

4

Baissions

la

chaleur

Face à la nouvelle
norme climatique



4°

Baissions la chaleur

Face à la nouvelle
norme climatique



© 2014 International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank
1818 H Street NW, Washington DC 20433
Telephone: 202-473-1000; Internet: www.worldbank.org

Some rights reserved

1 2 3 4 17 16 15 14

This work 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.

Nothing herein shall constitute or be considered to be a limitation upon or waiver of the privileges and immunities of The World Bank, all of which are specifically reserved.

Rights and Permissions



This work is available under the Creative Commons Attribution—NonCommercial—NoDerivatives 3.0 IGO license (CC BY-NC-ND 3.0 IGO) <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo>. Under the Creative Commons—NonCommercial—NoDerivatives license, you are free to copy, distribute, and transmit this work, for noncommercial purposes only, under the following conditions:

Attribution—Please cite the work as follows: World Bank. 2014. *Turn Down the Heat: Confronting the New Climate Normal*. Washington, DC: World Bank. License: Creative Commons Attribution—NonCommercial—NoDerivatives 3.0 IGO (CC BY-NC-ND 3.0 IGO).

Noncommercial—You may not use this work for commercial purposes.

No Derivative Works—You may not alter, transform, or build upon this work.

Third-party content—The World Bank does not necessarily own each component of the content contained within the work. The World Bank therefore does not warrant that the use of any third-party-owned individual component or part contained in the work will not infringe on the rights of those third parties. The risk of claims resulting from such infringement rests solely with you. If you wish to re-use a component of the work, it is your responsibility to determine whether permission is needed for that re-use and to obtain permission from the copyright owner. Examples of components can include, but are not limited to, tables, figures, or images.

All queries on rights and licenses should be addressed to the Publishing and Knowledge Division, The World Bank, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA; fax: 202-522-2625; e-mail: pubrights@worldbank.org.

The following items are used with permission and require further permission for reuse. Please refer to the caption or note corresponding to each item:

Figures 2.2, 2.4, 2.9, 3.10, 3.14, 3.15, 3.21, 4.13, 4.14, 4.19, 4.21, 4.22, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14, 5.15, 5.16, 5.17, 5.18, 5.19, 5.20, 5.21.

ISBN: 978-1-4648-0437-3

Cover photos: photos 1, 2, 3, 5, and 7 © The World Bank Group; photo 4 (forestry), © istockphoto, used with permission, further permission for reuse; photos 6 and 8, © Erick Fernandes (floating houses in Peru and jaguar in Amazon)/The World Bank Group.

Cover design: Gregory Wlosinski/General Services Department—Printing and multimedia, The World Bank Group.



Amérique latine et Caraïbes

La région de l'Amérique latine et des Caraïbes abrite des paysages et des écosystèmes d'une grande diversité. Elle se caractérise par un développement économique ainsi qu'une histoire sociale et indigène très contrastés. Elle est également l'une des régions les plus urbanisées du monde. En Amérique latine et dans les Caraïbes, les changements de températures et de régimes de précipitations, les vagues de chaleur extrême et la fonte des glaciers auront des effets néfastes sur la productivité agricole, les régimes hydrologiques et la biodiversité. Au Brésil, si aucune stratégie d'adaptation supplémentaire n'est mise en œuvre, un réchauffement de +2 °C pourrait entraîner une réduction de 30 à 70 % de la production de soja et de jusqu'à 50 % de celle de blé. L'acidification des océans, l'élévation du niveau de la mer et la violence accrue des cyclones tropicaux auront une incidence sur les moyens de subsistance des populations côtières ainsi que sur la sécurité de l'approvisionnement en produits alimentaires et en eau, en particulier dans les Caraïbes. La sécurité alimentaire locale sera aussi sérieusement mise à mal par la diminution prévue des réserves halieutiques potentielles. Les réductions et les modifications de l'approvisionnement en eau seraient particulièrement graves pour les villes andines. La forêt amazonienne pourrait subir une dégradation à grande échelle qui contribuerait à un accroissement des concentrations de dioxyde de carbone dans l'atmosphère, ainsi qu'aux modifications des régimes hydrologiques locaux et régionaux.



1.1 Synthèse régionale

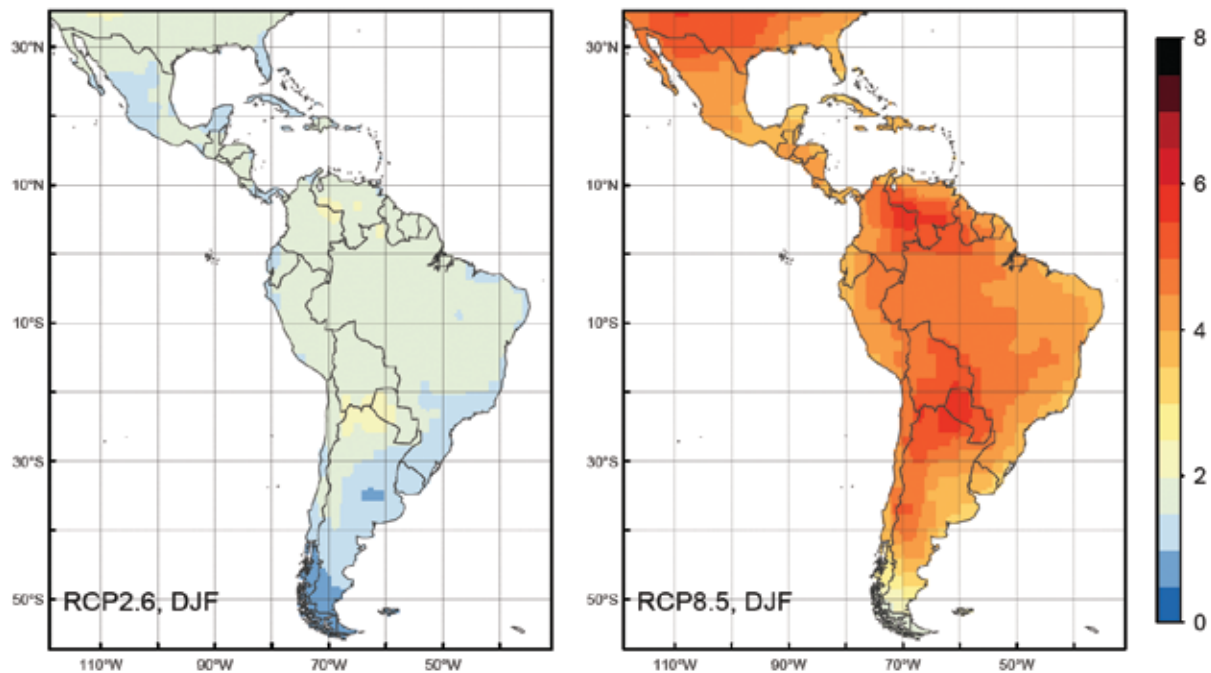
Le développement économique ainsi que l'histoire sociale et indigène de l'Amérique latine et des Caraïbes varient considérablement d'un pays à l'autre. Avec une population de 588 millions d'habitants (2013), dont 80 % vit en milieu urbain, la région affiche un PIB estimé à 5,655 billions de dollars (2013) et le revenu national brut par habitant était de 9 314 dollars en 2013. En 2012, environ 25 % de la population vivaient dans la pauvreté et 12 % dans l'extrême pauvreté, une proportion nettement inférieure à celle des années précédentes. Par exemple, la malnutrition dans la région est passée de 14,6 % en 1990 à 8,3 % en 2012. Malgré les progrès accomplis sur les plans social et économique au cours des dernières décennies, les inégalités de revenus restent profondes.

La région est très vulnérable aux cyclones tropicaux et aux fortes perturbations engendrées par le phénomène El Niño ainsi qu'à l'élévation du niveau de la mer, à la fonte des glaciers andins, à l'accroissement des températures et aux changements des régimes de précipitations. Les pauvres en milieu rural, qui sont tributaires d'une ressource naturelle, sont très exposés aux effets du changement climatique sur l'agriculture de subsistance et les services écosystémiques ; les pauvres vivant en milieu urbain le long des côtes, dans des zones inondables ou sur des terrains escarpés, sont particulièrement vulnérables aux épisodes de précipitations extrêmes et, sur le plan sanitaire, aux chaleurs caniculaires. Les cultures céréalières intensives dans la partie méridionale de la

BIRD 41281 OCTOBRE 2014
Cetle carte a été reproduite par l'unité de cartographie de la Banque mondiale. Les frontières, les couleurs, les délimitations et toute autre information figurant sur cette carte n'impliquent de la part du Groupe de la Banque mondiale aucun jugement quant au statut juridique d'un territoire quelconque et ne signifient nullement que l'institution reconnaît ou accepte ces frontières.

Les Falkland (Iles Malouines)
Le Royaume-Uni réclame ces îles, qui ont été le territoire de cet État, et le Royaume-Uni qui gère actuellement.

Figure 1.1 : moyenne multimodèle des anomalies de température pour l'Amérique Latine et les Caraïbes pour les scénarios RCP2.6 (monde à + 2 °C, gauche) et RCP8.5 (monde à + 4 °C, droite) pour les mois de l'été austral (DJF)



Une moyenne des anomalies de température exprimée en degrés Celsius est calculée sur la période 2071-2099 par rapport à la période 1951-1980.

région sont principalement alimentées par les précipitations et, par conséquent, tributaires des variations de la pluviosité et des températures. Dans les régions andines, les habitations souvent construites sur un relief accidenté sont particulièrement exposées au débit des eaux de surface en cas d'orage, au débordement des lacs glaciaires et aux glissements de terrain. Les habitants des zones côtières, surtout dans la région des Caraïbes, risquent de se voir privés de leurs moyens de subsistance et des services écosystémiques en raison de la détérioration des écosystèmes marins, et de craindre pour leur intégrité physique à cause de la dégradation des récifs, des inondations côtières, de la destruction d'infrastructures majeures (en particulier dans le secteur touristique sur les littoraux) et des menaces d'intrusion que l'élévation du niveau de la mer fait peser sur la ressource d'eau douce.

1.1.1 Tendances régionales du changement climatique

1.1.1.1 Températures et vagues de chaleur

D'ici à 2100, les températures estivales en Amérique latine et dans les Caraïbes augmenteront d'environ 1,5 °C en cas de faibles émissions (monde à + 2 °C) et d'environ 5,5 °C en cas de fortes émissions (monde à + 4 °C) par rapport aux données de référence de la période 1951-1980 (figure 3.1). Sur la côte Atlantique du Brésil, de l'Uruguay et de l'Argentine, le réchauffement devrait être inférieur à la moyenne mondiale et se situer entre 0,5 et 1,5 °C dans un monde à + 2 °C, ou entre 2 et 4 °C dans un monde à + 4 °C. Dans la région centrale de l'Amérique du Sud, à savoir au Paraguay, au nord de l'Argentine et au sud de la

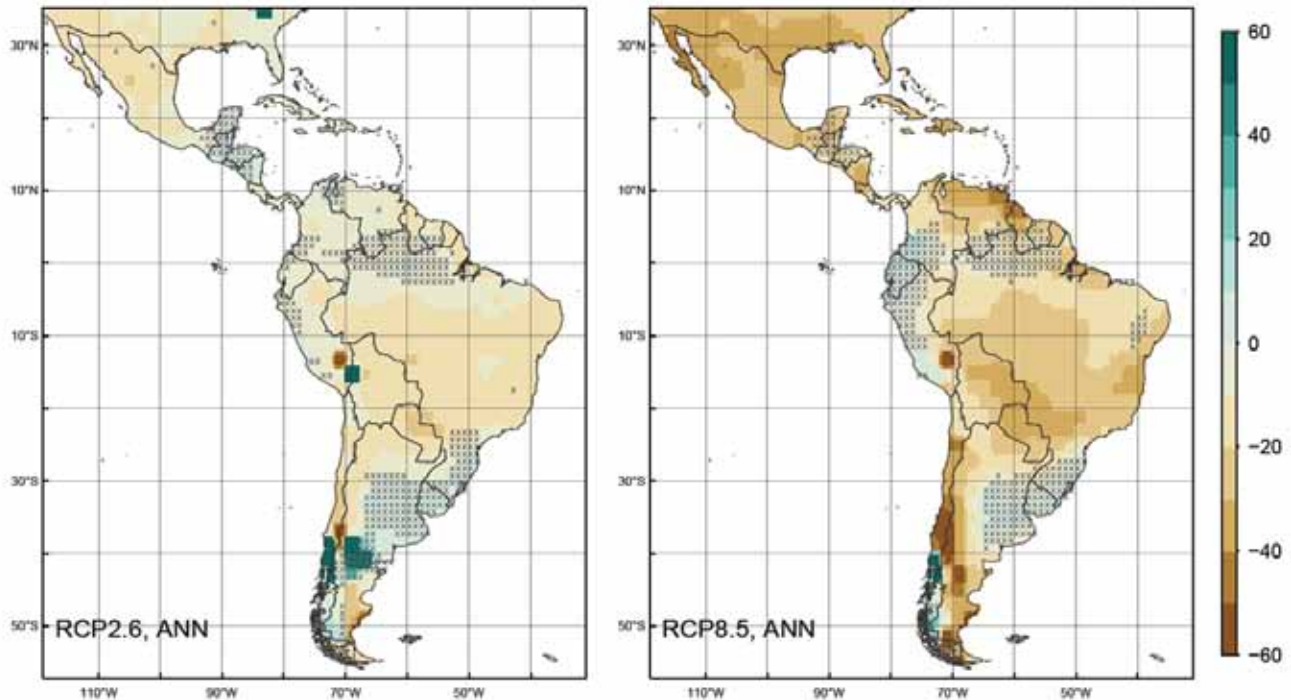
Bolivie, le réchauffement devrait être plus prononcé, jusqu'à 2,5 °C dans un monde à + 2 °C et 6 °C dans un monde à + 4 °C, d'ici à 2071-2099. Selon les prévisions, des niveaux similaires devraient caractériser la région équatoriale, y compris la partie orientale de la Colombie et la partie méridionale du Venezuela. Les projections indiquent que, dans l'hypothèse d'un réchauffement de 4 °C à l'échelle planétaire, la quasi-totalité de la surface terrestre (environ 90 %) connaîtra des températures estivales extrêmes *exceptionnelles*¹, et plus de la moitié de cette même surface (environ 70 %) une chaleur caniculaire *sans précédent*.

1.1.1.2 Précipitations, sécheresse et aridité

En général, dans un monde à + 2 °C, les modifications des régimes de précipitations sont relativement faibles ($\pm 10\%$) et les modèles divergent quant à l'évolution du changement dans la plupart des régions terrestres. En revanche, dans un monde à + 4 °C, les modèles donnent des projections semblables pour la majeure partie des régions, même si l'incertitude subsiste entre les modèles pour certaines contrées (comme le nord de l'Argentine et le Paraguay) (figure 1.2). Les pays tropicaux de la côte Pacifique (Pérou, Équateur et Colombie) devraient connaître une augmentation des précipitations annuelles moyennes d'environ 30 %. Par ailleurs, l'Uruguay, sur la côte Atlantique – ainsi que les régions limitrophes du Brésil et de l'Argentine – seront également plus humides. Les zones qui devraient au contraire devenir plus sèches sont la Patagonie (sud de l'Argentine et du Chili), le Mexique et le centre du Brésil.

¹ Dans le présent rapport, les vagues de chaleur « exceptionnelles » sont notées 3-sigma et les vagues de chaleur « sans précédent » sont notées 5-sigma (voir annexe).

Figure 1.2 : moyenne multimodèle de la variation en pourcentage de l'indice d'aridité pour les scénarios RCP2.6 (monde à + 2 °C, gauche) et RCP8.5 (monde à + 4 °C, droite) pour l'Amérique Latine et les Caraïbes d'ici à 2071-2099, par rapport à la période 1951-1980.



Les zones hachurées indiquent des résultats incertains, deux modèles au moins sur les cinq traduisant un désaccord sur l'orientation du changement. Notons qu'une évolution négative correspond à une aggravation de l'aridité.²

Ces régimes montrent qu'au regard du changement climatique, la plupart des régions sèches seront plus sèches alors que la majorité des régions humides seront plus humides. Le centre du Brésil fait toutefois exception. Les précipitations annuelles moyennes devraient chuter de 20 % dans un monde à + 4 °C, d'ici à la fin du siècle. En général, les probabilités de précipitations extrêmes plus intenses et plus fréquentes sont plus élevées.

Dans un monde à + 4 °C, le bassin de l'Amazonie, la totalité de la surface terrestre du Brésil à l'exception de la côte méridionale, le sud du Chili, les Caraïbes, l'Amérique Centrale et le nord du Mexique, devraient connaître, par rapport à aujourd'hui, des sécheresses graves voire extrêmes d'ici à la fin du XXI^e siècle. La surface terrestre de type hyperaride, aride ou semiaride devrait passer de quelque 33 % enregistrés pendant la période 1951-1980 à 36 % dans un monde à + 2 °C et à 41 % dans un monde à + 4 °C.

