

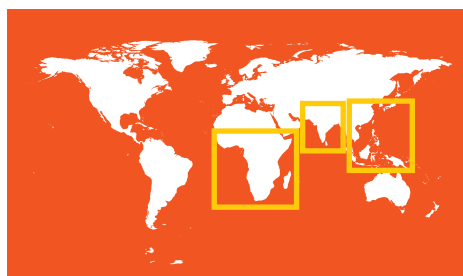
4^o la Baissons chaleur

Phénomènes climatiques extrêmes,
impacts régionaux et plaidoyer
en faveur de l'adaptation



4^o la Baissons chaleur

**Phénomènes climatiques extrêmes,
impacts régionaux et plaidoyer
en faveur de l'adaptation**



Juin 2013

Rapport préparé pour la Banque mondiale par le Potsdam Institute for Climate Impact Research et Climate Analytics



© 2013 International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank
1818 H Street NW
Washington DC 20433
Telephone: 202-473-1000
Internet: www.worldbank.org

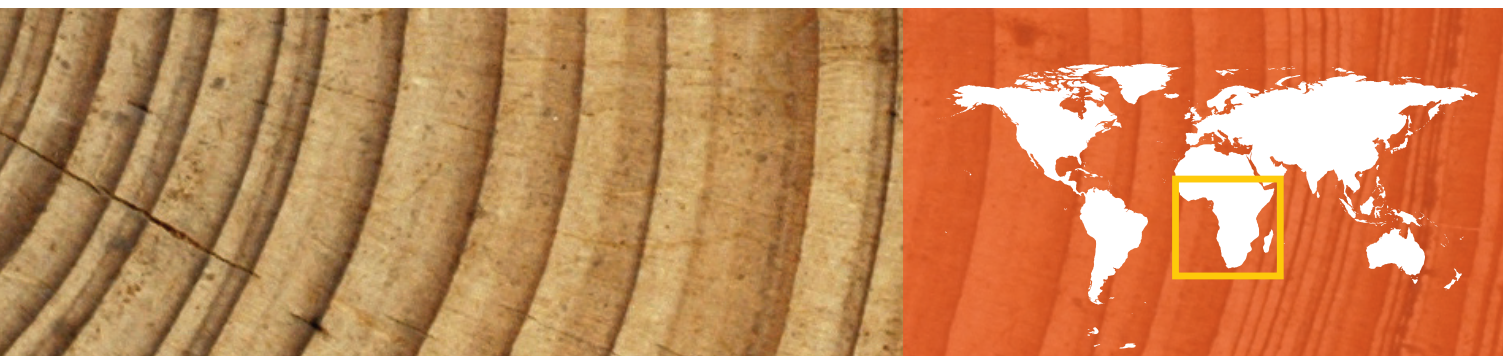
This report was prepared for the World Bank by the Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics. The findings, interpretations, and conclusions expressed in this work do not necessarily reflect the views of The World Bank, its Board of Executive Directors, or the governments they represent.

The World Bank does not guarantee the accuracy of the data included in this commissioned work. The boundaries, colors, denominations, and other information shown on any map in this work do not imply any judgment on the part of The World Bank concerning the legal status of any territory or the endorsement or acceptance of such boundaries.

Rights and Permissions

The material in this work is subject to copyright. Because the World Bank encourages dissemination of its knowledge, this work may be reproduced, in whole or in part, for noncommercial purposes as long as full attribution to this work is given.

Any queries on rights and licenses, including subsidiary rights, should be addressed to the Office of the Publisher, The World Bank, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA; fax: 202-522-2422; e-mail: pubrights@worldbank.org.



Afrique subsaharienne : Production alimentaire menacée

SYNTHÈSE RÉGIONALE

L'Afrique subsaharienne est une région en plein essor de plus de 800 millions d'habitants, avec 49 pays et une grande diversité écologique, climatique et culturelle. Les projections démographiques prévoient qu'elle s'approchera de 1,5 à 1,9 milliard d'habitants d'ici à 2050. Avec un réchauffement de la planète de 4 °C d'ici à la fin du XXI^e siècle, la hausse projetée du niveau de la mer pourrait atteindre jusqu'à 100 cm. La probabilité des sécheresses devrait s'accroître en Afrique centrale et australe, et des pointes de chaleur extrême, totalement inédites, devraient affecter des parts croissantes de la région. Les projections montrent aussi une probabilité accrue de hausse des précipitations annuelles dans la Corne de l'Afrique et dans certaines régions de l'Afrique de l'Est, susceptibles de se concentrer en épisodes aigus risquant ainsi d'accroître le risque d'inondation. La progression de la concentration atmosphérique en CO₂ risque de favoriser une mutation de la savane herbeuse en savane boisée, ce qui aurait un effet défavorable sur les moyens de subsistance pastoraux en cas de diminution des ressources en graminées fourragères. Le changement climatique devrait générer des impacts défavorables et susciter des risques graves, en particulier pour la production agricole, les systèmes pastoraux et l'élevage, et la pêche de capture. Il devrait également renforcer de manière significative les défis en matière de sécurité alimentaire et d'éradication de la pauvreté.

L'Afrique subsaharienne est particulièrement vulnérable aux impacts sur l'agriculture. La production agricole de la région est essentiellement pluviale et donc très sensible aux variations des précipitations et de la température. Dans l'ensemble de la région, une augmentation nette de la superficie totale classée en zone aride ou hyperaride est projetée, avec des conséquences négatives



probables sur la production agricole et l'élevage. Une grande partie de la région est soumise à une sécheresse accrue depuis les années 50, et la vulnérabilité de la population est élevée. La sécheresse de 2011 dans la Corne de l'Afrique, par exemple, a affecté 13 millions de personnes et a conduit à des taux extrêmement élevés de malnutrition, en particulier chez les enfants. Compte tenu des projections de changement climatique, il est probable que l'Afrique centrale et australe sera de plus en plus souvent sujette à des sécheresses, avec une baisse de 40 % des

précipitations en Afrique australe si les températures mondiales dépassent de 4 °C les niveaux préindustriels dans les années 2080 (comparaison de la période 2071–2099 à la période 1951–1980).

Les systèmes pastoraux sont également menacés par les effets climatiques : le bétail souffre de la chaleur extrême, du stress hydrique, avec une hausse de la prévalence des maladies et une réduction des volumes fourragers disponibles. Les stocks de poissons marins migrent vers des latitudes plus élevées, chassés par le réchauffement des eaux, et le potentiel de capture risque de se réduire localement, ajoutant aux pressions déjà fortes sur les écosystèmes dues à la surpêche.

Les vagues de chaleur extrême projetées devraient affecter une part croissante de la région, avec des effets défavorables sur les systèmes de production alimentaire, les écosystèmes et la santé humaine. Des impacts directs et indirects sur la santé humaine sont également attendus. Par ailleurs en réponse aux pressions supplémentaires suscitées par le changement climatique, une accélération de la tendance à l'urbanisation est susceptible d'aggraver la vulnérabilité des populations.

Tendances climatiques actuelles et projections de changement climatique jusqu'à 2100

En Afrique subsaharienne, le changement climatique exerce une pression sur des écosystèmes et des secteurs clés, avec des répercussions sur les populations humaines qui en dépendent.

Régime des précipitations

En termes de précipitations, la région se caractérise par une variabilité interannuelle et interdécennale importante. Les tendances à long terme sont incertaines et contradictoires à l'échelle sous-régionale. Par exemple, alors que l'Afrique de l'Ouest a connu une baisse des précipitations annuelles moyennes au cours du siècle dernier, le Sahel affiche une hausse au cours de la dernière décennie. Aucune tendance à long terme n'a été observée en Afrique australe et dans la zone de forêt tropicale humide. La variabilité interannuelle a cependant augmenté, avec des sécheresses plus intenses et des épisodes de précipitations signalés dans certaines parties de l'Afrique australe. L'Afrique de l'Est a bénéficié d'une augmentation des précipitations dans certaines régions au cours des dernières décennies, ce qui marque un renversement de tendance par rapport au siècle passé marqué par une tendance à l'assèchement.

Avec un réchauffement de 2 °C, les inégalités existantes en matière de disponibilité de l'eau dans la région pourraient devenir plus prononcées. Par exemple, les précipitations annuelles moyennes projetées devraient augmenter surtout dans la Corne de l'Afrique (avec des impacts à la fois positifs et négatifs), alors que certaines régions de l'Afrique occidentale et australe pourraient subir une diminution des précipitations et des taux de recharge des eaux

souterraines limités à 50–70 %. Avec un réchauffement de 4 °C, la diminution des précipitations annuelles en Afrique australe pourrait aller jusqu'à 30 %, tandis qu'en Afrique de l'Est de nombreux modèles projettent une pluviométrie plus forte qu'aujourd'hui, conduisant à une diminution globale du risque de sécheresse. Il convient toutefois de formuler quelques mises en garde importantes sur les projections de précipitations. Tout d'abord, le degré d'incertitude est assez élevé, en particulier pour l'Afrique de l'Est et de l'Ouest. Deuxièmement, même si en moyenne annuelle les précipitations augmentent, il est probable qu'il s'agira d'épisodes aigus concentrés plutôt que d'une répartition uniforme sur l'année¹. En outre, selon les projections, la probabilité de sécheresses en Afrique australe et centrale devrait progressivement s'accroître. Un événement météorologique « probable » est défini comme ayant une chance de réalisation supérieure à 66 % en utilisant les approches de modélisation adoptées dans le présent rapport.

Régime des températures

Depuis les années 60, les relevés montrent qu'il y a une tendance au réchauffement qui s'est poursuivie jusqu'à aujourd'hui, avec une augmentation du nombre de vagues de chaleur en Afrique australe et occidentale. Des études récentes ont révélé une contribution anthropique au réchauffement décelable sur l'ensemble de l'Afrique, avec des extrêmes de chaleur en Afrique du Sud depuis 1961. Les projections montrent une tendance au réchauffement estival répartie de manière à peu près uniforme dans la région. Dans l'hypothèse d'une hausse mondiale de 4 °C par comparaison à une période de référence de 30 ans (1951–1980), à l'horizon 2100 la température mensuelle en été en Afrique subsaharienne projetée devrait dépasser de 5 °C la température de la période de référence. Dans l'hypothèse d'une hausse mondiale de 2 °C, les températures estivales africaines projetées devraient parvenir à un pic, dépassant d'environ 1,5 °C la température de référence à l'horizon 2050.

Avec la hausse des températures mondiales moyennes, les projections des extrêmes de chaleur exceptionnels et sans

¹ Le degré d'incertitude est particulièrement élevé dans le cas de l'Afrique de l'Est car il n'est pas certain que les modèles MCM saisissent correctement la dynamique des saisons des pluies de cette région et parce que les modèles climatiques régionaux à haute résolution ne semblent pas reproduire, mais plutôt contredire, la hausse des précipitations prévue dans les projections de la plupart des modèles mondiaux. Le risque de sécheresse est lié à des périodes de précipitations anormalement faibles ou de fort réchauffement, ou les deux, mais ce risque est aussi influencé par d'autres variables climatiques, comme la force du vent et le rayonnement solaire incident. Les projections de réchauffement des modèles climatiques présentent généralement moins d'incertitudes, tandis que les incertitudes dans les projections de précipitations varient selon les régions. Les incertitudes dans les projections de sécheresse sont moins importantes pour l'Afrique australe (car principalement liées au réchauffement), un peu plus fortes pour l'Afrique centrale (car les signaux de changement sont moindres), et les plus élevées pour l'Afrique de l'Ouest (pour laquelle les modèles présentent des divergences importantes sur les changements de précipitations, tant en signal qu'en amplitude).

précédent² montrent une fréquence en hausse pendant les mois d'été. Quand le réchauffement mondial aura atteint 1,5 °C dans les années 2030, les pointes de chaleur extrême projetées, aujourd'hui exceptionnelles ou quasiment inconnues, devraient frapper plus d'un cinquième des zones terrestres de l'hémisphère sud au cours des mois d'été. Sur la même période, des chaleurs extrêmes mensuelles sans précédent pourraient toucher jusqu'à 5 % des superficies terrestres. Dans l'hypothèse d'une hausse mondiale de 2 °C, les chaleurs extrêmes mensuelles projetées, aujourd'hui exceptionnelles ou quasiment inconnues dans le climat actuel de la région, devraient toucher près de 45 % des superficies terrestres à l'horizon 2050 et des pointes de chaleur extrême sans précédent pourraient affecter jusqu'à 15 % des superficies terrestres pendant l'été. Avec un réchauffement mondial atteignant environ 4 °C à la fin du siècle, des chaleurs extrêmes estivales exceptionnelles projetées devraient affecter la plupart des surfaces émergées (85 %), avec plus de 50 % d'entre elles touchées par des extrêmes de chaleur sans précédent.

Impacts physiques et biophysiques probables de l'évolution prévue du climat

Les projections relatives aux changements de la fréquence et/ou de l'intensité des précipitations, de la température et des phénomènes extrêmes auront des impacts directs et indirects sur l'élévation du niveau des mers, l'aridité, les rendements des cultures et les systèmes agro-pastoraux pouvant affecter les populations.

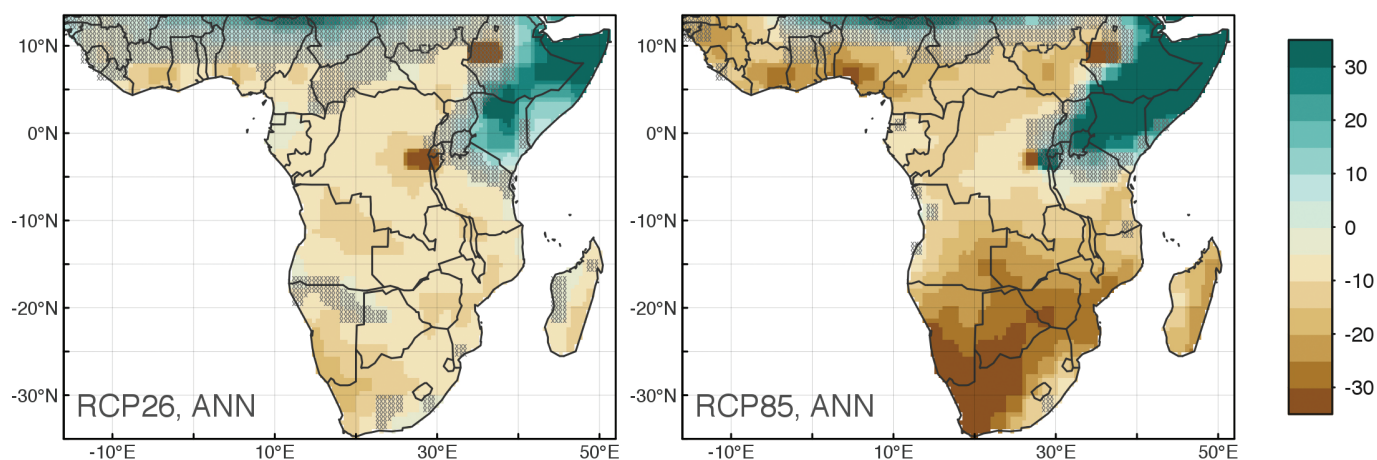
Tendances projetées de l'aridité

Selon les projections, les régimes d'aridité³ devraient se modifier et se développer dans toutes les régions dites arides en raison des changements des régimes de température et de précipitation.

