



Centre International des Technologies
de l'Environnement de Tunis

Diffusion Sélective de l'Information

ISSN 1737-5703



Le CITET
VOTRE partenaire en **Eco-innovations**
et **Technologies Durables**



Impact du changement climatique sur les ressources en eau: incidences & mesures d'intervention

«... 1- Changements à venir de la disponibilité et de la demande en eau dus au changement climatique

1.1. Facteurs climatiques pouvant influencer sur les systèmes d'eau douce dans le futur

Les agents climatiques les plus importants pour la disponibilité en eau sont les précipitations, la température et la demande évaporative (déterminée par le rayonnement net au niveau du sol, l'humidité atmosphérique, la vitesse du vent et la température). La température est particulièrement importante dans les bassins dominés par la neige et dans les zones côtières, en raison de l'incidence de la température sur le niveau de la mer pour ces dernières (élévation du niveau de la mer par effet stérique en raison de la dilatation thermique de l'eau).

En résumé, il est prévu que le ruissellement fluvial annuel total sur l'ensemble des terres émergées augmente, même si certaines régions connaissent une augmentation ou une diminution significative du ruissellement. Toutefois, le ruissellement accru ne peut pas être entièrement utilisé tant qu'il n'existe pas d'infrastructures adéquates pour capter et stocker l'eau supplémentaire. Au-dessus des océans, l'on s'attend à une augmentation nette de la différence entre évaporation et précipitations.

1.1.1. Nappes souterraines

Le changement climatique a des incidences sur le rythme d'alimentation des nappes souterraines (c'est-à-dire les ressources souterraines renouvelables) sur la hauteur de leur surface libre.

Toutefois, les connaissances sur l'alimentation et les niveaux actuels, tant pour les pays développés que pour les pays en développement, sont limitées. En outre, très peu de recherches ont été menées sur l'incidence à venir du changement climatique sur les eaux souterraines ou sur leurs interactions avec les eaux de surface. Aux latitudes élevées, le dégel du pergélisol modifie le niveau et la qualité des nappes souterraines, en raison du couplage renforcé avec les eaux de surface.

Du fait qu'un grand nombre de nappes souterraines sont à la fois transformées en eaux de surface et alimentées par celles-ci, les incidences des régimes d'écoulement des eaux de surface pourraient affecter les nappes souterraines. La variabilité accrue des précipitations peut diminuer l'alimentation de ces nappes dans les zones humides du fait que l'augmentation de la fréquence des épisodes de fortes précipitations peut conduire plus souvent à un dépassement de la capacité d'infiltration du sol. Cependant, dans les zones arides et semi-arides, la variabilité accrue des précipitations peut augmenter l'alimentation des nappes souterraines, car seules des précipitations intenses sont capables de s'infiltrer assez rapidement avant de s'évaporer et du fait que les nappes alluviales sont principalement alimentées par les inondations causées par les crues.

D'après les résultats d'un modèle hydrologique mondial, l'alimentation moyenne des nappes souterraines au niveau mondial augmente moins que le ruissellement total. Il a été calculé que l'alimentation des nappes souterraines diminuera dans les années 2050 de plus de 70 % au nord-est du Brésil, au sud-ouest de l'Afrique et à l'extrémité sud de la mer Méditerranée.

Lorsque la hauteur de la surface libre augmente et que l'alimentation des nappes souterraines diminue, les zones humides dépendantes des aquifères sont mises en danger et le débit de base des cours d'eau est réduit pendant la saison sèche. Les régions dans lesquelles il est estimé que l'alimentation des nappes souterraines pourrait s'accroître de plus de 30 % d'ici les années 2050 comprennent le Sahel, le Proche-Orient, le nord de la Chine, la Sibérie et l'ouest des États-Unis. Dans les zones où le niveau des nappes phréatiques est déjà haut, une augmentation de l'alimentation pourrait provoquer des problèmes dans les villes et dans les zones agricoles, sous l'effet de la salinisation du sol et de la saturation des sols en eau.

