'existence, la dégradation des infrastructures de transport, et la destruction de maisons et d'infrastructures. La récurrence des inondations conduit à l'utilisation des fonds de développement pour réparer les dégâts causés par les inondations (écart).

Cas 2:

Le bassin hydrographique d'une rivière est situé dans un pays en développement de l'Afrique sub-saharienne. Il y a une seule saison de pluie (d'Octobre à Mars), avec généralement une période sèche en Janvier. La densité de la population est relativement faible. La plupart des ménages dépendent de l'agriculture (grâce à la pluviométrie). Les engrais chimiques sont rarement utilisés à cause de leur coût élevé. La conservation de la moisissure du sol a fait partie des pratiques culturelles ; de nos jours ces pratiques sont de moins en moins utilisées à cause de la mécanisation. Il est envisagé une augmentation de la population dans les trois ou cinq prochaines décennies. En dépit des tendances à l'urbanisation, la majorité des habitants vit dans les zones rurales où les conditions d'existence sont directement liées à l'agriculture de subsistance.

Cas 3:

Une mégacité côtière est située dans un pays en développement de l'Amérique latine à l'embouchure d'un grand fleuve. Au cours des dernières années, les tempêtes et les énormes dépôts de déchets des rivières ont provoqués des inondations dans les parties basses de la ville. Cette situation a entraîné un débordement des systèmes d'égouts, la pollution des sources d'eau potable, et à l'émergence de maladies provoquées par les eaux souillées. Pendant les longues périodes de sécheresse, la disponibilité d'eau de boisson en quantité suffisante n'est pas assurée. A cause des migrations rurales en direction de la ville, l'on estime que la densité de la population augmentera dans les trois à cinq prochaines décennies. Cela nécessitera plus d'aménagements notamment dans les zones à haut risque.

Cas 4:

Le bassin d'un fleuve est situé dans un pays tropical en développement d'Asie du sud-ouest. L'on estime que la densité de la population augmentera dans les trois à cinq prochaines décennies. En dépit des tendances à l'urbanisation, la majorité des habitants vit dans les zones rurales où les conditions d'existence sont directement liées à l'agriculture de subsistance et à la pêche. Les petites inondations (ex :de façon annuelle) sont importantes pour le maintien de la fertilité du sol, la santé des écosystèmes riverains, le réapprovisionnement des réservoirs d'eau de surface et des réservoirs d'eau souterraines liés à l'inondation de la plaine. L'on retrouve le poisson *Carnitop* (beaucoup apprécié et pêché) dans cette rivière. Ce poisson passe une partie de son cycle de vie dans les affluents (en amont) et l'autre partie de son cycle dans les forêts de mangroves (en aval). Le *Carnitop* vit dans l'eau claire et la source de son alimentation est très sensible aux pesticides.

Session 4: Incidences du changement climatique sur les secteurs utilisateur de l'eau

Sur la base des quatre cas présentés, les groupes discuteront des incidences éventuelles sur les secteurs identifiés dans les cas suivants :

Cas 1 – agriculture et inondations en milieu rural

Cas 2 – navigation et agriculture

Cas 3 – infrastructure et inondations en milieu urbain

Session 5: Faire face aux incertitudes

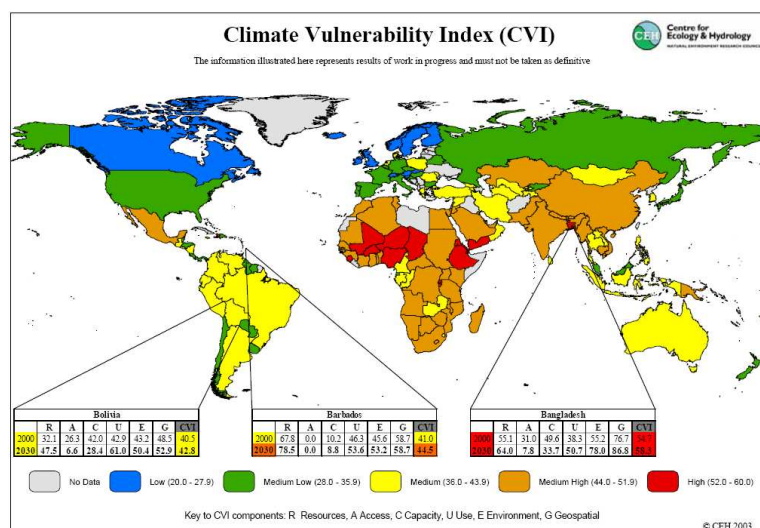
Toujours **concernant** ces quatre cas, les groupes feront une évaluation du risque en utilisant l'Indice de Vulnérabilité du Climat (IVC). Ils identifieront les incertitudes majeures.

L'indice de vulnérabilité du climat

L'IVC est fondé sur un cadre qui englobe une large gamme de préoccupations. C'est une méthodologie holistique pour l'évaluation des ressources en eau en relation avec l'approche durable des conditions de vie (utilisé par beaucoup d'organisations sponsors) pour évaluer le niveau d'avancement du développement. Les notes de l'indice vont de 0 à 100. Le total est obtenu en faisant une moyenne des six composantes majeures. Chaque composante est aussi notée sur l'échelle allant de 0 à 100.

Les six catégories majeures ou composantes sont présentées ci-dessous :

CVI component	Sub-components/variables
Resource (R)	<ul style="list-style-type: none"> ① assessment of surface water and groundwater availability ② evaluation of water storage capacity, and reliability of resources ③ assessment of water quality, and dependence on imported/desalinated water
Access (A)	<ul style="list-style-type: none"> ① access to clean water and sanitation ② access to irrigation coverage adjusted by climate characteristics
Capacity (C)	<ul style="list-style-type: none"> ① expenditure on consumer durables, or income ② GDP as a proportion of GNP, and water investment as a % of total fixed capital investment ③ education level of the population, and the under-five mortality rate ④ existence of disaster warning systems, and strength of municipal institutions ⑤ percentage of people living in informal housing ⑥ access to a place of safety in the event of flooding or other disasters
Use (U)	<ul style="list-style-type: none"> ① domestic water consumption rate related to national or other standards ② agricultural and industrial water use related to their respective contributions to GDP
Environment (E)	<ul style="list-style-type: none"> ① livestock and human population density ② loss of habitats ③ flood frequency
Geospatial (G)	<ul style="list-style-type: none"> ① extent of land at risk from sea level rise, tidal waves, or land slips ② degree of isolation from other water resources and/or food sources ③ deforestation, desertification and/or soil erosion rates ④ degree of land conversion from natural vegetation ⑤ deglaciation and risk of glacial lake outburst



Source: Sullivan and Meigh, 2005

Session 6: Instruments et mesures pour l'adaptation

Il sera attribué une étude de cas à chaque groupe (cf; les cas ci-dessus). Chaque groupe devra travailler sur son cas et traiter des préoccupations suivantes:

1. Identifier un ensemble d'incidences possibles sur les ressources en eau en termes de distribution spatiale et temporelle (y compris les événements extrêmes) ainsi que la qualité. Votre hypothèse de départ est que ces incidences ont été évaluées comme étant 'possibles' par une étude scientifique d'évaluation d'incidence.
2. Utiliser ces incidences pour définir un ensemble de mesures dont l'on doit tenir compte dans l'adaptation aux incidences éventuelles et expliquer pour chaque mesure, ce que devrait être l'effet escompté. Il serait préférable que cet ensemble de mesures soit une combinaison de mesures politiques, technologiques, et de mesures destinées à faire partager le risque.
3. Classifier ces mesures selon le Tableau 2 (notes de cours): sont-elles anticipatives ou réactives ? S'appliquent-elles au système naturel ou au système humain ?
4. Pour chaque mesure que vous sélectionné, fournir des indications sur les critères suivants:
 - Ces mesures sont-elles économiquement justifiables même au cas où si les incidences réels se révèlent être de petite échelle par rapport aux incidences prévus (c-à-d peut-on les qualifier de mesures utiles à la fois en temps de perturbations et en temps d'accalmie [mesures 'sans regret'] ou de mesures de faible utilité [mesures ayant une dose de 'regret']?)
 - Y-a-t'il des contraintes majeures connues à leur mise en œuvre? Ex : contraintes financières/politiques, ou refus des acteurs d'accepter ces mesures ?
 - Ces mesures compromettent t-elles les cibles d'atténuation du changement climatique dans ce sens qu'elles accroissent de façon significative l'émission de gaz à effet de serre ?
 - Essayer d'identifier les possibilités d'extension pour l'application de telles mesures par exemple dans les domaines de la sécurisation des conditions de vie, de la sécurité alimentaire, de la santé de l'écosystème, et de la réduction de la pauvreté.