² Dans le présent rapport, les vagues de chaleur « exceptionnelles » et « sans précédent » sont définies à l'aide des seuils établis à partir de la variabilité historique du climat local actuel. Le niveau absolu du seuil dépend ainsi de la variabilité annuelle naturelle observée pendant la période de référence (1951–1980), définie par la valeur de l'écart-type (sigma). Les vagues de chaleur « exceptionnelles » sont notées 3-sigma. Dans une courbe normale de distribution du climat, les événements 3-sigma ont une période de récurrence de 740 ans. Les vagues de chaleur qui ont frappé les États-Unis en 2012 et la Russie en 2010 ont été notées 3-sigma. Les vagues de chaleur « exceptionnelles » sont notées 5-sigma. Leur périodicité atteint plusieurs millions d'années. Les données mensuelles de température ne suivent pas nécessairement une courbe de distribution normale (par exemple, certaines distributions peuvent présenter de longues queues, donnant ainsi à conclure à un plus grand risque de vague de chaleur), et les périodes de récurrence peuvent s'écarter des valeurs prévues par la distribution normale. Quoi qu'il en soit, les événements 3-sigma restent très peu probables, et les événements 5-sigma ne se sont presque certainement jamais produits dans le passé.

³ L'aridité se caractérise par un déficit structurel de précipitation — c'est à dire une pluviométrie insuffisante pour assurer la croissance des végétaux et/ou des cultures — et pourrait potentiellement entraîner un mécanisme de rétroaction positive. Dans les régions où le sol s'assèche faute de précipitations, il ne reste plus de chaleur pouvant être convertie en chaleur latente et la chaleur est entièrement convertie en hausse des températures de surface. Cette élévation supplémentaire de la température de la terre renforce la demande évaporative des cultures et aggrave le déficit de précipitation.

Figure 3.1 : Afrique sub-saharienne – Comparaison de la moyenne multi-modèle de la variation en pourcentage de l'indice d'aridité dans une hypothèse de réchauffement mondial de 2 °C (à gauche) et de 4 °C (à droite) en Afrique subsaharienne pour la période 2071–2099, par comparaison avec la période 1951–1980.



Dans les zones non hachurées, au moins 4 modèles sur 5 (80 %) s'accordent. Dans les zones hachurées, 2 modèles sur 5 sont en désaccord. Notez qu'une variation négative correspond à une aggravation de l'aridité. La situation reste empreinte d'incertitude en Afrique de l'Est, où les modèles climatiques régionaux tendent à montrer une augmentation des précipitations qui pourrait être liée à une baisse de l'indice d'aridité (voir aussi la note 2). Une baisse de l'aridité n'est pas nécessairement favorable à l'agriculture ou à l'élevage puisqu'elle risque de s'accompagner d'une hausse des risques d'inondations.

Les régions arides devraient gagner du terrain, principalement en Afrique australe, mais aussi dans certaines régions d'Afrique de l'Ouest. La superficie totale des zones hyperarides et arides devrait s'étendre de 10 % comparativement à la période 1986–2005. Lorsque l'aridité augmente, les rendements des cultures risquent de diminuer à mesure que la saison de croissance végétale se raccourcit. En Afrique de l'Est, l'aridité est projetée en diminution, mais les changements prévus dans cette zone ne pourront cependant pas compenser les hausses intervenant ailleurs.

Élévation du niveau de la mer

Selon les projections, l'élévation du niveau de la mer devrait être plus accentuée que la moyenne mondiale dans les régions tropicales et subtropicales. En cas de réchauffement de 1,5 °C, le niveau de la mer projeté devrait se relever de 50 cm le long des côtes tropicales de l'Afrique sub-saharienne d'ici à 2060, avec de nouvelles hausses possibles selon les projections les plus hautes. Dans le scénario de réchauffement de 2 °C, la hausse du niveau des mers devrait atteindre 70 cm d'ici aux années 2080, avec une élévation plus prononcée dans le sud. La projection du scénario de réchauffement de 4 °C prévoit une augmentation de 100 cm du niveau de la mer dans les années 2090. La différence de rythme et d'ampleur de l'élévation du niveau des mers entre les scénarios de réchauffement à 2 °C et 4 °C d'ici 2100 se creuse en raison de la poursuite de la hausse du niveau des mers dans le scénario de réchauffement à 4 °C, alors qu'elle est stabilisée dans le scénario à 2 °C. La part de la population soumise à des risques d'inondation par l'élévation du niveau de la mer en Guinée-Bissau et au Mozambique augmentera dans le scénario de réchauffement de 4 °C, et sera d'environ 15 % en 2100, contre environ 10 % dans les projections sans élévation du niveau de la mer. En Gambie, la part de la population soumise à des risques d'inondation sera considérablement démultipliée, pour atteindre 10 % de la population à l'horizon 2070.

Impacts sectoriels et thématiques

Écosystèmes

Les pâturages de savane risquent de se réduire, avec des impacts potentiels sur les moyens de subsistance et les systèmes pastoraux. Quand le réchauffement climatique global aura atteint 3 °C, la superficie projetée des savanes devrait avoir diminué, passant d'environ un quart de la superficie totale des terres à l'heure actuelle, à environ un septième et réduisant d'autant les ressources alimentaires du bétail. Les changements dans les conditions climatiques et l'augmentation de la concentration en CO₂ atmosphérique projetés devraient jouer un rôle dans l'évolution des régimes des écosystèmes africains et se répercuter sur la distribution des espèces. La fertilisation par le dioxyde de carbone (CO₂), risque de conduire les arbres à supplanter les graminées héliophiles dans les savanes, amenant une réduction de la superficie des pâturages

et une diminution des ressources alimentaires animales. Il n'est toutefois pas encore établi si les effets défavorables de l'accroissement des sécheresses sur les arbres de la région permettraient de contenir cette expansion des forêts. En réponse aux changements de température et à la variabilité des précipitations, une baisse de 20 % de la densité des arbres dans l'ouest du Sahel a été observée depuis les années 50.

Production agricole

Plusieurs sources de données signalent un risque important probable en matière de rendement des cultures et de production alimentaire avec un impact défavorable sur la sécurité alimentaire en cas de réchauffement de 1,5 à 2 °C et des risques croissants à des niveaux de réchauffement plus élevés.

- Des seuils de **sensibilité aux températures élevées** ont été observés pour certaines cultures importantes, telles que le maïs, le blé et le sorgho, avec d'importantes baisses de rendement quand ce seuil est franchi. Par exemple, le taux de photosynthèse (facteur clé de croissance et de rendement) de cultures telles que le blé et le riz, est maximal pour des températures d'environ 20 à 32 °C. Le rapport AR4 du GIEC (GIEC, 2007) indique que même des augmentations modérées (de 1 à 2 °C) seraient susceptibles d'avoir un effet négatif sur les rendements des principales céréales comme le blé, le maïs et le riz. Un réchauffement supplémentaire aura des effets négatifs croissants, affichant une diminution d'environ 50 % des rendements du blé dans les régions à faible latitude en cas d'augmentation de la température moyenne locale de l'ordre de 5 °C. Dans la mesure où ces seuils de température sont plus souvent dépassés dans les scénarios de réchauffement de 2 °C et 4 °C, des chocs de production importants sont probables.
- **Pertes ou modifications des zones cultivables.** Un réchauffement de 1,5 à 2 °C d'ici aux années 2030–2040 pourrait provoquer des réductions d'environ 40 à 80 % des superficies cultivables pour les cultivars actuels de maïs, millet et sorgho. Un réchauffement de 3 °C se traduirait par une réduction pouvant dépasser 90 %.
- Des **diminutions significatives des rendements** sont attendues à court terme dans le cas de niveaux relativement modestes de réchauffement. Avec un réchauffement de 1,5 à 2 °C, les projections de pertes moyennes de rendement atteignent 5 %. Elles se situent à environ 15 % (avec une fourchette de pertes de 5 % à 27 %) en cas de réchauffement de 2 à 2,5 °C⁴. En cas de réchauffement de 3 à 4 °C, la diminution des rendements devrait se situer à environ 15–20 % pour

⁴ La fourchette est donnée pour les cultures suivantes : millet, sorgho, blé, manioc et arachide.

Tableau 3.1 : Résumé des impacts du changement climatique et des risques en Afrique sub-saharienne^a

Risque/Impact		Vulnérabilité ou évolution observée	Environ 1,5 °C ^{b,c} (années 2030 ^d)	Environ 2 °C (années 2040)	Environ 3 °C (années 2060)	Environ 4 °C (années 2080)
Chaleur extrême^e (été de l'hémisphère sud)	Pointes de chaleur extrême exceptionnelles	Quasiment absent	20–25 % des terres	45 % des terres	70 % des terres	> 85 % des terres
	Pointes de chaleur extrême sans précédent	Absent	< 5 % des terres	15 % des terres	35 % des terres	> 55 % des terres
Sécheresse	Tendances à la sécheresse en hausse observées depuis 1950	Risque croissant de sécheresse dans le sud, le centre et l'ouest de l'Afrique, diminution en Afrique orientale, mais les projections pour l'ouest et l'est de l'Afrique sont incertaines	Risque probable de sécheresse grave dans le sud et le centre de l'Afrique, risque accru dans l'ouest de l'Afrique, diminution dans l'est de l'Afrique, mais les projections pour l'ouest et l'est de l'Afrique sont incertaines	Risque probable de sécheresse extrême dans le sud de l'Afrique et de sécheresse grave dans le centre de l'Afrique, risque accru dans l'ouest de l'Afrique, diminution dans l'est de l'Afrique, mais les projections pour l'ouest et l'est de l'Afrique restent incertaines	Risque probable de sécheresse extrême dans le sud de l'Afrique et de sécheresse grave dans le centre de l'Afrique, risque accru dans l'ouest de l'Afrique, diminution dans l'est de l'Afrique, mais les projections pour l'ouest et l'est de l'Afrique sont incertaines	
Aridité	Assèchement croissant	Peu de changement prévu	La superficie des régions hyperarides et arides augmente de 3 %		La superficie des régions hyperarides et arides augmente de 10 % La superficie totale des régions semi-arides et arides augmente de 5 %	
Élévation du niveau de la mer au-dessus du niveau actuel (1985–2005)	Environ 21 cm en 2009 ^f	30 cm ^g – années 2040 50 cm – 2070 70 cm en 2080–2100	30 cm – années 2040 50 cm – 2070 70 cm en 2080–2100	30 cm – années 2040 50 cm – 2060 90 cm en 2080–2100	30 cm – années 2040 50 cm – 2060 105 cm en 2080–2100	

^a Un tableau plus complet des impacts et des risques pour l'Afrique subsaharienne est présenté à la fin du Chapitre 3.

^b Se réfère à l'augmentation moyenne globale des températures au-delà des niveaux préindustriels.

^c Les années indiquent la décennie au cours de laquelle les seuils de réchauffement sont dépassés dans un scénario du « statu quo » avec un dépassement du seuil de 4 °C dans les années 2080.

^d Les années indiquent la décennie au cours de laquelle les niveaux de réchauffement sont dépassés avec un changement de 50 % ou plus (généralement au début de la décennie) dans un scénario d'inaction (scénario RCP8.5). Un dépassement probable, c'est à dire dont la chance de réalisation est supérieure à 66 %, se produit généralement dans la deuxième moitié de la décennie citée.

^e Les moyennes des extrêmes de chaleur sont imposées aux diverses projections de modèles climatiques. La fourchette d'incertitude illustrative associée aux modèles (du minimum au maximum) pour un réchauffement de 4 °C va de 70 à 100 % pour les extrêmes exceptionnels, et de 30 à 100 % pour les extrêmes sans précédent. La fréquence maximale d'occurrence des pointes de chaleur extrême dans les deux cas est proche de 100 % – car les valeurs de l'indicateur saturent à ce niveau.

^f Au-dessus du niveau moyen mondial de la mer estimé de 1880.

^g Ajouter 20 cm pour obtenir une estimation approximative au-dessus du niveau préindustriel de la mer.

toutes les cultures et toutes les régions, mais il n'y a que peu d'études disponibles estimant le potentiel d'impact sur les rendements.

- En cas de réchauffement d'environ 1,8 °C, la **production agricole par habitant** (dans les années 2050) devrait diminuer de 10 % par rapport à un scénario sans changement climatique. Avec des réductions des rendements plus élevées

en cas de réchauffement plus intense, ce risque pourrait croître. Ceci demande toutefois à être quantifié. La **production dans le secteur de l'élevage** devrait également souffrir en raison des impacts climatiques sur la disponibilité en fourrage et du stress thermique.

- Les **options de diversification des systèmes agro-pastoraux** (p. ex., passage à des régimes sylvo-pastoraux, production fourragère

irriguée et systèmes mixtes agriculture-élevage) risquent de se réduire dans la mesure où le changement climatique réduit la capacité de charge des pâturages et la productivité du bétail. Le secteur de l'élevage a été vulnérable à la sécheresse dans le passé. Les pasteurs du sud de l'Éthiopie ont perdu, par exemple, près de 50 % de leur bovins et environ 40 % de leurs moutons et chèvres en raison des sécheresses entre 1995 et 1997.

- **L'effet de la fertilisation au CO₂** reste incertain. Une forte réponse positive des cultures à une augmentation des concentrations atmosphériques en CO₂ aiderait à atténuer les impacts des changements de régime des températures et des précipitations. En Afrique cependant, des cultures importantes comme le maïs, le sorgho et le mil, faisant partie des cultures dominantes, ne sont pas très sensibles aux concentrations atmosphériques en CO₂. En outre, l'ampleur de ces effets demeure incertaine quand on les compare avec les résultats des expériences d'enrichissement en atmosphère libre au CO₂ (FACE)⁵ dans la mesure où les effets de la fertilisation entrés dans les divers modèles semblent être surestimés. Dans un contexte de fertilisation durable au CO₂, la valeur nutritive observée des céréales par unité de masse a diminué.