1.1.1.3 Cyclones tropicaux

Les observations des 20 à 30 dernières années montrent une évolution positive de la fréquence et de la force des cyclones tropicaux dans l'océan Atlantique Nord, mais pas sur la partie orientale du Pacifique

Nord. Tandis que les cyclones tropicaux de l'Atlantique faiblissent à la faveur du phénomène ENSO (El Niño/Oscillation australe), ils se renforcent dans la partie orientale du Pacifique Nord. En règle générale, de nouveaux changements climatiques anthropiques devraient entraîner un accroissement de la fréquence des cyclones tropicaux de forte intensité dans la partie occidentale de l'Atlantique Nord, à raison de 40 % pour un réchauffement planétaire de 1,5 à 2,5 °C et de 80 % dans un monde à + 4 °C. Un réchauffement planétaire d'environ 3 °C est associé à une hausse moyenne de 10 % de l'intensité des précipitations, calculée sur un rayon de 200 km par rapport à l'œil d'un cyclone tropical. Bien que certaines études fondées sur des modèles multiples prévoient un accroissement de la fréquence des cyclones tropicaux sur la côte Pacifique de l'Amérique Centrale, les prévisions globales ne donnent à ce stade aucun résultat tangible. Malgré ces projections, toute augmentation de phénomènes orageux (pas nécessairement cycloniques) simultanés, dans le Pacifique comme dans l'Atlantique, pourrait avoir des effets plus dommageables qu'un accroissement de la fréquence de cyclones individuels dans l'un ou l'autre de ces océans.

1.1.2 Élévation du niveau de la mer

L'élévation du niveau de la mer devrait être plus importante sur la côte Atlantique que sur la côte Pacifique. Valparaiso (estimation médiane : 0,55 m dans un monde à + 4 °C) devrait bénéficier d'un renforcement des alizés de secteur sud-est dans le Pacifique

² Certaines cellules individuelles comportent des valeurs très différentes de celles de cellules adjacentes (par exemple, entre le Pérou et la Bolivie). Cet écart s'explique par le fait que l'indice d'aridité est défini en tant que fraction des précipitations annuelles totales, divisée par l'évapotranspiration potentielle (voir annexe). Par conséquent, l'évolution est loin d'être linéaire et les fluctuations interannuelles peuvent être considérables. Le calcul des moyennes axé sur un nombre relativement réduit de simulations sur modèle, peut expliquer ces écarts locaux.

Sud et, par conséquent, de la remontée d'eau froide entraînant une élévation thermostérique (due à l'augmentation de la température des océans) du niveau de la mer inférieure à la moyenne. En revanche, la côte Atlantique du Brésil devrait connaître une augmentation du niveau de la mer supérieure à la moyenne (Recife – estimation médiane : 0,63 m, fourchette de 0,41 m à 1,14 m ; Rio de Janeiro – estimation médiane : 0,62 m, fourchette de 0,46 m à 1,11 m). L'augmentation du niveau de la mer est plus importante sous les basses latitudes en raison de l'absorption accrue de la chaleur océanique et de l'évolution des calottes glaciaires et des glaciers sous l'effet de la gravité. Par exemple, Guayaquil, situé sur la côte Pacifique de l'Équateur, devrait connaître une élévation du niveau de la mer de 0,62 m (fourchette de 0,46 m à 1,04 m) dans un monde à + 4 °C. Par contre, Puerto Williams (Chili), situé à l'extrême sud du continent sud-américain, ne devrait enregistrer qu'une élévation médiane de 0,46 m (fourchette de 0,38 m à 0,65 m). Port-au-Prince (Haïti) verra le niveau de la mer augmenter de 0,61 m (fourchette de 0,41 m à 1,04 m) dans un monde à + 4 °C (figure 3.11). L'évolution en Haïti constitue un exemple représentatif de l'augmentation du niveau de la mer dans d'autres îles des Caraïbes.

1.1.3 Impacts sectoriels et thématiques

1.1.3.1 Évolution des glaciers et des stocks de neige

Le recul des glaciers en Amérique du Sud est important. Les glaciers tropicaux des Andes centrales sont particulièrement touchés puisqu'ils ont perdu des portions considérables de leur volume au cours du XX^e siècle. Cette tendance peut également être observée dans les Andes méridionales où les glaciers ont perdu 20 % de leur volume.

Le recul des glaciers tropicaux dans les Andes centrales se poursuivra à un rythme aussi soutenu qu'au cours des dernières décennies. Même dans le cas d'émissions de faible intensité ou d'intensité intermédiaire, qui provoqueraient un réchauffement planétaire de 2 à 3 °C supérieur au niveau préindustriel, deux études approfondies démontrent invariablement une diminution du volume des glaciers de 78 à 97 %. Elles prévoient une déglaciation pratiquement intégrale (93 à 100 %) dans un monde à + 4 °C. D'autres travaux aboutissent à des conclusions légèrement moins alarmantes, mais, indépendamment de l'évolution de la température au cours des prochaines décennies, des pans entiers des glaciers des Andes tropicales auront disparu bien avant la fin du siècle. Dans les Andes méridionales, les modèles prévoient, pour un réchauffement planétaire de 2 à 3 °C, une diminution du volume des glaciers de l'ordre de 22 à 59 % ; une comparaison de scénarios individuels reste difficile à établir. Dans un monde à + 4 °C, les modèles prévoient un recul glaciaire de 44 à 74 % d'ici à 2100.

La surveillance, depuis 1950, du couvert neigeux à haute altitude au Chili et en Argentine ne montre aucune tendance significative (les évolutions possibles sont difficiles à cerner sur les relevés, car la variabilité interannuelle est grande et clairement modulée par l'ENSO). L'absence de projections fiables concernant l'évolution du stock de neige et du couvert neigeux dans les Andes constitue une lacune majeure dans le domaine de la recherche.

1.1.3.2 Ressources hydriques, sécurité de l'approvisionnement en eau, et inondations

Bien que l'ampleur des changements varie, tout le monde s'accorde sur la nécessité de réduire les débits et les ruissellements annuels moyens en Amérique Centrale. Le stress hydrique peut s'accroître, en particulier

dans les régions arides à forte densité de population et pendant la saison sèche. Dans les Caraïbes, les projections relatives au ruissellement manquent de fiabilité en raison de l'absence de données. Toutefois, la disponibilité d'eau douce pourrait diminuer pour plusieurs raisons telles que l'élévation du niveau de la mer qui provoque une intrusion de l'eau salée dans les aquifères côtiers. À l'échelon régional, le risque d'inondations et de glissements de terrain, particulièrement mortels, est très élevé. Même si les inondations semblent être souvent associées à une modification de l'utilisation des sols, des crues plus graves peuvent également se produire dans le contexte du changement climatique.

Les Andes tropicales devraient connaître une plus grande variabilité des débits saisonniers. Une diminution du débit des eaux pendant la saison sèche a déjà été observée et elle pourrait s'accroître en raison du recul inexorable des glaciers. Toutefois, ce même débit pourrait augmenter pendant la saison des pluies. La région andine pourrait faire face à des risques d'inondation accrus dans un monde à + 4 °C (à cause, par exemple, de la fonte accélérée des glaciers). En ce qui concerne l'Amazonie, les projections divergent quant au ruissellement et au débit dans la plupart des régions du bassin. La partie occidentale pourrait connaître un accroissement du débit des eaux, du ruissellement, du nombre de zones inondables et des périodes de crues. En revanche, dans la partie la plus méridionale de l'Amérique du Sud, les projections indiquent une diminution du ruissellement moyen.

Bien que l'Amérique latine et les Caraïbes possèdent d'abondantes ressources hydriques, nombre de villes sont tributaires de fleuves, d'aquifères, de lacs ou de glaciers locaux susceptibles de subir les effets du changement climatique — les réserves d'eau douce pourraient ne pas être suffisantes pour répondre à la demande. Par exemple, Guadalajara (Mexique) ainsi que beaucoup de villes andines devraient faire face à un stress hydrique accru et, si la demande actuelle persiste, les groupes de populations à faible revenu, déjà privés d'un accès adéquat à l'eau, éprouveront encore plus de difficultés.

1.1.3.3 Effets du changement climatique sur l'agriculture, l'élevage et la sécurité alimentaire

Les résultats des projections relatives aux effets du changement climatique sur les rendements agricoles varient d'une étude à l'autre, mais les différentes recherches confirment que cette évolution du climat entraînera très probablement une diminution des rendements d'importantes cultures vivrières en Amérique latine et dans les Caraïbes. Les projections font une exception pour le secteur rizicole dont les rendements des cultures irriguées/inondées devraient augmenter dans certaines régions. Les rares études consacrées aux effets du changement climatique sur l'élevage indiquent que la production des secteurs bovin et laitier diminuera en raison de la hausse des températures, le stress thermique ayant une incidence majeure sur la productivité d'un élevage. Le cheptel ovin supporte plus facilement la chaleur et la sécheresse que les bétails bovin et porcin.

1.1.3.4 Effets du changement climatique sur la biodiversité

Le changement climatique est susceptible de produire des effets nuisibles sur la biodiversité, allant du rétrécissement à l'extinction des aires de répartition, si le réchauffement planétaire est supérieur à + 2 °C. Étant donné que l'évolution des capacités d'adaptation des espèces et des écosystèmes est difficile à prévoir et à quantifier,

les modèles doivent recourir à des approches simplifiées comme c'est le cas des modèles d'enveloppe bioclimatique, des modèles de répartition des espèces et des modèles de végétation dynamique à l'échelle planétaire.

Une des tendances incontestables est que plus la température augmentera, plus elle aura une incidence négative sur la diversité des espèces. Les régions montagneuses sous les tropiques (par exemple, les forêts d'altitude) devraient devenir très vulnérables étant donné le nombre élevé d'espèces endémiques et spécialisées en danger d'extinction. La plupart des modèles ne tiennent compte ni des interactions biotiques (chaîne alimentaire, concurrence des espèces) ni des limitations de ressources. Par conséquent, la niche écologique effective d'une espèce au sein d'un écosystème peut devenir beaucoup plus petite que sa répartition potentielle selon les conditions climatiques et autres facteurs environnementaux, entraînant des modifications des zones écologiques.

1.1.3.5 Dégradation, dépérissement et point de non-retour de la forêt amazonienne

En règle générale, les études les plus récentes indiquent que si le dépérissement de la forêt amazonienne est improbable, il ne peut être totalement exclu. Les prévisions relatives aux précipitations ainsi qu'aux effets fertilisants du CO₂ sur la croissance des arbres tropicaux n'offrent aucune certitude. L'incidence du climat sur la durée de la saison sèche ainsi que la récurrence d'années de sécheresse extrême, et les effets des incendies sur la dégradation des forêts, sont autant d'inconnues pour lesquelles les effets cumulés doivent encore être étudiés dans le cadre de travaux intégrés englobant l'ensemble de la région amazonienne. Le point de non-retour se situe à environ 40 % de déboisement, lorsque les rétroactions hydriques et énergétiques modifiées entre la forêt tropicale restante et le climat peuvent entraîner une diminution des précipitations.

Un dépérissement de la forêt amazonienne à l'échelle de la totalité du bassin, causé par les rétroactions entre le climat et le cycle carbone à l'échelle planétaire constitue un point de non-retour potentiel d'importance majeure si les températures régionales augmentent de plus de 4 °C et que les températures moyennes dans le monde augmentent de plus de 3 °C vers la fin du XXI^e siècle. Toutefois, des études récentes ont réduit cette probabilité de 21 % à 0,24 % dans le cas d'un réchauffement climatique régional de +4 °C dès lors que les modèles couplant la physique du climat au cycle carbone sont ajustés pour mieux représenter la variabilité interannuelle des températures tropicales et des émissions de CO₂ connexes. Cependant, cette hypothèse s'avère uniquement lorsque les effets de la fertilisation du CO₂ correspondent à ceux confirmés par les modèles de végétation actuelle. En outre, la détérioration des forêts à grande échelle, résultant d'une intensification de la sécheresse, pourrait perturber les fonctions et les services écosystémiques, y compris le cycle hydrologique régional, même sans un dépérissement des dites forêts.

1.1.3.6 Pêcheries et récifs coralliens

Avec l'hypoxie et l'acidification des océans, qui devraient s'accroître en cas de fortes émissions de gaz à effet de serre, la possible aggravation des phénomènes liés à El Niño présente des risques substantiels pour les pêcheries les plus riches du monde. Mis à part les épisodes isolés, un réchauffement progressif des océans

a été observé et il devrait avoir une incidence négative sur les pêcheries (en particulier à l'échelon local).

En règle générale, les populations ichtyques migrent vers les pôles à la recherche d'eau plus froide. Les projections indiquent une augmentation du potentiel de capture pouvant aller jusqu'à 100 % au sud de l'Amérique latine. Au large des côtes de l'Uruguay, de la pointe sud de la Basse-Californie et de la partie méridionale du Brésil, le taux de capture potentiel maximal devrait diminuer de 50 %. Dans les eaux des Caraïbes ainsi que dans certaines zones de la côte Atlantique de l'Amérique Centrale, la diminution devrait osciller entre 5 et 50 %. Le long des côtes du Pérou et du Chili, la réduction des prises devrait atteindre jusqu'à 30 % alors que la ressource halieutique devrait être plus abondante au sud.

Indépendamment du seuil de sensibilité choisie ainsi que du type de scénario au regard des émissions de gaz à effet de serre, les récifs coralliens des Caraïbes devraient, d'ici à 2040, souffrir de phénomènes annuels de blanchissement. Alors que certaines espèces et certains endroits semblent opposer une plus grande résistance à ces derniers, il est clair que les écosystèmes marins des Caraïbes font face à des changements à grande échelle, aux lourdes conséquences pour les activités liées aux moyens de subsistance ainsi que pour la protection des côtes assurées par des récifs coralliens sains.

1.1.3.7 Santé

L'Amérique Latine et les Caraïbes font face à des risques accrus de morbidité et de mortalité engendrés par des maladies infectieuses et des épisodes climatiques caractérisés par une chaleur extrême. Les modèles observés de transmission des maladies, en rapport avec les différentes phases du cycle ENSO, offrent des indices sur la manière dont les changements de températures et de précipitations peuvent influencer sur une pathologie donnée à un endroit donné. Les projections relatives aux effets du changement climatique sur l'incidence de paludisme dans la région d'ici à la fin du siècle sont quelque peu incohérentes puisque certaines études prévoient une augmentation du nombre de cas tandis que d'autres abondent dans l'autre sens. Cette incertitude caractérise également l'analyse du rapport entre le changement climatique et le paludisme à l'échelle mondiale, et traduit la complexité des facteurs environnementaux influençant la maladie.

1.1.3.8 Migration et sécurité

Bien que les migrations ne soient pas un phénomène nouveau dans la région, elles devraient connaître une accélération sous la pression du changement climatique. De nombreuses régions de l'Amérique latine et des Caraïbes peuvent être touchées par des épisodes climatiques extrêmes tels que des sécheresses, des inondations, des glissements de terrain et des cyclones tropicaux, autant de phénomènes susceptibles d'engendrer des flux migratoires.

Certains exemples montrent que des migrations dues à la sécheresse sont déjà à l'œuvre dans certaines régions. La plus grande migration climatique devrait concerner des zones déjà touchées par certains fléaux sans rapport avec l'environnement (par exemple, piètre gouvernance, persécutions politiques, pression démographique et pauvreté) qui incitent déjà les populations locales à la migration.

Le risque de conflits armés dans la région reste faible. Toutefois, dans un contexte d'inégalités sociales et économiques

profondes ainsi que de flux migratoires importants entre les pays, les problèmes d'accès aux ressources, à la terre et à la richesse restent nombreux. Le changement climatique pourrait accroître le risque de conflit, en accentuant la pénurie de ressources, les flux migratoires, l'instabilité ainsi que la fréquence et l'intensité des catastrophes naturelles.

1.1.3.9 Infrastructure côtière

D'ici à 2050, les inondations côtières liées à l'élévation du niveau de la mer de 20 cm pourraient entraîner des pertes annuelles moyennes de 940 millions de dollars dans les 22 villes côtières les plus importantes d'Amérique Latine et des Caraïbes, voire de 1,2 milliard de dollars si la montée des eaux atteint 40 cm. La région des Caraïbes est particulièrement vulnérable au changement climatique en raison de ses basses terres et du lien étroit entre les populations et l'exploitation des ressources marines et côtières. Dans un scénario de réchauffement de la planète à + 4 °C et une élévation du niveau de la mer de 0,89 à 1,4 m, les cyclones tropicaux des Caraïbes pourraient à eux seuls provoquer des pertes de 22 milliards de dollars supplémentaires d'ici à 2050 (et 46 milliards d'ici à 2100) au titre de dégâts aux infrastructures et de pertes de revenus dans le secteur du tourisme, en comparaison du scénario de réchauffement dans un monde à + 2 °C. L'accroissement potentiel de l'intensité des cyclones tropicaux peut allonger les périodes d'immobilisation des navires dans les ports et, par conséquent, provoquer une hausse des frais de transport. L'activité touristique sur les littoraux est particulièrement exposée aux agents stressants liés directement ou indirectement au changement climatique, y compris l'élévation du niveau de la mer, la modification des régimes des tempêtes tropicales, l'accroissement des ondes de tempête et l'érosion côtière. Les infrastructures hôtelières situées en bordure de mer sont deux à trois fois plus exposées aux agents stressants liés aux changements climatiques que ces mêmes installations touristiques à l'intérieur des terres.

1.1.3.10 Énergie

L'évaluation de la documentation actuellement disponible concernant l'effet du changement climatique sur l'énergie en Amérique Latine et dans les Caraïbes montre que seules quelques études existent, la plupart émettant des hypothèses appuyées sur des questions clés telles que la saisonnalité de l'approvisionnement en eau pour les centrales hydroélectriques. Ces études sont davantage qualitatives que quantitatives et d'importantes lacunes restent à combler. D'autres travaux doivent encore être menés pour mesurer l'incidence du changement climatique sur les énergies renouvelables.