Session 7: Incorporer l'Adaptation au Changement Climatique dans la Planification de la Gestion des Ressources en eau

Description:

Les groupes de travail des précédents exercices devront mieux étayer leurs cas respectifs.

Tâches à l'intention des groupes:

Elaborer une **stratégie pour l'adaptation** au changement climatique en utilisant les concepts, les principes, les outils et les techniques présentés au cours de la semaine.

Les éléments suivants sont à considérer dans l'élaboration de la stratégie:

- Analyse du problème;
- Scénarios et modèles;
- Principes et concepts de la GIRE ;
- Incidences sur la santé;
- Choix juridiques;
- Incidences financiers et économiques;
- Mesures d'adaptation possibles;
- Elaboration de stratégie pour les différents secteurs et gestion des incertitudes;
- Processus de planification et participation des acteurs;
- Renforcement des capacités;
- Activités au niveau communautaire et au niveau du bassin; et
- Les rôles des organismes de bassin fluvial et des autorités locales.

Utiliser le cycle de planification de la GIRE et identifier les acteurs à chaque stade du cycle, les actions à entreprendre, les résultats attendus et les indicateurs du succès.

Astuce: document utile: Manuel de formation Cap-Net sur les plans de la GIRE (2005)

Jeu de rôle: Le Lac Naivasha

Veuillez lire la description suivante du lac Naivasha, au Kenya tiré du Wikipedia (http://en.wikipedia.org/wiki/Lake_Naivasha). Dans cette description, il est clair que le niveau de l'eau est en baisse dans le lac, ce qui affecte plusieurs parties prenantes. Ce processus est aggravé par un ensemble complexe de facteurs naturels et par l'homme et le changement climatique semble être l'un d'entre eux. Les scénarios de changement climatique prédisent une baisse dans la précipitation annuelle dans la région de Naivasha.

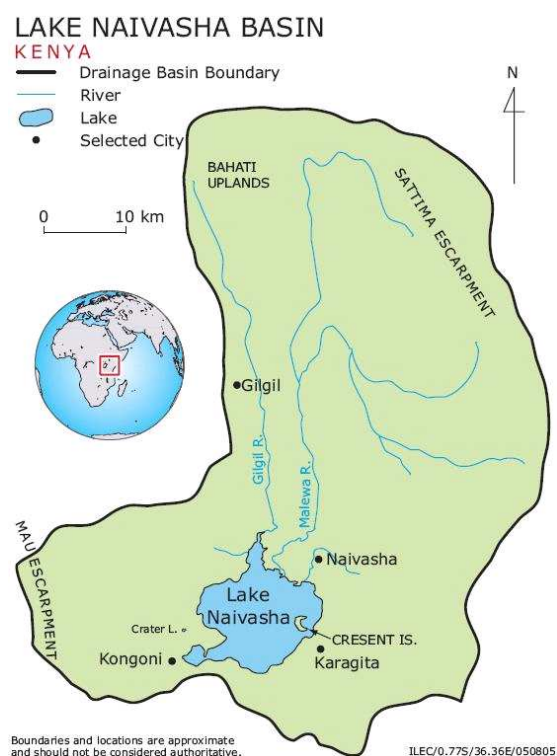
Description du Lac Naivasha

Superficie 139 km²; Profondeur moyenne 6 m; Profondeur max. 30 m; Superficie d'élévation 1,884 m.

Le lac Naivasha est un lac d'eau douce au Kenya, s'étendant au Nord Ouest du Nairobi, situé hors de la ville de Naivasha. Il fait partie de la Grande Vallée du Rift. Le nom provient d'un nom de la région "Maasai *Nai'posha*, qui signifie 'eau agitée' à cause des tempêtes soudaines qui peuvent se lever. Le lac a une superficie de 139 km², et est entouré par un marécage, qui couvre une superficie de 64 km², mais ceci peut beaucoup varier selon les précipitations. Il est situé à une altitude de 1 884 m. Le lac a une profondeur moyenne de 6 m, avec la partie la plus profonde située à Crescent Island, avec une profondeur de 30 m. Njorowa Gorge constitue d'habitude la bouche du décharge du lac, mais actuellement est en hauteur au dessus du lac et forme l'entrée du Parc National de Hell Gate.

Le lac abrite une variété d'espèces sauvages; près de 400 espèces différentes d'oiseaux ont été recensés. Il y'a un nombre assez important d'hippopotames dans le lac. IL y'a deux plus petits lac dans les proximités du lac Naivasha: le lac Oloiden et le lac Sonachi (un lac rempli d'herbe). Le Crater du Sanctuaire du lac Game se trouve à côté, alors que le rivage du lac est reconnu pour sa population d'immigrants et de rapatriés Européens. Entre les années 1937 et 1950, le lac était utilisé comme un espace d'atterrissage des Hydravions des passagers sur l'Imperial Airways et l'itinéraire Southampton -Angleterre en Afrique du Sud. Il reliait Kisumu et Nairobi.

La Floriculture est la principale industrie autour du lac. Cependant l'utilisation de l'eau du bassin pour l'irrigation en grande partie non réglementée baisse le niveau du lac et est l'objet de préoccupation au Kenya. La pêche dans le lac est une autre source d'emploi et de revenu pour la population locale. Le lac démunie considérablement de niveau et avait presque séché dans les années 1890. S'étend empli de nouveau, les niveaux de l'eau sont en train de baisser une fois de plus. La ville de Naivasha (dans le passé Est Nakuru) s'étend dans les limites Nord- Est du



lac.

Le niveau de l'eau du lac Naivasha est en baisse et par conséquent l'autorité Riveraine du lac Naivasha (ARLN) propose de restreindre l'utilisation de l'eau. L'ARLN pense que c'est de cette seule façon que ses membres pourront bénéficier de l'eau du lac à long terme. Particulièrement avec les effets prédits du changement climatique, il est nécessaire de prendre des mesures dès maintenant. L'ARLN demande qu'une réunion soit convoquée pour discuter et présenter ses plans aux parties prenantes ⁴ suivantes : les petits exploitants agricoles; le secteur de la floriculture; l'industrie du tourisme ; la municipalité de Naivasha ; le Ministère de l'Eau et de l'Irrigation ; l'Association des pêcheurs et l'Institut de Recherche Kenyan de la Marine et de la Pêche (IRKMP).

¹ La description et les opinions des parties prenantes sont en général basées sur l'IUCN/LNRA (2005).

Comment jouer

Chaque partie prenante est représentée par un participant et un autre participant joue le rôle d'ange gardien de la partie prenante. Dans cette situation il y'a huit parties prenantes, ce qui veut dire que 16 participants jouent et le reste des participants observent. Tous les participants sont impliqués dans le jeu, comme participant, ange gardien ou comme un observateur. Les responsabilités sont représentées dans le Tableau 1 ci- dessous.

Tableau 1: Rôles et responsabilités des participants

Rôle	Responsabilité
Partie prenante	<ul style="list-style-type: none">● Prépare avec l'ange gardien les objectifs et une stratégie pour la réunion● Participe activement dans le jeu et place quelqu'un ou se place elle même dans la peau de la partie prenante (pense seulement à la plus grande représentation si c'est important pour lui ou pour elle comme partie prenante)● Applique les suggestions de l'ange gardien● Fait une auto- évaluation pendant la réunion d'échange faisant ressortir les objectifs et la stratégie.
Anges gardien	<ul style="list-style-type: none">● Elabore avec la partie prenante les objectifs et la stratégie pour la réunion● En donnant des messages sur des morceaux de papiers, aide la partie prenante à suivre la stratégie adoptée.
Observateur	<ul style="list-style-type: none">● Donne son impression sur le jeu (en identifiant les objectifs et la stratégie des parties prenantes, et leurs connaissances dans la négociation etc.)● Etabli des liens entre le rôle joué et comment il relève de la réalité (que pouvez-vous apprendre de ce rôle)● Respecte les joueurs et prend conscience qu'ils jouent.

En se basant sur l'information dans le tableau 2⁵ et de la description du lac, la partie prenante et son ange gardien gagnent un peu de temps (10–15 minutes) pour se préparer pour la réunion de la partie prenante. Pendant ce temps ils s'accordent sur les objectifs qu'ils veulent atteindre comme résultat de cette réunion et sur une stratégie à suivre pour réaliser ces objectifs. Les objectifs peuvent être par exemple, un accord sur la restriction de l'eau ou pour empêcher la signature d'un accord sur la

⁴ La description et les opinions des parties prenantes portent en général sur l'IUCN/LNRA (2005). Lac Naivasha: Gestion Locale d'un Site Kenyan. Le Programme Régional de l'Afrique de l'Est, L'Association Riveraine de la Nairobi et du Lac Naivasha, Naivasha. 78. pp.