Les quelques études des incidences du changement climatique sur les nappes phréatiques pour les aquifères

individuels montrent des résultats particulièrement spécifiques aux différents sites et modèles climatiques. Par exemple, dans la région de l'aquifère Ogallala, il est attendu que l'alimentation naturelle des nappes souterraines diminue de plus de 20 % dans toutes les simulations avec un réchauffement de 2,5 °C ou plus. Le résultat du changement climatique est que, dans de nombreux aquifères du monde, l'alimentation de printemps se décale vers l'hiver et celle d'été décline.

1.1.2. Érosion hydrique et sédimentation

Toutes les études sur l'érosion du sol montrent que l'augmentation attendue de l'intensité des pluies conduirait à des taux d'érosion supérieurs. En outre, l'évolution des précipitations de neige moins érosive en hiver vers de la pluie plus érosive, suite à l'augmentation des températures hivernales, accroît l'érosion, ce qui conduit, par exemple, à des incidences négatives sur la qualité de l'eau dans les zones agricoles.

La fonte du pergélisol rend érodables les sols qui ne l'étaient pas auparavant. D'autres incidences indirectes du changement climatique sur l'érosion sont associées aux changements du sol et de la végétation causés par le changement climatique et par les mesures d'adaptation associées.

Le très petit nombre d'études sur l'incidence du changement climatique sur le transport des sédiments suggère une augmentation du transport due à une plus forte érosion, en particulier dans les zones qui connaissent une augmentation du ruissellement.

1.2. Incidences des changements climatiques sur les futures disponibilités en eau douce

En ce qui concerne l'approvisionnement en eau, il est très probable que les coûts résultant des changements climatiques soient supérieurs aux bénéfices retirés à l'échelle mondiale.

L'une des raisons en est que la variabilité des précipitations va très probablement augmenter, et l'on prévoit des crues et des sécheresses plus fréquentes. Le risque de sécheresses dans les bassins alimentés par les eaux provenant de la fonte des neiges à la saison des basses eaux va s'accroître. Les incidences des crues et des sécheresses pourraient être tempérées par des investissements appropriés en matière d'infrastructures et par des réformes de la gestion de l'eau et de l'utilisation des terres. Néanmoins, la mise en œuvre de telles mesures engendrera des coûts. Les infrastructures hydrauliques, les modes d'utilisation de l'eau et les institutions se sont développés dans les conditions actuelles. Tout changement important de la fréquence des crues et des sécheresses, ou bien de la quantité, de la qualité ou du rythme saisonnier de l'eau disponible nécessitera des ajustements qui pourraient s'avérer coûteux, non seulement en termes monétaires mais aussi en termes d'incidence sur l'environnement et la société, y compris la nécessité de gérer les conflits potentiels entre les différents groupes d'intérêt.

Les changements hydrologiques peuvent avoir des impacts à la fois positifs et négatifs. Par exemple, l'augmentation du ruissellement annuel peut être bénéfique pour de nombreux usagers faisant de l'eau une utilisation consommatrice ou non, en augmentant les ressources en eau renouvelables, mais elle peut simultanément générer des dangers en augmentant le risque de crues. Ces dernières décennies, la tendance aux conditions plus humides dans certaines régions du sud de l'Amérique du Sud s'est soldée par l'augmentation des surfaces des zones inondées par les crues, mais elle a également amélioré le rendement des cultures dans la pampa argentine et a offert de nouvelles possibilités de pêche commerciale.

L'augmentation du ruissellement pourrait également endommager les zones dont la nappe phréatique est peu profonde. La montée du niveau de la nappe phréatique dans ces zones perturbe l'agriculture et endommage les constructions urbaines. En Russie, par exemple, les dommages annuels actuels provoqués par les nappes phréatiques peu profondes sont estimés entre 5 et 6 milliards de dollars des États-Unis et devraient probablement augmenter à l'avenir. De surcroît, l'augmentation du ruissellement annuel peut ne pas conduire à une augmentation bénéfique des ressources en eau facilement disponibles, si ce ruissellement supplémentaire se concentre durant la saison à forts débits.