En général, les effets du changement climatique sur la demande d'énergie sont moins étudiés que ceux sur l'offre alors qu'une interaction dynamique lie l'offre et la demande. Par exemple, l'augmentation de la demande d'énergie lors de vagues de chaleur et la diminution de l'offre, s'expliquant par la réduction des débits fluviaux et de l'efficacité énergétique, pourrait accentuer à l'avenir la pression exercée sur les dispositifs actuels de production d'énergie.

1.1.4 Synthèse des effets sur le développement régional

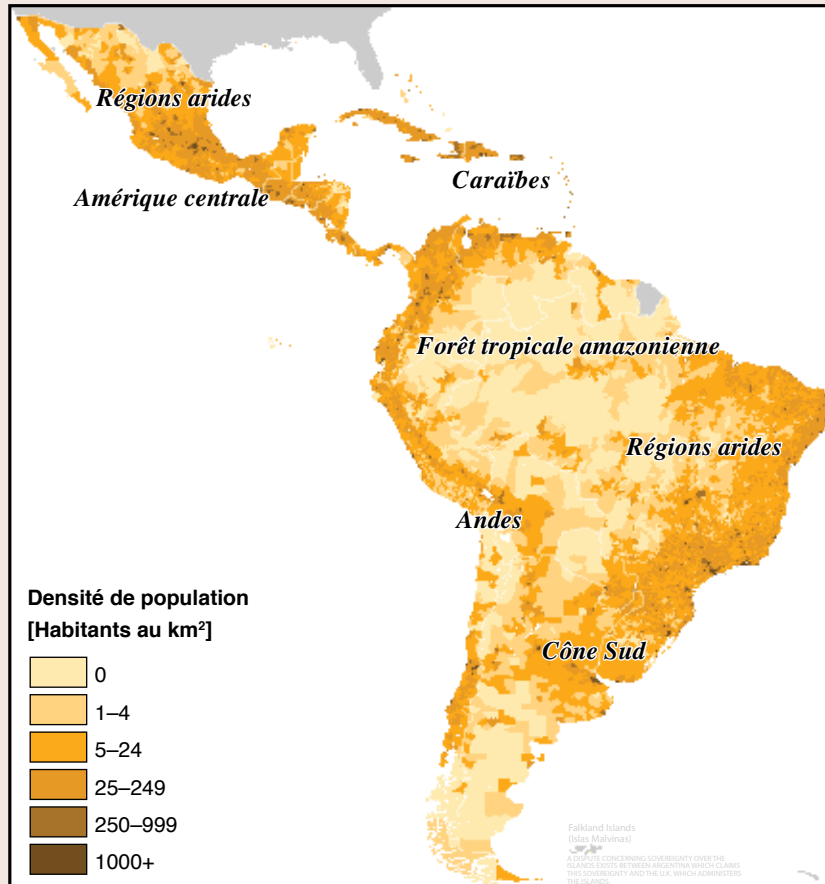
L'encadré 1.1. offre un aperçu des principaux risques climatiques dans la région. Le récit des effets sur le développement reprend les effets du changement climatique examinés dans le rapport principal (tableau 3.15, section 3.5). Ces effets ont de nombreuses implications directes et indirectes pour le développement de la région. Ils se font sentir de manière continue en milieux rural et urbain. Ils sont nombreux non seulement à toucher directement l'espace rural, par exemple, en réduisant la productivité des terres agricoles ou en modifiant les régimes hydrologiques, mais aussi les zones urbaines en altérant, par exemple, les services écosystémiques et les flux migratoires. Le développement pâtira aussi de cette situation alors que se multiplient les défis posés par le changement climatique et qu'ils interagissent avec les facteurs socioéconomiques. En particulier, la fonte des glaciers et la modification des débits fluviaux, les épisodes d'une extrême violence, et les risques pesant sur les systèmes de production alimentaire exerceront une pression accrue sur les moyens de subsistance des populations.

Le changement climatique a et continuera d'avoir des effets multiples sur le développement de toute la région. Premièrement, les modifications du cycle hydrologique nuisent à la stabilité des réserves d'eau douce et des services écosystémiques. Une altération du système hydrologique due à une modification du ruissellement et du stock de neige ainsi qu'à la fonte glaciaire aura une incidence sur les services écosystémiques dont la population rurale est tributaire, l'approvisionnement en eau douce dans les villes, ainsi que les principales activités économiques telles que l'extraction minière et la production hydroélectrique. Deuxièmement, le changement climatique met en danger la production agricole à grande échelle destinée à l'exportation ainsi que l'agriculture à petite échelle pour la production vivrière régionale. Troisièmement, la prévalence nettement accrue d'épisodes d'une violence extrême touche les communautés à la fois rurales et urbaines, en particulier dans les régions côtières.

À l'échelon sous-régional, les interactions suivantes entre climat et développement sont particulièrement importantes. En Amérique Centrale et dans les Caraïbes, les phénomènes climatiques extrêmes menacent les moyens de subsistance et endommagent les infrastructures. Dans les Andes, les modifications observées au regard de la disponibilité des ressources hydriques représentent un défi pour les pauvres en milieux rural et urbain. Dans la région amazonienne, le danger d'atteindre un point de non-retour, ainsi que les risques de dégradation des forêts et de détérioration de la biodiversité représentent une menace pour les populations locales. Les changements hydrologiques pourraient avoir une incidence sur la région tout entière. Le cône sud voit ses produits d'exportation menacés par une baisse de la production de l'agriculture intensive. Dans les régions sous-tropicales arides du Mexique et du nord-est du Brésil, la sécheresse croissante menace les moyens de subsistance et la santé des populations rurales.

L'encadré 1.2 offre un aperçu des prévisions relatives aux effets du changement climatique dans les principaux secteurs de la région.

Encadré 1.1. Risques pour le développement de la sous-région Amérique latine et Caraïbes dans le cas d'un réchauffement de 4 °C en 2100 par rapport aux températures préindustrielles



Source des données : Centre pour le réseau international de l'information sur les sciences de la Terre (Université de Columbia), Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et Centro Internacional de Agricultura Tropical, *Gridded Population of the World, Version 3 (GPWv3)* : Population Count Grid. Palisades, NY : NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC), 2005. Cette carte a été reproduite par l'unité de cartographie de la Banque mondiale. Les frontières, les couleurs, les dénominations et toute autre information figurant sur cette carte n'impliquent de la part du Groupe de la Banque mondiale aucun jugement quant au statut juridique d'un territoire quelconque et ne signifient nullement que l'institution reconnaît ou accepte ces frontières.

Amérique centrale et Caraïbes

Fréquence accrue du phénomène El Niño et des cyclones tropicaux, précipitations extrêmes, sécheresse et canicules. Risques de réduction des ressources hydriques, des rendements agricoles, de la sécurité alimentaire et de la sûreté des côtes.

Populations pauvres exposées aux glissements de terrain, à l'érosion des côtes, avec un risque d'augmentation des taux de mortalité et des migrations, impacts négatifs sur le PIB en cas de contribution importante du tourisme côtier.

Forêt amazonienne

Augmentation des épisodes extrêmes de chaleur et d'aridité, risque d'incendies et de dégradation des forêts et de pertes de biodiversité.

Risque de transformation de la forêt pluviale en source de carbone. La conversion des zones agricoles peut engendrer des conflits fonciers. Risques d'extinction d'espèces, menaçant les moyens de subsistance traditionnels et de déculturation.

Les Andes

Fonte des glaces, variations du manteau neigeux, risques d'inondation et pénurie d'eau douce.

En altitude, les femmes, les enfants et les populations autochtones sont particulièrement vulnérables ; et l'activité agricole menacée. Dans les zones urbanisées, les pauvres vivant sur des terrains en pente sont plus exposés aux inondations.

Régions arides

Intensification des épisodes de sécheresse et de chaleur extrême, entraînant la mort du bétail, la baisse des rendements agricoles et des pressions sur les ressources dulcicoles.

Risques de famines localisées parmi des communautés autochtones enclavées ; problèmes de santé liés à l'eau. Les pressions sur les ressources peuvent engendrer des conflits et des migrations vers les villes.

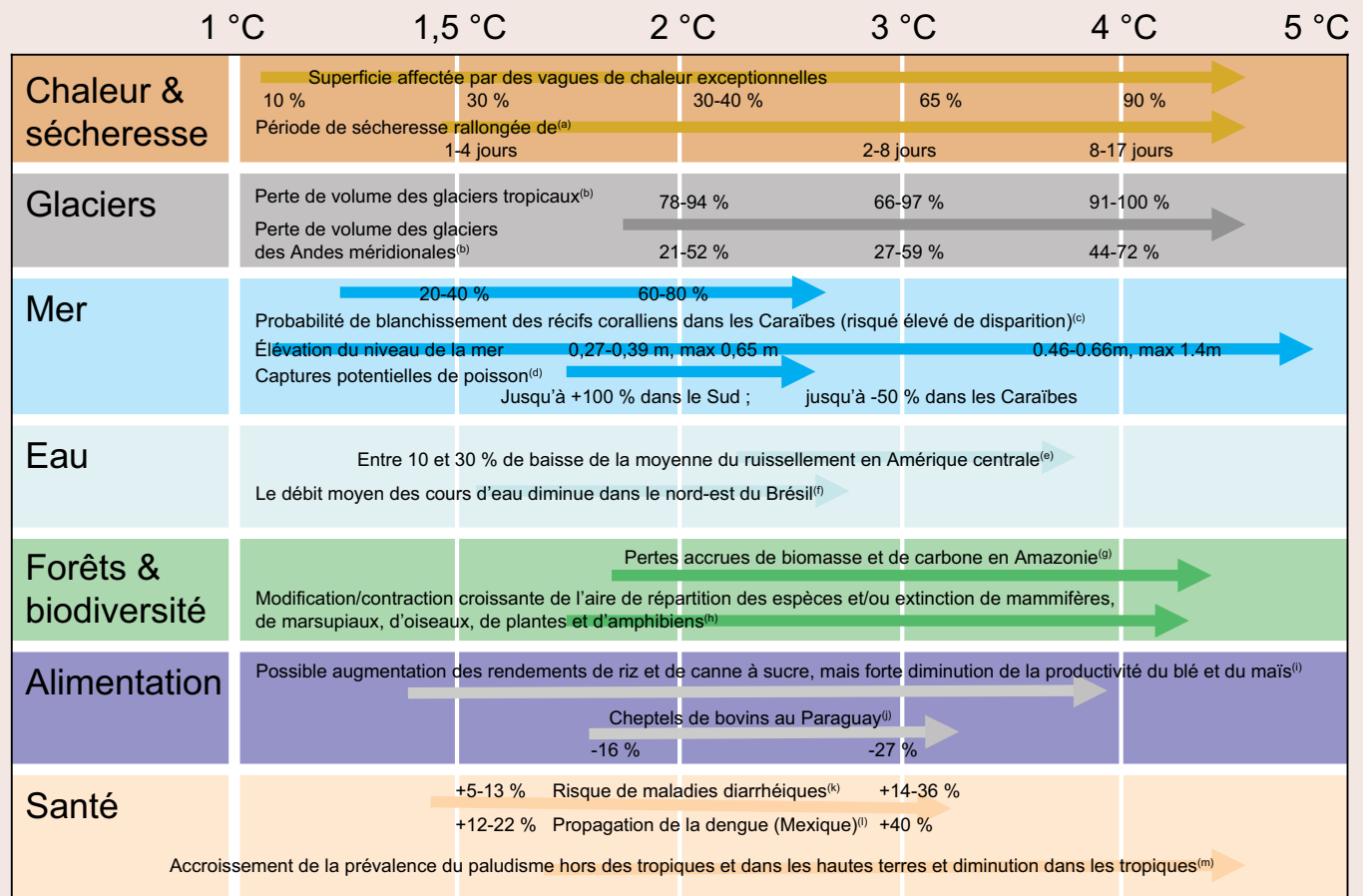
Cône sud

Diminution des rendements agricoles et de la productivité des pâturages, migration des écozones agricoles vers le nord.

Risques pour l'état nutritionnel des populations locales pauvres. Risques de renchérissement des denrées alimentaires et répercussions à l'extérieur de la région en raison de l'exportation d'une part importante de la production agricole.

Encadré 1.2. Effets prévisibles du changement climatique sur des secteurs importants d'Amérique latine et des Caraïbes

Les niveaux de réchauffement sont établis par rapport aux températures de l'ère préindustrielle. Les effets exposés ici sont une partie de ceux récapitulés au tableau 3.15 du rapport principal. Les flèches indiquent uniquement les différents niveaux de réchauffement évalués dans les études de référence, mais n'impliquent nullement une gradation des risques, à moins que cela ne soit mentionné expressément. De plus, les effets observés ou survenant à des niveaux de réchauffement inférieurs ou supérieurs qui ne sont pas mentionnés dans les études importantes mises en relief ici ne sont pas représentés (comme le blanchissement des coraux qui se produit à moins de 1,5 °C de réchauffement, alors que les études mentionnées ici ne commencent qu'à + 1,5 °C). Des mesures d'adaptation ne sont pas évaluées ici, même si elles peuvent largement contribuer à atténuer les effets du changement climatique. La disposition de la figure est adaptée de Perry (2010). Les lettres en minuscule en exposant indiquent les références bibliographiques concernant chaque effet³. Si aucune lettre n'est mentionnée, les résultats sont basés sur des analyses supplémentaires effectuées aux fins du présent rapport.



³ a) Sillmann et al. (2013 b) ; b) Marzeion et al. (2012) ; Giesen et Oerlemans (2013) ; Radic et al. (2013) ; c) Meissner et al. (2012) ; d) Cheung et al. (2010) ; e) Hidalgo et al. (2013) ; f) Döll et Schmied (2012) ; g) plusieurs études sans prendre en compte les effets fertilisants du CO₂, voir le tableau 3.1 ; h) plusieurs études, voir le tableau 3.1 ; i) plusieurs études, voir le tableau 3.1 ; j) ECLAC (2010) ; k) Kolstad et Johansson (2011) ; l) Colon-Gonzalez et al. (2013) ; m) Beguin et al. (2011) ; Caminade et al. (2014) ; Van Lieshout et al. (2004).



Moyen-Orient et Afrique du Nord

La région du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord est une des plus diverses du monde sur le plan économique, avec un PIB par habitant allant de 1 000 dollars au Yémen à plus de 20 000 dollars dans les États du Golfe. Par conséquent, les capacités d'adaptation et la vulnérabilité aux effets du changement climatique varient considérablement dans la région. Cette dernière sera touchée de plein fouet dans le cas d'un réchauffement de 2 ou de 4 °C, notamment à cause de l'accroissement substantiel, comme l'indiquent les prévisions, des vagues de chaleur, la forte diminution des réserves hydriques et, toutes les conséquences prévues en matière de sécurité alimentaire régionale. Dans certains pays, les rendements agricoles pourraient chuter de plus de 30 % dans un monde à + 1,5-2 °C et de près de 60 % dans un monde à + 3-4 °C dans certaines parties de la région. La détérioration des moyens de subsistance en milieu rural pourrait contribuer à une intensification des flux migratoires à l'intérieur comme à l'extérieur des frontières nationales, accentuant ainsi les pressions exercées sur les infrastructures urbaines ainsi que les risques sanitaires connexes pour les migrants vivant dans la pauvreté. Les migrations et les pressions du climat sur les ressources pourraient accroître le risque de conflit.