⁵ Les caractéristiques des parties prenantes devront être remises à la partie prenante et à l'ange gardien respectivement par exemple. le LNRA n'est pas suppose voir les caractéristiques du floriculteur

restriction de l'eau. L'ARLN prépare un programme pour la réunion et se prépare pour présider la réunion ainsi que pour la formulation des objectifs et d'une stratégie.

Tableau 2: Les caractéristiques des parties prenantes

Partie prenante	Caractéristiques ⁶
ARLN	Veut une gestion durable du lac Est conscient des effets potentiels du changement climatique N'a pas confiance aux floriculteurs Pense que la municipalité prend seulement en compte les questions à court terme Excès de confiance Souhaite quitter la réunion avec un accord.
Association des petits exploitants agricoles	Connaissent très bien la région, y ont vécu pendant des générations Reconnaissent la nécessité des restrictions Pensent que les restrictions devront surtout s'appliquer (si non) aux floriculteurs N'aiment pas les floriculteurs et pensent que ces entreprises appartenant aux étrangers ne se préoccupent pas du tout du lac Pensent que la municipalité appartient aux floriculteurs.
Les floriculteurs Unis	Pensent qu'ils ont tous les droits d'utiliser autant d'eau qu'ils en ont besoin étant donné qu'ils créent des emplois et contribuent en grande partie à la croissance économique de la région Arrogant; ne veulent pas prendre part à la réunion Essaie de 'jouer le rôle' de la municipalité et celui du Ministère Ne veulent pas d'accord sur les restrictions de l'eau, à moins que cela ne s'applique pas à eux.
L'Industrie du Tourisme	Dépend de l'écosystème pour son revenu A le soutien des Ministères du Tourisme de l'Environnement et des Ressources Naturelles et des Services de la Faune du Kenya Aime entretenir des rapports avec l'ARLN Pense que les grandes industries ne devraient pas prélever de l'eau à partir de cet écosystème vulnérable (floriculteurs) En connaissance de cause recherche un accord.
La municipalité de Naivasha	A tendance à valoriser l'emploi par rapport à la durabilité Ne pense pas que le changement climatique aura beaucoup d'influences sur la région N'est pas beaucoup en contact avec les petits exploitants agricoles et les pêcheurs Est beaucoup contrarié par les rumeurs qu'ils appartiennent aux floriculteurs.
Ministère de l'Eau et de l'Irrigation	Ne connaît pas les sensibilités locales Apprécie l'invitation Pense qu'un accord sur l'utilisation restreinte de l'eau semble indispensable A tendance à supporter les floriculteurs, mais peut être sensible aux arguments solides A le pouvoir d'arranger ou de mettre fin à l'accord (soutenir l'ARLN ou les floriculteurs) A le sentiment d'être important.
L'Union des Pêcheurs	Soutien toutes les initiatives qui aideraient à augmenter le niveau de l'eau dans le lac N'est pas bien organisée Ont le sentiment d'être négligés.
KMFRI	A un poste permanent sur le lac Intérêts Economiques et scientifiques Le lac offre de bons potentiels pour la coopération de la recherche Internationale Sait que les floriculteurs sont proches des bailleurs de fonds Européens (UE, le gouvernement Allemand) potentiels Lien historique avec les services de pêche Est très inquiet des effets potentiels du changement climatique sur l'écologie du lac.

⁶ Sont fictifs et ne reflètent pas toujours la réalité

Pendant le jeu les parties prenantes s'asseyent dans un demi-cercle en face des observateurs de telle sorte que les parties prenantes puissent tous se voir. Les anges gardiens s'asseyent derrière les parties prenantes et écrivent leurs suggestions sur des bouts de papiers et les donnent à leurs participants respectifs. L'ARLN ouvre la réunion et le jeu commence. Pendant le déroulement du jeu les observateurs sont ignorés. Le facilitateur intervient si la réunion ne progresse pas ou si la discussion devient 'trop intense'. Le jeu dure environ 15 minutes. Après quoi, les observateurs donnent leurs impressions. Ensuite la partie prenante et l'ange gardien changent de rôle et le jeu commence encore, suivi d'une seconde fois des impressions.

Facilitation

The course facilitator explains the process and keeps track of time. It is important to reserve enough time for the whole session, as sometimes the play itself or the feedback session evolve into very useful discussion and insights about stakeholder participation. The facilitator can also spice up the meeting (if needed) by slipping notes to the stakeholders, stimulating them to take more extreme positions in the debate. The facilitator stops the play when it is going in circles, entering a status quo or if time demands. The facilitator leads the feedback sessions and ends the whole role play with some concluding remarks and lessons learned.

PLANIFICATION D'UN ATELIER ET DEVELOPPEMENT DE TECHNIQUES DE FORMATION

Contenu:

- Que doit-on prendre en compte quand on planifie un atelier
- Comportements dynamiques et éléments motivateurs
- Technique de brise glace
- Programmer des ateliers sur le changement climatique et sur les ressources en eau

Ce chapitre a été conçu pour venir en aide à ceux qui vont mettre en place des activités de formation sur l'adaptation aux incidences du changement climatique et sur la façon dont la GIRE peut aider.

Introduction

Les activités de formation avec les participants adultes ont des besoins spécifiques qui doivent être pris en compte lors de la planification de l'évènement pour s'assurer que les objectifs de la formation sont atteints. Les apprenants adultes préfèrent apprendre en s'exerçant, en partageant les expériences et en appliquant des nouvelles connaissances dans l'environnement réel du travail.

Le processus de planification est un outil que vous, en tant que facilitateur, pouvez utiliser pour améliorer l'apprentissage des participants.

1. Groupe cible

En tenant compte que la formation doit s'adapter à différents publics, vous devriez vous assurer que vos documents de formation couvrent plusieurs besoins et qu'ils remplissent les conditions des profils des apprenants. Il est aussi important que vous identifiez les documents que vous utiliseriez et que vous anticipiez tous vos besoins pendant les séances planifiées.

2. Facteurs externes

Un bon exercice préparatoire à faire est de se représenter des scénarios possibles de formation. De cette façon vous pouvez essayer de contrôler les facteurs externes qui pourraient influencer la formation, par exemple, les congés, les conditions climatiques et les événements politiques. Cet exercice vous donne aussi l'opportunité d'identifier les opportunités particulières qui pourraient survenir.

3. Les facteurs internes

Il est important d'être réaliste et de planifier le renforcement des capacités selon vos points forts et selon l'aide supplémentaire que vous pouvez obtenir. Ci-dessous sont quelques astuces pour planifier, diriger et évaluer le cours de formation.

A. Avant la formation

- Fixez ses objectifs pour la formation.
- Identifiez et évaluez la méthode de formation, et choisissez celle qui

correspond à vos objectifs.

- Identifiez vos homologues au niveau régional et local.
- Préparez un budget ajusté à vos besoins et vos dépenses, prenez en compte toutes les dépenses et gardez un certain montant pour les jours de pluies.
- Demandez une aide financière.
- Identifier les matières élaborées à partir de sources autorisées et planifier la revue et l'intégration
- Abordez les questions administratives et de lieux (toilettes, salles de groupes de travail, disposition de la salle de réunion, accès à internet, la climatisation, les connections, voie d'issue de secours, etc.).
- Décidez comment vous allez évaluer les objectifs.
- Essayez d'établir la situation ou la connaissance des participants (ex : utilisez un formulaire de demande, demandez aux participants d'écrire une motivation ou une analyse de la situation dans leur région).
- Déterminez les changements auxquels vous vouliez arriver.
- Identifiez les responsabilités de la mission.
- Préparez des agents activateurs et des séances dynamiques lorsque vous planifiez le contenu.
- Etablir une liste du matériel que vous aurez besoin.

B. Pendant la formation

- Ajoutez aux séances techniques de séances interactives, comme une application pratique des concepts et des principes comme faisant partie intégrante du processus d'apprentissage.
- Prévoyez des récapitulatifs journaliers pour évaluer les activités et la compréhension des participants, mais veuillez à ce que les récapitulatifs ne soient pas seulement des résumés des présentations.
- Voyez les pauses dont vous aviez besoin et le moyen de ramener les participants à la salle (en jouant de la musique, en sonnant la cloche, en allumant les lumières ou en éteignant les lumières).
- Confiez aux participants volontaires le maintien de l'ordre.
- S'assurer que le document est remis à temps.
- Évaluez et abordez certains besoins spécifiques des participants et des formateurs.

C. Après la formation

- Mesurez les réalisations des objectifs à l'aide des indicateurs identifiés.
- Examiner les impressions des formateurs et des participants. Estimez quelles améliorations peuvent être apportées au programme, au matériel ou à la facilitation.
- Revoir l'efficacité de la méthode de formation choisie et le temps qui lui est consacré.
- Identifiez toute autre faille, et les inclure dans les plans futurs.
- Revoir vos résultats financiers.