L'augmentation de l'intensité des précipitations peut engendrer des périodes de plus forte turbidité et des charges en agents pathogènes et en nutriments dans les sources des eaux de surface. Le service des eaux de la

ville de New York a identifié les épisodes de fortes précipitations comme l'une de ses principales préoccupations liées aux changements climatiques, parce que de tels épisodes peuvent augmenter les niveaux de turbidité dans certains des principaux réservoirs de la ville jusqu'à plus de 100 fois la limite légale fixée pour la qualité de la source, au niveau de l'adduction par le service des eaux, ce qui nécessite des traitements supplémentaires considérables et entraîne d'importants coûts de surveillance.

1.3. Incidences des changements climatiques sur la demande future en eau douce

Des températures plus élevées et une augmentation de la variabilité des précipitations peuvent conduire, d'une manière générale, à une hausse de la demande en eau d'irrigation, même si les précipitations totales restent identiques pendant la saison de croissance.

1.4. Incidences des changements climatiques sur le stress hydrique à l'avenir

Le changement climatique n'est que l'un des nombreux facteurs qui influencent le stress hydrique futur; les changements démographiques, socioéconomiques et technologiques jouent peut-être des rôles plus importants, pour la plupart des horizons temporels et dans la majorité des régions.

Il convient de noter qu'en utilisant l'indicateur de disponibilité en eau par personne, le changement climatique semblerait réduire le stress hydrique global au niveau mondial. La raison en est que les augmentations du ruissellement sont fortement concentrées dans les zones les plus fortement peuplées du globe, principalement en Asie de l'Est et du Sud-Est. Cependant, étant donné que ce ruissellement accru se produit principalement pendant les saisons de hautes eaux, il pourrait ne pas atténuer les problèmes engendrés par la saison sèche si l'eau excédentaire n'est pas stockée, ni réduire le stress hydrique dans les autres régions du monde. Les changements des cycles saisonniers et une probabilité croissante de survenance d'épisodes extrêmes peuvent contrebalancer les effets de l'augmentation des ressources d'eau douce annuelles disponibles et des changements démographiques.

Si le stress hydrique est évalué en fonction non seulement de la population et du changement climatique, mais également de la modification de l'utilisation de l'eau, l'importance des moteurs non climatiques (revenu, efficacité de l'utilisation de l'eau, productivité de l'eau et production industrielle) augmente.

1.5. Incidences des changements climatiques sur les coûts et les autres aspects socioéconomiques de l'eau douce

La quantité d'eau disponible pour prélèvement dépend du ruissellement, de l'alimentation des nappes souterraines, de l'état de l'aquifère (par exemple, degré de confinement, profondeur, épaisseur et limites), de la qualité de l'eau et des infrastructures d'approvisionnement (par exemple, réservoirs, puits de rabattement et réseaux de distribution). Un accès sûr à l'eau potable dépend davantage du niveau des infrastructures de distribution d'eau que de la quantité de ruissellement.

Cependant, l'amélioration de cet accès à l'eau potable sera plus difficile à concrétiser dans les régions où le ruissellement et l'alimentation des nappes souterraines diminuent du fait du changement climatique. En outre, le changement climatique entraîne des coûts supplémentaires pour le secteur de la distribution d'eau, par exemple en raison des variations des niveaux d'eau qui affectent les infrastructures de distribution d'eau, ce qui peut entraver l'élargissement des services de distribution à davantage de personnes. Il en résulte alors des répercussions socioéconomiques et des coûts de suivi plus importants, en particulier dans les zones où la prévalence du stress hydrique a également augmenté en raison des changements climatiques.

Les modifications des régimes de ruissellement saisonniers et de la variabilité interannuelle du ruissellement provoquées par le changement climatique peuvent s'avérer aussi importantes pour la disponibilité en eau que les changements du ruissellement annuel moyen à long terme. Les personnes vivant dans les bassins alimentés par l'eau provenant de la fonte nivale qui subissent une diminution de la réserve d'eau de la couche nivale en hiver peuvent pâtir de la baisse de l'écoulement fluvial en été et en automne.

