

8

Lacunes dans les connaissances et suggestions pour les travaux futurs

Il est largement prouvé par des relevés d'observations et des projections climatiques que les ressources en eau douce sont vulnérables et pourront souffrir gravement du changement climatique. Toutefois, la capacité à quantifier les changements futurs des variables hydrologiques et leurs incidences sur les systèmes et les secteurs est limitée par l'incertitude affectant tous les niveaux du processus d'évaluation. Cette incertitude provient de la multitude de scénarios de développement socioéconomiques, de la gamme des projections de modèles climatiques pour un scénario donné, de la réduction des effets climatiques à l'échelle locale et régionale, des évaluations des incidences et des retours d'information au sujet des activités d'adaptation et d'atténuation. Les limitations inhérentes aux observations et à la compréhension restreignent notre capacité à réduire ces incertitudes en ce moment. La prise de décision exige de travailler dans le contexte de cette incertitude. Des méthodes éprouvées d'évaluation des risques fondées sur ces incertitudes n'en sont qu'à un stade précoce de développement.

La capacité d'atténuation du changement climatique et d'adaptation à ses conséquences est limitée par la disponibilité et la viabilité économique de techniques appropriées et de solides processus de collaboration en matière de prise de décision parmi les nombreuses parties prenantes et compte tenu des multiples critères de gestion. Les coûts et les bénéfices (dommages évités compris) des options spécifiques sont mal connus. Des stratégies de gestion s'adaptant en fonction des changements climatiques doivent être alimentées par un réseau d'observations approprié. On comprend peu les cadres légal et institutionnel, ainsi que les statistiques du côté de la demande qui sont nécessaires pour intégrer les adaptations dans les plans de développement afin de réduire les vulnérabilités liées à l'eau, et les canaux appropriés pour diriger les flux financiers dans le secteur de l'eau vers les investissements d'adaptation.

La présente section relève un certain nombre de lacunes clés dans les connaissances relatives à ces besoins.

8.1 Besoins en matière d'observations

De meilleures données d'observation et un accès facilité à ces données sont indispensables pour améliorer la compréhension des changements en cours et pour mieux limiter les projections de modèles; ces données constituent également un prérequis pour une gestion adaptative nécessaire dans les conditions d'un changement climatique. Les progrès enregistrés dans les connaissances dépendent d'une meilleure disponibilité des données. L'on constate une réduction de l'ampleur de certains réseaux d'observation. Des relevés relativement brefs peuvent ne pas être en mesure de rendre compte de l'étendue totale de la variabilité naturelle et créent la confusion dans les études de détection,

alors qu'une reconstruction sur le long terme est en mesure de placer les tendances récentes et les extrêmes dans un contexte plus large. Les lacunes les plus importantes concernant les observations du changement climatique relatives à l'eau douce et aux cycles hydrologiques ont été identifiées comme suit [GT I RT.6; GT II 3.8]:

- Les difficultés dans le domaine de la mesure des précipitations demeurent un problème dans la quantification de tendances mondiales et régionales. Les mesures de précipitations sur les océans (à partir de satellites) sont toujours en phase de développement. Il convient d'assurer une surveillance permanente par satellite et de développer des statistiques fiables pour en déduire les précipitations. [GT I 3.3.2.5]
- De nombreuses variables hydrométéorologiques, par exemple l'écoulement fluvial, l'humidité du sol et l'évapotranspiration réelle ne sont pas mesurées de façon appropriée. L'évapotranspiration potentielle est généralement calculée à partir de paramètres tels que le rayonnement solaire, l'humidité relative et la vitesse du vent. Les relevés sont souvent très courts et ne sont disponibles que pour un petit nombre de régions, ce qui empêche toute analyse exhaustive des changements qui en découlent en matière de sécheresse. [GT I 3.3.3, 3.3.4]
- Il peut y avoir des possibilités de récupération des données sur l'écoulement fluvial dans certaines régions. Quand les données d'observation font défaut, il conviendrait de prévoir la mise en place de nouveaux réseaux d'observation. [GT I 3.3.4]
- Les eaux souterraines ne sont pas bien surveillées et les processus d'épuisement et d'alimentation des nappes souterraines ne sont pas correctement modélisés dans de nombreuses régions. [GT I 3.3.4]
- Des données de surveillance de la qualité de l'eau, de la consommation de l'eau et du transport de sédiments sont indispensables.
- Les inventaires des neiges, glaces et sols gelés sont incomplets. La surveillance des changements est inégalement répartie dans l'espace et dans le temps. Il existe un manque général de données provenant de l'hémisphère Sud. [GT I RT 6.2, 4.2.2, 4.3]
- Il est nécessaire de disposer de plus d'informations sur les conséquences qu'ont les effets combinés de l'augmentation du CO₂ dans l'atmosphère, de l'élévation de la température et de l'augmentation de la concentration de vapeur d'eau dans l'atmosphère sur l'évapotranspiration des plantes, afin de mieux comprendre les relations entre les effets directs de l'enrichissement en CO₂ de l'atmosphère et les changements intervenant dans le cycle hydrologique. [GT I 7.2]
- L'assurance de la qualité, l'homogénéisation des jeux de données et l'étalonnage réciproque des méthodes et procédures pourraient être importants lorsque différents pays, agences, etc. maintiennent une surveillance sur une région ou un bassin hydrographique.