Si vous prévoyez répéter votre activité de formation, alors vous devriez vous atteler à la préparation des activités de suivie:

1. Se rencontrer en groupe par région ou par pays (selon le nombre de participants et du groupe cible que vous aviez identifiés pour le suivi).
2. Préparez une proposition pour gérer une activité dans votre région/ pays ou au niveau du bassin en se servant du programme et de la documentation de la formation qui vient de se tenir sur la GIRE et le changement climatique.
3. Vous devriez identifier:
 - Le groupe cible;
 - Durée de l'activité;
 - Etablir le contenu selon la longueur, les besoins et les caractéristiques de la région ou du pays;
 - Identifiez les intervenants /spécialistes au niveau régional ou local;
 - Faire une liste des besoins pour l'exécution de votre activité de formation;
 - Identifiez les personnes responsables;
 - Dressez un emploi du temps;
 - Retrouvez le financement;
 - Préparez une présentation à donner en plénière.

Quelques techniques de brise-glace/ suggestions de motivation

Il est très important que vous brisiez la glace quand vous travaillez avec les apprenants adultes. Vous n'êtes pas seulement responsable de la qualité du programme et de dispenser le cours mais aussi des dynamiques de groupe. Certaines techniques de brise-glace sont présentées dans le but d'aider les formateurs à organiser la séance, mais vous pouvez être créatif et utiliser votre propre technique de brise-glace.

Brise-glaces visant la création d'esprit d'équipe

Activité consistant à se rencontrer (15 minutes)

Divisez les participants de la réunion en groupes de quatre ou de cinq en leur donnant des noms selon les questions de l'atelier, des noms comme lac, rivière, pluie, marre, etc. Vous pouvez utiliser des couleurs ou d'autres références. Vous pouvez aussi donner aux participants des chocolats ou des bonbons de différentes marques, ainsi donc ils se mettent ensemble avec les personnes qui ont la même marque de bonbon.

Expliquez aux groupes nouvellement formés les règles du jeu et leur rôle. Préparez un guide clair et simple pour rendre cela facile. Le rôle peut être quelque chose de facile, telle que retrouver cinq choses qu'ils ont en commun, qui n'a rien à avoir avec le travail (aucune partie du corps et aucun vêtement). Ceci aide le groupe à analyser sommairement les intérêts qu'ils ont en commun. Une personne (un volontaire) du groupe doit prendre des notes et être prêt à lire leur liste à tout le groupe au terme de la mission. Ensuite demandez à chaque groupe de partager les informations de leur liste avec l'ensemble du groupe.

Carte d'animaux (30 minutes)

Vous pouvez distribuer des cartes avec des images d'animaux par groupe de deux, ou utilisez les cartes opposées et demandez aux autres participants de se mettre avec l'autre personne qui a la carte assortie. Chacun doit introduire l'autre participant en plénière en disant quelque chose de spécial sur l'autre participant. Vous pouvez préparer la principale question qui doit être quelque chose de personnelle, quelque chose qui le/ la rend spéciale ou différent(e). Accordez 10 minutes aux groupes de deux de faire connaissance et les 20 minutes restantes pour les présentations au reste du groupe.

La caisse du trésor (30 minutes)

Apportez un sac ou une caisse noir et demandez aux participants de vous donner quelque chose qui leur est précieux; évitez les crayons ou les stylos et proposez plutôt des lunettes (dans leur cas), le permis de conduire, les bagues, les montres, etc. Une fois que vous avez regroupé tous les trésors dans le sac, retirez un et demandez au propriétaire de dire son nom et de dire quelque chose de personnelle que peu de personnes connaissent. Le groupe décidera si l'information est assez personnelle pour récupérer le trésor et si non, le participant doit essayer encore. Ne cédez pas facilement, gardez l'objet jusqu'à ce que le groupe soit satisfait.

Remettre le ballon au jeu (20 minutes)

Une autre façon de présenter les participants est d'apporter un ballon coloré et de le lancer autour et de demander aux participants de se lever et de se présenter à tour de rôle en attrapant le ballon. S'assurer que tous les participants reçoivent la balle. Vous pouvez aussi utiliser le même exercice quand les gens sont fatigués et demandez- leur de dire le nom de la personne à qui ils lancent la balle. La personne qui n'y arrive pas aura une punition: chanter, danser, ou quelque chose d'autre décidée par le groupe.

Le jeu de nom (15 minutes)

Faites asseoir les participants dans un cercle. Une des personnes (une des personnes ou un chef) commence le jeu en disant "Salut ! Je m'appelle... » Ensuite la personne assise à côté du débutant poursuit en disant « Salut ! Je m'appelle... et la personne assise à côté de moi s'appelle... » Ca fait le tour du cercle, jusqu'à ce que la dernière personne se présente et présente aussi toutes les personnes dans le cercle ! Ceci est une bonne façon d'apprendre les noms.

Autres activités à développer pendant l'atelier

Le jeu de la photo du bébé

On donne des consignes à chacun avant le cours d'apporter une photo d'elle ou de lui quand elle/ il était bébé. Réunissez toutes les photos et mettez les soigneusement sur une grande feuille de papier au mûr, donnez un numéro à chaque photo et préparez une grande enveloppe à côté ; les garder là-bas jusqu'au dernier jour. Les participants doivent identifier chaque participant à partir de leur photo de bébé, en reliant le numéro au nom, et le mettre dans l'enveloppe pendant l'atelier. Au dernier jour de la formation, la personne qui a pu deviner correctement le plus de noms et de photos aura un prix.

Le partage de chaises

« Chacun prend une chaise et assoit dans le cercle. Le responsable lit à haute voix la liste des éléments. Si un des ces points s'applique à un participant, il ou elle doit déplacer le nombre approprié de sièges dans le sens des aiguilles d'une montre. Par exemple : 1 « toute personne qui a un frère, déplace une chaise dans le sens de la montre. Si vous avez deux frères, déplacez deux chaises. » 2. "toute personne qui a des cheveux noirs, déplace une chaise dans le sens de la montre. » 3. « toute personne qui a plus de 21 ans, déplace trois chaises dans le sens contraire de la montre. » 4. "toute personne portant des chaussures de couleur grise déplace une chaise. » Ce qui amusant est quand vous déplacez votre chaise et que votre voisin ne déplace pas la sienne, et que vous devriez vous asseoir sur ses genoux ! Souvent vous pouvez avoir trois personnes qui occupent la même chaise ! Assurez-vous que vous ayez plusieurs catégories afin que chacun ait plusieurs chances de se déplacer.

Dr. Confusion

Tous les participants s'arrêtent dans un cercle, en se tenant les mains. Choisissez une personne pour être "Dr. Confusion". Cette personne quitte le cercle pour un moment. Quand il/ elle est parti pour tout le monde fait de son mieux pour s'emmêler, en grimpant sur les bras, en passant sous les jambes sans laisser les mains de leurs voisins. Quand le cercle est bien enchevêtré, tout le monde crie "Dr. Confusion! Viens nous positionner !". Dr. Confusion vient ensuite et essaie de défaire le cercle en donnant des directives aux individus d'aller sous les bras, autour des corps, ainsi de suite.

L'usine de chaussure:

Faites tenir le groupe debout dans un grand cercle épaule contre épaule. Ensuite dites à chacun d'enlever ses chaussures et de les mettre au milieu. Après que le groupe ait formé un tas avec leurs chaussures, le responsable instruit chacun de choisir deux chaussures différentes autres que les siennes. Ils devront les porter (à moitié s'ils sont trop petits). Le groupe doit réussir à marier les chaussures et les mettre en bonnes paires en s'arrêtant à côté de la personne qui porte l'autre paire de chaussure. Cela va très probablement créer un enchevêtrement de désordres et beaucoup de rires!

Lectures recommandées

Advanced Systems Technology Corp (1999) Facilitator's Guide for the Strategic Planning Module. Crofton, Maryland.

Cap-Net (2007) Planning Short Training Courses: A Network Management Tool. Cap-Net: Pretoria, South Africa.