De surcroît, l'incidence du changement climatique sur le coût de l'approvisionnement en eau va augmenter

dans les années à venir, en raison non seulement d'un changement climatique plus marqué, mais également de la croissance de la demande.

Si l'approvisionnement en eau douce doit être remplacé par de l'eau dessalée à cause du changement climatique, le coût du changement climatique inclura alors le coût moyen de dessalement.

Des activités de recherche sur les nouvelles technologies de dessalement sont nécessaires pour réduire les coûts, grâce surtout à l'utilisation de sources d'énergie non conventionnelles qui permettent une réduction des émissions de gaz à effet de serre. En outre, le dessalement des eaux saumâtres permet d'améliorer l'économie de tels projets.

Les futurs dommages causés par les crues dépendront fortement des modes de peuplement, des décisions en matière d'utilisation des terres, de la qualité de la prévision des crues, des systèmes d'alerte et d'intervention, ainsi que de la valeur des structures et des autres biens immobiliers implantés dans les zones vulnérables, et également des changements climatiques en soi, comme la modification de la fréquence des cyclones tropicaux.

À l'avenir, l'augmentation des périodes de crue pourrait perturber la navigation plus souvent et le régime de basses eaux qui limite le chargement des bateaux pourrait augmenter.

Le changement climatique va probablement modifier le débit des rivières, avec d'importantes incidences sur l'eau disponible pour une utilisation non consommatrice, en particulier pour la production d'énergie hydraulique. Les incidences de l'hydroélectricité pour l'Europe ont été évaluées au moyen d'un modèle hydrologique à grande échelle. Les résultats indiquent que d'ici les années 2070, le potentiel de production d'électricité des centrales hydroélectriques existant à la fin du XXe siècle augmentera de 15 à 30 % en Scandinavie et dans le nord de la Russie, où actuellement entre 19 % (Finlande) et près de 100 % (Norvège) de l'électricité sont d'origine hydraulique. Le Portugal, l'Espagne, l'Ukraine et la Bulgarie, où actuellement entre 10 % (Ukraine, Bulgarie) et 39 % de l'électricité proviennent de l'énergie hydraulique, ont connu des diminutions de 20 à 50 % et plus. Une diminution du potentiel hydroélectrique de 7 à 12 % dans les années 2070 est prévue dans l'ensemble de l'Europe (avec un pourcentage de 20 % d'hydroélectricité).

2. Adaptation au changement climatique dans le domaine de l'eau: aperçu général

Les gestionnaires des ressources en eau examinent depuis longtemps l'évolution de la demande d'eau. Jusqu'à présent, en règle générale, ils ont fait l'hypothèse que cette base de ressources naturelles sera relativement constante à moyen terme et, par conséquent, que l'expérience hydrologique acquise offre un bon guide pour déterminer les conditions futures. Le changement climatique remet en cause ces hypothèses conventionnelles et peut modifier la fiabilité des systèmes de gestion de l'eau. Les mesures de gestion permettant de faire face au changement climatique comprennent l'élaboration de nouvelles approches d'évaluation et de conception des systèmes, ainsi que de méthodes non structurelles par le biais de mécanismes tels que la Directive-cadre sur l'eau de l'Union européenne.

Les solutions du côté de l'offre comportent généralement des augmentations de la capacité de stockage de l'eau ou des prélèvements dans les cours d'eau et, ainsi, peuvent avoir des impacts négatifs sur l'environnement. Les possibilités du côté demande peuvent manquer d'efficacité pratique parce qu'elles se fondent sur des actions individuelles cumulées. Certaines possibilités peuvent être en contradiction avec les mesures d'atténuation du fait qu'elles demandent une forte consommation d'énergie, comme pour le dessalement et le pompage de l'eau.