8.2 Comprendre les projections climatiques et leurs impacts

8.2.1 Compréhension et projection du changement climatique

Les incertitudes majeures dans la compréhension et la modélisation des changements climatiques en matière de cycle hydrologique sont les suivantes [RSY; GT I RT.6]:

- Les changements qui affectent un certain nombre d'agents de forçage radiatif du climat ne sont pas intégralement quantifiés et appréhendés (par exemple, les aérosols et leurs effets sur les propriétés des nuages, le méthane, l'ozone, la vapeur d'eau stratosphérique, le changement d'affectation des terres, les variations passées de l'activité solaire).
- L'attribution de certains phénomènes de changement climatique observés à des processus anthropiques ou naturels bénéficie d'un degré de confiance qui est limité par des incertitudes concernant le forçage radiatif, de même que par des incertitudes dans les processus et les observations. L'attribution devient plus difficile à des échelles spatiales et temporelles plus restreintes et la compréhension des changements dans les précipitations bénéficie d'un degré de confiance moindre que la compréhension des changements dans la température. Il n'existe que très peu d'études d'attribution pour les changements en matière de phénomènes extrêmes.
- L'incertitude reste importante dans la modélisation de certains modes de variabilité climatique, ainsi que dans la distribution des précipitations entre événements majeurs et événements mineurs. Dans de nombreuses régions, les projections de changement en matière de précipitations moyennes varient aussi énormément entre les modèles, même dans le sens du changement. Il est nécessaire d'améliorer la compréhension des sources d'incertitude.
- Dans de nombreuses régions où l'on établit des échelles spatio-climatiques fines d'après des relevés topographiques, on ne dispose que d'informations insuffisantes sur la manière dont le changement climatique va s'exprimer à ces échelles.
- Les modèles climatiques restent limités par la résolution spatiale et la taille d'ensemble qui peut être obtenue à l'aide des moyens informatiques actuels, par la nécessité d'y introduire quelques processus additionnels et par la grande incertitude entachant la modélisation de certaines rétroactions (dues par exemple aux nuages et au cycle du carbone).
- La connaissance limitée des processus impliquant les nappes glaciaires et les plates-formes de glace conduit à des incertitudes non quantifiées dans les projections du futur bilan de masse des nappes glaciaires, ce qui entraîne ensuite des incertitudes concernant les projections de l'élévation du niveau de la mer.

8.2.2 Impacts liés à l'eau [GT II 3.5.1, 3.8]

- En raison des incertitudes, une approche probabiliste s'avère nécessaire pour permettre aux gestionnaires de l'eau de mener des analyses de risque en matière de changement climatique. Des techniques sont en cours de développement pour élaborer des distributions de probabilité de résultats spécifiques. La poursuite du développement de ces recherches et des techniques de communication des résultats, ainsi que leur application pour la communauté des utilisateurs sont indispensables.
- Il est nécessaire de poursuivre le travail sur la détection et l'attribution des changements hydrologiques actuels, en particulier sur les changements en matière de ressources en eau et sur l'occurrence de phénomènes extrêmes. Parmi ces efforts, il est demandé de développer des indicateurs d'incidences du changement climatique sur l'eau douce et des systèmes opérationnels permettant de les surveiller.
- Il subsiste une asymétrie d'échelle entre les modèles climatiques à grande échelle et l'échelle du bassin hydrographique – qui est la plus importante pour la gestion de l'eau. Il est donc nécessaire d'élaborer des modèles climatiques de plus haute résolution, avec de meilleures propriétés et interactions de la surface du sol, pour obtenir des informations plus pertinentes pour la gestion de l'eau. Une réduction d'échelle statistique et physique peut y contribuer.
- La plupart des études d'incidence du changement climatique sur le stress hydrique dans les pays évaluent la demande et l'approvisionnement sur une base annuelle. Il est souhaitable de disposer d'une référence mensuelle ou d'une meilleure résolution dans le temps, car les changements intervenant dans les schémas saisonniers et la probabilité de phénomènes extrêmes peuvent compenser l'effet positif de la disponibilité accrue de ressources en eau.
- L'incidence du changement climatique sur la neige, la glace et les sols gelés en tant que variables de stockage sensibles dans le cycle de l'eau est largement non linéaire, et il est nécessaire de disposer d'une modélisation plus orientée sur la physique et les processus, de même que d'une réduction d'échelle atmosphérique spécifique. Il existe également un manque de connaissances détaillées des changements du ruissellement dus à l'évolution des glaciers, de la couverture neigeuse, de la transition neige-pluie et des sols gelés dans différentes régions climatiques.
- Il est nécessaire d'améliorer les méthodes permettant l'évaluation des incidences de la variabilité du changement climatique sur les ressources en eau douce. Il est en particulier nécessaire de développer des jeux de données à échelle locale ainsi que des modèles simples et informatisés de bassins versants en rapport avec le climat qui permettraient aux gestionnaires de l'eau

d'estimer les incidences et d'évaluer le fonctionnement et la résilience de leurs systèmes, compte tenu de la plage d'incertitude entourant les futures projections climatiques.