Références

- Aerts J. and Droogers P. (2009) Adapting to climate change in the water sector, pp. 87–108. In: *Climate Change Adaptation in the Water Sector*. Ludwig F., Kabat P., van Schaik H. and van der Valk M. (Eds). Earthscan: London, UK.
- Anandhi A. (2007) Impact Assessment of Climate Change on Hydrometeorology of Indian River Basin for IPCC SRES Scenarios Ph.D. Dissertation. Indian Institute of Science: Bangalore, India.
- Assaf H., van Beek E., Borden C., Gijsbers P., Jolma A., Kaden S., Kaltofen M., Labadie J.W., Loucks D.P., Quinn N.W.T., Sieber J., Sulis A., Werick W.J. and Wood D.M. (2008) Generic simulation models for facilitating stakeholder involvement in water resources planning and management: A comparison, evaluation, and identification of future needs. In: *Environmental Modelling, Software and Decision Support: State of the Art and New Perspectives*. Jakeman A.J., Voinov A.A., Rizzoli A.E. and Chen S.H. (Eds). Elsevier series on Developments in Integrated Environmental Assessment. Elsevier Ltd. http://www.elsevier.com/wps/find/bookdescription.cws_home/716398/description
- Bates B.C., Kundzewicz Z.W., Wu S. and Palutikof J.P. (Eds) (2008) Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat: Geneva, Switzerland. <http://www.ipcc.ch/ipccreports/tp-climate-change-water.htm>
- Cap-Net (2005a) Tutorial on basic principles of integrated water resources management. Cap-Net: Delft, The Netherlands. http://www.archive.cap-net.org/iwrm_tutorial/mainmenu.htm
- Cap-Net (2005b) Integrated Water Resources Management Plans – Training Manual and Operational Guide. Cap-Net: Delft, The Netherlands. <http://www.cap-net.org/sites/cap-net.org/files/English%20version.doc>
- Cap-Net (2006) [Capacity Building in Water to Support the Achievement of the Millennium Development Goals. Programme Strategy 2006–2010](http://www.cap-net.org/sites/cap-net.org/files/Capacity%20building%20strategy,%201106.doc). Cap-Net: Delft, The Netherlands. <http://www.cap-net.org/sites/cap-net.org/files/Capacity%20building%20strategy,%201106.doc>
- Cap-Net (2008) Integrated Water Resources Management for River Basin Organisations – Training Manual and Facilitators Guide. Cap-Net: Pretoria, South Africa. <http://www.cap-net.org/sites/cap-net.org/files/RBO%20Training%20Manual%20Final.doc>
- Carter T.R., Jones R.N., Lu X., Bhadwal S., Conde C., Mearns L.O., O'Neill B.C., Rounsevell, M.D.A. and Zurek, M.B. (2007) New Assessment Methods and the Characterisation of Future Conditions, pp. 133-171. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P., van der Linden, P.J. and Hanson, C.E. (Eds.)], Cambridge University Press: Cambridge, UK. <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-chapter2.pdf>
- Carter T.R., Parry M.L., Harasawa H. and Nishioka S. (1994) IPCC Technical Guidelines for Assessing Climate Change Impacts and Adaptations, Department of Geography, University College London, United Kingdom and Center for Global Environmental Research, National Institute for

Environmental Studies: Tsukuba, Japan. <http://www-cger.nies.go.jp/publication/I015/972381-1.pdf>

DFID- United Kingdom Department for International Development (2006) Fact Sheet November 2006. Policy

Division Info series. Ref No: PD Info 048, U.K.

Dessai S. and van der Sluijs J. (2007) Uncertainty and climate change adaptation – A scoping study. Copernicus Institute for Sustainable Development and Innovation: Utrecht, The Netherlands.

Dialogue on Adaptation for Land and Water Management (2009) The Nairobi Statement on Land and Water Management for Adaptation to Climate Change.
http://en.cop15.dk/files/Docs/Other%20documentation/NAIROBI_STATEMENT.pdf

Edwards M. and Richardson A.J. (2004) Impact of climate change on marine pelagic phenology and trophic mismatch. Nature 430: 881-884.

FAO (2007) Adaptation to climate change in agriculture, forestry and fisheries: Perspective, framework and priorities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): Rome, Italy.
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/j9271e/j9271e.pdf>

Feenstra J., Burton I., Smith J. and Tol R., editors (1998) Handbook on methods for climate change impact assessment and adaptation strategies (Version 2). United Nations Environment Programme (UNEP): Nairobi, Kenya.
<http://dare.uvu.vu.nl/bitstream/1871/10440/1/f1.pdf>

Fischlin A., Midgley G.F., Price J.T., Leemans R., Gopal B., Turley C., Rounsevell M.D.A., Dube O.P., Tarazona J. and Velichko A.A. (2007) Ecosystems, their properties, goods and services, pp. 211-272. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). [Parry M.L., Canziani, O.F., Palutikof J.P., van der Linden P.J. and Hanson C.E. (Eds)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-chapter4.pdf>

Forster P., Ramaswamy V., Artaxo P., Bernsten T., Betts R., Fahey D.W., Haywood J., Lean J., Lowe D.C., Myhre G., Nganga J., Prinn R., Raga G., Schulz, M. and van Dorland R. (2007) Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing, pp. 129-234. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M. and Miller H.L. (Eds)]. Cambridge University Press: Cambridge, UK. <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter2.pdf>

GWP (2000). Integrated Water Resources Management. Technical Background Paper No. 4. <http://www.gwpforum.org/gwp/library/Tacno4.pdf>

GWP-TEC (n.d.) Climate Change Adaptation and Integrated Water Resource Management – An Initial Overview. Policy Brief 5.
<<http://www.gwpforum.org/gwp/library/Policy%20Brief%205%20Climate%20C>

hange%20Adaptation.pdf>

- GWSP (2005). The Global Water System Project: Science framework and implementation activities. Report No. 3. Earth System Science Partnership.
- Hughes L. (2000) Biological consequences of global warming: Is the signal already appearing? *Tree* 15: 56–61.
- IPCC (2000) Emission scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Nakićenović, N. and R. Swart, Eds. Cambridge University Press, Cambridge.
<http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/emission>
- IPCC (2007a) Summary for Policymakers, pp. 1–18. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M. and Miller H.L. (Eds)]. Cambridge University Press: Cambridge, UK.
<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-spm.pdf>
- IPCC (2007b) Annex 1: Glossary, pp. 941–954. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I of the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). [Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P., van der Linden P.J. and Hanson C.E. (Eds)]. Cambridge University Press: Cambridge, UK.
<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-annexes.pdf>
- IPCC (2007c) Appendix I: Glossary, pp. 869–883. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). [Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P., van der Linden P.J. and Hanson C.E. (Eds)]. Cambridge University Press: Cambridge, UK.
<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-app.pdf>
- Jansen E., Overpeck J., Briffa K.R., Duplessy J.-C., Joos F., Masson-Delmotte V., Olago D., Otto-Bliesner B., Peltier W.R., Rahmstorf S., Ramesh R., Raynaud D., Rind D., Solomina O., Villalba R. and Zhang D. (2007) Palaeoclimate, pp. 433-497. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M. and Miller H.L. (Eds)]. Cambridge University Press: Cambridge, UK. <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter6.pdf>
- Jaspers F. (2001) Institutions for Integrated Water Resources Management – Training Manual. UNESCO-IHE: Delft, The Netherlands.
- Jonch-Clausen T. (2007) Water and climate change: The added challenge in meeting the MDGs. www.danishwaterforum.dk/Docs/2007/Climate-change_WaterManagement_TJC.ppt
- Kabat P. and van Schaik H. (2003) Climate changes the water rules: How water managers can cope with today's climate variability and tomorrow's climate change. Dialogue on Water and Climate: Wageningen, The Netherlands.
<http://www.waterandclimate.org/UserFiles/File/changes.pdf>
- Kabat P., Schulze R.E., Hellmuth M.E., Veraart J.A. (Eds) (2003) Coping with impacts of climate variability and climate change in water management: A scoping paper. DWC-Report no. DWCSSO-01 Dialogue on Water and Climate: Wageningen, The Netherlands.