Pêche

Les projections indiquent que les moyens de subsistance tirés de la pêche et d'autres services écosystémiques seront menacés dans certaines régions et que des espèces critiques risquent de ne plus être disponibles localement. La réduction du potentiel de capture au large des côtes de l'Afrique occidentale, où le poisson représente jusqu'à 50 % des protéines animales consommées, pourrait atteindre jusqu'à 50 % à l'horizon 2050 (par rapport aux niveaux de 2000). Dans d'autres régions, comme les côtes orientales et australes de l'Afrique sub-saharienne, le potentiel de rendement est projeté en augmentation.

Santé

La malnutrition peut provoquer d'importantes répercussions sur la santé, avec des retards de croissance ou une sensibilité accrue à d'autres maladies. En cas de réchauffement de 1,2 à 1,9 °C, les niveaux de sous-alimentation devraient se situer dans une fourchette de 15 à 65 % selon la sous-région en conséquence du déclin des rendements des cultures et de la qualité nutritionnelle. Un retard de croissance modéré devrait marquer 16 à 22 % des enfants de moins de cinq ans, tandis que pour 12 à 20 % d'entre eux le retard sera grave. En revanche, dans un scénario sans changement climatique, les retards de croissance modérés devraient rester proches des niveaux actuels (21 à 30 % dans la région), et les retards de croissance graves devraient diminuer de 40 %.

Synthèse intégrée des impacts du changement climatique en Afrique sub-saharienne

L'Afrique subsaharienne subit une série de risques climatiques qui pourraient avoir des répercussions profondes sur les sociétés et les économies de la région. Même dans une situation où le réchauffement est limité à 2 °C, il y aura des risques très importants qui continueront de croître à l'approche d'un réchauffement de 4 °C.

Le changement climatique devrait aggraver la pauvreté et les risques de maladie

La **pauvreté** pourrait encore s'aggraver dans la région sous le choc des impacts climatiques. Les ménages pauvres, dont les sources de revenus sont à la merci du climat, sont souvent touchés de manière disproportionnée par le changement climatique. En outre, de larges parts de population dépendent encore de l'agriculture comme principale source de sécurité alimentaire et de revenus. Un réchauffement inférieur à 2 °C ferait peser une grande menace sur la production alimentaire régionale ; cette menace s'aggraverait encore si les mesures d'adaptation sont insuffisantes et si l'effet fertilisant du CO₂ reste faible. La hausse de la pauvreté en cas de graves chocs de production alimentaire au Malawi, en Ouganda et en Zambie pourrait atteindre jusqu'à 1 %. Quand le réchauffement se rapproche de 4 °C, les impacts s'accroissent dans tous les secteurs.

La **malnutrition** résultant de l'impact sur la production alimentaire accentue la sensibilité aux maladies, aggravant les risques sanitaires dans toute la région. Les retards de croissance chez les enfants dus à la malnutrition s'accompagnent d'un affaiblissement des capacités cognitives et des résultats scolaires. Les pertes de rendement **des cultures et les effets néfastes sur la production alimentaire projetés qui génèrent une baisse des revenus réels ne feront qu'exacerber les mauvaises conditions sanitaires et la malnutrition. En outre, le paludisme et d'autres maladies risquent de s'aggraver avec le changement climatique nuisant aux performances scolaires des enfants.**

Les maladies liées au changement climatique qui menacent l'Afrique sub-saharienne comprennent les maladies à transmission vectorielle et les maladies d'origine hydrique comme le paludisme, la fièvre de la vallée du Rift et le choléra. Le risque d'apparition de ces maladies ira croissant en fonction de l'évolution des régimes des températures et des précipitations responsables d'une extension des zones présentant des conditions favorables aux vecteurs et aux agents pathogènes. D'autres incidences du changement climatique

⁵ Les expériences FACE mesurent les effets de concentrations élevées de CO₂ en air libre, ce qui leur permet d'exclure les facteurs risquant d'influencer les résultats des expériences dans un contexte de laboratoire traditionnel.

sont également à prévoir, y compris la mortalité et la morbidité dues aux phénomènes climatiques extrêmes comme les inondations et les vagues de chaleur plus intenses et torrides.

Le changement climatique : un défi pour le développement urbain, les infrastructures et l'éducation

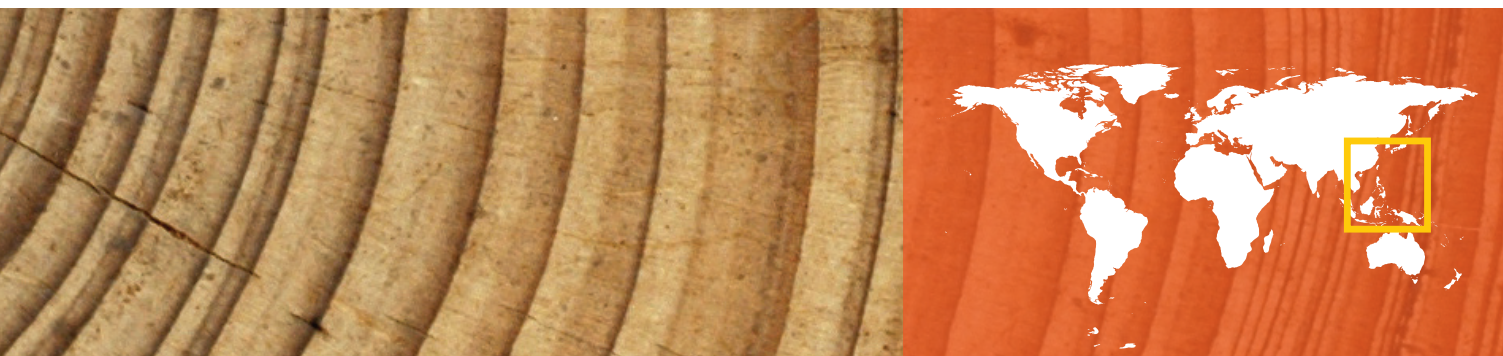
La tendance à l'**urbanisation** actuelle de l'Afrique subsaharienne pourrait s'accélérer sous l'effet des pressions prévues du changement climatique s'exerçant sur la population rurale. Ce stress devrait s'aggraver en fonction des effets sur la production agricole qui fait vivre aujourd'hui 60 % de la population active de la région. S'il est vrai que la migration vers les zones urbaines peut donner accès à de nouveaux moyens d'existence, elle expose aussi les migrants à de nouveaux risques. Les conditions prévalant dans les zones urbaines pauvres — surpopulation, accès insuffisant à l'eau, drainage et assainissement inadaptés — favorisent la transmission des maladies d'origine vectorielle et hydrique. En outre de nombreuses villes sont situées dans les zones côtières et sont exposées à des inondations liées à l'élévation du niveau de la mer. Les citadins les plus pauvres résident souvent dans des zones vulnérables, comme les plaines inondables et les pentes abruptes, les exposant davantage au risque de phénomènes climatiques extrêmes. Ces communautés sont de plus sensibles à des impacts parfois très éloignés des zones urbaines. Une augmentation des prix alimentaires due à un choc sur la production agricole aura par exemple des conséquences dramatiques dans les villes.

Les **impacts sur les infrastructures** provoqués par l'élévation du niveau de la mer peuvent avoir des incidences sur le développement humain et économique, notamment des impacts sur la santé humaine, les infrastructures portuaires et le tourisme. En 2009, par exemple, les inondations dans le delta du Tana au Kenya ont privé près de 100 000 habitants de services médicaux. Une élévation du niveau de la mer de 70 centimètres à l'horizon 2070 à Dar es Salaam en Tanzanie causera des dommages aux infrastructures portuaires de ce grand centre de commerce international, menaçant des actifs évalués à 10 milliards de dollars, soit plus de 10 % du PIB de la ville (Kebede et Nicholls 2011). Les répercussions économiques des dommages subis par le port de Dar es-Salaam

seront beaucoup plus étendues car il sert de port de mer pour plusieurs de ses voisins enclavés.

Il semblerait que le changement climatique puisse avoir une incidence sur la capacité de réponse aux besoins éducatifs des enfants dans des régions particulièrement vulnérables. Les pertes de rendement des cultures et les effets néfastes sur la production alimentaire projetés risquent d'aggraver les mauvaises conditions sanitaires et la malnutrition. Avec l'aggravation du paludisme et d'autres maladies liées au changement climatique, il faut s'attendre à des effets négatifs sur les performances scolaires des enfants. Les retards de croissance chez les enfants liés à la malnutrition s'accompagnent d'une baisse des capacités cognitives et des résultats scolaires. L'augmentation prévue des températures mensuelles extrêmes au cours des prochaines décennies pourrait également avoir un effet défavorable sur l'environnement d'apprentissage des élèves et des enseignants.

Dans l'ensemble, les populations de l'Afrique sub-saharienne auront à gérer des pressions croissantes sur les systèmes de production alimentaire et à faire face à des risques liés à l'augmentation de la température, aux extrêmes de chaleur, aux sécheresses, aux modifications des régimes des précipitations, à l'élévation du niveau de la mer, et à d'autres phénomènes extrêmes. Les impacts sur la santé pourraient s'intensifier, et dans les cas de taux élevés de malnutrition, s'exacerber, risquant d'engendrer des répercussions de grande envergure et à long terme pour le développement humain. Même en cas de réchauffement ne dépassant pas 2 °C, d'importantes baisses de rendement des cultures sont attendues, avec de fortes répercussions sur la sécurité alimentaire au sein des populations vulnérables, y compris dans de nombreuses zones urbaines en pleine croissance. Ces impacts combinés à d'autres impacts sur les infrastructures, exposent la région à des évolutions négatives de la croissance économique et de la réduction de la pauvreté. En cas de réchauffement de 4 °C, de fortes réductions des rendements des cultures sont projetées, avec des effets délétères sur la sécurité alimentaire, une intensification des sécheresses graves et des canicules extrêmes, une réduction de la disponibilité en eau, et la perturbation et la transformation d'importants écosystèmes. Ces impacts risquent d'avoir des effets dévastateurs sur les populations et les moyens de subsistance et d'être très nocifs pour le développement de la région.



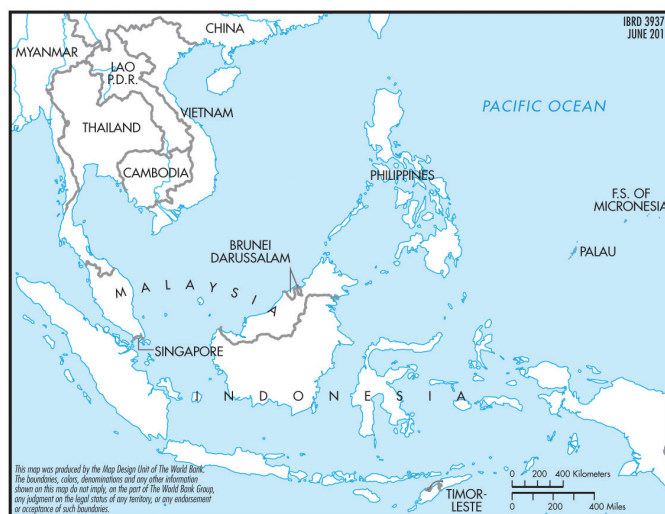
Asie du Sud-Est : Zones côtières et productivité menacées

SYNTHÈSE RÉGIONALE

Dans le présent rapport, l'Asie du Sud-Est désigne une région comprenant 12 pays⁶ et environ 590 millions d'habitants en 2010. Les projections démographiques prévoient environ 760 millions d'habitants en 2050, dont 65 % en zones urbaines avec une forte concentration sur les côtes.

Avec un réchauffement de 1,5 à 2 °C, des impacts majeurs sont projetés sur la région et ses ressources naturelles. Les récifs coralliens sont menacés, ce qui se répercutera sur le tourisme et sur les revenus de subsistance dérivés de la pêche. Par ailleurs, l'élévation du niveau de la mer dans les régions de deltas réduira la production agricole. Dans la principale zone de culture du riz de la région — le delta du Mékong — une élévation du niveau de la mer de 30 centimètres entraînerait dans les années 2040 une perte de production d'environ 2,6 millions de tonnes par an, ce qui représente 11 % de la production de 2011. La pêche de capture en mer devrait également diminuer d'environ 50 % dans le sud des Philippines au cours des années 2050 en raison de l'élévation des températures de la mer et de l'acidification des océans.

Si le réchauffement climatique mondial atteint 4 °C, le dépérissement des récifs coralliens pourrait provoquer une érosion côtière sévère. Une élévation du niveau de la mer de 100 cm est prévue dans les années 2090 dont les effets seront démultipliés par le renforcement prévu de l'intensité des cyclones tropicaux les plus violents frappant la région. En outre, des pointes de chaleur extrême sans précédent couvrant près de 90 % de la superficie



des terres au cours de la période estivale (juin, juillet et août) pourraient provoquer d'importants effets négatifs.

Tendances climatiques actuelles et projections de changement climatique jusqu'à 2100

Il est très difficile de faire des projections climatiques pour l'Asie du Sud-Est car le territoire de la région est complexe, avec des montagnes, des vallées et des zones côtières se déployant dans des contextes variés : zones continentales, péninsules ou îles. S'y ajoutent les interactions terre-mer de la région et le grand nombre de facteurs climatiques croisés qui façonnent le climat local.

⁶ Brunei, Cambodge, Indonésie, Laos, Malaisie, Myanmar, Papouasie-Nouvelle-Guinée, Philippines, Singapour, Thaïlande, Timor-Leste et Vietnam.

Régime des températures

Dans l'hypothèse d'une hausse mondiale de 2 °C, le réchauffement estival moyen de la région devrait être de l'ordre de 1,5 °C (entre 1,0 et 2,0 °C) dans les années 2040. Avec 4 degrés supplémentaires, à l'horizon des années 2100, les températures estivales moyennes terrestres de l'Asie du Sud-Est devraient augmenter d'environ 4,5 °C (entre 3,5 et 6 °C). Ceci est nettement inférieur au réchauffement planétaire moyen des surfaces terrestres. En effet, le climat de la région est soumis plus fortement à l'influence des températures de surface des mers et se réchauffe plus lentement que dans les autres régions dont les surfaces continentales sont plus importantes.

La variabilité naturelle du climat dans l'Asie du Sud-Est tropicale devrait toutefois susciter une hausse des extrêmes de chaleur avec des pointes de chaleur extrême dépassant fréquemment la fourchette habituelle des températures. Par exemple, dans un scénario de réchauffement de la planète à + 2 °C, ces pointes de chaleur⁷, exceptionnelles à l'heure actuelle, toucheront près de 60 à 70 % de la superficie des terres en été. Des vagues de chaleur extrêmes et sans précédent pourraient se développer sur 30 à 40 % de la superficie terrestre. Dans un scénario à + 4 °C, les conditions estivales qui seraient aujourd'hui qualifiées de « sans précédent » deviendront la norme, touchant près de 90 % des terres pendant l'été. Plus important encore, la région de l'Asie du Sud-Est est l'une des deux régions (l'autre étant l'Amazonie) qui devrait subir, dans un proche avenir, une forte augmentation mensuelle des pointes de chaleur extrême, tandis que le nombre de jours chauds⁸ devrait passer de 45 à 90 jours par an, dans un scénario à + 2 °C, à environ 300 jours à + 4 °C.