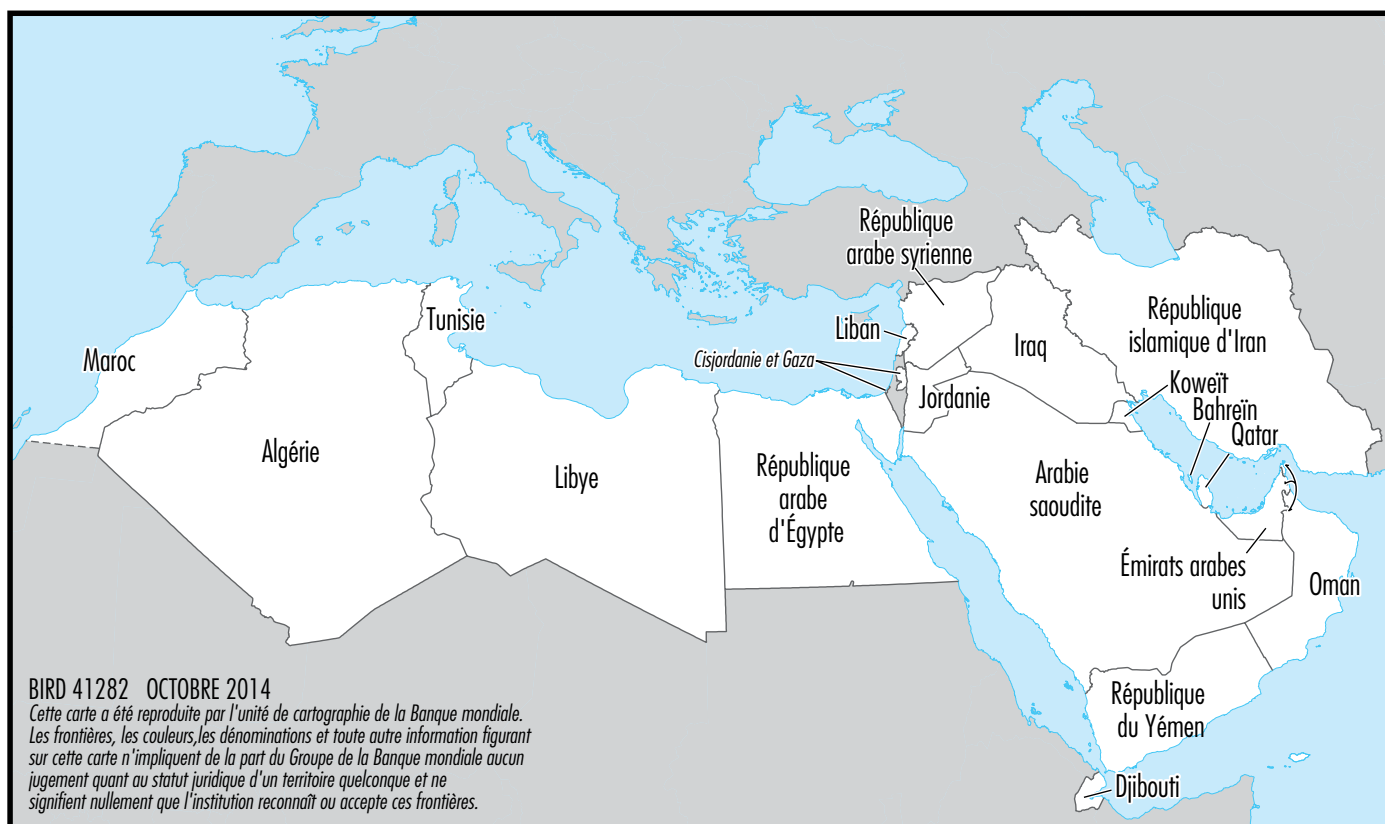
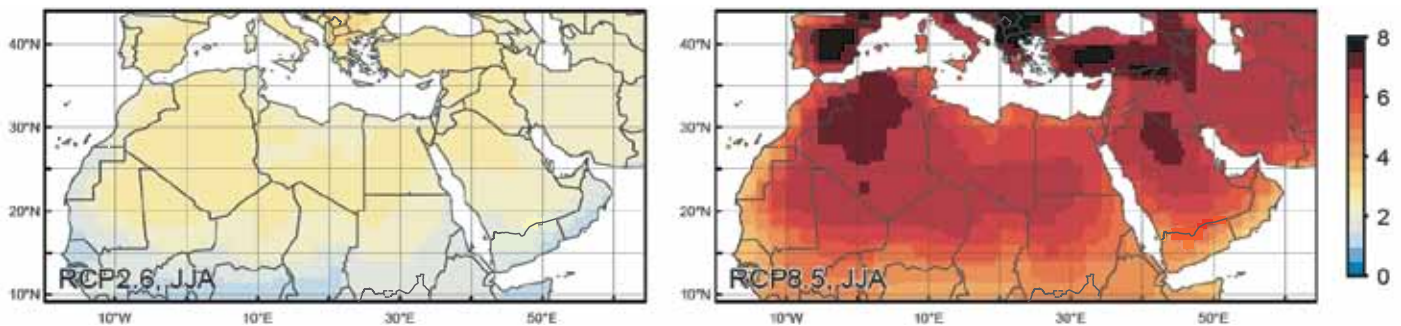


Figure 2.1 : Moyenne multimodèle des anomalies de température pour les scénarios RCP2.6 (monde à + 2 °C, gauche) et RCP8.5 (monde à + 4 °C, droite) pour les mois de juin-juillet-août pour le Moyen-Orient et l’Afrique du Nord.



Une moyenne des anomalies de température exprimée en degrés Celsius est calculée sur la période 2071-2099 par rapport à la période 1951-1980.

2.1 Synthèse régionale

La région du Moyen-Orient et de l’Afrique du Nord devrait voir sa population doubler d’ici à 2050 ce qui, avec les effets prévus du changement climatique, exerce une pression considérable sur ses ressources hydriques et autres. Elle est déjà fortement tributaire des importations de produits alimentaires, puisqu’elle achète sur les marchés internationaux 50 % de son blé et de son orge, 40 % de son riz et près de 70 % de son maïs. Elle fait face à une pénurie d’eau chronique, par divers moyens, comme le captage d’eau souterraine, la désalinisation et les stratégies d’adaptation mise en œuvre à l’échelon local. Malgré le manque cruel du précieux liquide, les pays du Golfe utilisent plus d’eau par habitant que la moyenne mondiale, les marchés de l’énergie et de l’eau de type résidentiel étant parmi les plus subventionnés au monde. La région est très hétérogène sur les plans politique et socioéconomique. Par conséquent, les capacités d’adaptation et la vulnérabilité aux effets du changement climatique varient considérablement, en particulier entre les États du Golfe et les autres pays de la région.

Les populations du Moyen-Orient et de l’Afrique du Nord sont largement tributaires de l’agriculture en tant que source d’alimentation et de revenus, pas uniquement dans le célèbre « croissant fertile » de la région du Tigre et de l’Euphrate, mais aussi sur les côtes de la Méditerranée et dans la région du Nil, largement couverte de terres arides et de déserts. Actuellement, la région a une production agricole pluviale à 70 %, ce qui la rend très vulnérable aux changements de températures et de pluviosité, et à leurs conséquences directes sur la sécurité alimentaire, la sécurité sociale et les moyens de subsistance en milieu rural. Ce contexte, auquel s’ajoutent les transformations sociales et l’urbanisation galopante, augure d’une grande vulnérabilité pour le Moyen-Orient et l’Afrique du Nord, en particulier les pauvres vivant en milieux rural et urbain. Tous les pays de la région font face à un tarissement majeur et rapide de leurs ressources, en particulier dans les domaines hydrique et foncier. La région est très diverse sur les plans politique et socioéconomique. Par conséquent, ses capacités d’adaptation et sa vulnérabilité face aux risques climatiques varient considérablement, notamment entre les États du Golfe et les autres pays.

2.1.1 Tendances régionales du changement climatique

2.1.1.1 Températures et vagues de chaleur

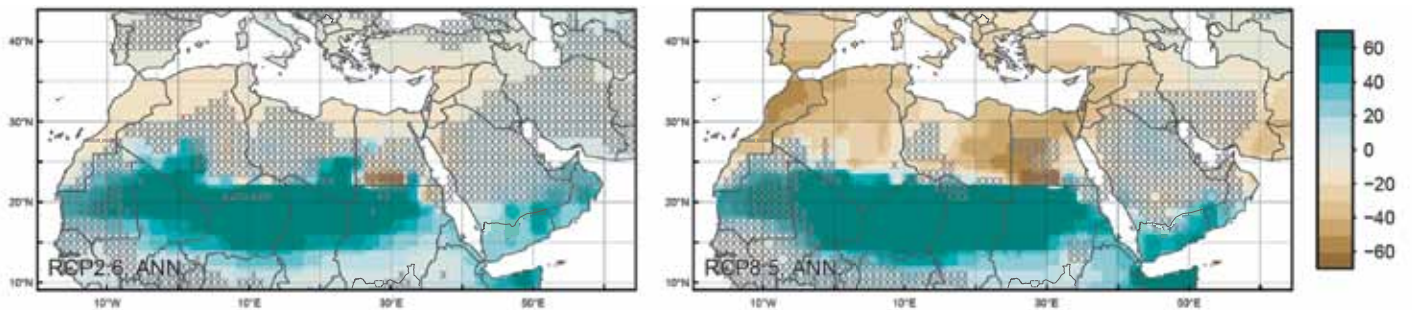
Un réchauffement d’environ 0,2 °C par décennie a été observé dans la région depuis la période 1961-1990, un rythme qui s’est même accéléré depuis et correspond à une augmentation des pointes de températures extrêmes. D’un point de vue géographique, le réchauffement le plus sensible devrait se produire à proximité de la côte méditerranéenne. À cet endroit, mais également à l’intérieur des terres en Algérie, en Libye et dans une grande partie de l’Égypte, le réchauffement devrait atteindre 3 °C, dans un monde à + 2 °C, d’ici à la fin du siècle. Dans un monde à + 4 °C, les températures estivales moyennes devraient être jusqu’à 8 °C plus élevées dans certaines parties de l’Algérie, de l’Arabie Saoudite et de l’Iraq d’ici à la fin du siècle (voir figure 2.1).

D’ici à la fin du siècle, dans un monde à + 2 °C, des vagues de chaleur *exceptionnelles*⁴ ponctueront les mois d’été, un tiers du temps, dans pratiquement toute la région MENA. En d’autres termes, chaque année, un des mois d’été dépassera en moyenne des températures supérieures à trois écarts-type par rapport à la moyenne de référence. Toutefois, des vagues de chaleur *sans précédent* devraient rester globalement rares dans un monde à + 2 °C, sauf dans certaines régions littorales isolées comme les côtes méditerranéennes de l’Égypte ainsi qu’au Yémen, à Djibouti et à Oman. Dans ce cas, ces épisodes devraient être relativement peu fréquents dans un monde à + 2 °C, mais devraient ponctuer 5 à 10 % des mois d’été.

Bien que l’accroissement de la fréquence des pointes de chaleur doive s’estomper vers le milieu du siècle dans un monde à + 2 °C, il se poursuivra jusqu’en 2100 dans un monde à + 4 °C qui connaîtra, par ailleurs, dans 80 % des cas, des mois d’été d’une chaleur supérieure à 5-sigma (vague *sans précédent*) et, dans environ 65 % des cas, une chaleur supérieure à 5-sigma pendant la période de 2071-2099.

⁴ Dans le présent rapport, les vagues de chaleur « exceptionnelles » sont notées 3-sigma et les vagues de chaleur « sans précédent » sont notées 5-sigma (voir annexe).

Figure 2.2 : Moyenne multimodèle de la variation en pourcentage de l'indice d'aridité dans un monde à + 2 °C (gauche) et dans un monde à + 4 °C (droite) pour le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord d'ici à 2071-2099 par rapport à 1951-1980



Les zones hachurées indiquent des résultats incertains, deux modèles au moins sur les cinq traduisant un désaccord sur l'orientation du changement. Notons qu'une évolution négative correspond à une aggravation de l'aridité (voir annexe).⁵

2.1.1.2 Précipitations et aridité

A l'avenir, les déplacements vers le nord de l'humidité atmosphérique, associés à une anomalie plus prononcée de l'Oscillation nord-atlantique (ONA), devraient réduire les niveaux de précipitations sur l'Afrique du Nord, le Maghreb et le Machrek. Dans un monde à + 4 °C, les pays bordés par la Méditerranée, notamment le Maroc, l'Algérie et l'Égypte devraient connaître une pluviosité nettement réduite. Cependant, le déplacement prévu vers le nord de la zone de convergence intertropicale (ZCIT) devrait accroître les précipitations sur les parties méridionales de la région (déjà sous l'influence des systèmes de mousson), en particulier au sud de la péninsule arabique (Yémen, Oman). Par conséquent, l'évolution prévue des régimes de précipitations annuelles moyennes indique une claire dualité nord-sud, puisque les régions situées au-delà du 25° parallèle nord deviennent relativement plus sèches et que celles situées en deçà sont de plus en plus humides. L'augmentation des précipitations, en valeur absolue, dans les régions septentrionales sera pourtant très faible parce que ces dernières (à l'exception du Yémen) sont aujourd'hui déjà très sèches. Par ailleurs, les effets d'une augmentation de la pluviosité sur la disponibilité de la ressource hydrique devraient être contrecarrés par un accroissement simultané de la température, entraînant une hausse du taux d'évaporation. Enfin, une augmentation des précipitations dans la partie méridionale de la région peut être associée à des épisodes pluvieux plus violents et plus intenses.

Il existe une proche correspondance entre l'évolution de l'indice d'aridité annuel moyen et l'évolution prévue des régimes de précipitations. Les modifications de l'indice d'aridité sont principalement tributaires des changements des régimes de précipitations, avec des conditions plus humides au sud du 25e parallèle nord et dans la plupart des régions méridionales de la péninsule arabique, entraînant une baisse de l'aridité, et des conditions plus sèches au nord de ce même parallèle provoquant, dans

cette région, un accroissement de l'aridité. Dans la région côtière de la Méditerranée, l'augmentation relative de l'aridité est plus importante que prévu en regard de la chute des précipitations, car l'évapotranspiration connaît une hausse sensible engendrée par l'accroissement du réchauffement climatique.

2.1.2 Élévation du niveau de la mer à l'échelon régional

Dans la région méditerranéenne, les marégraphes ont enregistré, au cours du XX^e siècle, une élévation du niveau de la mer inférieure à la moyenne, de l'ordre de 1,1 à 1,3 mm par an (c'est-à-dire un rythme moins soutenu que la moyenne annuelle mondiale de 1,8 mm par an). Toutefois, les données affichent une variabilité interdécennale notable, caractérisée par une lente augmentation progressive sur la période 1960-1990, et un accroissement rapide (supérieur à la moyenne) après 1990.

Les analyses relatives au XXI^e siècle indiquent une augmentation légèrement inférieure à la moyenne dans le bassin méditerranéen, qui s'explique principalement par l'influence gravitationnelle de la calotte du Groenland. La Tunisie, sur sa côte méditerranéenne, devrait connaître une élévation moyenne du niveau de la mer de 0,56 m (avec un maximum de 0,96 m) d'ici à la fin du siècle dans un monde à + 4 °C. Ce sont huit centimètres de moins qu'à Muscat, sur la côte de la mer d'Arabie, où les projections donnent une élévation médiane de 0,64 m (fourchette de 0,44 m à 1,04 m) du niveau de la mer. Sur la côte Atlantique, l'élévation est évaluée à 0,58 m pour Tanger (fourchette de 0,39 m à 0,98 m). Dans un monde à + 1,5 °C, le niveau de la mer devrait s'élever de 0,34, 0,35 et 0,39 à Tunis, Tanger et Muscat respectivement.

2.1.3 Impacts sectoriels et thématiques

2.1.3.1 Lien entre agriculture et sécurité de l'approvisionnement en ressources hydriques et alimentaires

La région du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord possède peu de ressources hydriques, la majeure partie des terres bénéficiant de moins de 300 mm de précipitations annuelles (200-300 mm représente le niveau minimum pour l'agriculture pluviale). Les

⁵ Certaines cellules individuelles comportent des valeurs très différentes de celles de cellules adjacentes (par exemple, sur la côte de la mer Noire sous RCP8.5). Cet écart s'explique par le fait que l'indice d'aridité est défini en tant que fraction des précipitations annuelles totales, divisée par l'évapotranspiration potentielle (voir annexe). Par conséquent, l'évolution est loin d'être linéaire et les fluctuations interannuelles peuvent être considérables. Le calcul des moyennes axé sur un nombre relativement réduit de simulations sur modèle, peut entraîner des écarts locaux.

ceintures semiarides le long des côtes et des montagnes sont les seules zones à abriter des ressources hydriques et des terres arables adaptées à l'agriculture pluviale. Les ressources hydriques renouvelables, en base annuelle, se situent, dans la plupart des pays, à moins de 1000 m³ par habitant (à l'exception de l'Iraq, d'Oman, de la Syrie et du Liban) et de 50 m³ à peine par habitant au Koweït. En raison de cette pénurie, les pays ne sont pas en mesure de produire toutes les denrées alimentaires requises à l'échelon national et ils sont donc tributaires des importations de ce type de produits. Ce cruel manque d'eau et de terres arables constaté aujourd'hui s'aggraverait considérablement dans un monde à + 2 °C et + 4 °C.

- **Terre cultivable** : un climat plus chaud et plus sec devrait entraîner un déplacement de la végétation et des terres cultivables vers le nord (par exemple, de 75 km pour la période 2090-2099 par rapport à la période 2000-2009 dans un monde à + 4 °C).
- **Durée de la saison de croissance** : la diminution de la pluviosité et l'augmentation des températures raccourciront, dans la majeure partie de la région, les saisons de croissance du blé d'environ deux semaines d'ici à la moitié du siècle (2031-2050). Cette période de maturation du blé en Tunisie devrait être réduite de 10 jours en cas de réchauffement de + 1,3 °C, de 16 jours pour + 2 °C, de 20 jours pour + 2,5 °C et de 30 jours pour + 4 °C.
- **Rendements agricoles** : ils devraient chuter de 30 % en cas de réchauffement de + 1,5-2 °C et de 60 % dans un monde à + 3-4 °C, avec des variations régionales et sans tenir compte de l'adaptation. Les baisses de productivité des cultures devraient se situer entre 1,5 et 24 % pour le Maghreb occidental et entre 4 et 30 % dans certaines parties du Machrek, d'ici à la moitié du siècle. Les légumes et le maïs devraient être les plus touchés dans les deux régions étant donné qu'ils sont cultivés en été.
- **Élevage** : le changement climatique aura diverses conséquences sur la production animale : modification de la quantité et de la qualité des aliments pour animaux, évolution de la durée du pacage, stress supplémentaire lié à la chaleur, diminution des réserves d'eau potable, et évolution des pathologies ainsi que des vecteurs pathogènes chez les animaux.

L'incertitude des prévisions s'explique par les différentes approches, les nombreux modèles climatiques et la persistance des effets du CO₂, car les concentrations croissantes de dioxyde de carbone dans l'atmosphère peuvent potentiellement contribuer à une augmentation de l'efficacité de l'utilisation de l'eau par les plantes (et par conséquent des rendements agricoles).