<http://www.waterandclimate.org/UserFiles/File/scoping.pdf>

- KOHS (2007) Impact of Climate Change on Flood Protection in Switzerland – Position Paper of the Commission for Flood Protection of the Swiss Water Resources Society (KOHS); German version published in: «Wasser Energie Luft» – 99. Jahrgang, 2007, Heft 1, CH-5401 Baden.
- Kundzewicz Z.W., Mata L.J., Arnell N.W., Döll P., Kabat P., Jiménez B., Miller K.A., Oki T., Sen Z. and Shiklomanov I.A. (2007) Freshwater resources and their management, pp. 173–210. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. [Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P., van der Linden P.J. and Hanson C.E. (Eds)]. Cambridge University Press: Cambridge, UK.
<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-chapter3.pdf>
- Ludwig F. and Moench M. (2009) The impacts of climate change on water, pp. 35–50. In: *Climate Change Adaptation in the Water Sector*. Ludwig F., Kabat P., van Schaik H. and van der Valk M. (Eds). Earthscan: London, UK.
- Manning M.R., Petit M., Easterling D., Murphy J., Patwardhan A., Rogner H-H., Swart R., and Yohe G. (Eds) (2004) IPCC Workshop on Describing Scientific Uncertainties in Climate Change to Support Analysis of Risk and of Options: Workshop report. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Geneva, Switzerland. <http://www.ipcc.ch/pdf/supporting-material/ipcc-workshop-2004-may.pdf>
- Milly P.C.D., Betancourt J., Falkenmark M., Hirsch R.M., Kundzewicz Z.W., Lettenmaier D.P. and Stouffer R.J. (2008) Stationarity is dead: Whither water management? *Science* 319 (5863): 573–574.
- O'Reilly C.M., Alin S.R., Pilsnier P.-D., Cohen A.S. and McKee B.A. (2003) Climate change decreases aquatic ecosystem productivity of Lake Tanganyika, Africa. *Nature* 424: 766-768.
- Pahl-Wostl C., Jeffrey P., Brugnach M. and Sendimir J. (2007) Adaptive water management: How to cope with uncertainty. NeWater Policy Brief No. 4. <http://www.newater.info/intern/sendfile.php?id=1181>
- Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P. and co-authors (2007) Technical Summary, pp. 23–78. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P., van der Linden, P.J. and Hanson, C.E. (Eds.)], Cambridge University Press: Cambridge, UK. <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-ts.pdf>
- PLANAT (n.d.) Natural hazards in Switzerland. The cycle of integrated risk management. <http://www.planat.ch/index.php?userhash=87495823&l=e&navID=5>
- Purkey D., Joyce B., Vicuna S., Hanemann M. and Dale L., Yates D. and Dracup J.A. (2008) Robust analysis of future climate change impacts on water for agriculture and other sectors: A case study in the Sacramento Valley. *Climatic Change* 87(1): 109–122.
<http://www.weap21.org/downloads/CCSacramento.pdf>
- Ravetz J. (2005) The post-normal sciences of precaution. *Water Science and Technology* 52: 11–17.
- Rosenzweig C., Casassa G., Karoly D.J., Imeson A., Liu C., Menzel A., Rawlins S.,

- Root T.L., Seguin B., Tryjanowski P. (2007) Assessment of observed changes and responses in natural and managed systems, pp. 79–131. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. [Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P., van der Linden P.J. and Hanson C.E. (Eds)]. Cambridge University Press: Cambridge, UK. <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-chapter1.pdf>
- Saunby M. Climate change mash-ups. Presented at Web2forDev conference Rome, September 2007. Met Office Hadley Centre for Climate Change: Exeter, UK.
- Solomon S. D., Qin M., Manning R.B., Alley T., Berntsen N.L., Bindoff Z., Chen A., Chidthaisong J.M., Gregory G.C., Hegerl M., Heimann B., Hewitson B.J., Hoskins F., Joos J., Jouzel V., Kattsov U., Lohmann T., Matsuno M., Molina N., Nicholls J., Overpeck G., Raga V., Ramaswamy J., Ren M., Rusticucci R., Somerville T.F., Stocker P., Whetton R.A., Wood and Wratt D. (2007) Technical Summary, pp. 19–91. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M. and Miller H.L. (Eds)]. Cambridge University Press: Cambridge, UK. <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-ts.pdf>
- Stern N. (2006) *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cabinet Office – HM Treasury. Cambridge University Press: Cambridge, UK. http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_report.htm
- Sullivan C.A. and Meigh J.R. (2005) Targeting attention on local vulnerabilities using an integrated indicator approach: The example of the Climate Vulnerability Index. *Water Science and Technology – Special Issue on Climate Change* 51: 69–78.
- ten Brinke W.B.M., Saeijs G.E.M., Helsloot I. and van Alphen, J. (2008) Safety chain approach in flood risk management. *Proceedings of ICE, Municipal Engineer* 161: 93–102.
- Toth F.L. and Hizsnyik E. (1998) Integrated environmental assessment methods: Evolution and applications. *Environmental Modeling and Assessment* 3: 193–207.
- UN (1992) Agenda 21 – The United Nations programme of Action From Rio <http://www.un.org/esa/dsd/agenda21/index.shtml>
- UN (2002) Johannesburg Plan of Implementation. United Nations. http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/POIToc.htm
- UN (2006) United Nations Millennium Development Goals Report. United Nations (UN): New York, NY.
- UNDP (2004) Adaptation Policy Frameworks (APF) for climate change: Developing strategies, policies and measures. United Nations Development Programme (UNDP): New York, NY. <http://www.undp.org/climatechange/adapt/apf.html>
- UNDP (2007) Adaptation to climate change: Doing development differently. UNDP Briefing Note. United Nations Development Programme (UNDP): New York, NY. <http://www.energyandenvironment.undp.org/undp/index.cfm?module=Library&page=Document&DocumentID=6507>

- UNDP (2008) Human Development Report 2007–2008. Fighting climate change: Human solidarity in a divided world. United Nations Development Programme (UNDP): New York, NY.
<http://hdr.undp.org/en/media/hdr_20072008_en_complete.pdf>
- UNDP (2008) UNDP and climate change: Fast facts. United Nations Development Programme (UNDP): New York, NY.
<http://www.energyandenvironment.undp.org/undp/indexAction.cfm?module=Library&action=GetFile&DocumentAttachmentID=2389>
- UNECE (2009) Draft Guidance in Water and Climate Adaptation, TFWC/2009/2. Presented at the Second Meeting of the Task Force on Water and Climate under the Convention of the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE)
<http://search.unece.org/b/trk?uid=31c9280cb8f51a0f&sn=38599608&ip=194.171.38.2&lqkKy=guidance+document+climate&rn=2&http://www.unece.org/env/water/meetings/wgma/2009/workplan-2010-2012-advance-draft.pdf>
- UNEP (1997) Source book of alternative technologies for freshwater augmentation in Latin America and the Caribbean. United Nations Environment Programme (UNEP): <http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/techpublications/TechPub-8c/>
- UNEP (2009) Climate in Peril – A popular Guide to the latest IPCC reports. GRID Arendal. United Nations Environment Programme (UNEP):
<http://www.grida.no/res/site/file/publications/ClimateInPeril.pdf>
- UNFCCC (2005) Handbook on Vulnerability and Adaptation Assessment. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)
http://unfccc.int/resource/cd_roms/na1/v_and_a/index.htm
- UNFCCC (2006) Application of environmentally sound technologies for adaptation to climate change. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) <http://unfccc.int/resource/docs/2006/tp/tp02.pdf>
- UNFCCC (2007a) Climate Change: Impacts, Vulnerabilities and Adaptation in Developing Countries.
http://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/txt/pub_07_impacts.pdf
- UNFCCC (2007b) Report of the workshop on adaptation planning and practices. Item 3 of the Provisional Agenda. Nairobi Work Programme on Impacts, Vulnerability and Adaptation to Climate Change (FCCC /SBSTA/2007/15 25 October 2007).
- UNFCCC (1994) United Nations Framework Convention on Climate Change. Article 4. Full text available at:
http://unfccc.int/essential_background/convention/background/items/1362.php
- UNISDR (2004) Terminology: Basic terms of disaster risk reduction.
<http://www.unisdr.org/eng/library/lib-terminology-eng%20home.htm>
- van Beek E. (2009) Managing water under current climate variability, pp. 51–77. In: *Climate Change Adaptation in the Water Sector*. Ludwig F., Kabat P., van Schaik H. and van der Valk M. (Eds). Earthscan: London, UK
- WHO, UNICEF, WSSCC (2000) Global water supply and sanitation assessment 2000 report. Geneva, Switzerland
- WMO (2003) Climate – Into the 21st century. World Meteorological Organization

- (WMO). Cambridge University Press: Cambridge, UK.
- WMO (2004) Integrated Flood Management – Concept Paper. APFM Technical Document Number 1, Second Edition. World Meteorological Organization (WMO). http://www.apfm.info/pdf/concept_paper_e.pdf
- World Climate Programme (2007) Expert meeting on water manager needs for climate information in water resources planning. Geneva, Switzerland, 18–20 December 2006. Final Report. WCASP-74. WMO/TD-No. 1401
- World Bank (1993) Water Resources Management: A World Bank Policy Paper. Washington, DC.
- WSSD (1992) Plan of Implementation. World Summit on Sustainable Development (WSSD). 26 August – 4 September, 2002. Johannesburg, South Africa. http://www.johannesburgsummit.org/html/documents/summit_docs/2309_plan_final.doc

Glossaire

Adaptation

Ajustement dans les systèmes naturels ou humains en réponse aux stimuli climatiques réels ou prévus ou à leurs effets, modérant de ce fait les dommages ou exploitant des occasions salutaires. Divers types d'adaptation peuvent être distingués, y compris l'adaptation anticipée, autonome et prévue.

Couches aquifères

Un corps de roche perméable capable de contenir ou transmettre l'eau.

L'atmosphère

L'enveloppe gazeuse entourant la terre. L'atmosphère sèche consiste presque entièrement en azote et oxygène, ainsi que des gaz à l'état de trace comprenant le dioxyde de carbone et l'ozone (IPCC 2007c)

Adaptation autonome

L'adaptation qui ne constitue pas une réponse consciente aux stimuli climatiques mais est déclenchée par les changements écologiques des systèmes naturels ou par des changements du marché ou du bien-être dans les systèmes humains. Également connu sous le nom d'adaptation spontanée.