Régime des précipitations

L'utilisation de modèles climatiques pour projeter les variations futures du régime des précipitations est particulièrement difficile pour l'Asie du Sud-Est parce que les deux moussons — asiatique et australienne — affectent la région et des désaccords importants subsistent entre les différents modèles. Dans un scénario de réchauffement de 4 °C, les différents modèles couvrant l'Asie du Sud-Est divergent et présentent des variations qui ne sont pas statistiquement significatives, ou qui vont d'une diminution de 5 % à une augmentation de 10 % des précipitations dues à la mousson. Malgré ces variations modérées, les dernières projections modélisées montrent une augmentation importante et croissante tant de l'ampleur que de la fréquence des épisodes de fortes précipitations. L'intensification projetée des fortes précipitations⁹ devrait augmenter rapidement avec le réchauffement et représenter plus de 10 % des précipitations annuelles dans un scénario à + 2 °C et de 50 % dans un scénario à + 4 °C. Dans le même temps, le nombre maximal de jours secs consécutifs, servant de mesure de la sécheresse, devrait aussi augmenter, ce qui indique que les deux extrêmes de précipitations — minimal et maximal — risquent de s'amplifier.

Impacts physiques et biophysiques probables en fonction de l'évolution prévue du climat

Élévation du niveau de la mer

L'élévation prévue du niveau de la mer sur les côtes d'Asie du Sud-Est d'ici la fin du XXI^e siècle dépasse d'environ 10 à 15 % la moyenne mondiale. Dans un scénario à + 4 °C, l'élévation prévue du niveau de la mer dans la région pourrait¹⁰ dépasser de 50 cm le niveau actuel¹¹ d'ici 2060 et de 100 cm d'ici 2090, Manille étant particulièrement vulnérable. Dans un monde à + 2 °C, la hausse est partout nettement plus faible, mais elle reste considérable, atteignant 75 (65–85) cm à l'horizon 2090. Les affaissements de terrain locaux dus à des facteurs naturels ou anthropiques provoqueront une élévation relative du niveau de la mer dans des zones spécifiques.

Risques de cyclones tropicaux

Les projections annoncent une augmentation de la fréquence des tempêtes les plus intenses¹² accompagnées de précipitations extrêmes en Asie du Sud-Est. La force maximale des vents de surface des cyclones tropicaux devrait augmenter de 7 à 18 % en cas de réchauffement d'environ 3,5 °C au-dessus des niveaux préindustriels dans le bassin occidental du Pacifique Nord, tandis que le centre d'activité devrait se décaler vers le nord et l'est. La force maximale des vents des cyclones tropicaux frappant le littoral devrait augmenter de 6 % pour l'Asie du Sud-Est continentale, et de 9 % pour les Philippines. Cependant, le nombre total des cyclones touchant terre pourrait diminuer de 35 et 10 % respectivement. Avec l'augmentation des températures des eaux de surface des mers, les précipitations liées aux cyclones tropicaux pourraient augmenter de plus d'un tiers, accroissant ainsi les risques d'inondations dans les régions de faible altitude et côtières.

Intrusion d'eau salée

Pour plusieurs pays d'Asie du Sud-Est, les zones côtières touchées par l'intrusion d'eau salée devraient s'étendre de façon significative avec l'élévation du niveau des mers. Par exemple, à l'horizon 2100 avec un scénario à + 4 °C, la proportion des terres

⁷ Les extrêmes sont définis par rapport à la variabilité annuelle naturelle actuelle qui se situe aux environ de 1 °C et qu'ils devraient dépasser fréquemment, même en cas de faibles niveaux de réchauffement moyen. « Sans précédent = dépassement des températures record au cours de l'ensemble de la période d'enregistrement des mesures. »

⁸ Défini à partir de la variabilité historique, indépendamment des scénarios d'émissions, avec une température supérieure au 90^{ème} percentile dans les conditions climatiques actuelles.

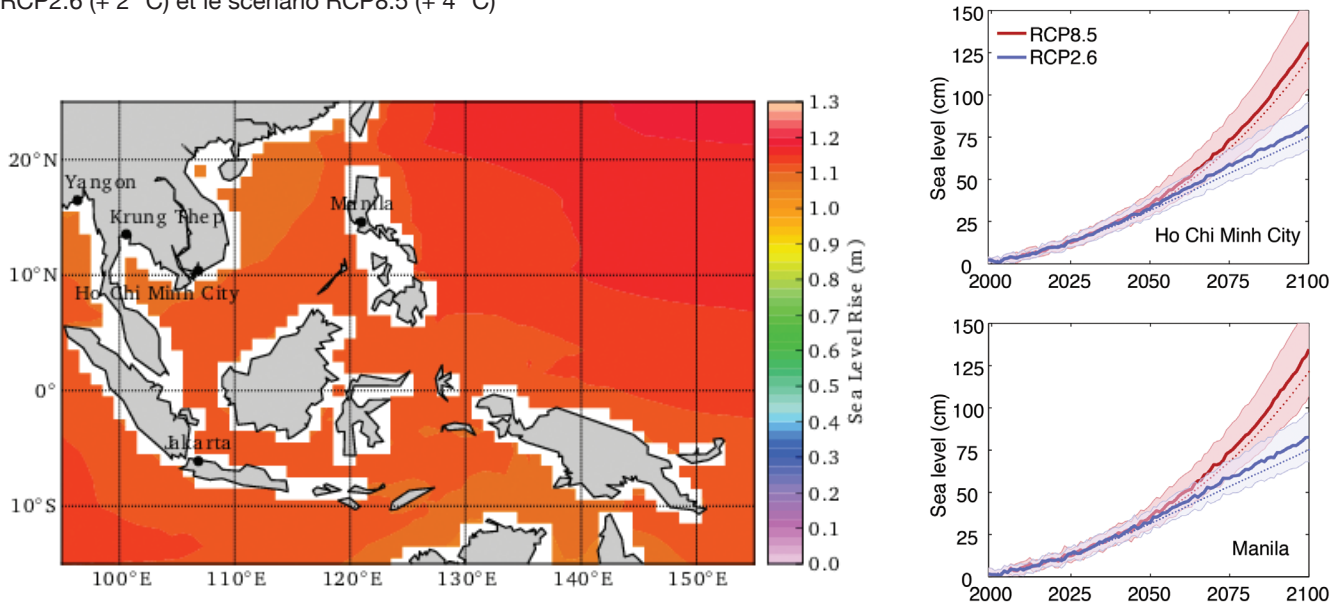
⁹ Estimé comme la part du total des précipitations annuelles.

¹⁰ « Probable » est défini comme un événement ayant une chance de réalisation supérieure à 66 % en utilisant les approches de modélisation adoptées dans le présent rapport.

¹¹ Niveaux de 1986-2005.

¹² Vents de catégorie 4 et 5 sur l'échelle de Saffir-Simpson.

Figure 4.1 : Asie du Sud-Est - Modélisation régionale de l'élévation du niveau de la mer dans un scénario à + 4 °C (à gauche ; RCP8.5) telle que projetée à l'aide de la méthode semi-empirique adoptée dans le présent rapport et (à droite) séries chronologiques de la projection de l'élévation du niveau de la mer pour deux villes choisies dans la région pour le scénario RCP2.6 (+ 2 °C) et le scénario RCP8.5 (+ 4 °C)



touchées par l'intrusion d'eau salée devrait augmenter de 7 à 12 % avec la hausse prévue d'un mètre du niveau de la mer dans la région indonésienne du fleuve Mahakam. Dans le delta du Mékong, il est prévu qu'une élévation du niveau de la mer de 30 cm dans les années 2050, dans les deux scénarios à + 2 °C et + 4 °C, agrandirait de plus de 30 % la superficie actuelle (1,3 millions hectares) touchée par l'intrusion d'eau salée.

Dégradations et pertes de récifs coralliens

Les récifs coralliens se développent dans une fourchette relativement étroite de température tolérée et sont donc très sensibles aux augmentations de la température des eaux de surface des mers. Ceci, se conjuguant aux effets de l'acidification des océans, expose les récifs de corail à un stress thermique plus intense, provoquant leur blanchissement. L'élévation de la température des eaux de surface des mers a déjà déclenché au cours des dernières décennies des phénomènes de blanchissement corallien majeurs et destructeurs¹³. Un réchauffement de 1,5 °C engendrerait un risque élevé (probabilité de 50 %) de phénomènes annuels de blanchissement corallien dans la région dès 2030. Les projections soulignent que tous les récifs coralliens seront très probablement soumis à un stress thermique grave à l'horizon 2050 en cas de réchauffement de 1,5 °C à 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels. Dans un monde à + 2 °C, les récifs coralliens seront gravement menacés et la plupart d'entre eux devraient disparaître bien avant que le réchauffement n'atteigne + 4 °C. Ceci s'accompagnera de pertes pour la pêche en mer,

le tourisme et les protections côtières contre la hausse du niveau des mers et les ondes de tempête.

Impacts sectoriels et thématiques

Les *deltas fluviaux*, tels que le delta du Mékong, sont sujets à des inondations périodiques faisant partie du cycle hydrologique naturel annuel. Ces inondations jouent un important rôle économique et culturel dans les deltas de la région. L'élévation du niveau de la mer et l'augmentation de l'intensité des cyclones tropicaux prévues par les projections de changement climatique, ainsi que les affaissements de terrain provoqués par les activités humaines, exposeront les populations à des risques accrus — inondations, intrusion d'eau salée et érosion des côtes plus importantes, etc. Ces conséquences se produiront même si les deltas ont tendance à être plutôt résistants à des niveaux d'eau instables et à la salinité. Les trois deltas du Mékong, de l'Irrawaddy et du Chao Phraya, dont les terres se situent en grande partie à moins de deux mètres

¹³ Le blanchissement corallien risque de se produire dès que la température dépasse de 1 °C le seuil maximal de température de la région pendant plus de quatre semaines. Le phénomène s'aggrave progressivement lorsque la température s'élève ou se maintient pendant plus longtemps au-dessus du seuil maximal régional. Les récifs coralliens peuvent survivre à un épisode de blanchissement, mais un grand nombre en meurt et il leur faut plusieurs années pour se rétablir. Lorsque le phénomène devient trop fréquent ou trop extrême, la destruction des récifs coralliens peut devenir définitive.

Tableau 4.1 : Résumé des impacts du changement climatique et des risques en Asie du Sud-Est^a

Risque/Impact		Vulnérabilité ou évolution observée	Autour de 1,5 °C ^b (années 2030 ^c)	Environ 2 °C (années 2040)	Environ 3 °C (années 2060)	Environ 4 °C (années 2080)
Réchauffement régional		La Mer de Chine méridionale s'est réchauffée de 0,3 à 0,4 °C en moyenne par décennie depuis les années 60. Le Viêt Nam s'est réchauffé de 0,3 °C en moyenne par décennie depuis 1971, plus du double de la moyenne mondiale.	Fréquence des nuits chaudes accrue	Nouvelle norme : nuits chaudes dans les conditions climatiques actuelles		Presque toutes les nuits (~ 95 %) plus chaudes que les nuits chaudes actuelles
Pointes de chaleur extrême (en période estivale dans l'hémisphère Nord)^d	Pointes de chaleur extrême exceptionnelles	Quasiment absent	50–60 % des terres	60–70 % des terres	85 % des terres	> 90 % des terres
	Pointes de chaleur extrême sans précédent	Absent	25–30 % des terres	30–40 % des terres	70 % des terres	> 80 % des terres
Élévation du niveau de la mer (au-dessus du niveau actuel)		Environ 20 cm en 2010	30 cm – années 2040 50cm – années 2060 75 cm en 2080–2100	30 cm – années 2040 50cm – années 2060 75 cm en 2080–2100	30 cm – années 2040 50 cm – 2060 95 cm en 2080–2100	30 cm – années 2040 50 cm – 2060 110 cm en 2080–2100
Récifs coralliens		Épisodes de blanchissement exceptionnels	Risque élevé d'occurrence annuelle d'épisodes de blanchissement (probabilité 50 %) dès 2030	Grave blanchissement projeté dans quasiment tous les récifs coralliens		

^a Un tableau plus complet des impacts et des risques en ASE est présenté à la fin du chapitre.

^b Les années indiquent la décennie au cours de laquelle les seuils de réchauffement sont dépassés dans un scénario du « statu quo » avec un dépassement du seuil de 4 °C dans les années 2080.

^c Les années indiquent la décennie au cours de laquelle les seuils de réchauffement sont dépassés dans le scénario du « statu quo », et non dans des scénarios de réduction des émissions limitant l'élévation de température à ces seuils ou en-dessous de ces seuils, puisque, dans de tels cas, l'année du dépassement des seuils serait toujours 2100, si tant est qu'il y eût dépassement.

^d La moyenne est imposée aux projections de modèles climatiques. Les fourchettes d'incertitude illustratives associées aux modèles (du minimum au maximum) pour un réchauffement de 4 °C vont de 70 à 100 % pour les extrêmes exceptionnels, et de 30 à 100 % pour les extrêmes sans précédent. La fréquence maximale d'apparition des pointes de chaleur extrême dans les deux cas est proche de 100 % car les valeurs de l'indicateur saturent à ce niveau.

au-dessus du niveau de la mer, sont particulièrement menacés par ces facteurs de risque.

Les *villes côtières* où s'accumulent progressivement des populations et des biens matériels considérables sont exposées aux risques liés au changement climatique, avec des tempêtes tropicales de plus en plus intenses, une élévation à long terme du niveau des océans et des inondations fluviales et côtières soudaines. Les incertitudes inhérentes aux projections de l'élévation du niveau de la mer compliquent l'estimation du nombre de personnes exposées à ses effets et l'établissement des scénarios

de croissance démographique et économique Bangkok¹⁴, Djakarta, Ho Chi Minh-ville et Manille sont tout particulièrement vulnérables aux effets induits par les conditions climatiques.

¹⁴ À défaut de mesures d'adaptation, la superficie de la région de Bangkok exposée à des inondations résultant de précipitations extrêmes et de l'élévation du niveau de la mer pourrait s'accroître d'environ 40 %, en supposant une élévation du niveau de la mer de 15 cm par rapport au niveau actuel (phénomène qui pourrait survenir d'ici aux années 2030), à environ 70 % dans un scénario d'élévation de 88 cm du niveau de la mer (qui pourrait se produire d'ici aux années 2080, dans un scénario à + 4 °C).