À la suite du réchauffement régional et des modifications des régimes de précipitations, la ressource hydrique devrait diminuer dans la majeure partie de la région au cours du XXI^e siècle. Par exemple, dans les montagnes de l'Anatolie orientale (source du Tigre et de l'Euphrate), le ruissellement devrait diminuer de 25 à 55 % dans un monde à + 4 °C.

Les zones montagneuses du Maroc, de l'Algérie, du Liban, de la Syrie, de l'Iraq, de l'Iran et de la Turquie jouent un rôle de premier plan dans l'approvisionnement en eau de la région étant donné qu'elles stockent une partie des précipitations sous forme

de neige. Compte tenu de la réduction prévue des chutes de neige et des réserves d'eau de neige, l'écoulement maximum des eaux de fonte interviendra plus tôt dans l'année, entraînant des effets négatifs sur les systèmes fluviaux en aval et la disponibilité de la ressource hydrique dans les régions éloignées. Par exemple, le stock de neige dans la partie supérieure du bassin du Nahr el-Kébir au Liban devrait diminuer de 40 % dans un monde à + 2 °C et de 70 % dans un monde à + 4 °C. Par conséquent, les périodes de sécheresse débuteraient 15 à 20 jours plus tôt en cas de réchauffement de + 2 °C, et plus d'un mois plus tôt si ce dernier s'élève + 4 °C.

2.1.3.2 Désertification, salinisation et tempêtes de poussière

Les effets du changement climatique sur la désertification varient selon les conditions locales, et les interactions entre les différentes causes du phénomène sont multiples. Une augmentation des températures et de l'évapotranspiration, la modification des régimes de précipitations ainsi que l'accroissement de l'intensité et de la fréquence d'épisodes exceptionnels peuvent directement amorcer ou renforcer les processus de désertification. Recouverte principalement de terres arides, la région est à la merci de tempêtes de poussière qui provoquent des dégâts et des perturbations tant pour les personnes et leurs biens que pour l'agriculture et l'économie. Bien qu'aucune étude n'ait été consacrée aux conséquences directes des tempêtes de poussière dans la région, le vent en tant que moteur de ces phénomènes peut être calculé à partir de modèles climatiques. Toutefois, il n'existe aucune recherche, à l'échelon régional, sur l'évolution des configurations des vents au Moyen-Orient et en Afrique du Nord, et les tendances à venir doivent être calculées à partir d'études menées à l'échelon international.

Un accroissement de la salinisation au titre du changement climatique concerne l'ensemble de la ressource hydrique de la région. Les zones côtières à forte densité de population sont les plus touchées par la salinisation induite par le réchauffement climatique (intrusion d'eau salée) et accélérée par l'élévation du niveau de la mer engendrée par ce changement climatique. La salinisation des fleuves a fait l'objet d'études consacrées notamment au Tigre et à l'Euphrate, au Jourdain et au Nil.

Cela dit, la salinisation est un processus complexe et le changement climatique n'est qu'un facteur important parmi d'autres (avec l'irrigation, l'absorption d'eau et l'affaissement des sols). Le changement climatique et, en particulier, la sécheresse accrue dans la région devraient accentuer ces autres facteurs (par exemple, les cultures devront être irriguées davantage).

2.1.3.3 Santé humaine

La région connaît actuellement une recrudescence de plusieurs pathologies virales et de maladies à transmission vectorielle qui étaient pourtant sur le déclin. Le changement climatique peut compliquer la prise en charge de ces maladies, y compris celles à transmission vectorielle telles que le paludisme, la filariose lymphatique et la leishmaniose. En outre, des flambées de choléra (associées à des températures élevées et susceptibles de survenir au lendemain d'épisodes climatiques entraînant une perturbation de l'approvisionnement en eau) sont à l'origine, ces cinq dernières années, de décès en Iraq, en Iran et au Yémen.

Le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord connaissent déjà des températures estivales très élevées, rendant la population de la région d'autant plus vulnérable à de nouvelles hausses du mercure.

Dans un monde à + 2 °C, le nombre annuel de journées chaudes, caractérisées par des températures exceptionnellement élevées et un inconfort thermique, devrait passer de 4 à 62 à Amman (Jordanie), de 8 à 90 à Bagdad (Iraq) et de 1 à 71 à Damas (Syrie). L'accroissement le plus sensible devrait être observé à Riyad (Arabie Saoudite) où le nombre de journées chaudes devrait passer de 3 à 132 par an. Dans un monde à + 4 °C, le nombre moyen de journées chaudes devrait dépasser 115 par an dans toutes ces villes.

2.1.3.4 Migration et sécurité

Les études établissent un lien entre le changement climatique et la migration dans la région. Les possibilités de migrer, dans un monde plus chaud, devraient être plus limitées. Les migrations internes resteront importantes, mais les schémas traditionnels de mobilité pourraient être perturbés. Des populations entières seront contraintes de se déplacer tandis que d'autres, prises au piège de la pauvreté, seront condamnées à rester. Par conséquent, les migrations résultant du changement climatique ne doivent pas être considérées comme un problème associé exclusivement au réchauffement de la planète, mais également à des cadres économiques, culturels, technologiques et politiques.

Le changement climatique pourrait accentuer la menace sur la région, en exerçant une pression supplémentaire sur les ressources déjà limitées et en amplifiant les dangers préexistants tels que l'instabilité politique, la pauvreté et le chômage. Ce contexte peut créer les conditions propices à un soulèvement social et à un conflit violent. Il reste difficile d'établir un lien direct entre le changement climatique et les conflits en raison des différentes méthodes utilisées et des conclusions contradictoires. Les résultats de certaines études reposent, dans certains cas, sur un seul épisode extrême ; d'autres prennent les variations de température ou de précipitations comme indicateurs des changements à long terme ; d'autres encore examinent le réchauffement climatique à court terme. Des travaux supplémentaires sont nécessaires pour étudier et établir le lien entre le changement climatique et les conflits, et définir le rapport entre le changement climatique à long terme – plutôt que les dangers climatologiques isolés – et les migrations et conflits.

2.1.3.5 Infrastructure côtière et tourisme

Le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord sont vulnérables aux effets de l'élévation du niveau de la mer. Les personnes à risque, dans les villes côtières, s'élevaient à 60 millions en 2010, chiffre qui devrait passer à 100 millions d'ici à 2030. Séparant les facteurs socioéconomiques de vulnérabilité de ceux associés à l'élévation du niveau de la mer, une étude portant sur 136 villes côtières a montré qu'Alexandrie, Benghazi et Alger étaient particulièrement vulnérables à une augmentation de 0,2 m du niveau de la mer d'ici à 2050. Elle estime qu'en cas de défaillance des systèmes de protection contre les inondations, l'élévation du niveau de la mer provoquerait des dommages beaucoup plus importants qui passeraient de 16,5 à 50,5 milliards de dollars à Alexandrie, de 1,2 à 2 milliards de dollars à Benghazi et de 300 à 400 millions de dollars à Alger. Les pertes annuelles atteindraient respectivement 58 milliards, 2,7 milliards et 600 millions de dollars, en cas d'élévation du niveau de la mer de 0,4 m. Une élévation du niveau de la mer d'un mètre pourrait avoir des répercussions sur 10 % de la population égyptienne, dont 5 % en zone urbaine, et entraîner une chute du PIB de 6 %. Une étude a estimé qu'une élévation du niveau de la mer de 0,3 m (prévue en 2025 par cette même étude) inonderait 30 % de la zone métropolitaine d'Alexandrie, obligeant quelque 545 000 personnes à abandonner leur foyer et leurs terres,

et provoquant la perte de 70 500 emplois. En cas d'augmentation du niveau de la mer de 0,5 m, projetée pour l'année 2050, la même étude calcule qu'environ 1,5 million de personnes seraient déplacées et que 195 500 emplois seraient perdus.

Les effets du changement climatique sur le tourisme restent imprécis en raison d'autres aspects non climatiques, tels que l'évolution des frais de transport ainsi que de la demande et des possibilités dans le secteur du tourisme.

2.1.3.6 Systèmes de production d'énergie

Trois types d'agents stressants liés au changement climatique pourraient perturber la production des centrales thermiques et hydroélectriques : 1) l'accroissement des températures atmosphériques pourrait réduire le rendement de conversion thermique ; 2) les modifications du régime hydrologique et des températures de l'eau pourraient entraîner une diminution du volume disponible ainsi que de l'efficacité de l'eau de refroidissement ; et 3) les phénomènes météorologiques extrêmes pourraient nuire au fonctionnement des centrales de production d'énergie ainsi qu'aux systèmes de distribution. Des études régionales publiées en anglais sur l'évaluation quantitative des effets du changement climatique sur la production thermoélectrique au Moyen-Orient et en Afrique du Nord semblent faire défaut. Pour l'Afrique du Nord, une étude estime que la production d'énergie hydroélectrique diminuera de 0,5 % dans un monde à + 2 °C, par rapport aux niveaux de production de 2005 et ce, en raison de l'évolution du ruissellement des fleuves. Elle considère par ailleurs que la production diminuera de 1,4 % au Moyen-Orient.

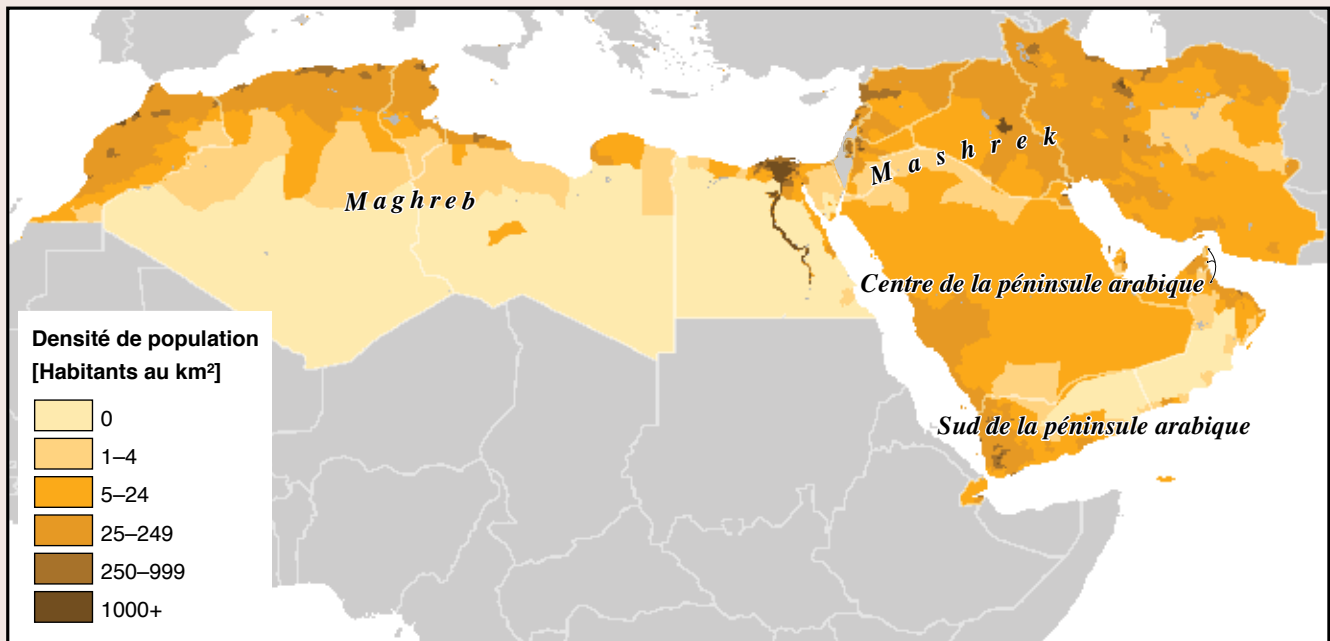
2.1.4 Synthèse des effets sur le développement régional

L'encadré 2.1. offre un aperçu des principaux risques climatiques dans la région. Le récit des effets sur le développement reprend les effets du changement climatique examinés dans le rapport principal (tableau 4.10) qui sont présentés plus en détail à la section 4.5. Le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord sont une des régions du monde les plus vulnérables au changement climatique. La région, qui a toujours été fortement tributaire des importations et le devient de plus en plus, est particulièrement exposée aux effets du changement climatique sur le secteur agricole aux échelons national et mondial, ainsi qu'aux hausses subséquentes des prix des produits alimentaires. Bien que les causes soient toujours multiples, ces indicateurs économiques associés au changement climatique peuvent constituer une source potentielle de migration et de tensions sociales, et avoir des effets durables sur la pauvreté dans la région. Les pauvres, tant en milieu urbain que rural, seraient les premières victimes de ces effets sur l'agriculture, les pauvres ouvriers agricoles étant particulièrement vulnérables à la famine et à la malnutrition, et les pauvres citoyens étant touchés par l'augmentation du prix des denrées alimentaires.

Tandis que les effets biophysiques ne varient que légèrement sur l'ensemble de la région, il existe également une différence nette, au regard des vulnérabilités et des effets socioéconomiques, entre les riches États pétroliers du Golfe et les autres pays de la région. En effet, les premiers disposent des moyens financiers nécessaires à l'adoption de mesures d'adaptation au changement climatique, telles que les techniques de désalinisation et l'importation de nourriture.

L'encadré 2.2 offre un aperçu des prévisions relatives aux effets du changement climatique dans les principaux secteurs de la région.

Encadré 2.1. Risques pour le développement de la sous-région Moyen-Orient et Afrique du nord dans le cas d'un réchauffement de 4 °C en 2100 par rapport aux températures préindustrielles



Maghreb

Fort réchauffement, diminution des précipitations annuelles, stress hydrique accru et baisse de la productivité agricole. De grandes villes côtières exposées à l'élévation du niveau de la mer.

Les risques associés au changement climatique auront de graves répercussions sur les moyens d'existence des agriculteurs, l'économie des pays et la sécurité alimentaire. Les conséquences sur des ressources côtières essentielles se répercuteront sur l'économie, notamment le secteur touristique. Il existe un risque d'accélération des flux migratoires vers les zones urbaines et de conflits sociaux.

Mashrek et zones orientales

Des vagues de chaleur exceptionnelles et la diminution des précipitations annuelles entraîneront une augmentation de l'aridité et une diminution de l'eau stockée sous cours d'eau, par exemple en Jordanie et dans les régions de l'Euphrate et du Tigre. Conséquences néfastes pour l'agriculture — essentiellement pluviale — et pour la production alimentaire.

Le changement climatique aura de sévères répercussions sur les moyens d'existence des agriculteurs, l'économie des pays et la sécurité alimentaire. Il existe un risque d'accélération des flux migratoires vers les zones urbaines et de conflits sociaux.

Péninsule arabique

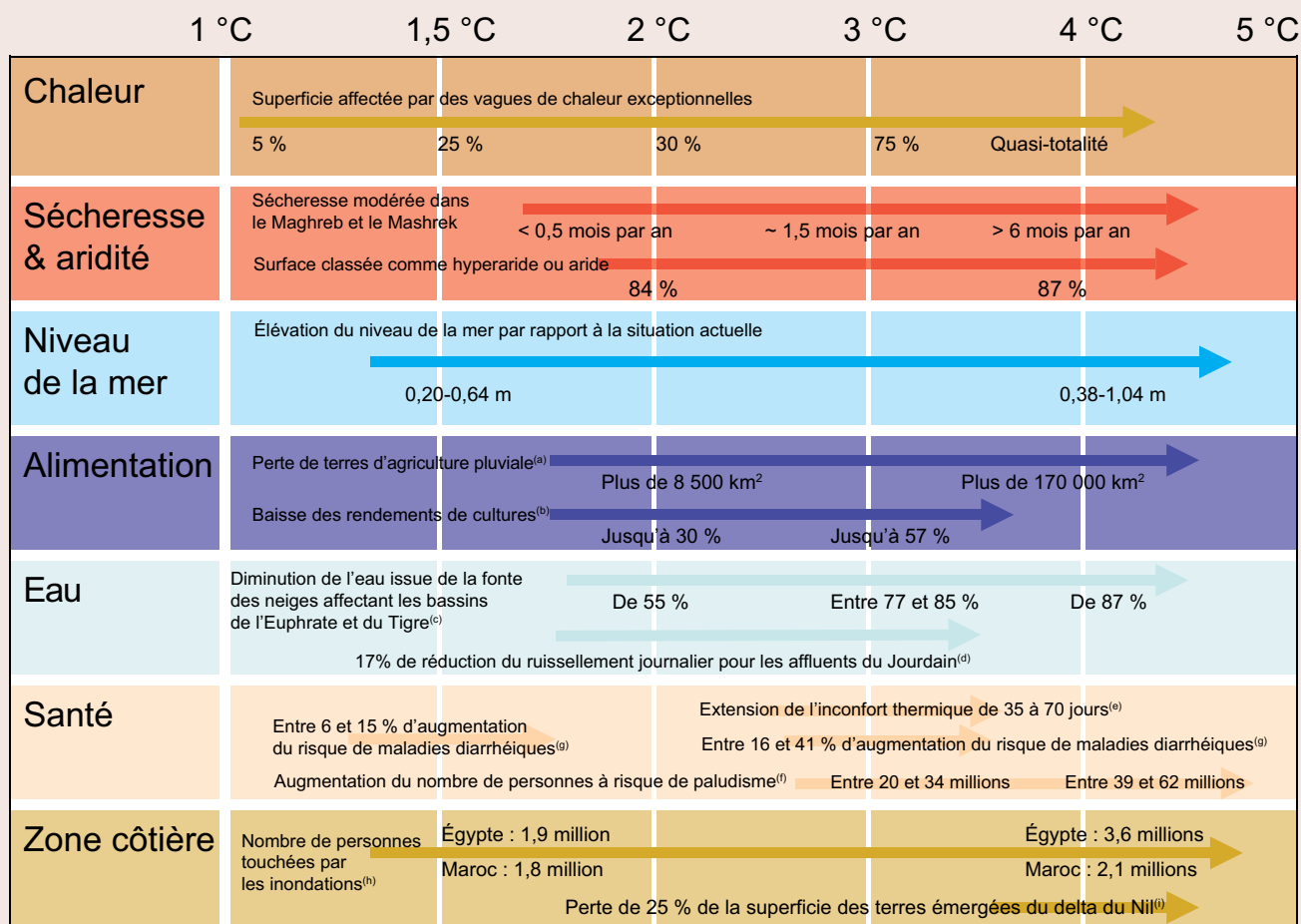
Vagues de chaleur exceptionnelles dans le centre de la Péninsule arabique. Dans les zones méridionales, relative augmentation des précipitations annuelles, mais incertitudes quant à leur évolution au centre de la Péninsule. Hausse probablement plus importante du niveau de la mer d'Arabie que sur les côtes de la Méditerranée et de l'Atlantique, assortie d'un risque de marées de tempête et de conséquences néfastes pour les infrastructures.