Combustible organique

Un carburant créé de la matière organique ou des huiles combustibles provenant de plantes. Des exemples de combustibles organiques incluent l'alcool, la boue noire du processus de fabrication du papier, le bois, et l'huile de soja.

Biosphère

La partie du système terrestre comprenant tous les écosystèmes et organismes vivants dans l'atmosphère, sur terre ou dans les océans, y compris la matière organique morte dérivée (IPCC 2007c)

Stockage de carbone

Une approche pour atténuer la contribution de l'émission de carbone au réchauffement climatique basé sur le captage du dioxyde de carbone (CO₂) de grandes sources ponctuelles telles que des centrales de combustible fossile. De cette façon, le gaz carbonique pourrait alors être de manière permanente retiré de l'atmosphère.

Changement climatique

Tout changement dans le climat avec le temps, que ce soit en raison de la variabilité naturelle ou en raison de l'activité humaine. Cette définition diffère de celle dans la convention-cadre des Nations Unies sur le changement climatique (UNFCCC), qui définit le changement climatique comme « changement du climat qui est attribué directement ou indirectement à l'activité humaine qui change la composition de l'atmosphère globale et qui s'ajoute à la variabilité naturelle du climat observée sur des périodes de temps comparables » (IPCC 2007c).

Variabilité climatique

Variations de l'état moyen et d'autres statistiques (telles que des écarts type, statistiques des extrémités, etc.) du climat sur toutes les échelles temporelles et

spatiales au delà de celles de divers événements de climatiques. La variabilité peut être due aux processus internes naturels dans le système climatique (variabilité interne), ou à des variations du forçage externe anthropogène ou naturel (variabilité externe).

Cryosphère

Le composant d'un système climatique se composant de toutes les neiges et glaces (pergélisol y compris) sur et sous la surface de la terre et de ses océans.

Dessalement

Un processus par lequel on enlève tout excédent de sel et d'autres minéraux de l'eau ou du sol (dessalement de sol). <http://en.wikipedia.org/wiki/Desalination> - cite note-1

Bassins de retenue

Un type d'infrastructure de gestion des eaux pluviales installé sur, ou à côté des affluents des fleuves, des ruisseaux, ou de lacs conçu pour prévenir les inondations aussi bien que l'érosion en aval en stockant l'eau pendant une période de temps limitée. Ils sont également connus sous les noms 'd'étangs secs', 'd'étangs de retenue' ou 'de bassins de retenue secs'. Certains étangs de retenue sont appelés 'étangs humides', conçus pour retenir de manière permanente un certain volume d'eau à tout moment.

Sécheresse

D'une façon générale, la sécheresse est une absence prolongée ou une insuffisance marquée de précipitation', 'une insuffisance qui entraîne une pénurie d'eau pour une certaine activité ou pour un certain groupe', ou une 'période de temps anormalement sec suffisamment prolongé pour que le manque de précipitation puisse causer un déséquilibre hydrologique sérieux' (Heim, 2002). La sécheresse a été définie d'un certain nombre de manières : la sécheresse agricole se rapporte aux déficits d'humidité dans le 1 mètre et tranche supérieur de sol (le rhizosphère) qui affecte les cultures; la sécheresse météorologique est principalement un déficit prolongé de précipitation ; et la sécheresse hydrologique est liée aux niveaux d'écoulement fluvial, de lac et d'eaux souterraines en dessous du normal. Une méga-sécheresse est une sécheresse longue, étendue et intensive durant beaucoup plus longtemps que la normale, habituellement une décennie ou plus.

Écosystème

Le système interactif composé de tous organismes vivants et de leur environnement abiotique (physique et chimique) dans une zone donnée. Les écosystèmes couvrent une hiérarchie d'échelles spatiales et peuvent couvrir le globe entier, les continents (biomes) ou de petits systèmes bien circonscrits tels qu'un petit étang.

EL Niño

Un courant d'eau chaude qui coule périodiquement le long de la côte de l'Equateur et du Pérou, perturbant les ressources halieutiques locales. L'événement océanique est associé à une fluctuation du modèle et de la circulation des pressions de surface intertropicales dans les océans pacifiques et indiens, appelée l'oscillation australe. Ce phénomène couplé atmosphère-océan est collectivement connu sous le nom de *El Niño-Oscillation Australe*. Pendant un événement d'*EL Niño*, les alizés prédominants s'affaiblissent et le contre-courant équatorial se renforce, faisant que les eaux chaudes de surface dans la zone indonésienne coulent vers l'est et recouvrent les eaux froides du courant péruvien. Cet événement a un grand impact sur le vent, la température de surface de la mer, et les modèles de précipitation dans le Pacifique tropical. Il a des effets climatiques dans tout le Pacifique et dans beaucoup de

régions du monde. L'opposé d'un événement d'*EL Niño* s'appelle *La Niña* (voir ci-dessous).

Eutrophisation

Le processus par lequel un plan d'eau (souvent peu profond) devient (soit naturellement ou par pollution) riche en nutriments dissous, avec une insuffisance saisonnière en oxygène dissous.

Evapotranspiration

Le processus combiné de l'évaporation de l'eau de la surface terrestre et de la transpiration de la végétation.

Rétroaction

Un mécanisme d'interaction entre les processus ; il se produit quand le résultat d'un processus initial déclenche des changements dans un deuxième processus, ce qui en retour influence le processus initial. Une rétroaction positive intensifie le processus original, et une rétroaction négative le réduit.

Crue subite

Une inondation qui se produit soudainement et rapidement dans les basses terres, différent de l'inondation habituelle ne ce qu'elle se produit habituellement dans un délai de six heure à partir de l'événement déclenchant l'inondation. Elle est généralement provoquée par une forte pluie suivie d'un orage, d'un ouragan, ou d'un orage tropical. Les crues subites peuvent également se produire après l'effondrement d'un barrage.

Combustibles fossiles

Carburants qui contiennent un pourcentage élevé de carbone et d'hydrocarbures. Ils sont créés par le processus anaérobie de décomposition des organismes morts enterrés qui ont vécu il y a 300 millions d'années. Les combustibles comprennent ceux à faible teneur en carbone et d'hydrogène comme le méthane, le pétrole liquide utilisé dans des automobiles, aussi bien que les matières non volatiles composées de carbone presque pur, comme le charbon anthracite.

Réchauffement climatique

L'augmentation de la température moyenne de l'air de la surface terrestre et des océans. Le panel intergouvernemental sur le changement climatique (IPCC) conclut que les gaz à effet de serre anthropogènes sont responsables de la majeure partie de l'augmentation observée de la température depuis le milieu du 20ème siècle, alors que les phénomènes naturels tels que la variation solaire et les volcans produisaient la majeure partie du réchauffement à partir des périodes préindustrielles à 1950 et avaient comme conséquence un léger effet de refroidissement après.

Effet de serre

Le processus dans lequel l'absorption du rayonnement infrarouge par l'atmosphère réchauffe la terre. Dans le langage courant, le terme 'effet de serre' peut être employé pour se référer à l'effet de serre naturel, dû aux gaz à effet de serre naturels, ou des gaz à effet de serre accrus (anthropogènes), qui résulte des gaz émis en raison des activités humaines.

Gaz à effet de serre

Constituants gazeux de l'atmosphère, naturelle et anthropogène, qui absorbent et émettent le rayonnement aux longueurs d'onde spécifiques dans le spectre du rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre, son atmosphère et les nuages; cette propriété cause l'effet de serre'. La vapeur d'eau (H₂O), le dioxyde de

carbonique (CO₂), l'oxyde nitreux (NO₂), le méthane (CH₄) et l'ozone (O₃) sont les principaux gaz à effet de serre dans l'atmosphère terrestre. Le protocole de Kyoto (voir ci-dessous) parlent du CO₂, du N₂O et du CH₄, et également des gaz à effet hexafluorure de soufre (SF₆), les hydrofluorocarbones (HFCs) et les hydrocarbures perfluorés (PFCs) (voir chapitre 2 pour plus de détails).

Cycle hydrologique

Également désigné sous le nom du cycle de l'eau, il décrit le mouvement continu de l'eau au-dessus et au-dessous de la surface de la terre. L'eau subit des changements d'états (liquide, vapeur, et glace) à divers moments dans le cycle de l'eau bien que le bilan total de l'eau sur terre demeure constant avec le temps.

Hydro-électricité

Également connu comme forces hydrauliques, c'est une puissance ou une énergie qui sont dérivées de la force ou de l'eau en mouvement ; elle peut être domestiquée pour des buts tels que la production du courant électrique commercial.