Des millions d'habitants seront exposés à Bangkok et à Ho Chi Minh-ville aux effets d'une hausse du niveau de la mer de 50 cm¹⁵ dans les années 2070. La croissance accélérée des populations et du PIB des zones urbaines vient encore renforcer l'exposition aux impacts du changement climatique dans ces zones. De plus, les effets des pointes de chaleur extrême sont particulièrement prononcés en zones urbaines en raison du phénomène des « îlots de chaleur urbains ». La densité des constructions et la taille des villes en sont largement responsables et il se traduit par des taux de mortalité et de morbidité plus élevés dans les villes que dans les zones rurales environnantes. Les citadins pauvres sont particulièrement vulnérables au stress environnemental. Les inondations provoquées par l'élévation du niveau de la mer et les ondes de tempête soumettent les populations des zones d'habitat précaire à des risques importants de dommages dus aux inondations et de santé. En 2005, près de 40 % de la population urbaine du Viêt Nam et 45 % de celle des Philippines vivaient dans des logements de fortune.

La **production agricole** régionale, en particulier la production de riz dans le delta du Mékong, sera exposée en cas d'élévation du niveau de la mer en raison de sa très faible altitude. Une élévation du niveau de la mer de 30 cm, pouvant se produire dès 2040, entraînerait la perte d'environ 12 % des superficies cultivées de la province du delta du Mékong par des inondations (perte de 5 %) et par l'intrusion d'eau salée (7 %). Si certains cultivars de riz résistent mieux que d'autres, on constate que tous les riz sont vulnérables à une inondation soudaine et totale durant plusieurs jours lorsque les seuils de sensibilité à l'inondation des cultivars de riz — même relativement résistants — sont dépassés, et dans ce cas, la production s'en ressent durement. La productivité risque d'être aussi affectée par des augmentations de température supérieures à des seuils spécifiques à certaines étapes de croissance critiques du riz (tallage, floraison, remplissage du grain).

L'**aquiculture** est une industrie en pleine croissance et économiquement importante en Asie du Sud-Est, elle aussi menacée par plusieurs impacts du changement climatique. Elle s'est rapidement développée au Viêt Nam, générant environ 5 % du PIB en 2011, contre 3 % en 2000. D'autres pays de l'Asie du Sud-Est affichent aussi une croissance sectorielle rapide. Dans cette région, l'aquiculture fournit près de 40 % des protéines animales consommées dérivées du poisson et ce secteur apporte une contribution essentielle à la sécurité alimentaire. Selon les projections, les exploitations aquicoles risquent d'être endommagées par les cyclones tropicaux toujours plus intenses et par l'intrusion d'eau salée liée à l'élévation du niveau de la mer, en particulier dans les exploitations utilisant l'eau douce et l'eau saumâtre. En outre, la hausse des températures risque de dépasser les seuils de tolérance des espèces d'élevage jouant un rôle important au niveau régional. Les phénomènes météorologiques extrêmes, tels que les cyclones tropicaux et les

inondations côtières, affectent déjà les activités aquicoles en Asie du Sud-Est. Le typhon de catégorie 4, Xangsane, a dévasté plus de 1 200 hectares de fermes aquicoles au Viêt Nam en 2006 tandis que les typhons Vincente (catégorie 4) et Saola (catégorie 2) ont frappé près de 3 000 aquiculteurs en Indonésie provoquant plus de 9 millions de dollars de dommages dans le secteur de la pêche (Xinhua, 2012).

Les entreprises de pêche, en particulier dans les récifs coralliens, risquent d'être affectées par les impacts de l'élévation du niveau de la mer, de la température et de l'acidification des océans associés à la hausse des concentrations atmosphérique et océanique de CO₂. Des réductions substantielles du potentiel de capture sont projetées. Ces changements projetés des captures maximales possibles varient depuis une réduction de 16 % dans les eaux du Viêt Nam jusqu'à une augmentation de 6 à 16 % dans le nord des Philippines. En outre, la production des entreprises de pêche de capture marine (sans lien direct avec les systèmes coralliens) devrait diminuer de 50 % dans les zones au sud des Philippines. Cette chute du potentiel de capture risque de poser de nouveaux défis en termes de moyens de subsistance des habitants des régions côtières.

Synthèse intégrée des impacts du changement climatique dans la région de l'Asie du Sud-Est

L'Asie du Sud-Est est très exposée à des impacts à développement lent liés à l'élévation du niveau de la mer, au réchauffement et à l'acidification des océans, au blanchissement des récifs coralliens et à l'appauvrissement de la biodiversité qui en résulte. À ces problèmes croissants viennent s'ajouter les impacts soudains des cyclones tropicaux de plus en plus violents et des pointes de chaleur encore plus extrêmes. Ces impacts climatiques combinés pourraient avoir des répercussions négatives sur plusieurs secteurs simultanément. Les effets cumulatifs des impacts à évolution lente menacent la résilience des populations et accroît leur vulnérabilité à des épisodes climatiques plus extrêmes, les exposant toujours davantage à ce modèle complexe d'évolution qui se renforce quand les températures et le niveau des mers s'élèvent.

Dans les deltas, des risques croissants pour les populations, les moyens de subsistance et la production alimentaire

Les populations installées le long des fleuves et dans les deltas — et leurs moyens de subsistance, modes de culture et activités de pêche — devraient être les plus durement touchées par les risques générés par l'élévation du niveau de la mer, les épisodes

¹⁵ Avec une hypothèse d'affaissements locaux de 50 cm.

de précipitations plus intenses et les ondes de tempête qui accompagnent les cyclones tropicaux.

Le Mékong et ses affluents sont, par exemple, essentiels pour assurer la production de riz au Vietnam. Le delta du Mékong comprend douze provinces, souvent qualifiées de « bol de riz » du Viêt Nam. Y vivent environ 17 millions de personnes dont 80 % cultivent le riz. Le delta fournit environ la moitié de la production agricole totale du pays et joue un rôle important dans la production de riz exporté par le Viêt Nam. Toute réduction de la production rizicole dans cette région en conséquence du changement climatique affecterait non seulement l'économie du Viêt Nam, mais aussi sa sécurité alimentaire, et se répercuterait également sur le marché international du riz.

Le delta du Mékong est également la principale région de pêche du Viêt Nam. Il abrite près de la moitié de la flotte de bateaux de pêche du pays et ses fermes aquicoles fournissent les deux tiers des poissons du Viêt Nam. D'importantes activités, telles que l'aquiculture, vont subir des hausses croissantes des coûts et des dommages liés à la salinisation et à la hausse des températures. La vulnérabilité humaine observée dans les deltas de la région est élevée : lorsque le cyclone tropical Nargis¹⁶ a frappé le delta de l'Irrawaddy au Myanmar en 2008, il a fait plus de 80 000 victimes, déplacé temporairement 800 000 personnes, submergé de vastes superficies de terres agricoles et causé des dommages considérables à la production et la conservation des denrées alimentaires.

Une augmentation des impacts sanitaires des intrusions d'eau salée est aussi probable. Favorisées par l'élévation du niveau de la mer et les cyclones tropicaux, les intrusions salines risquent de s'accroître, contaminant de ce fait les ressources en eau douce – parfois pendant plusieurs années. L'incidence sanitaire la plus courante est l'hypertension. Il existe toutefois un large éventail de problèmes de santé potentiellement liés à une exposition accrue à la salinité via les baignades, les boissons et la cuisson des aliments. En font partie les fausses couches, les maladies de la peau, les infections respiratoires aiguës et les maladies diarrhéiques.

Pressions croissantes sur les villes côtières et exposition des zones urbaines

En Asie du Sud-Est particulièrement, les villes côtières abritent de vastes concentrations toujours plus importantes de populations et de biens exposés à des tempêtes tropicales s'intensifiant, à l'élévation du niveau de la mer à long terme, à de brutales inondations côtières et à d'autres risques liés au changement climatique. À défaut de mesures d'adaptation, les risques d'inondation à Bangkok résultant de précipitations extrêmes et de l'élévation du niveau de la mer pourraient s'accroître de 40 % environ, en supposant une élévation du niveau de la mer de 15 cm par rapport au niveau actuel (phénomène qui pourrait survenir d'ici aux années 2030), à 70 % environ, dans un scénario d'élévation de 88 cm du niveau de la mer (qui pourrait survenir d'ici aux

années 2080, dans un scénario à + 4 °C). Les effets des vagues de chaleur extrême sont particulièrement prononcés en zones urbaines à cause du phénomène des « îlots de chaleur ». Ils risquent d'entraîner des taux élevés de mortalité et de morbidité des habitants des villes. Ces risques sont particulièrement aigus aux Philippines et au Viêt Nam où près de 40 % de la population vivent dans des zones d'habitat précaire. Les menaces pour la santé publique peuvent rapidement s'aggraver en cas d'absence — et/ou d'endommagement — des infrastructures d'assainissement et d'eau. La forte densité de population dans ce type de région accentue ces risques.

La détérioration et la disparition projetées des récifs coralliens, la diminution de stock de poissons et les pressions sur les autres moyens de production dans les zones rurales proches du littoral dues à l'élévation du niveau de la mer dans les prochaines décennies pourraient conduire à un appauvrissement des moyens de subsistance dans les zones côtières et deltaïques. Le développement des migrations vers les zones urbaines se manifeste déjà. Cette migration signifie qu'un plus grand nombre de citoyens risque d'être exposé aux impacts climatiques dans les villes du sud-est asiatique, en particulier les nouveaux arrivants souvent entassés dans les zones d'habitat précaire existantes et surpeuplées.

Aggravation des risques pour l'industrie du tourisme et les entreprises

Les augmentations prévues du niveau de la mer, de l'intensité des cyclones tropicaux et la détérioration et la disparition des récifs coralliens posent des risques importants pour l'industrie du tourisme en endommageant les infrastructures et les actifs et ressources de la nature sur lesquels se fonde l'attractivité de la région comme destination touristique. Les études montrent que les effets dissuasifs des cyclones tropicaux pèsent autant que les attaques terroristes et les crises politiques dans le choix de destination des touristes.

Des pertes d'actifs côtiers dues à l'érosion ont déjà été observées et elles devraient s'accroître. L'élévation du niveau de la mer a déjà directement contribué à l'intensification de l'érosion côtière dans le delta du fleuve Rouge et dans d'autres régions. L'érosion côtière dans le delta du Mékong devrait augmenter de manière significative dans le scénario d'élévation du niveau de la mer de 100 cm en 2100. Les disparitions des plages projetées pour la région de la baie de San Fernando des Philippines affecteront sensiblement les actifs en bord de plage et un nombre considérable de structures résidentielles.

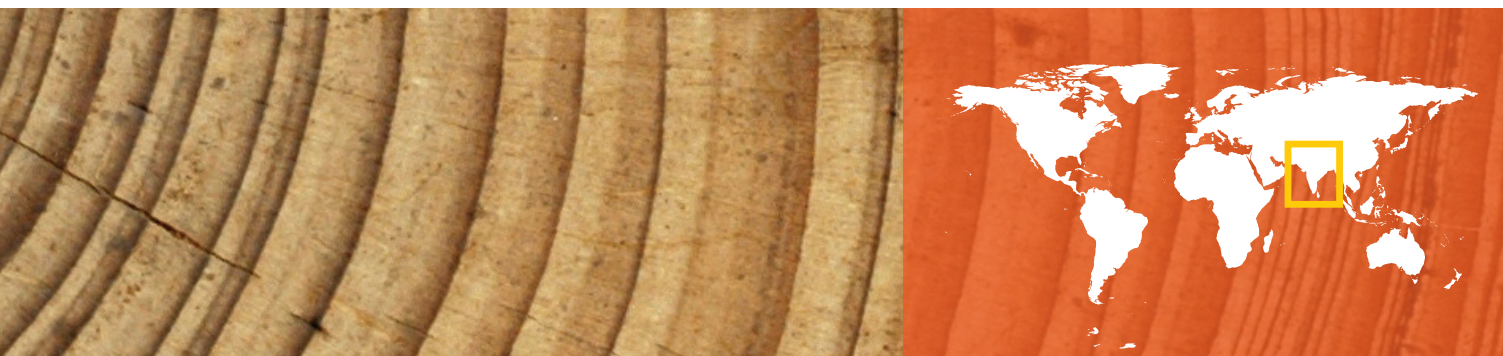
Le blanchissement des coraux et les détériorations et disparitions des récifs coralliens devraient très probablement s'accroître dans les dix à vingt prochaines années. Les revenus tirés des activités de plongée et de pêche sportive risquent donc également d'en

¹⁶ Classé en tempête de catégorie 4 sur l'échelle de Saffir-Simpson.

être affectés à court terme. La détérioration des récifs coralliens pourrait s'accompagner de pertes pour les entreprises de pêche et d'une disparition de la protection côtière offerte par les récifs, et de pertes des revenus touristiques dont les économies et les revenus des populations côtières dépendent souvent.

Les risques et les dommages projetés dans un scénario de réchauffement de 1,5 à 2 °C en Asie du Sud-Est sont considérables. D'importantes zones de l'Asie du Sud-Est pourraient être physiquement exposées à un tel niveau de réchauffement, accompagné de pointes de chaleur extrêmes sans précédent, d'une élévation du niveau de la mer de 50 cm dans les

années 2050 et de 75 cm ou plus à l'horizon 2100. Les dommages biophysiques projetés comprennent la perte de vastes zones de récifs coralliens, des réductions importantes de la production de ressources alimentaires marines et des cyclones tropicaux plus intenses accompagnés d'ondes de tempête et d'inondations. Des pertes substantielles sont projetées pour la production agricole dans les régions de grande production de riz dues à l'élévation du niveau de la mer, comme dans les grandes villes côtières où sont projetés des risques de fortes inondations. Des dommages significatifs sont également projetés pour l'industrie du tourisme et l'aquiculture.



Asie du Sud : Cas extrêmes de pénuries et d'excédents d'eau

SYNTHÈSE RÉGIONALE

Dans le présent rapport, l'Asie du Sud désigne une région comprenant sept pays¹⁷ avec une population croissante d'environ 1,6 milliard d'habitants en 2010, qui devrait dépasser 2,2 milliards en 2050. Dans le scénario de réchauffement global de 4 °C, le niveau de la mer devrait augmenter de plus de 100 cm d'ici aux années 2090. Par ailleurs, la variabilité des pluies de la mousson s'accroît, de même que la fréquence des inondations et des sécheresses dévastatrices. La fonte des glaciers et la réduction de l'enneigement pourraient être considérables tandis que des pointes de chaleur extrêmes exceptionnelles sont prévues pendant la période estivale (juin, juillet et août) affectant 70 % des superficies terrestres. En outre, la production agricole est susceptible de souffrir des effets combinés de l'instabilité de l'approvisionnement en eau, des impacts de l'élévation du niveau de la mer et de la hausse des températures. La région a connu une croissance économique robuste ces dernières années, mais la pauvreté demeure généralisée. La combinaison de ces impacts climatiques pourrait affecter gravement l'économie rurale et l'agriculture. En parallèle, les populations denses des villes pourraient être particulièrement vulnérables aux pointes de chaleur extrêmes, aux inondations et aux maladies.