- Les rétroactions entre l'utilisation des terres et le changement climatique (incluant le changement de végétation et l'activité anthropique telle que l'irrigation et la construction de réservoirs) devraient être analysées avec plus de précision, par exemple, par modélisation couplée entre le climat et l'utilisation des terres.
- Une meilleure évaluation des conséquences des différentes politiques climatiques et des modes de développement sur l'eau est nécessaire.
- Les incidences du changement climatique sur la qualité de l'eau ne sont que peu connues, que ce soit pour les pays en développement ou pour les pays développés, notamment en ce qui concerne l'impact des phénomènes extrêmes.
- Relativement peu de résultats sont disponibles sur les aspects socioéconomiques des conséquences du changement climatique sur les ressources en eau, y compris sur la demande en eau.
- Les incidences du changement climatique sur les écosystèmes aquatiques (non seulement les températures, mais aussi l'altération des régimes d'écoulement, des niveaux de l'eau et de la couche de glace) ne sont pas assez bien comprises.
- Malgré leur importance, les eaux souterraines ne se sont vu accorder que peu d'attention dans l'évaluation de l'incidence du changement climatique par rapport aux ressources en eaux de surface.

8.3 Adaptation et atténuation

- La gestion des ressources en eau influe clairement sur de nombreux autres domaines d'ordre politique (par exemple, les projections concernant l'énergie, l'utilisation des terres, la sécurité alimentaire et la conservation de la nature). Il n'existe pas d'outils adaptés pour faciliter l'évaluation des options d'adaptation et d'atténuation au travers des nombreux secteurs dépendant de l'eau, et notamment l'adoption de techniques et pratiques d'utilisation rationnelle de l'eau.
- En l'absence de projections fiables pour les futurs changements des variables hydrologiques, les processus et méthodes d'adaptation pouvant être appliqués en l'absence de projections précises, comme l'amélioration du rendement hydraulique et de la gestion de la demande en eau, offrent des options «sans regrets» pour faire face au changement climatique. [GT II 3.8]
- *Biodiversité*. Il s'agit de l'identification des besoins en ressources en eau pour le maintien des valeurs et services environnementaux, tout particulièrement en ce qui concerne les écosystèmes des deltas, les zones humides et des flux entrants suffisants.
- *Piégeage et stockage du carbone*. Il est nécessaire d'avoir une meilleure connaissance des processus de fuite, du fait de la dégradation potentielle de la qualité des eaux souterraines, ce qui exige de renforcer la capacité de surveillance et de vérification du comportement du CO₂ stocké dans des réservoirs géologiques. [CCS, RT, chapitre 10]
- *Constructions de barrages et énergie hydraulique*. Une approche intégrée est nécessaire, compte tenu de la diversité des intérêts en jeu (maîtrise des crues, énergie hydroélectrique, irrigation, approvisionnement en eau des villes, écosystèmes, pêcheries et navigation), pour aboutir à des solutions durables. Il est également nécessaire d'évaluer les émissions de méthane. De même, il faut évaluer l'effet net sur le bilan carbone dans les régions concernées.
- *Bioénergie*. Il est nécessaire de disposer d'une connaissance de la demande en eau et de ses conséquences, ainsi que des plantations à grande échelle de cultures bioénergétiques à finalité commerciale. [GT III 4.3.3.3]
- *Agriculture*. Les effets nets d'une irrigation plus efficace sur le bilan des gaz à effet de serre devraient être mieux compris (augmentation des stocks de carbone dans les sols par des rendements améliorés et des retours de résidus, et compensation par les émissions de CO₂ issues des systèmes d'énergie utilisés pour la distribution de l'eau, ou encore par les émissions de N₂O issues d'une plus grande humidité et des apports d'engrais). [GT III 8.4.1.1]
- *Sylviculture*. Il est nécessaire d'avoir une meilleure connaissance des effets de boisements massifs sur les processus constitutifs du cycle hydrologique, tels que chutes de pluie, évapotranspiration, ruissellement, infiltrations et alimentation des nappes souterraines. [GT III 9.7.3]
- *Eaux usées et réutilisation de l'eau*. Il faut une meilleure connaissance des émissions issues des processus d'épuration décentralisés et des déversements sauvages d'eaux usées dans les pays en développement. L'incidence de la réutilisation adéquate de l'eau sur les stratégies d'atténuation et d'adaptation doit être comprise et quantifiée.