Hydrosphère

Comme défini dans la géographie physique, la zone continuant la masse combinée de l'eau trouvé sur, sous, et au-dessus de la surface d'une planète, y compris les mers, les lacs, les couches aquifères, etc.

Protocole de Kyoto

Le protocole de Kyoto a été adopté à la troisième session de la conférence des parties (COP) à la convention-cadre de l'ONU sur le changement climatique (CCNUCC) en 1997 à Kyoto, Japon. Il contient des engagements juridiquement obligatoires, en plus de ceux inclus dans l'UNFCCC. Les pays inclus en annexe B du protocole (la plupart des pays membres de l'Organisation pour la coopération et le développement économiques (OCDE) et ceux avec des économies intermédiaires) ont accepté de réduire leurs émissions de gaz à effet de serre anthropogènes (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, et SF₆) par au moins 5 pour cent en-dessous des niveaux de 1990 dans la période d'engagement de 2008 à 2012. Le protocole de Kyoto est entré en vigueur le 16 février 2005.

La Niña

La phase froide (ou l'effet opposé) de l'*EL Niño*, pendant lequel le bassin froid dans le Pacifique oriental s'intensifie et les alizés se renforcent.

Niveau de la compréhension scientifique (LOSU)

C'est un indice sur une échelle de 4 étapes (Élevé, Moyen, bas et très bas) conçue pour caractériser le degré de compréhension scientifique des agents de forçage radiatifs qui affectent le changement climatique. Pour chaque agent, l'indice représente un jugement subjectif de la fiabilité de l'évaluation de son forçage, impliquant des facteurs tels que les hypothèses nécessaires pour évaluer le forçage, le degré de connaissance des mécanismes chimiques/physiques déterminant le forçage et les incertitudes entourant l'évaluation quantitative.

Lithosphère

La couche externe dure et rigide de la planète qui inclut la croûte et le manteau le supérieur et pouvant aller jusqu'à une profondeur de 80 kilomètres.

Analyse multicritères

Une méthodologie d'évaluation élaborée pour des problèmes complexes avec beaucoup d'objectifs dans un processus décisionnel. Elle prend en compte une gamme complète de critères sociaux, environnementaux, techniques, économiques,

et financiers.

Mesures Non-structurelles

Selon la stratégie internationale des Nations Unies pour la réduction des catastrophes (UNISDR), des mesures non-structurelles sont définies comme étant toute mesure n'impliquant de construction physique, et qui utilise la connaissance, des pratiques ou accords pour réduire des risques et des impacts, en particulier par des politiques et des lois, la sensibilisation du public, la formation et l'éducation.

Pergélisol

La terre permanemment gelée qui se produit où la température demeure au-dessous de 0°C

Phénologie

L'étude des phénomènes naturels qui se reproduisent périodiquement (par exemple des stades de développement, migration) et de leur relation avec les changements climatiques et saisonniers.

Zone photique

Couche extérieure de l'océan qui reçoit la lumière du soleil. Les 80 m le plus élevé ou plus de l'océan, qui est suffisamment illuminé pour permettre la photosynthèse par le phytoplancton et les plantes s'appellent la zone euphotique. Les épaisseurs des zones photiques et euphotiques varient avec l'intensité de la lumière du soleil en fonction de la saison et de la latitude et avec le degré de turbidité de l'eau. La zone la plus au fond, ou aphotique, est la région de l'obscurité perpétuelle qui se trouve en dessous de la zone photique et renferme la majeure partie des eaux de l'océan.

Rayonnement

Tout processus par lequel de l'énergie est émise par un 'corps' et voyage à travers un moyen ou un espace, et pour finalement être absorbé par un autre 'corps'.

Forçage radiatif

Le changement de l'irradiation verticale nette à la tropopause dû à un changement interne et externe du forçage du système climatique, tel que le changement de la concentration du CO₂ ou de la puissance du soleil (IPCC 2007c)

Collecte d'eau de pluie

L'accumulation et le stockage d'eau de pluie. Elle a été pratiquée dans les zones où il y a davantage d'eau pour boire et pour l'utilisation domestique et agricole.

Résilience

La capacité d'un système social ou écologique d'absorber des perturbations tout en maintenant les mêmes structures et modes de fonctionnement, la capacité d'auto-organisation, et la capacité de s'adapter au stress et au changement.

Équité sociale

Égalité et impartialité pour tous en termes d'accès aux ressources, la capacité de participer à la vie politique et culturelle, et autodétermination dans la satisfaction des besoins fondamentaux.

Résolution Spatio-temporelle

La précision des mesures en rapport avec l'espace et le temps.

Écart type

Dans la théorie des probabilités et les statistiques, l'écart type se rapporte à la

La Gire: un Outil d'adaptation au Changement Climatique

mesure de la variabilité ou dispersion d'une population, un ensemble de données, ou une distribution de probabilité. Un écart type faible indique que les points de données tendent à être très proches de la valeur moyenne, alors que l'écart type élevé indique que les données sont dispersées sur une grande série de valeurs.

Mesures structurelles

Selon l'UNISDR, des mesures structurelles sont connues comme n'importe quelle construction physique visant à réduire ou éviter des impacts possibles des risques, ou application de technologie pour réaliser une résistance et résilience aux risques dans les structures ou les systèmes (UNISDR 2004).

Thermocline

La région dans l'océan, typiquement à une profondeur de 1 kilomètre, où la température diminue rapidement avec la profondeur et qui marque la limite entre la surface et l'océan.

Circulation de Thermohalin

Circulation à grande échelle et suivant la densité dans l'océan, provoqué par des différences dans la température et la salinité.

Thermophile

Une condition de températures relativement élevées entre 45 et 80°C (113 et 176°F).

Vulnérabilité

Le degré auquel un système est susceptible, et incapable de faire face à des effets nuisibles du changement climatique, y compris la variabilité et les extrêmes de climat. La vulnérabilité est une fonction du caractère, de l'importance, et du degré de changement climatique et les variations auxquelles un système est exposé, sa sensibilité, et sa capacité adaptative.

Les maladies hydriques

Les maladies provoquées par les micro-organismes pathogènes, qui sont directement transmis quand de l'eau polluée est consommée.

Zones humides

Zones transitoires et régulièrement engorgées d'eau de sols mal drainés, souvent trouvés entre un écosystème aquatique et terrestre, qui sont alimentés par l'eau de pluie, de surface ou souterraine. Des zones humides sont caractérisées par une prédominance de végétation adaptée à la vie dans des conditions de sol saturé.

Acronymes

AOGCM	Modèle de circulation globale atmosphère-océan
CPA	Cadre de politique d'adaptation
Cap-Net	Réseau international pour le renforcement de capacité en Gestion intégrée des ressources en eau
CCIAV	Les incidences des changements climatiques et la vulnérabilité et l'adaptation à ces changements
CFC	chlorofluorocarbures
CH ₄	méthane
CO ₂	dioxyde de carbone
CVI	Indice de vulnérabilité du climat
δD	deutérium
DFID	Service des Royaumes Unis pour le Développement international
FAO	Organisation pour l'alimentation et l'agriculture des Nations Unies
GCM	Modèles de circulation globale
GHG	gaz à effet de serre
GWA	Alliance Genre et Eau
GWP	Partenariat mondial de l'eau
H ₂ O	Eau
HEC	Centre d'Ingénierie hydrologique
IFM	Gestion intégrée des inondations
IPCC	Le panel intergouvernemental sur le changement climatique
GIRE	Gestion intégrée des ressources en eau
LDC	Les pays les moins développés
LOSU	Niveau de compréhension scientifique
OMD	Objectifs du millénaire pour le développement
MFW	Eau douce et marine
N ₂ O	oxyde nitreux
ONG	Organisations non gouvernementales
PANA	Programmes d'action nationaux d'adaptation
ppm	parties par millions
PR	Région polaires
RBO	Organisme de bassin fluvial
RF	Forçage radiatif
SRES	Rapport spécial des scénarios d'émission
SWAT	Outils d'évaluation des sols et de l'eau
TER	terrestre
UN	Nations Unies
PNUD	Programme des nations unies pour le développement
CEE-ONU	La commission économique des Nations Unies pour l'Europe
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
UNESCO-IHE	Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture, Institut d'éducation en matière d'eau
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur le changement climatique
UNICEF	Fonds des Nations Unies pour l'enfance
WEAP	Evaluation et planification en matière d'eau
OMS	Organisation mondiale de la santé
OMM	Organisation Météorologique Mondiale





**International Network for Capacity Building in
Integrated Water Resources Management**

Street address:

Marumati Building; 491, 18th Avenue
Rietfontein, Pretoria 0084

Mailing address:

P.O. Box X03, Gezina, Pretoria 0031, South Africa

Email: info@cap-net.org
www.cap-net.org