Des vagues de chaleur plus nombreuses devraient accroître l'inconfort thermique, menaçant ainsi la productivité et la santé des travailleurs.

Source des données : Centre pour le réseau international de l'information sur les sciences de la Terre (Université de Columbia), Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et Centro Internacional de Agricultura Tropical, Gridded Population of the World, Version 3 (GPWv3) : Population Count Grid. Palisades, NY : NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC), 2005. Cette carte a été reproduite par l'unité de cartographie de la Banque mondiale. Les frontières, les couleurs, les dénominations et toute autre information figurant sur cette carte n'impliquent de la part du Groupe de la Banque mondiale aucun jugement quant au statut juridique d'un territoire quelconque et ne signifient nullement que l'institution reconnaît ou accepte ces frontières.

Encadré 2.2 Effets prévisibles du changement climatique sur des secteurs importants du Moyen-Orient et d’Afrique du Nord

Les niveaux de réchauffement sont établis par rapport aux températures de l’ère préindustrielle. Les effets exposés ici sont une partie de ceux récapitulés au tableau 4.10 du rapport principal. Les flèches indiquent uniquement les différents niveaux de réchauffement évalués dans les études de référence, mais n’impliquent nullement une gradation des risques, à moins que cela ne soit mentionné expressément. De plus, les effets observés ou survenant à des niveaux de réchauffement inférieurs ou supérieurs qui ne sont pas mentionnés dans les études importantes mises en relief ici ne sont pas représentés (comme l’augmentation de sécheresse et aridité, alors que les études mentionnées ici ne commencent qu’à + 1,5 °C). Des mesures d’adaptation ne sont pas évaluées ici, même si elles peuvent largement contribuer à atténuer les effets du changement climatique. La disposition de la figure est adaptée de Perry (2010). Les lettres en minuscule en exposant indiquent les références bibliographiques concernant chaque effet⁶. Si aucune lettre n’est mentionnée, les résultats sont basés sur des analyses supplémentaires effectuées aux fins du présent rapport.



⁶ a) Evans (2008) ; b) plusieurs études, voir le tableau 4.1 ; c) Bozkurt et Sen (2013) ; d) Samuels et al. (2010) ; e) Giannakopoulos et al. (2013) ; f) van Lieshout et al. (2004) ; g) Kolstad et Johansson (2011) ; h) Brown et al. (2011) ; i) Dasgupta et al. (2009).

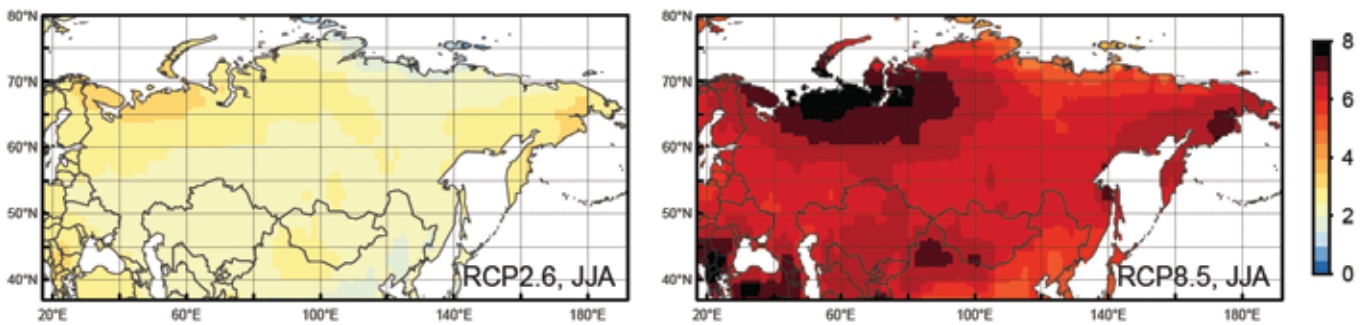


Europe et Asie Centrale

L'Europe et l'Asie Centrale se caractérisent par une géographie très variée allant des vastes plaines d'Asie Centrale aux forêts boréales de Russie. Dans les Balkans Occidentaux et en Asie Centrale, les vagues de chaleur et la diminution des ressources en eau deviennent menaçantes alors que l'augmentation des températures approche les 4 °C. Ce phénomène tient compte de la fonte prématurée des glaciers d'Asie Centrale et des modifications des cycles des débits fluviaux, ainsi que d'un risque plus élevé de sécheresse dans les Balkans occidentaux, accompagné d'une baisse potentielle des rendements agricoles, d'une détérioration de la santé des populations urbaines et d'une réduction de la production d'énergie. En Macédoine, par exemple, la baisse des rendements devrait atteindre 50 % pour le maïs, le blé, les légumes et le raisin dans un monde à +2 °C. Les risques d'inondation devraient légèrement augmenter le long du Danube, de la Save et de la Tisza, mais le nombre de crues sur une période de 100 ans devrait un peu diminuer dans les régions méridionales des Balkans occidentaux. Dans un monde à +2 °C, les émissions de méthane issues de la fonte du pergélisol pourraient augmenter de 20 à 30 % dans toute la Russie au milieu du XXI^e siècle.



Figure 3.1 : Moyenne multimodèle des anomalies de température pour les scénarios RCP2.6 (monde à + 2 °C, gauche) et RCP8.5 (monde à + 4 °C, droite) pour les mois de juin-juillet-août pour l'Europe et l'Asie Centrale.



Une moyenne des anomalies de température exprimée en degrés Celsius est calculée sur la période 2071-2099 par rapport à la période 1951-1980.

3.1 Synthèse régionale

Dans le cadre de ce rapport, la région d'Europe et Asie Centrale englobe 12 pays répartis sur l'Asie Centrale, les Balkans Occidentaux et la Fédération de Russie. Elle se caractérise par une géographie très variée allant des Balkans Occidentaux montagneux et partiellement côtiers aux vastes plaines de l'Asie Centrale ainsi qu'aux forêts boréales de la Russie. Elle abrite 226 millions d'habitants inégalement répartis puisque le Kazakhstan n'a que 6 habitants par kilomètre carré alors que le Kosovo en compte 166. Le taux d'urbanisation est d'environ 50 %. La population en Russie et dans les Balkans Occidentaux devrait légèrement diminuer alors que celle d'Asie Centrale devrait connaître une augmentation substantielle d'ici à 2050.

L'importance de la région est étroitement liée à ses nombreuses ressources naturelles, notamment à ses réserves gazières et pétrolières ainsi qu'au carbone stocké dans les forêts boréales (et dont l'extraction et la séquestration ont une incidence directe sur les objectifs d'atténuation des effets du réchauffement climatique à l'échelle planétaire). Compte tenu de leur exposition géographique ainsi que de la part relativement importante de l'agriculture dans le PIB régional, de l'augmentation des taux de pauvreté au cours des dernières années, des inégalités ainsi que des services sociaux et infrastructures publiques relativement médiocres, la région est très vulnérable aux effets du changement climatique.

Sur le plan climatique, la région est clairement bipolaire : la partie située au sud-ouest est de plus en plus aride tandis que celle située au nord-est est de plus en plus humide à mesure que l'augmentation des températures approche les 4 °C. Ces conditions de réchauffement entraînent un risque élevé de sécheresse

à l'ouest et posent le défi de la stabilité de la ressource hydrique à l'est, où les modifications des régimes de précipitations associées à la fonte des glaces, ont une incidence sur la saisonnalité des débits fluviaux.

3.1.1 Tendances régionales du changement climatique

3.1.1.1 Température

L'augmentation des températures en Europe et en Asie Centrale devrait être supérieure au réchauffement terrestre moyen à l'échelle planétaire. Dans un monde à + 2 °C, le réchauffement moyen multimodèle, d'ici à la fin du siècle, est plus élevé d'environ 2,5 °C par rapport à la période de référence 1951-1980. Ce niveau sera atteint au milieu du siècle et restera stable jusqu'en 2100 dans un monde à + 2 °C. En revanche, dans un monde à + 4 °C, le réchauffement estival poursuivra son évolution pratiquement linéaire jusqu'à la fin du siècle, la température atteignant un niveau d'environ 8,5 °C supérieur aux données de référence de la période 1951-1980 pour la zone terrestre de la région (figure 3.1). Le réchauffement le plus marqué devrait être observé dans le nord de la Russie, dans la région limitrophe de la mer de Barents-Kara, le long de la côte de la mer Noire (y compris des Balkans) ainsi que le nord de la Chine et de la Mongolie. Dans ces régions, les températures estivales moyennes d'ici à 2071-2099 augmenteront d'environ 3,5 °C dans un monde à + 2 °C et d'environ 7,5 °C dans un monde à + 4 °C.

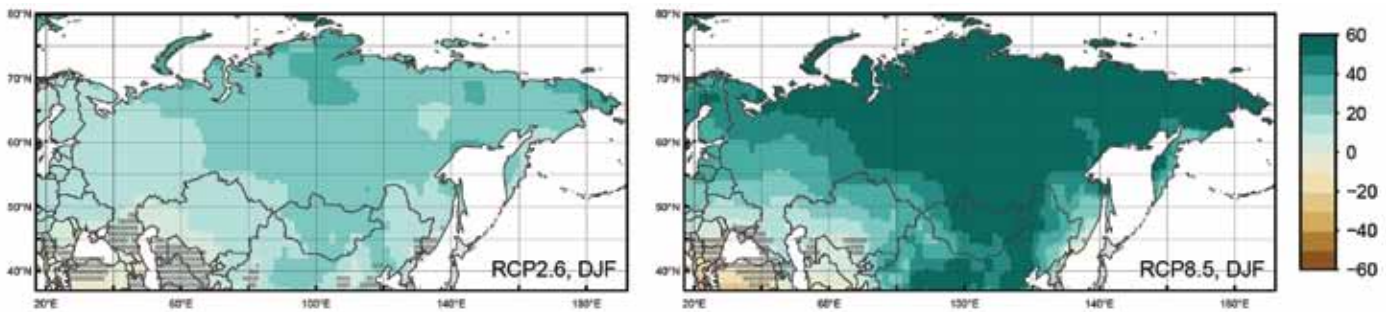
3.1.1.2 Vagues de chaleur

Un des facteurs les plus évidents du changement climatique est la hausse considérable des vagues de chaleur⁸ supérieure à la norme dans la région entourant la mer Noire (et, en particulier, les Balkans). Ici, même dans un monde à + 2 °C, des chaleurs

⁷ La région d'Europe et d'Asie Centrale dans le présent rapport inclut les pays suivants : Albanie, Bosnie-Herzégovine, Ex-République yougoslave de Macédoine, Fédération de Russie, Kazakhstan, Kosovo, Monténégro, Ouzbékistan, République kirghize, Serbie, Tadjikistan et Turkménistan

⁸ Dans le présent rapport, les vagues de chaleur « exceptionnelles » sont notées 3-sigma et les vagues de chaleur « sans précédent » sont notées 5-sigma (voir annexe).

Figure 3.2 : Moyenne multimodèle de la variation en pourcentage de l'indice d'aridité pour les scénarios RCP2.6 (monde à + 2 °C, gauche) et RCP8.5 (monde à + 4 °C, droite) pour l'Europe et l'Asie Centrale d'ici à 2071-2099, par rapport à la période 1951-1980.



Les zones hachurées indiquent des résultats incertains, deux modèles au moins sur les cinq traduisant un désaccord sur l'orientation du changement. Notons qu'une évolution négative correspond à une aggravation de l'aridité.⁹

exceptionnelles, supérieures à trois écarts type par rapport à la moyenne de référence, seront enregistrées pendant 20 à 30 % des mois d'été d'ici à 2100, et des canicules *sans précédent* ponctueront 5 à 10 % de ces mêmes mois. Pour l'ensemble de la région, quelque 15 % de la zone terrestre devraient subir les effets de vagues de chaleur *exceptionnelles* dans un monde à + 2 °C d'ici à la fin du siècle, tandis que pratiquement aucune vague de chaleur *sans précédent* ne devrait être observée. En revanche, dans un monde à + 4 °C, 85 % de la zone terrestre de la région devraient être touchés par des chaleurs exceptionnelles, et 55 % par des chaleurs *sans précédent* d'ici à 2100. La plupart de ces poussées de température interviendront globalement au sud du 50^e parallèle nord, des Balkans jusqu'au Japon. Le nombre de nuits tropicales au sud de ce parallèle, approximativement, devrait augmenter de 20 à 30 jours dans un monde à + 2 °C et de 50 à 60 jours dans un monde à + 4 °C.

3.1.1.3 Précipitations

Le principe selon lequel « les zones humides deviennent plus humides et les zones sèches plus sèches », au regard du changement climatique, est une estimation de premier ordre valide pour l'Europe et l'Asie Centrale. L'humidification relative du Nord-Est (Sibérie) en est l'indicateur le plus évident, associé probablement à une modification des trajectoires des tempêtes. L'augmentation des précipitations est beaucoup plus prononcée en hiver qu'en été.

Malgré une tendance globalement négative des épisodes pluvieux d'une extrême intensité, les prévisions régionales et saisonnières pour les Balkans ne sont toujours pas concluantes dans un monde à + 2 °C. Toutefois, des réductions de l'ordre de 20 à 30 % sont prévues dans un monde à + 4 °C. Bien que les prévisions relatives aux précipitations des pays d'Asie Centrale présentent des lacunes majeures liées au modèle, la tendance générale de l'intensité des fortes précipitations se situe en deçà de la moyenne mondiale.

La Sibérie centrale et orientale est une des régions qui devrait connaître l'augmentation la plus sensible de fortes précipitations. Les épisodes caractérisés par une pluviosité élevée et une périodicité de 20 ans, devraient connaître une hausse de plus de 30 % dans la

région et la récurrence du phénomène, par rapport à la période de référence de 20 ans (1986-2005) dans un monde à + 4 °C, devrait chuter sous la barre des cinq ans d'ici à la fin du XXI^e siècle. Les changements sont beaucoup plus faibles (intensité accrue de 10 % et périodicité de 15 à 10 ans) dans un monde à + 2 °C.

3.1.1.4 Sècheresse et aridité

Dans un monde à + 2 °C, environ 5 % de terres supplémentaires dans la région seront frappés par la sécheresse ; dans un monde à + 4 °C, les surfaces considérées comme semiarides, arides ou hyperarides augmenteront de plus de 30 % (figure 3.2). Les Balkans Occidentaux devraient connaître une sécheresse plus intense. Bien que les modifications des régimes de précipitations annuelles soient limitées, les Balkans et la région entourant la mer Caspienne devraient devenir plus arides en raison de la sécheresse provoquée par le réchauffement climatique.

Les prévisions concernant les sécheresses futures traduisent également une tendance généralisée vers un climat plus humide. Certaines données indiquent même un changement négatif du risque de sécheresse pour la Sibérie orientale dans un monde à + 4 °C. Les projections relatives à la Russie centrale et orientale ne permettent pas pour l'heure de tirer des conclusions probantes.

3.1.2 Élévation du niveau de la mer à l'échelon régional

Dans les pays de la région Europe-Asie Centrale pris en considération dans le présent document (à l'exception de la Russie), le littoral affecté par l'élévation du niveau de la mer sera relativement peu important. La montée des eaux devrait atteindre 0,52 m en moyenne (0,37 à 0,9 m) dans un monde à + 4 °C, en 2081-2100, par rapport à la période de référence 1986-2005, et se caractériser

⁹ Certaines cellules individuelles comportent des valeurs très différentes de celles de cellules adjacentes (par exemple, sur la côte de la mer Noire sous RCP8.5). Cet écart s'explique par le fait que l'indice d'aridité est défini en tant que fraction des précipitations annuelles totales, divisée par l'évapotranspiration potentielle (voir annexe). Par conséquent, l'évolution est loin d'être linéaire et les fluctuations interannuelles peuvent être considérables. Le calcul des moyennes axé sur un nombre relativement réduit de simulations sur modèle, peut entraîner des écarts locaux.

par des augmentations annuelles de 10,1 mm (5,9 à 19,6 mm) à partir de 2081-2100. Cette hausse du niveau de la mer se situe légèrement en deçà de la moyenne mondiale. Une des côtes les plus vulnérables de la région est celle du delta du fleuve Drini-Mati en Albanie. Le niveau de la mer Caspienne, complètement isolée des océans de la planète, devrait chuter de 4,5 m d'ici à la fin du siècle en raison d'une évaporation accrue.