Tendances climatiques actuelles et projections de changement climatique jusqu'à 2100

La géographie unique et diversifiée de l'Asie du Sud est particulièrement marquée par la plus haute chaîne de montagnes au monde, la chaîne de l'Himalaya et le plateau tibétain, donnant naissance aux vastes systèmes fluviaux de l'Indus, du Gange et du Brahmapoutre.



Le climat de la région est dominé par la mousson, notamment la mousson d'été responsable de la part la plus importante des précipitations en Asie du Sud. C'est en effet au cours de cette période que se produisent 80 % des précipitations de l'Inde.

¹⁷ Bangladesh, Bhoutan, Inde, Maldives, Népal, Pakistan et Sri Lanka. Ceci correspond à la définition régionale SREX et ne comprend donc pas l'Afghanistan.

L'arrivée en temps voulu de la mousson d'été, et sa régularité, sont des conditions essentielles de la bonne santé de l'économie rurale et de l'agriculture en Asie du Sud.

Compte tenu des projections de changement climatique, la fréquence des années de mousson avec des précipitations supérieures à la normale, et des années avec des précipitations très inférieures, devrait augmenter. Des inondations et des sécheresses dévastatrices pourraient en résulter. Le Gange, l'Indus et le Brahmapoutre sont vulnérables aux effets du changement climatique responsables de la fonte des glaciers et de la réduction de l'enneigement. Il en résulte un risque important pour la stabilité et la fiabilité des ressources en eau de la région. Les débits de pointe risquent d'augmenter, aggravant les risques d'inondation, tandis que les réductions des précipitations dans les saisons sèches menacent l'agriculture.

Au cours des dernières décennies, une tendance au réchauffement a commencé à se faire sentir sur l'Asie du Sud, notamment en Inde. Elle semble correspondre au signal prévu résultant des changements climatiques d'origine anthropique. Des observations récentes ont constaté une baisse du total pluviométrique dû à la mousson, sans doute liée aux effets des aérosols

anthropiques, en particulier du carbone noir. Outre ces nouvelles tendances, des augmentations de la fréquence des épisodes de précipitations les plus extrêmes et des augmentations de la fréquence des périodes courtes de sécheresse ont été observées.

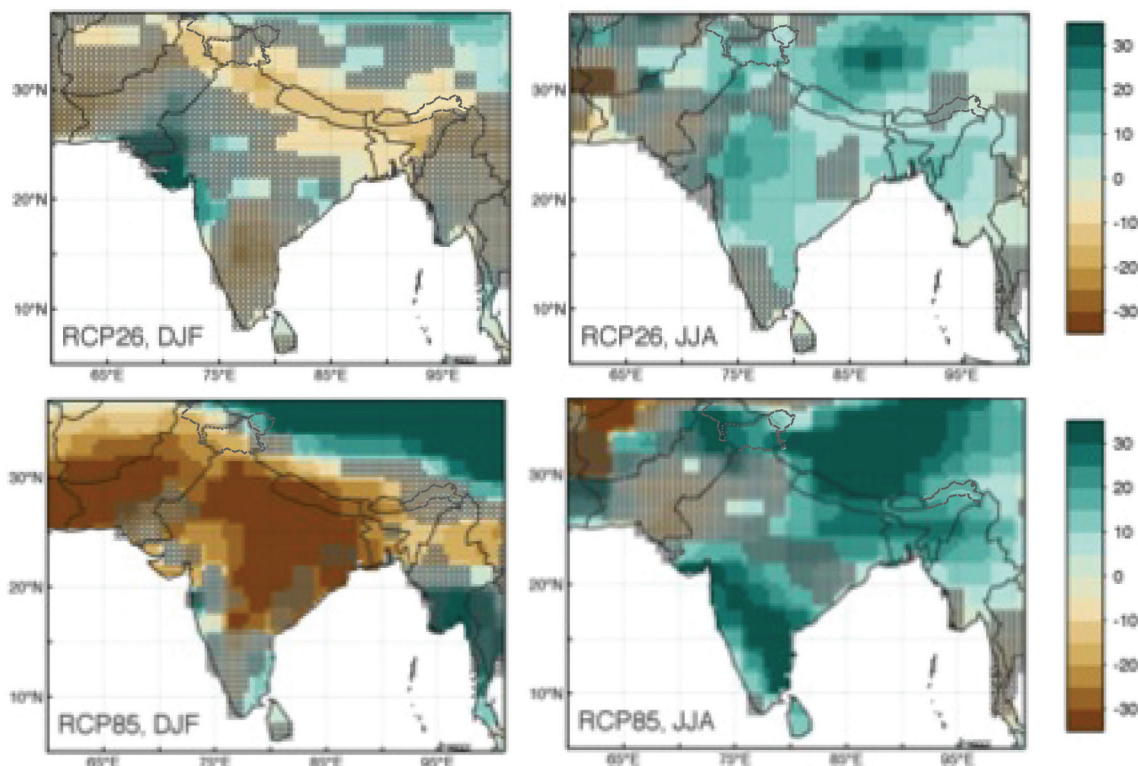
Régime des précipitations

Au cours des dernières décennies, une augmentation de la fréquence des épisodes de précipitations les plus extrêmes a été constatée. Dans un monde à + 4 °C, les précipitations annuelles devraient augmenter de près de 30 %. Les écarts de la répartition saisonnière des précipitations devraient s'amplifier avec une baisse atteignant jusqu'à 30 % pendant la saison sèche et une hausse de 30 % pendant la saison des pluies.

Régime des températures

Dans un monde à + 4 °C, les températures estivales projetées de l'Asie du Sud devraient augmenter de 3 °C à près de 6 °C d'ici à 2100, avec le plus fort réchauffement centré sur le Pakistan. L'évolution est très similaire dans un scénario à + 2 °C, avec un réchauffement qui atteindrait 2 °C dans les territoires

Figure 5.1 : Comparaison pour l'Asie du Sud de la moyenne multi-modèle de la variation en pourcentage des précipitations en saison sèche (DJF, à gauche) et en saison des pluies (JJA, à droite) en vertu des scénarios RCP2.6 (monde à + 2 °C ; en haut) et RCP8.5 (monde à + 4 °C ; en bas) pour la période 2071–2099, par comparaison avec la période 1951–1980.



Dans les zones hachurées, 2 modèles sur 5 sont en désaccord quant à la direction du changement.

Tableau 5.1 : Résumé des impacts du changement climatique et des risques en Asie du Sud^a

Risque/Impact		Vulnérabilité ou évolution observée	Autour de 1,5 °C ^b (années 2030 ^c)	Environ 2 °C (années 2040)	Environ 3 °C (années 2060)	Environ 4 °C (années 2080)
Réchauffement régional		Les températures en Inde de 2011 classées au 9e rang des plus chaudes jamais enregistrées. Les températures les plus chaudes de 2009 supérieures de 0,9 °C à la moyenne de 1961–1990		Les vagues de chaleur s'allongent pour atteindre 20 à 45 jours. La fréquence des nuits chaudes atteint 40 %		Les vagues de chaleur s'allongent pour atteindre 150 à 200 jours. La fréquence des nuits chaudes atteint 85 %
Pointes de chaleur extrême (en période estivale dans l'hémisphère Nord)^d	Pointes de chaleur extrême exceptionnelles	Quasiment absent	15 % des terres	20 % des terres	> 50 % des terres	> 70 % des terres Dans le sud presque tous les mois d'été sont exceptionnellement chauds
	Pointes de chaleur extrême sans précédent	Absent	Quasiment absent	< 5 % des terres	20 % des terres	> 40 % des terres
Précipitations (y compris mousson)		Diminution des précipitations de la mousson en Asie du Sud depuis les années 50, mais hausse de la fréquence des épisodes intenses de précipitations extrêmes	Incertitude à l'égard des changements du régime des précipitations	Incertitude à l'égard des changements du régime des précipitations ; la part des journées de très fortes pluies sur le total des précipitations annuelles augmente de 20 % ^e	Augmentation d'environ 5 % des précipitations estivales (saison des pluies)	Augmentation d'environ 10 % des précipitations estivales (saison des pluies) L'intra variabilité saisonnière des pluies de la mousson a augmenté de près de 15 %. La part des journées de très fortes pluies sur le total des précipitations annuelles augmente de 75 % ^f
Sécheresse		Augmentation de la fréquence des sécheresses de courte durée			Sécheresse accrue sur les territoires du nord-ouest de la région, en particulier au Pakistan	Durée accrue des périodes sèches, mesurée par le nombre de jours secs consécutifs dans l'est de l'Inde et le Bangladesh
Élévation du niveau de la mer au-dessus du niveau actuel :		Environ 20 cm en 2010	30 cm – années 2040 50cm – 2070 70 cm vers 2080-2100	30 cm – années 2040 50cm – 2070 70 cm vers 2080–2100	30 cm – années 2040 50 cm-2060 90 cm vers 2080–2100	30 cm – années 2040 50 cm-2060 105 cm vers 2080–2100, Maldives 10 cm de plus

^a Un tableau plus complet des impacts et des risques pour l'ASE est présenté à la fin du Chapitre 5.

^b Les années indiquent la décennie au cours de laquelle les seuils de réchauffement sont dépassés dans un scénario du « statu quo » avec un dépassement du seuil de 4 °C dans les années 2080.

^c Les années indiquent la décennie au cours de laquelle les seuils de réchauffement sont dépassés dans un scénario du « statu quo » avec un dépassement du seuil de 4 °C dans les années 2080.

^d La moyenne est imposée aux différentes projections de modèles climatiques. La fourchette d'incertitude illustrative associée aux modèles (du minimum au maximum) pour un réchauffement de 4 °C va de 70 à 100 % pour les extrêmes exceptionnels, et de 30 à 100 % pour les extrêmes sans précédent. La fréquence maximale d'occurrence des pointes de chaleur extrême dans les deux cas est proche de 100 % – car les valeurs de l'indicateur saturent à ce niveau.

^e Fourchette d'incertitude à 50 % de 8 à 12 %.

^f Fourchette d'incertitude à 50 % de 65 à 85 %.

du nord-ouest de la région et 1 à 2 °C ailleurs. Quant le réchauffement atteindra 1,5 °C, les pointes de chaleur extrêmes exceptionnelles ou quasiment inexistantes dans le climat actuel de la région devraient affecter 15 % des surfaces terrestres en été.

En cas de réchauffement de 2 °C, ce sont plus de 20 % des terres de l'hémisphère nord qui subiront des pointes de chaleur extrêmes exceptionnelles en période estivale. En outre, principalement dans le sud, des pointes de chaleur extrêmes sans précédent frapperont près de 5 % des terres. Dans un scénario à + 4 °C, les régimes climatiques de la côte ouest et sud de l'Inde, ainsi que du Bhoutan et du nord du Bangladesh devraient évoluer vers de nouveaux régimes climatiques à très hautes températures. Des chaleurs exceptionnelles sont projetées couvrant 60 à 80 % de la période estivale de l'hémisphère Nord dans la majeure partie de la région. Certaines régions, dont Sri Lanka et le Bhoutan, devraient enregistrer des chaleurs sans précédent sur plus de la moitié de la saison estivale. Dans le long terme, l'exposition de l'Asie du Sud à une augmentation de ces extrêmes pourrait être considérablement limitée en contenant le réchauffement en deçà de 2 °C.

Impacts physiques et biophysiques probables en fonction de l'évolution prévue du climat

Les changements projetés de la fréquence et/ou l'intensité des précipitations, de la température et des phénomènes extrêmes pourraient avoir des impacts directs et indirects sur l'activité de la mousson, les sécheresses, les pertes glaciaires, l'enneigement, les débits des rivières, les ressources en eaux souterraines et l'élévation du niveau de la mer.

Mousson

Si la plupart des études de modélisation projettent des hausses en moyenne des précipitations annuelles dues à la mousson sur des périodes décennales, elles projettent également une augmentation significative de la variabilité interannuelle et intra-saisonnière.

Dans un monde s'approchant du seuil de + 4 °C, on prévoit une augmentation de 10 % de l'intensité annuelle moyenne de la mousson et une hausse de 15 % de la variabilité annuelle des précipitations de la mousson d'été indienne par comparaison aux niveaux observés pendant la première moitié du XXe siècle. Sous l'effet combiné de ces changements, la fréquence des moussons extrêmement humides risque de passer de centenaire à décennale d'ici la fin du siècle.

Une série d'épisodes exceptionnellement intenses de pluies de mousson dans le bassin versant montagneux de l'Indus a été l'une des principales causes physiques des inondations dévastatrices de 2010 au Pakistan, avec plus de 1 900 victimes et plus de 20 millions de personnes affectées. Dans les régions touchées, essentiellement rurales, des bâtiments agricoles et des infrastructures clés, telles que les ponts, ont été emportés. Les précipitations n'ont représenté que le premier maillon d'une

chaîne de phénomènes — venant s'ajouter à bien d'autres facteurs anthropiques — qui ont provoqué en aval des inondations très étendues et prolongées. Les barrages d'irrigation ou hydroélectriques, l'aménagement des berges et le détournement des cours d'eau dans les bassins intérieurs peuvent exacerber gravement les risques d'inondations en aval lors de précipitations extrêmes survenant en amont, dans la portion supérieure des bassins versants.

Les aspects de l'évolution de la mousson estivale indienne sous l'effet du réchauffement planétaire restent marqués d'une grande incertitude. Un changement soudain de la mousson, par exemple, créant des conditions plus arides et moins pluvieuses, pourrait déclencher une crise majeure dans la région de l'Asie du Sud comme en témoigne la mousson anormale de 2002, qui a provoqué la plus grave sécheresse de ces dernières années (avec des précipitations inférieures d'environ 209 % aux niveaux observés à long terme et des réductions de la production de céréales d'environ 10 à 15 % par rapport à la moyenne de la décennie précédente). Des mécanismes plausibles ont été avancés pour expliquer un tel changement physique. La génération actuelle des modèles climatiques projette des changements dans l'atmosphère tropicale qui pourraient déclencher une transition vers une mousson plus sèche.

Sécheresses

L'accentuation prévue de la saisonnalité des précipitations est attribuée à une augmentation du nombre de jours secs et des sécheresses qui aura des effets nocifs sur la vie humaine. Les sécheresses prévues devraient susciter des risques croissants dans certaines parties de la région, en particulier au Pakistan, alors qu'une hausse de l'humidité est projetée dans le sud de l'Inde. La direction du changement est incertaine pour le nord de l'Inde. Sur les dix sécheresses catastrophiques les plus graves enregistrées dans le monde au siècle dernier (mesurées par le nombre de personnes touchées), six ont touché l'Inde, affectant jusqu'à 300 millions de personnes. Les sécheresses indiennes de 1987 et 2002/2003, par exemple, ont touché plus de 50 % des zones cultivées dans le pays et, en 2002, la production de céréales a baissé de 29 millions de tonnes par rapport à l'année précédente. On estime que dans les États du Jharkhand, de l'Orissa et du Chhattisgarh, les sécheresses majeures, qui reviennent environ tous les cinq ans, ont des impacts négatifs sur près de 40 % de la production agricole.

Fontes des glaces, réduction de l'enneigement et débits des cours d'eau

Depuis un siècle, la plupart des glaciers de l'Himalaya ont reculé. Aujourd'hui, les ressources en eau douce de 750 millions de personnes dépendent des bassins versants de l'Indus et du Brahmapoutre alimentés par les glaciers. Des réductions de l'approvisionnement en eau risquent de considérablement réduire le volume de production de denrées alimentaires dans les bassins fluviaux. Ces fleuves dépendent fortement de l'eau

de fonte des neiges et des glaciers, ce qui les rend très vulnérables en cas de modification de la fonte des glaciers et des neiges induite par le changement climatique. Les projections de réchauffement d'environ 2,5 °C au-dessus des niveaux préindustriels à l'horizon des années 2050 montrent un risque de réductions substantielles du débit de l'Indus et du Brahmapoutre en été et à la fin du printemps, après une période d'augmentation du débit. La disponibilité en eau d'irrigation dépend essentiellement de ces ressources en eau, surtout pendant les saisons sèches.

- Le débit des fleuves est projeté en hausse au printemps en raison de la fonte accrue de la glace et de la neige, avec une réduction du ruissellement disponible avant le début de la mousson à la fin du printemps et en été.
- Pour le delta de l'Indus, le haut débit devrait augmenter d'environ 75 % en cas de réchauffement supérieur à 2 °C. Des débits de pointe plus élevés exposent un nombre croissant des habitants des zones de delta densément peuplées aux risques combinés d'inondation, d'élévation du niveau de la mer et de cyclones tropicaux d'intensité accrue.

Les *ressources en eaux souterraines*, dont la recharge dépend principalement des précipitations et des eaux de surface, devraient être également affectées par le changement climatique. L'Asie du Sud, en particulier l'Inde et le Pakistan, est très sensible aux diminutions de la recharge des nappes souterraines. Ces pays souffrent déjà de la pénurie d'eau et dépendent en grande partie pour l'irrigation de l'approvisionnement en eau souterraine. L'irrigation en Inde, par exemple, dépend à 60 % des eaux souterraines, alors que près de 15 % des nappes souterraines du pays sont surexploitées, notamment celles du bassin de l'Indus. Les ressources en eaux souterraines sont particulièrement vitales pour atténuer l'effet des sécheresses et leurs répercussions sur l'agriculture et la sécurité alimentaire. Avec des projections de périodes accrues de faible disponibilité en eau et de périodes sèches, il est probable que les ressources en eaux souterraines deviendront encore plus vitales pour l'agriculture, conduisant à des pressions plus fortes sur les ressources. L'accentuation prévue de la variabilité et de la saisonnalité des pluies de la mousson risque d'affecter la recharge des nappes souterraines pendant la saison des pluies et de provoquer une intensification des prélèvements pendant la saison sèche.

Élévation du niveau de la mer

Comme les côtes des pays d'Asie du Sud se trouvent près de l'équateur, les projections de l'élévation locale du niveau de la mer sont plus élevées que celles établies aux plus hautes latitudes. On peut s'attendre dans les années 2090 à une élévation du niveau de la mer d'environ 100 à 115 cm dans un monde à + 4 °C, et de 60 à 80 cm dans un monde à + 2 °C d'ici la fin du XXI^e siècle, comparativement aux valeurs de 1986–2005, avec les plus fortes élévations sur les côtes des Maldives (pouvant aller

jusqu'à 10 cm supplémentaires). Il s'agit dans l'ensemble d'une hausse supérieure de 5 à 10 % à celle de la moyenne mondiale. Par ailleurs, il est probable que le niveau de la mer s'élèvera de 50 cm d'ici à 2060.

Impacts sectoriels et thématiques

L'approvisionnement en eau est déjà menacé dans les pays densément peuplés d'Asie du Sud, selon les résultats de la plupart des études évaluant ce type de risque. Une étude indique que, dans le cas d'un réchauffement d'environ 3 °C par rapport aux niveaux préindustriels d'ici aux années 2080, il est très probable que la disponibilité en eau par habitant diminuera de plus de 10 % en raison des effets croisés de l'augmentation de la population et du changement climatique en Asie du Sud. Même si le réchauffement se limitait à 1,5–2 °C, pour qu'il soit possible d'améliorer la disponibilité en eau sur toute l'année, il faudrait des investissements majeurs en capacité de stockage de l'eau afin d'être en mesure de tirer parti des avantages potentiels de l'accroissement du ruissellement saisonnier et de compenser la diminution des débits pendant les saisons sèches.

La qualité de l'eau douce devrait être également affectée par les impacts climatiques potentiels. Dans les régions côtières et deltaïques, l'élévation du niveau de la mer et les ondes de tempête risquent de produire une intrusion d'eau salée détériorant la qualité des eaux souterraines. La contamination de l'eau potable par l'intrusion d'eau salée peut être à l'origine d'un nombre croissant de cas de diarrhée. Les flambées de choléra risquent aussi de devenir plus fréquentes car la bactérie porteuse du choléra, *vibrio cholerae*, survit plus longtemps dans l'eau salée. Il y a déjà près de 20 millions de personnes dans les régions côtières du Bangladesh qui souffrent de la salinité de l'eau potable.

Le *rendement des cultures* est vulnérable à une gamme de facteurs liés au climat dans la région, y compris les pénuries d'eau saisonnières, la hausse des températures et les intrusions d'eau salée dues à l'élévation du niveau de la mer. L'élévation des températures et les changements du régime des précipitations ont contribué à la réduction du rendement relatif du riz, la culture la plus importante en Asie, en particulier dans les zones d'agriculture pluviale. Il a été observé que les plantes cultivées sont aussi sensibles à l'élévation des températures. Une étude conclut que, par rapport aux calculs des rendements potentiels sans les tendances historiques des variations de température depuis les années 80, les rendements de riz et de blé ont diminué d'environ 8 % à chaque hausse de 1 °C des températures moyennes pendant la période de croissance. Une autre étude a montré que la combinaison des nuits plus chaudes et des précipitations inférieures en fin de saison de croissance a causé une perte importante pour la production de riz en Inde : les rendements auraient gagné près de 6 % sans ce changement sans précédent des conditions climatiques.

Alors que les rendements globaux avaient augmenté au cours des dernières décennies, des signes inquiétants de stagnation des rendements agricoles ont commencé à apparaître au cours des dix dernières années affectant d'importantes superficies agricoles indiennes. L'augmentation projetée des pointes de chaleur extrême touchant 10 % de la superficie terrestre totale d'ici à 2020, et 15 % d'ici à 2030, expose le rendement des cultures à des risques élevés. Les rendements des cultures devraient diminuer de façon significative si le réchauffement se situe dans une fourchette de 1,5 à 2,0 °C. Toutefois, les effets défavorables du réchauffement pourront être compensés en partie par des mesures d'adaptation à faible coût si l'effet fertilisant du CO₂ est important. Si le réchauffement dépasse d'environ 2 °C les niveaux préindustriels, les rendements des cultures seraient réduits d'environ 10 à 30 % en cas de réchauffement de 3 à 4,5°C. Les réductions les plus fortes se produisant là où l'effet fertilisant du CO₂ est faible.

En l'absence de changement climatique, la hausse projetée de la **production agricole totale** dans la région serait considérable (environ 60 %). La production serait soumise à des pressions sur les prix croissantes et à un facteur de tendance composé d'améliorations technologiques, d'un développement de la recherche et développement, d'un élargissement des marchés et d'un développement des infrastructures. Dans un monde à + 2 °C, cette hausse pourrait être réduite d'au moins 12 % d'ici aux années 2050, exigeant plus du double d'importations pour répondre à la demande de calories par habitant comparativement à la demande en l'absence de changement climatique. En conséquence, la disponibilité de calories par habitant devrait diminuer de manière significative. Une baisse de la disponibilité des aliments pourrait entraîner d'importants problèmes de santé au sein des populations touchées — y compris des retards de croissance des enfants — dont l'incidence devrait augmenter de 35 % d'ici à 2050 comparativement à un scénario sans changement climatique.

Les impacts du changement climatique sur les ressources hydriques risquent d'exercer des pressions croissantes sur la sécurité énergétique. Les centrales hydroélectriques et les centrales thermiques (combustibles fossiles, énergie nucléaire ou énergie solaire concentrée) sont les deux sources dominantes d'énergie électrique dans la région, et toutes peuvent être perturbées par des approvisionnements en eau insuffisants. La production des centrales électriques thermiques risque également d'être affectée par le stress auquel sont soumis les systèmes de refroidissement en cas de hausse des températures de l'air et de l'eau.

Synthèse intégrée des impacts du changement climatique dans la région de l'Asie du Sud

Dynamique des ressources en eau : La plupart des risques et des impacts climatiques à l'origine de menaces potentielles pour les

populations dans la région de l'Asie du Sud sont induits par des modifications du cycle de l'eau — précipitations extrêmes, sécheresses, diminution des chutes de neige et pertes glaciaires dans l'Himalaya modifiant les débits des cours d'eau — s'ajoutant dans les régions côtières aux conséquences de l'élévation du niveau de la mer et de l'accroissement de l'intensité des cyclones tropicaux. La saisonnalité accrue des précipitations et la réduction de l'enneigement se traduiraient probablement par une intensification des inondations et des risques plus élevés de périodes sèches et de sécheresses. Les augmentations des températures extrêmes exacerbent ces risques dont les effets défavorables sur les rendements des cultures sont déjà observables. Si l'évolution de ces tendances et des régimes devait se poursuivre, des réductions de rendement considérables sont à prévoir à court et moyen termes. Des changements dans la pluviométrie projetée et dans sa répartition géographique pourraient avoir des répercussions profondes sur l'agriculture, l'énergie et les risques d'inondation.

La région est très vulnérable, même si le réchauffement de la planète reste en deçà de 2 °C, compte tenu de l'ampleur des superficies déjà touchées par des sécheresses et des inondations aux températures actuelles. En outre, les risques projetés sur les rendements et les ressources en eau et l'élévation du niveau de la mer jusqu'à 70 cm dans les années 2070, pourraient se répercuter à grande échelle sur les populations.

Les **régions des deltas et les villes côtières** sont particulièrement exposées à des risques en cascade générés par une imbrication de changements climatiques — hausse des températures, aggravation des crues inondantes des rivières, élévation du niveau de la mer et intensité croissante des cyclones tropicaux — et par leurs conséquences. L'Inde et le Bangladesh déplorent actuellement 86 % des victimes mondiales des cyclones alors que cette région n'est touchée que par 15 % des cyclones tropicaux dans le monde.

- Le **Bangladesh** se singularise comme un hotspot d'impacts. Il fait face à des défis croissants, cumulatifs et simultanés provenant de crues fluviales inondantes extrêmes, de cyclones tropicaux plus intenses, d'une élévation du niveau des mers, de températures exceptionnellement élevées et de rendements agricoles déclinants. Les crues inondantes accrues combinées aux ondes des cyclones tropicaux soumettent les territoires les plus peuplés de communautés pauvres à de hauts risques d'inondation. La projection pour les années 2040 d'une élévation du niveau de la mer de 27 cm, combinée à des ondes de cyclone dont la récurrence périodique moyenne est de dix ans, comme le cyclone Sidr, annonce des inondations sur une superficie supérieure de 80 % à celle inondée actuellement en cas de phénomène similaire.
- **Kolkata et Mumbai** sont extrêmement vulnérables aux impacts de l'élévation du niveau de la mer, aux cyclones tropicaux et aux

inondations fluviales. Les inondations et les sécheresses sont porteuses d'impacts sanitaires (maladies diarrhéiques, etc.) qui, à l'heure actuelle, sont une cause majeure de mortalité infantile en Asie et dans le Pacifique.

Les chocs produits par le changement climatique sur la disponibilité saisonnière de l'eau compliqueront durablement et de multiples façons les efforts des populations d'approvisionnement suffisant en eau pour la consommation, l'irrigation et les systèmes de refroidissement des centrales thermiques.

Quelle que soit l'évolution future des émissions, les vingt prochaines années verront éclore une multiplication de la fréquence des périodes estivales de chaleur exceptionnelle ou extrême induite par le réchauffement déjà en progrès. Ces vagues de chaleur extrêmes devraient entraîner une forte hausse des taux de mortalité, un tel effet ayant déjà été observé par le passé.

Les projections annoncent des risques et des impacts accrus dus à des crues fluviales inondantes extrêmes, des cyclones tropicaux plus intenses, une élévation du niveau des océans et des températures élevées sans précédent. Les graves inondations et autres phénomènes extrêmes susciteront des déplacements de populations, déjà fréquents dans les zones inondables. La production agricole

souffrira probablement des effets combinés de l'élévation des températures, des impacts sur les ressources hydriques disponibles et des impacts de l'élévation du niveau des océans.

La réduction de la vulnérabilité des vastes populations pauvres de l'Asie du Sud passera à l'avenir par le développement économique et la croissance. Les projections climatiques indiquent toutefois des niveaux élevés de vulnérabilité et leurs implications sociétales font penser que ces niveaux élevés de vulnérabilité risquent de se maintenir et de persister. Le réchauffement devrait ralentir considérablement la réduction prévue des niveaux de pauvreté. Les nombreux effets du changement climatique posent un défi important pour le développement dans la région, même avec un réchauffement relativement modeste de 1,5-2 °C. Pour permettre aux pays de cette région de s'adapter aux conséquences attendues du changement climatique engendré par ce niveau de réchauffement, il faudra consacrer des investissements importants au développement des infrastructures, à la protection contre les inondations et à la création de cultivars résistants aux hautes températures et à la sécheresse, et engager des améliorations significatives des pratiques d'exploitation durable des ressources, notamment des prélèvements dans les nappes d'eau souterraines.