3.1.3 Impacts sectoriels et thématiques

3.1.3.1 Glaciers et neiges

Le ruissellement accru des glaciers devrait se poursuivre au cours du XXI^e siècle. Les projections relatives à l'évolution de ces derniers utilisent différents scénarios appliqués à différentes régions géographiques pour différentes périodes de référence, ce qui complique toute comparaison directe entre les scénarios. Toutefois, dans tous les cas, elles indiquent que les glaciers devraient voir leur volume divisé par deux d'ici à 2100. La chute des réserves d'eau stockées dans ces glaciers se traduira, au cours des prochaines décennies, par un ruissellement accru suivi d'une grave pénurie jusqu'à l'épuisement complet des stocks.

La température atmosphérique reste la principale cause de la modification du volume des glaciers et du couvert neigeux. Les projections tablent sur une diminution d'environ 50 % (31 à 66 %) du volume des glaciers en Asie Centrale dans un monde à + 2 °C et d'environ 67 % (50 à 78 %) dans un monde à + 4 °C. Une augmentation de la température supérieure à 1,1 °C entraînera la disparition complète des petits glaciers des Balkans (dans les Alpes albanaises et le Durmitor au Monténégro) en quelques décennies.

3.1.3.2 Eau

Le débit des fleuves d'Asie centrale sera en général plus faible pendant les mois d'été durant la période végétative, tandis que le ruissellement en hiver pourrait augmenter. Le changement climatique dans la région pourrait avoir des conséquences sur la saisonnalité du ruissellement, et il est possible que le débit maximal soit observé, non plus en été, mais au printemps en raison de la fonte précoce des neiges. Ces situations pourraient exercer une pression accrue sur la ressource hydrique en été, en particulier dans les bassins versants non régulés. La quantité annuelle d'eau dans les fleuves ne devrait pas baisser considérablement, du moins pas avant le milieu du siècle lorsque la disparition des glaciers entraînera une diminution sensible du volume des eaux dans les fleuves d'Asie centrale. À court terme, l'accélération de la fonte des glaciers entraînera un apport supplémentaire d'eau dans les fleuves, mais, dans un avenir plus lointain, lorsque les glaciers rétréciront, leur effet tampon disparaîtra. Cet effet sera plus prononcé pour l'Amou-Daria que pour le Syr-Daria étant donné qu'il véhicule une part plus importante d'eau issue de la fonte des glaciers.

Les effets, à l'échelon régional, sur les niveaux des ressources hydriques et du ruissellement des fleuves pour les pays des Balkans occidentaux, ont fait l'objet de très peu d'études scientifiques, la plupart des projections étant réalisées à un échelon européen plus large. Il manque notamment des données hydrologiques portant sur l'ensemble de la zone, en particulier depuis les années 90. La ressource hydrique dans les Balkans devrait, pendant les mois

d'été, diminuer considérablement jusqu'à la fin du siècle. Dans les parties septentrionales des Balkans, les crues des fleuves au printemps et en hiver pourraient augmenter. Les résultats d'une étude mondiale indiquent des diminutions notables des débits fluviaux annuels dans les Balkans Occidentaux, de l'ordre de plus de 45 %, dans un monde à + 4 °C.

3.1.3.3 Agriculture

Le secteur agricole en Asie centrale est fortement tributaire de la disponibilité de l'eau pour l'irrigation, et le changement climatique aura une incidence majeure sur l'agriculture tant en Asie Centrale que dans les Balkans Occidentaux. L'évolution des régimes de précipitations, la réduction du ruissellement dans les principaux bassins fluviaux et l'augmentation des températures exerceront une pression supplémentaire sur la ressource hydrique disponible (et, par la même occasion, contribuera à un accroissement de la demande d'eau pour l'agriculture). Les périodes prolongées de températures supérieures à la moyenne accentueront le stress thermique sur les récoltes, entraînant une diminution de la productivité. En attendant, les sécheresses entraîneront probablement une augmentation de la désertification au Kirghizistan et au Kazakhstan.

- **Rendements** : les rendements pour quelques types de culture, notamment la luzerne, l'herbe de pâturage et le blé devraient augmenter dans certaines parties de la région. La vaste majorité des résultats font cependant état d'une diminution des rendements agricoles. Le changement climatique contribuera probablement à un accroissement du stress thermique et à une modification du ruissellement des fleuves, réduisant ainsi les rendements agricoles à long terme. Dans les Balkans Occidentaux, la récurrence plus soutenue des sécheresses constituera une menace majeure pour la production agricole dans le contexte du changement climatique ; inversement, la fréquence plus élevée de précipitations et d'inondations exceptionnelles aura le même effet.
- **Élevage** : l'augmentation des températures et la diminution de la ressource hydrique auront une incidence négative sur la production animale. La croissance et les taux de régénération des pâturages devraient décliner dans certaines parties de l'Asie Centrale. Si les producteurs réagissent à cette évolution en augmentant le nombre de têtes de bétail, ils pourraient déclencher des phénomènes d'érosion et de surpâturage. Dans les régions où la productivité de luzerne et d'herbes de pâturage devrait en principe augmenter (par exemple, en Ouzbékistan), l'effet indirect du changement climatique sur l'élevage pourrait être positif.
- **Sécurité alimentaire** : la population rurale en Asie Centrale court un risque particulier en la matière, et certaines situations récentes menaçant les populations de famine ont été constatées. L'augmentation du prix des denrées alimentaires qui pourrait résulter d'une diminution de la production aura une incidence sur les groupes sociaux les plus défavorisés (c'est-à-dire les personnes qui dépensent une part importante de leurs revenus en nourriture). Toutefois, certaines options peuvent être envisagées en vue d'accroître l'efficacité de la production agricole à l'échelon

régional, par exemple en améliorant les stratégies mises en œuvre et les institutions chargées de ce secteur, et en renforçant les techniques ainsi que l'infrastructure de production. Enfin, même si l'accès aux marchés internationaux de l'alimentation pouvait renforcer la sécurité alimentaire et baisser les prix, la région n'est pas suffisamment intégrée au réseau international des échanges commerciaux.

3.1.3.4 Santé humaine

L'Europe de l'Est et l'Asie Centrale connaissent déjà des maladies et des conditions sanitaires défavorables, et certains phénomènes liés au changement climatique tels que l'augmentation des températures, ainsi que des périodes de précipitations ou de sécheresse plus fréquentes et plus intenses pourraient accentuer ces problèmes sanitaires. L'incertitude autour des mécanismes par lesquels le changement climatique influe sur les maladies ne permet toutefois pas de formuler des prévisions fiables. Cela dit, des températures plus élevées coïncident en général avec une augmentation des cas d'encéphalite à tiques ainsi que de dengue et de paludisme transmis par les moustiques. Le paludisme est endémique au Tadjikistan ; depuis les années 90, il est réapparu en Ouzbékistan, au Kirghizistan et au Turkménistan. En outre, certains indices montrent de plus en plus clairement la présence d'un risque plus élevé de dengue dans les Balkans Occidentaux.

Des observations historiques indiquent que des températures accrues ainsi que des épisodes météorologiques extrêmes tels que des inondations peuvent entraîner une contamination de l'eau potable, et provoquer des cas de salmonellose, de choléra, de fièvre typhoïde et de dysenterie. Certaines données recueillies en Albanie et en Macédoine, dans les Balkans Occidentaux, ainsi qu'au Tadjikistan et au Kazakhstan, en Asie Centrale, font état d'une vulnérabilité accrue aux arrêts cardiaques et aux décès directement liés à la chaleur. Les fortes crues telles celles observées ces dernières années en Serbie, ainsi que les débâcles glaciaires dans les montagnes du Tadjikistan, de l'Ouzbékistan et du Kirghizistan, accroissent les risques de dommages corporels et de noyade.

3.1.3.5 Énergie

Le changement climatique aura une incidence considérable sur le secteur de l'énergie dans la région. En Asie Centrale, la demande d'électricité devrait augmenter en raison de la croissance démographique, ainsi que du développement économique actuel et futur. L'hydroélectricité peut jouer un rôle de premier plan dans l'éventail des futures sources d'énergie des pays d'Asie Centrale, alors que seuls 8 % de ce potentiel ont été mis en valeur jusqu'à présent. Les changements climatiques et la fonte des glaciers signifient en général que le volume d'eau disponible pour produire de l'électricité pourrait augmenter, mais la nouvelle répartition des ruissellements intra-annuels montre que moins d'eau sera disponible pour produire de l'énergie en été. Les changements dans la gestion de la ressource hydrique et la nécessité d'équilibrer les demandes du précieux liquide en faveur de l'agriculture peuvent également avoir une incidence négative sur la production d'énergie pendant les mois d'été.

Compte tenu de l'évolution des températures de l'eau et des débits fluviaux, les capacités des centrales électriques alimentées à l'énergie nucléaire et fossile en Europe du Sud et en Europe de l'Est

pourraient diminuer de 6,3 à 19 % en Europe entre 2031 et 2060, par rapport au niveau de production observé pendant la période 1971-2000. En outre, au vu de l'incidence accrue des sécheresses et de la réduction extrême des débits fluviaux, le nombre moyen de jours pendant lesquels la production d'électricité sera réduite de plus de 90 % devrait être multiplié par trois et passer de 0,5 (actuellement) à 1,5 jour par an à partir de la période 2031-2060 dans un monde à + 1,5 °C. Répondre à la demande croissante d'énergie dans les Balkans occidentaux sera d'autant plus compliqué que la production d'énergie émanant de sources hydroélectriques sera réduite en raison de la diminution des précipitations.

3.1.3.6 Sécurité et migration

Les effets du changement climatique s'accroîtront en Asie Centrale et contribueront à une augmentation de l'insécurité des populations sur les plans physique, économique et environnemental. Le principal facteur de vulnérabilité est l'exposition très importante d'une région à forte densité de population, à savoir la très productive vallée agricole de Fergana, à des inondations et à des glissements de terrain catastrophiques résultant des débâcles des lacs glaciaires.

Prévoir les régimes de migration ne s'avère pas tâche facile compte tenu, d'une part, de la complexité de ces phénomènes et, d'autre part, du manque de fiabilité et des lacunes majeures des données disponibles, en particulier en ce qui concerne les problèmes environnementaux (y compris les catastrophes) et la migration climatique.

Les Balkans Occidentaux, notamment les pays situés en bordure de mer, devraient faire face à une élévation du niveau des eaux et des températures ; ces phénomènes devraient entraîner un déplacement accru des populations des zones côtières vers les régions montagneuses. La migration dans les Balkans Occidentaux a déjà entraîné d'importantes modifications démographiques majeures qui, ajoutées au vieillissement de la population, devraient accroître davantage la vulnérabilité aux effets du changement climatique régional en raison de la réduction des capacités d'adaptation.

En Asie Centrale, la majeure partie de la population vit dans des régions considérées comme des « points chauds » sur le plan climatique, où les épisodes extrêmes devraient gagner en intensité et en fréquence (feux de forêt, vagues de chaleur, inondations). Les populations rurales comptent parmi les plus vulnérables et leur migration vers les villes devrait en principe s'accroître. Les femmes sont particulièrement livrées à elles-mêmes, étant donné qu'elles restent en milieu rural pour s'occuper de l'intendance au sein du ménage, pendant que les hommes migrent vers les zones urbaines. Au vu des tendances observées en Asie Centrale en matière d'urbanisation, les villes devraient être de plus en plus vulnérables aux catastrophes naturelles.

3.1.3.7 Forêts de la Fédération de Russie

La forêt couvre une grande partie de la Russie et tant le sol que la végétation contiennent une grande quantité de carbone. Les études prévoient une évolution de la productivité (tantôt à la hausse, tantôt à la baisse, selon l'espèce, la région, le site, etc.) et de la composition de la végétation qui, globalement, se renforcera davantage dans un monde à + 4 °C que dans un monde + 2 °C. L'évolution de la composition des espèces pour une meilleure

adaptation des espèces sylvicoles pourrait compenser les pertes de productivité, mais elle entraînera également des modifications de la biodiversité et de la structure des forêts.

La région inclut une vaste zone forestière touchée par le pergélisol qui contient d'importants stocks de carbone et de méthane. En général, la modification des flux de carbone, d'eau et d'énergie des forêts russes peut avoir une incidence majeure sur la disponibilité de la ressource forestière aux échelons local, régional et mondial, le fonctionnement des écosystèmes, les services tels que les stocks de carbone et la biodiversité, et même la rétroaction du système climatique mondial. La recherche présente de graves lacunes concernant, par exemple, l'effet des perturbations engendrées par les incendies ou les invasions d'insectes sur le couvert végétal ou les stocks de carbone, ou les conséquences du changement climatique sur la productivité du secteur forestier, en tenant compte également des changements concomitants des conditions de croissance de la ressource, des régimes de perturbation et des pratiques de gestion forestière.

3.1.4 Synthèse des effets sur le développement régional

L'encadré 3.1. offre un aperçu des principaux risques climatiques dans la région. Le récit des effets sur le développement reprend les effets du changement climatique examinés dans le rapport principal (tableau 5.7, section 5.5). La variabilité accrue du climat et le changement climatique devraient avoir des répercussions négatives sur la production d'énergie et de produits agricoles dans la région, par la modification des régimes d'enneigement hydrologique et des régimes glaciaires. En outre, le changement climatique en interaction avec les modifications de la végétation et les incendies menacent la productivité sylvicole ainsi que le stockage du carbone dans les forêts eurasiennes. L'exposition au changement climatique, en association avec les scénarios de vulnérabilité des populations à l'échelon régional, pourrait avoir des conséquences négatives sur les principales orientations du développement.

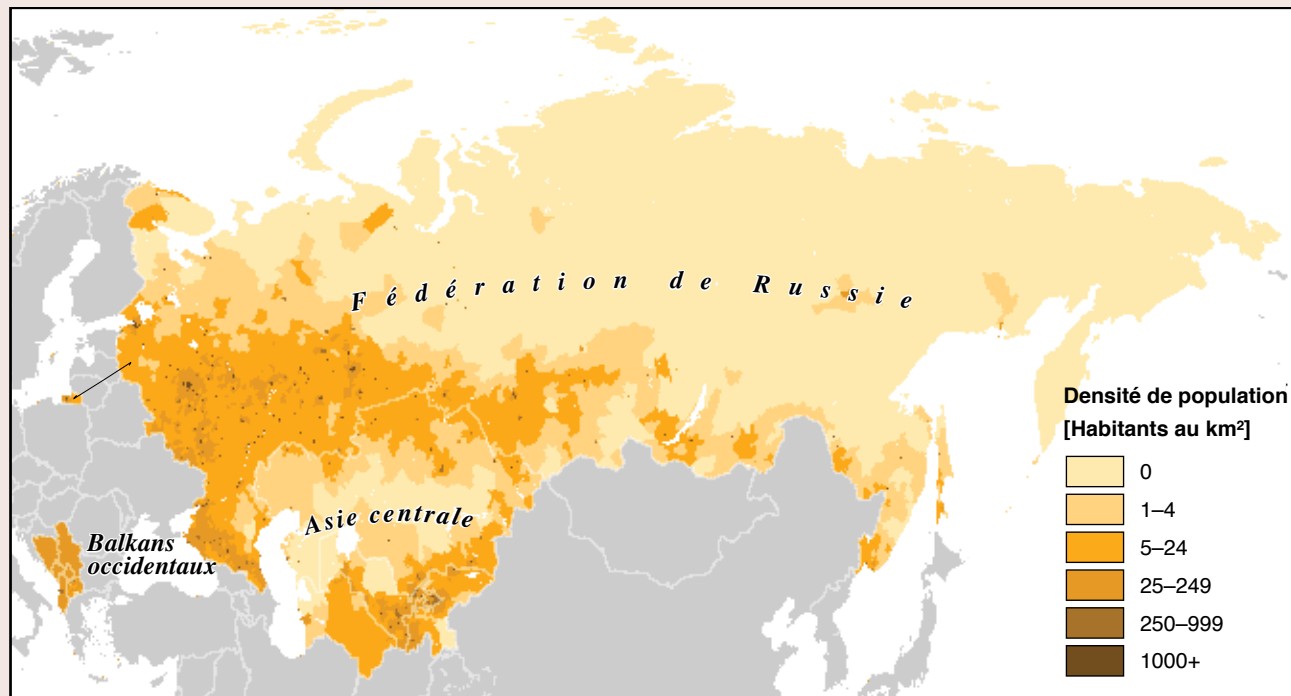
- **Les ressources hydriques en Asie Centrale devraient augmenter au cours de la première moitié du siècle avant d'enregistrer un déclin au cours de la seconde moitié, compliquant le défi de concilier les demandes concurrentielles de ressources hydriques pour la production agricole et la production hydroélectrique.** La saisonnalité de l'écoulement des fleuves serait décalée de l'été au printemps, avec des conséquences négatives sur la disponibilité de la ressource hydrique lors de périodes cruciales dans le domaine des cultures. La variabilité du ruissellement des fleuves devrait également connaître une augmentation dans tous les bassins de la région. La course à la ressource hydrique entre les principaux secteurs (par exemple l'agriculture et l'énergie), mais aussi entre les usagers en amont comme en aval, pourrait dès lors s'accroître. Jusqu'à 2030, la contribution de l'eau de fonte des glaciers pourrait accroître le ruissellement fluvial et compenser partiellement la variabilité de ces derniers. Au cours de la deuxième moitié

du siècle cependant, le ruissellement d'eau de fonte provenant des régions montagneuses de ces bassins fluviaux est susceptible d'accuser une diminution substantielle. La croissance démographique à laquelle il convient d'ajouter une hausse de la demande d'eau et d'énergie, exercera une pression sur des ressources déjà limitées. L'amélioration de la gestion des eaux d'irrigation et de l'efficacité des infrastructures destinées à cette fin, les progrès institutionnels et techniques dans le secteur agricole, la gestion fluviale transfrontière intégrée et de nouveaux débouchés sur le marché de l'emploi en dehors du secteur agricole pourraient compenser les effets négatifs de ces changements environnementaux.