Liste des abréviations

°C	Degré Celsius		risques de catastrophes et le relèvement
AIE	Agence internationale de l'énergie	GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
ANN	Annuel		
AR4	Quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)	IA	Indice d'aridité
		ISI-MIP	Projet d'intercomparaison de modèles d'impacts intersectoriels (<i>Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project</i>)
AR5	Cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)	JJA	Juin-juillet-août
		MAGICC	Modèle pour l'évaluation des impacts des GES sur le changement du climat
CaCO ₃	Carbonate de calcium	MCG	Modèle de circulation générale
CAT	Climate Action Tracker (voir http://www.climateactiontracker.org/)	MCGAO	Modèle de circulation générale atmosphère-océans
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques	OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
CMIP5	5 ^e phase du projet d'intercomparaison de modèles couplés	PIB	Produit intérieur brut
CO ₂	Dioxyde de carbone	PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
DHW	Degrés-semaines de réchauffement (<i>Degree Heating Week</i>)	ppm	parties par million
DJF	Décembre-janvier-février	RCP	Profils représentatifs d'évolution de concentration (<i>Representative Concentration Pathways</i>)
Événements 3 <i>sigma</i>	Événements qui se différencient de la moyenne historique de trois écarts-types	SRES	Rapport spécial du GIEC sur les scénarios d'émissions
Événements 5 <i>sigma</i>	Événements qui se différencient de la moyenne historique de cinq écarts-types	SREX	Rapport spécial du GIEC : « Gérer les risques d'événements extrêmes et de catastrophes pour améliorer l'adaptation au changement climatique »
GES	Gaz à effet de serre	USAID	Agence des États-Unis pour le développement international
GFDRR	Facilité mondiale pour la prévention des		

Glossaire

AR4, AR5 du GIEC – Le Groupe d’experts intergouvernemental sur l’évolution du climat (GIEC) est l’organisme chef de file chargé de l’évaluation du changement climatique à l’échelle mondiale. Rassemblant des centaines de chercheurs de renom du monde entier, il publie régulièrement des rapports d’évaluation qui présentent un résumé complet des informations scientifiques, techniques et socio-économiques les plus récentes sur le changement climatique et ses répercussions. Le quatrième rapport d’évaluation (AR4) du GIEC a été publié en 2007. Le cinquième (AR5) le sera en 2013/2014.

Biome – Le biome est une vaste région biogéographique s’étendant sous un même climat et renfermant des groupes distincts de végétaux et d’animaux. Il est constitué d’un ensemble limité d’habitats principaux, et se caractérise par les variétés végétales prédominantes qu’il contient. Les prairies, les déserts, les forêts de feuillus ou de conifères et les toundras constituent des biomes. Chaque biome renferme plusieurs écosystèmes différents, mais adaptés aux conditions climatiques et environnementales limitées qui caractérisent ce biome.

CAT – Le Climate Action Tracker (CAT) est un système indépendant d’évaluation scientifique qui fait un suivi des engagements pris et des mesures mises en œuvre par différents pays pour réduire leurs émissions. Les estimations des émissions futures déduites à partir des rapports du CAT servent à l’analyse des scénarios du niveau de réchauffement qui découleraient des politiques en vigueur : a) *Scénario CAT de référence – statu quo*, qui prend en compte les politiques climatiques en vigueur, mais pas les promesses de réduction d’émissions ; b) *Scénario CAT – engagements actuels*, qui incorpore les réductions qui pourraient être réalisées à l’échelle mondiale en vertu des engagements pris par les différents pays.

CMIP5 – La 5^e phase du projet d’intercomparaison de modèles couplés a rassemblé 20 groupes de MCG à la fine pointe du progrès qui ont généré un vaste ensemble de données de projection climatique comparables. Le projet fournit un cadre pour la coordination des expériences sur les changements climatiques ; il comprend des simulations qui ont servi aux évaluations dont fait état le cinquième rapport d’évaluation du Groupe d’experts intergouvernemental sur l’évolution du climat (GIEC).

Effet fertilisant du CO₂ – L’effet fertilisant du CO₂ peut stimuler la photosynthèse (surtout chez les plantes C3) et accroître l’efficacité de l’utilisation de l’eau, ce qui peut conduire à une augmentation du volume et de la masse du grain produit. Cet effet pourrait dans une certaine mesure atténuer l’incidence négative du changement climatique, mais il risque par contre de provoquer une baisse de la teneur en protéines du grain. L’effet à long terme reste incertain puisqu’il dépend étroitement d’une possible acclimatation physiologique à long terme à une hausse de la concentration de CO₂ atmosphériques, ainsi que d’autres facteurs limitants comme les nutriments du sol, l’eau et la lumière.

Exceptionnel et sans précédent – Dans le présent rapport, les vagues de chaleur « exceptionnelles » et « sans précédent » sont définies à l’aide des seuils établis à partir de la variabilité historique du climat local actuel. Le niveau absolu du seuil dépend ainsi de la variabilité annuelle naturelle observée pendant la période de référence (1951–1980), définie par la valeur de l’écart-type (*sigma*). Les vagues de chaleur « exceptionnelles » sont notées 3 *sigma*. Compte tenu d’une distribution normale, les événements 3 *sigma* ont une période de récurrence de 740 ans. Les vagues de chaleur qui ont frappé les États-Unis

en 2012 et la Russie en 2010 ont été notées 3 *sigma* et sont donc considérées comme exceptionnelles. Les vagues de chaleur « sans précédent » sont des événements notés 5 *sigma* ; elles ont une période de récurrence de plusieurs millions d'années. Les données mensuelles de température ne suivent pas nécessairement une distribution normale (par exemple, certaines distributions peuvent présenter de longues queues, donnant ainsi à conclure à un plus grand risque de vague de chaleur), et les périodes de récurrence peuvent s'écarter des valeurs prévues par la distribution normale. Quoi qu'il en soit, les événements 3 *sigma* restent très peu probables, et les événements 5 *sigma* ne se sont presque certainement jamais produits dans le passé.

Grave et extrême – Ces qualificatifs servent à désigner des conséquences (négatives) hors de l'ordinaire. On les associe souvent à d'autres qualificatifs tels que « exceptionnel » et « sans précédent » qui ont un sens quantitatif précis (voir « Exceptionnel et sans précédent »).

Hyper-aridité – Les zones terrestres affichant un très faible indice d'aridité (IA) sont habituellement désertiques. Il n'existe pas de gamme normalisée universelle des valeurs de l'hyper-aridité. Dans le présent rapport, on considère comme « hyper-aride » une zone dont l'indice d'aridité oscille entre 0 et 0,05.

Indice d'aridité – L'indice d'aridité (IA) sert à recenser les régions qui se caractérisent par leur « aridité structurelle », c'est-à-dire qui affichent un déficit pluviométrique à long terme. On l'établit en divisant la valeur des précipitations annuelles totales par l'évapotranspiration potentielle, laquelle correspond au volume d'eau requis pour assurer la croissance, pendant un an, d'un type de culture représentatif en fonction des conditions locales — température, rayonnement solaire incident, vitesse du vent — et constitue une mesure normalisée de la demande d'eau.

ISI-MIP – Le Projet d'intercomparaison de modèles d'impacts intersectoriels (ISI-MIP) est une initiative communautaire de modélisation qui fournit des évaluations d'impacts transsectorielles fondées sur les scénarios climatiques [Profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP)] et socio-économiques récemment mis au point. L'exercice a porté sur plus de 30 modèles couvrant cinq secteurs : agriculture, ressources hydriques, biomes, santé et infrastructures.

MAGICC – Modèle du cycle du carbone / climatique « simplifié », utilisé ici dans un cadre probabiliste pour fournir la « meilleure estimation possible » des projections du réchauffement

moyen à l'échelle de la planète avec des plages d'incertitude liées à l'incertitude qui entoure le cycle du carbone, le système climatique et la sensibilité du climat. Comparativement aux modèles du cycle du carbone de grande complexité, ce modèle, qui est limité par les observations historiques des températures hémisphériques océaniques et terrestres et les estimations historiques de l'absorption de chaleur par les océans, détermine d'une manière fiable la charge que représentent les concentrations atmosphériques de CO₂ et fournit également des prévisions du réchauffement planétaire moyen près de la surface conformes aux estimations des MCG.

MCG – Les modèles de circulation générale sont les modèles climatiques les plus avancés pour la prévision des changements climatiques dus à l'augmentation des concentrations de GES, aux aérosols et à des phénomènes de forçage radiatif comme l'activité solaire et les éruptions volcaniques. Ces modèles proposent des représentations numériques, présentées sur une grille tridimensionnelle globale, des processus physiques qui se déroulent dans l'atmosphère, les océans et la cryosphère, ainsi qu'à la surface de la terre. La génération actuelle de MCG offre une résolution horizontale typique de 100 à 300 km.

Niveaux de l'époque préindustrielle (conséquences d'un réchauffement de 0,8 °C) – Les relevés historiques de la température effectués au moyen d'instruments montrent que la moyenne mondiale de la température de l'air mesurée près de la surface de la terre sur 20 ans (de 1986 à 2005) dépasse d'environ 0,6 °C celle établie pour la période 1851–1879. On observe toutefois des variations annuelles considérables, et les données sont marquées d'incertitude. De plus, le réchauffement moyen établi pour la période de 20 ans écoulée de 1986 à 2005 n'est pas nécessairement représentatif de celui en cours actuellement. L'estimation, à l'aide d'un ajustement linéaire, de la tendance affichée au cours de la période 1901–2010 donne à conclure à un réchauffement de 0,8 °C depuis le « début de l'ère industrielle ». Les températures moyennes de l'air mesurées près de la surface à l'aide d'instruments à l'échelle de la planète sont conservées depuis 1850 environ. Le nombre de stations de mesure, limité au départ, a augmenté rapidement au fil du temps. L'industrialisation battait déjà son plein entre 1850 et 1900, ce qui signifie que le choix de la période 1851–1879 en guise de référence, ou de l'année 1901 comme point de référence de l'analyse de la tendance linéaire, pourrait conduire à sous-estimer le réchauffement actuel et futur. Cependant, les émissions mondiales de GES à la fin du XIX^e siècle étaient toujours limitées, et la reconstitution des conditions de température qui existaient avant cette période s'entoure d'une incertitude beaucoup plus grande.

Plantes C3/C4 – On distingue en photosynthèse deux types de « voies » biochimiques. Les plantes C3 représentent plus de 85 % de toutes les plantes de la planète (la plupart des arbres, le blé, le riz, l'igname et la pomme de terre) et s'accroissent bien des conditions humides et d'une augmentation de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère. Les plantes C4 (par exemple, les herbacées des savanes, le maïs, le sorgho, le millet et la canne à sucre) utilisent l'eau et l'énergie plus efficacement et poussent mieux que les plantes C3 sous les climats chauds et secs.

PIB (produit intérieur brut) – Somme de la valeur brute ajoutée par l'ensemble des producteurs résidents dans l'économie, majorée des taxes (minorée des subventions) qui ne sont pas incluses dans l'évaluation des produits. Le PIB est calculé sans tenir compte de la dépréciation des biens fabriqués ni de l'épuisement et de la dégradation des ressources naturelles. Le **PIB (PPA)** par habitant est le PIB en parité de pouvoir d'achat, divisé par la population. Il convient de noter que si les estimations de la PPA établies pour les pays de l'OCDE sont passablement fiables, celles calculées pour les pays en développement ne sont souvent que des approximations grossières.

RCP – Les Profils représentatifs d'évolution de concentration (*Representative Concentration Pathways*) se fondent sur des scénarios soigneusement choisis aux fins des travaux sur les modèles d'évaluation intégrés, la modélisation climatique et l'analyse d'impacts. Ce travail s'appuie sur de nouvelles données économiques, des informations sur les technologies émergentes et des observations sur les facteurs environnementaux — par exemple, changements d'utilisation et de couverture des sols — recueillies pendant près d'une décennie. Au lieu de partir de scénarios socioéconomiques détaillés pour élaborer des scénarios d'émissions, les RCP forment des ensembles cohérents de projections portant uniquement sur les composantes du forçage radiatif (perturbation du bilan radiatif, c'est-à-dire écart entre la part du rayonnement incident absorbé par la terre et son atmosphère et le rayonnement thermique réémis par cet ensemble vers l'espace, causé principalement par des variations dans la composition de l'atmosphère) qui doivent servir d'intrants pour la modélisation climatique. Les RCP ne sont pas associés à des scénarios socioéconomiques ou à des scénarios d'émissions uniques, mais peuvent plutôt résulter de diverses

combinaisons de développement économique, technologique, démographique, stratégique et institutionnel.

RCP2.6 – Scénario représentatif des scénarios de réduction des émissions décrits dans la documentation spécialisée et visant à limiter l'augmentation de la température moyenne de la planète à + 2 °C par rapport à la période préindustrielle. Ce profil d'évolution de la concentration des émissions est utilisé dans plusieurs des études qui font l'objet d'une évaluation dans le cinquième rapport du GIEC (AR5) ; il constitue également le scénario de « faibles émissions » sur lequel reposent les évaluations d'impacts présentées dans d'autres parties de ce rapport. Dans le présent rapport, le scénario RCP2.6 est celui d'un monde à + 2°C.

RCP8.5 – Scénario représentatif d'une situation caractérisée par l'absence d'une politique climatique de base et par des émissions de GES comparativement élevées utilisé dans beaucoup des études évaluées dans le cadre de la préparation du cinquième rapport d'évaluation du GIEC (AR5). Il constitue également le scénario d'« émissions élevées » sur lequel reposent les évaluations d'impacts présentées dans d'autres parties de ce rapport. Dans le présent rapport, le scénario RCP8.5 est celui d'un monde à + 4°C par rapport à la période préindustrielle.

SRES – Le Rapport spécial du GIEC sur les scénarios d'émissions (SRES), publié par le GIEC en 2000, a fourni les projections climatiques utilisées dans le quatrième rapport d'évaluation (AR4) de ce groupe d'experts. Les hypothèses concernant les mesures d'atténuation n'y figurent pas. Le SRES se penche sur 40 scénarios différents qui se fondent chacun sur diverses hypothèses concernant les forces motrices déterminant l'évolution future des émissions de GES. Les scénarios sont groupés en quatre familles couvrant un large éventail de scénarios d'émissions élevées et faibles.

SREX – En 2012, le GIEC a publié un rapport spécial intitulé « Gérer les risques d'événements extrêmes et de catastrophes pour améliorer l'adaptation au changement climatique » (SREX). Ce rapport présente une évaluation des facteurs physiques et sociaux qui influent sur la vulnérabilité aux catastrophes climatiques et offre un aperçu des moyens qui pourraient permettre de gérer efficacement les risques de catastrophes.