- **Les épisodes climatiques extrêmes dans les Balkans Occidentaux présentent des risques majeurs pour les systèmes agricoles, l'énergie et la santé humaine.** La vulnérabilité de cette région au changement climatique est principalement liée à la production agricole pluviale ainsi qu'aux pans importants de population tributaires des revenus de l'activité agricole. Toutefois, certaines prévisions font état d'un accroissement de la production des terres irriguées dans certaines parties des Balkans Occidentaux (par exemple, les récoltes estivales de végétaux C4 et les tubercules en Serbie). L'augmentation des températures ainsi que des sécheresses et des débits fluviaux extrêmes pourrait avoir une incidence négative sur la production d'énergie. De récents glissements de terrain et inondations illustrent les menaces représentées par des épisodes d'une violence extrême pour le bien-être et la santé de l'être humain. En outre, les conditions climatiques dans la région sont de plus en plus favorables à l'expansion de maladies vectorielles telles que la dengue.
- **Les réponses que le pergélisol et les forêts boréales de la Russie apportent face au changement climatique ont des conséquences sur la production sylvicole ainsi que sur les stocks mondiaux de carbone.** Toute modification des flux de carbone sous l'effet de l'accroissement des températures, le changement des régimes de précipitations et les interactions avec les régimes de perturbations dans les zones de pergélisol et de forêts dans la région peuvent avoir de sérieuses répercussions – sur les stocks de carbone mondial ainsi qu'un effet sur l'albédo dans l'hémisphère Nord. Tandis que le changement climatique peut augmenter la productivité de certaines espèces d'arbres, les vagues de chaleur, le stress hydrique, les incendies de forêt ainsi que l'incidence accrue des maladies et des organismes nuisibles affectant les forêts pourraient neutraliser tout effet positif. L'amélioration de la gestion des forêts et de l'extraction durable de la ressource sylvicole revêt une importance capitale tout comme la gestion durable à long terme des écosystèmes forestiers russes, y compris toute stratégie visant à combler les lacunes dans le domaine de la recherche.

L'encadré 3.2 offre un aperçu des prévisions relatives aux effets du changement climatique dans les principaux secteurs de la région.

Encadré 3.1. Risques pour le développement de la sous-région Europe et Asie centrale dans le cas d'un réchauffement de 4 °C en 2100 par rapport aux températures préindustrielles



Balkans occidentaux

Intensification des sécheresses, vagues de chaleur exceptionnelles et inondations. Risques importants pour l'agriculture, la santé humaine et la stabilité de la production hydroélectrique.

Risques pour la santé humaine, l'alimentation et la sécurité énergétique.

Asie centrale

La fonte croissante des glaciers modifie le débit des cours d'eau. Risques de débordement de lacs glaciaires, d'inondations et de pénuries d'eau saisonnières. Compétition grandissante pour les ressources en eau résultant de l'augmentation de la demande d'eau pour la production agricole et énergétique.

Répercussions possibles sur les pauvres à travers la hausse des prix alimentaires qui affecte surtout les femmes, les enfants et les pauvres en milieu urbain. Risques pour la santé humaine associés à la propagation des maladies, aux vagues de chaleur et aux inondations.

Forêts boréales de la Fédération de Russie

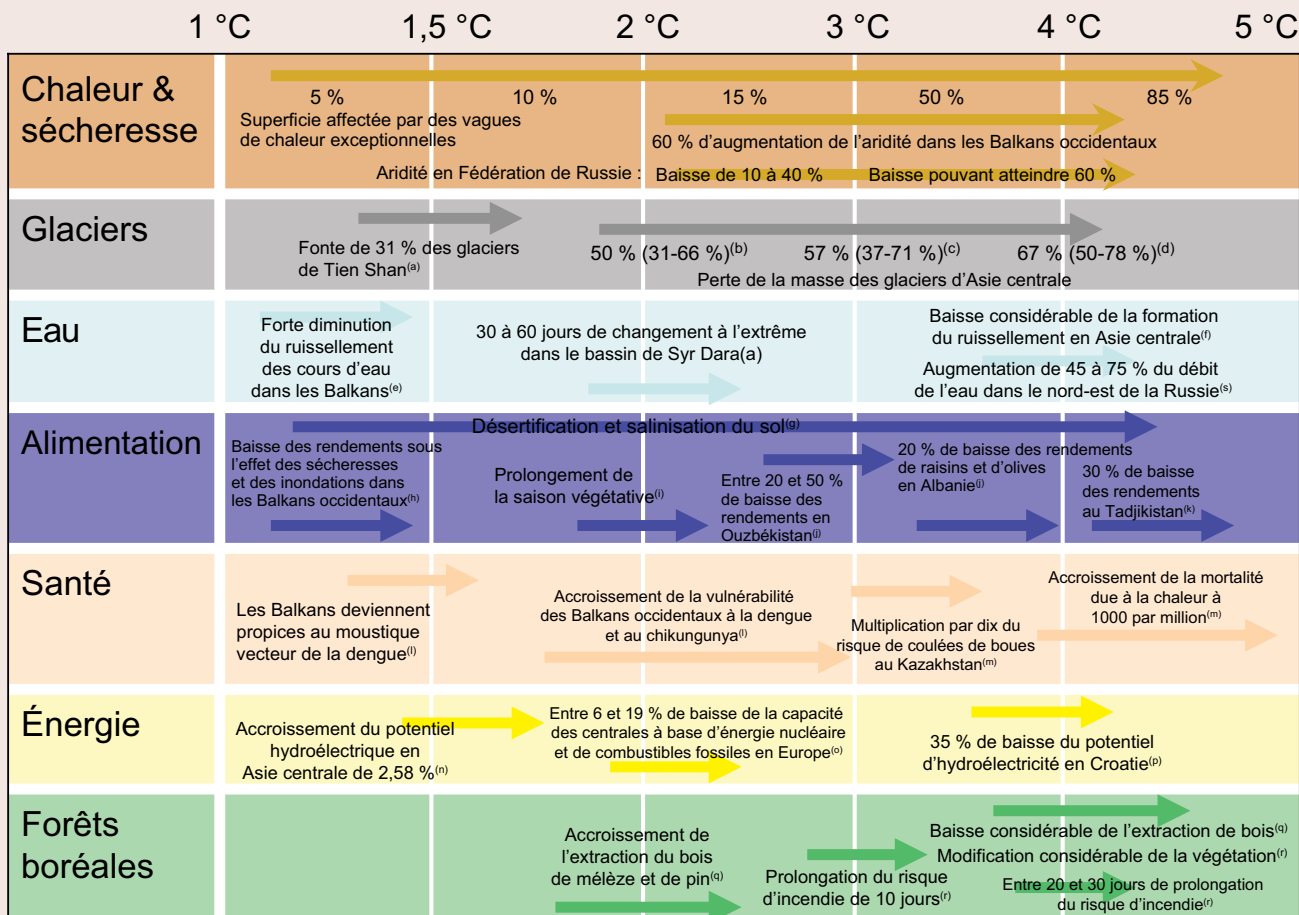
Vagues de chaleur exceptionnelles et intensification des précipitations annuelles, risques croissants d'incendies de forêts et de propagation des ravageurs entraînant le dépérissement des arbres et la baisse de la productivité des forêts. Déplacement possible de la limite des forêts vers le nord et modification de la composition des essences. Risques de dégel du pergélisol et de rejet de méthane.

Conséquences possibles sur la production de bois et les services écologiques, notamment le piégeage du carbone. Risques d'émissions considérables de carbone et de méthane.

Source des données : Centre pour le réseau international de l'information sur les sciences de la Terre (Université de Columbia), Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et Centro Internacional de Agricultura Tropical, Gridded Population of the World, Version 3 (GPWv3) : Population Count Grid. Palisades, NY : NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC), 2005. Cette carte a été reproduite par l'unité de cartographie de la Banque mondiale. Les frontières, les couleurs, les dénominations et toute autre information figurant sur cette carte n'impliquent de la part du Groupe de la Banque mondiale aucun jugement quant au statut juridique d'un territoire quelconque et ne signifient nullement que l'institution reconnaît ou accepte ces frontières.

Encadré 9 : Effets prévisibles du changement climatique sur des secteurs importants d'Europe et d'Asie centrale

Les niveaux de réchauffement sont établis par rapport aux températures de l'ère préindustrielle. Les effets exposés ici sont une partie de ceux récapitulés au tableau 5.7 du rapport principal. Les flèches indiquent uniquement les différents niveaux de réchauffement évalués dans les études de référence, mais n'impliquent nullement une gradation des risques, à moins que cela ne soit mentionné expressément. De plus, les effets observés ou survenant à des niveaux de réchauffement inférieurs ou supérieurs qui ne sont pas mentionnés dans les études importantes mises en relief ici ne sont pas représentés (comme l'augmentation de la fonte des glaciers de Tien Shan, alors que les études mentionnées ici n'ont pas évalué les effets). Des mesures d'adaptation ne sont pas évaluées ici, même si elles peuvent largement contribuer à atténuer les effets du changement climatique. La disposition de la figure est adaptée de Perry (2010). Les lettres en minuscule en exposant indiquent les références bibliographiques concernant chaque effet¹⁰. Si aucune lettre n'est mentionnée, les résultats sont basés sur des analyses supplémentaires effectuées aux fins du présent rapport.



¹⁰ (a) Siegfried et al. (2012) ; b) Marzeion et al. (2012) ; c) Marzeion et al. (2012), Giesen et Oerlemans (2013) ; Radic et al. (2013) ; d) Marzeion et al. (2012) ; Giesen et Oerlemans (2013) ; Radic et al. (2013) ; e) Dimkic et Despotovic (2012) ; f) Hagg et al. (2013) ; g) Thurmann (2011) ; Banque mondiale (2013f) ; Banque mondiale (2013d) ; Banque mondiale (2013a) ; h) Maslac (2012) ; PNUD (2014) ; i) Sutton et al. (2013a) ; Sommer et al. (2013) ; j) Sutton et al. (2013a) ; k) Banque mondiale (2013 m) ; l) Caminade et al. (2012) ; m) BMU et OMS-Europe (2009) ; n) Hamududu et Killingtveit (2012) ; o) van Vilet et al. (2012) ; p) Pasicko et al. (2012) ; q) Lutz et al. (2013b) ; r) Tshebakova et al. (2009) ; s) Schewe et al. (2013).

Abréviations

\$	Dollars des États-Unis		
°C	Degrés Celsius		
AI	Indice d'aridité	JJA	Juin-juillet-août (saison estivale de l'hémisphère nord ; également désignée par été boréal)
AIE	Agence internationale de l'énergie	LAC	Amérique latine et Caraïbes
AR4	Quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat	MAGICC	Modèle d'évaluation des changements climatiques dus aux gaz à effet de serre
AR5	Cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat	MCG	Modèle de circulation générale
CaCO₃	Carbonate de calcium	MCGAO	Modèle de circulation générale atmosphère-océan
CAT	Climate Action Tracker	MCMA	Zone métropolitaine de la ville de Mexico
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques	MCR	Modèle climatique régional
CMIP5	Cinquième phase du projet d'intercomparaison de modèles couplés	MCS	Modèle climatique simple
CNULD	Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification	MEI	Modèle d'évaluation intégrée
CO₂	Dioxyde de carbone	MENA	Moyen-Orient et Afrique du Nord
DGVM	Modèle dynamique de la végétation mondiale	NDVI	Indice différentiel normalisé de végétation (utilisé comme variable indicative de la production primaire brute des sols)
DIVA	Évaluation de vulnérabilité dynamique et interactive	OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
DJF	Décembre-janvier-février (saison hivernale de l'hémisphère nord)	OMS	Organisation mondiale de la Santé
ECA	Europe et Asie centrale	ONA	Oscillation nord-atlantique
ECS	Sensibilité du climat à l'équilibre	PDSI	Indice de sévérité de sécheresse de Palmer
ENSO	El-Niño/Oscillation australe	PgC	Pentagrammes de carbone (1 PgC = 1 milliard de tonnes de carbone)
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture	PIB	Produit intérieur brut
GFDRR	Dispositif mondial de réduction des effets des catastrophes et de relèvement	PMA	Pays les moins avancés
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat	PNUD	Programme des Nations Unies pour le développement
GTI	Groupe de travail I (également GTII, GTIII)	PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
HCR	Haut-Commissariat des Nations Unies pour les réfugiés	PPA	Parité de pouvoir d'achat (monnaie pondérée basée sur le prix d'un panier de denrées de base, généralement fixé en dollars)
HCS	Système du courant de Humboldt	ppm	Parties par million
ISI-MIP	Projet d'intercomparaison de modèles d'impacts	PPN	Production primaire nette
		RCP	Profils représentatifs d'évolution de concentration
		SRES	Rapport spécial sur les scénarios d'émission du GIEC
			intersectoriels (<i>Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project</i>)

SREX Rapport spécial sur la gestion des risques d'événements extrêmes et de catastrophes pour améliorer l'adaptation au changement climatique

TgC Tétragrammes de carbone (1 TgC = 1 million de tonnes de carbone)

USAID Agence des États-Unis pour le développement international

ZCIT Zone de convergence intertropicale

Glossaire

TAR4, 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) a été publié 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 : i) Scénario CAT de référence : statu quo, qui prend en compte les politiques climatiques en vigueur, mais pas les promesses de réduction d'émissions ; ii) 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).

Eau virtuelle : C'est une mesure des ressources en eau utilisées pour la production de denrées agricoles. Elle donne à penser que le commerce international de ces denrées suppose un transfert d'un pays à un autre des ressources en eau virtuelles que renferment ces denrées.

Effet fertilisant du CO₂ : L'effet fertilisant du CO₂ désigne l'effet de niveaux élevés de CO₂ atmosphérique sur la croissance des plantes. Il 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. (Voir également Encadré 2.4. L'effet fertilisant du CO₂ sur le rendement des cultures.)

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. Pour une distribution normale, les phénomènes 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.

Facteur de basculement : D'après Lenton et al. (2008), le terme « facteur de basculement » désigne la possibilité que de larges composantes du système terrestre franchissent un point de basculement. Le point de basculement « se réfère généralement à un seuil critique auquel une légère perturbation peut altérer de façon quantitative l'état de développement d'un système » (Lenton et al., 2008). De tels changements peuvent avoir de graves conséquences sur les sociétés et les écosystèmes.

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

GTI, GTII, GTIII : Le groupe de travail I du GIEC évalue les aspects physiques scientifiques du système climatique et de l'évolution du climat. Le groupe de travail II du GIEC s'occupe des questions concernant la vulnérabilité des systèmes socioéconomiques et naturels aux changements climatiques, les conséquences négatives et positives de ces changements et les possibilités de s'y adapter. Le groupe de travail III évalue les solutions envisageables pour atténuer le changement climatique en limitant ou en évitant les émissions de gaz à effet de serre et en renforçant les activités qui retirent ces gaz de l'atmosphère.

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'hyperaridité. 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 intersectorielles 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.

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) : Par niveau de l'époque préindustrielle, on entend le niveau de réchauffement avant/de l'ère industrielle. 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.

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.

PIB (PPA) : C'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.

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'accommodent 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.

Récit des effets sur le développement : Le récit des effets sur le développement appelle l'attention sur l'incidence du changement climatique sur le développement régional. La série *Baissions la*

chaleur, notamment le présent rapport, décrit les effets potentiels du changement climatique sur des groupes particulièrement vulnérables à partir de récits particuliers — qu'on désigne par « récit des effets sur le développement ». Ces récits ont été préparés pour chaque région en étroite coopération avec des spécialistes de la Banque mondiale. Ils présentent une analyse intégrée, souvent intersectorielle, des effets du changement climatique et de leur incidence sur le développement sous-régional ou régional. En outre, l'exposé des effets sur le développement complète le rapport en ce qu'il permet de présenter des informations scientifiques concernant les effets physiques et biophysiques sous la forme de récits convaincants qui décrivent des scénarios de risques et de possibilités plausibles — en démontrant la corrélation entre la science et les politiques publiques.

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. Le 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, RCP4.5, RCP6 et RCP 8.5 désignent respectivement un forçage radiatif de + 2.6 W/m², + 4.5 W/m², + 6 W/m² et + 8.5 W/m² en 2100 par rapport à la période de l'ère préindustrielle.

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 (à l'exception de l'élévation du niveau de la mer, pour lequel le sous-ensemble de modèle utilisé mène en fait à un monde à + 1,5 °C — voir l'encadré 2.1 dans le présent rapport).

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 (A1F1, A2, B1 et B2) 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.