L'on distingue fréquemment les adaptations autonomes et planifiées. Les adaptations autonomes sont celles qui ne constituent pas une réponse consciente aux stimuli liés au climat, mais qui résultent de changements destinés à satisfaire les demandes, attentes et objectifs modifiés qui, bien que n'étant pas délibérément destinés à faire face au changement climatique, peuvent en atténuer les conséquences.

Ces adaptations sont largement répandues dans le secteur de l'eau, bien qu'avec des degrés variables d'efficacité d'adaptation au changement climatique.

Certaines mesures d'adaptation autonome ont été mises en place en Amérique latine; parmi elles, la gestion

des dérivations transbassins et l'optimisation de l'utilisation de l'eau.

En Afrique, les communautés locales et les agriculteurs ont élaboré des dispositifs d'adaptation, afin de prévoir la pluviosité grâce à l'expérience acquise. Les agriculteurs du Sahel utilisent également des dispositifs traditionnels de récupération de l'eau qui viennent compléter les pratiques d'irrigation.

Les adaptations planifiées résultent de décisions stratégiques délibérées et prennent spécifiquement en compte le changement climatique et la variabilité du climat; cependant, à ce jour, elles n'ont pas souvent été mises en œuvre.

Dans quelques pays, dont les Pays-Bas, l'Australie, le Royaume-Uni, l'Allemagne, les États-Unis et le Bangladesh, les gestionnaires des ressources en eau ont commencé à traiter directement les implications du changement climatique comme élément de leurs pratiques normales de gestion de l'approvisionnement en eau et des crues.

Ces adaptations ont généralement pris la forme d'une modification des méthodes et des procédures, telles que l'adoption de normes de conception et le calcul des indemnités pour les dommages causés par le changement climatique. Par exemple, ces adaptations ont été mises en œuvre pour la préparation aux crues au Royaume-Uni et aux Pays-Bas, pour l'approvisionnement en eau au Royaume-Uni, ainsi que pour la planification des ressources en eau en général au Bangladesh.

Il y a très peu d'exemples de mesures «concrètes» dans le domaine de l'eau destinées à s'adapter spécifiquement et uniquement à l'évolution du climat. Ce phénomène peut s'expliquer en partie par le fait que le changement climatique peut ne constituer que l'un des nombreux facteurs qui affectent les stratégies et les plans d'investissement (et il peut ne pas être le plus important en matière de planification à court terme); il dépend aussi en partie de l'incertitude des projections des futurs changements hydrologiques.

Non seulement les agences de gestion de l'eau, mais également les utilisateurs privés du milieu aquatique devront s'adapter aux changements de la quantité et de la qualité de l'eau disponible. Cela concerne l'industrie, les agriculteurs (particulièrement les exploitants qui irriguent leurs terres) et les particuliers. En dépit de la grande expérience acquise en matière d'adaptation à l'évolution de la demande évolutive et de la législation, les connaissances restent faibles en ce qui a trait à la manière dont ces entités et ces individus seront capables de s'adapter aux changements climatiques.

Il existe un degré de confiance élevé en ce que l'adaptation permet de réduire la vulnérabilité, en particulier à court terme. Cependant, la capacité d'adaptation est étroitement liée au développement social et économique, et elle n'est pas répartie uniformément entre les sociétés et en leur sein. Les populations pauvres, les personnes âgées, les femmes, les personnes malades et les populations autochtones ont généralement des capacités d'adaptation moindres.

Il est possible de définir cinq types différents de limites de l'adaptation aux effets des changements climatiques.

a) Physique ou écologique: les moyens techniques et les réformes institutionnelles mis en place peuvent ne pas empêcher les effets néfastes causés par les changements climatiques. Par exemple, une adaptation peut s'avérer impossible là où les rivières sont entièrement asséchées.

b) Technique, politique ou sociale: par exemple, il peut être difficile de trouver des sites adaptés à l'implantation de nouveaux réservoirs, ou de faire en sorte que les utilisateurs consomment moins d'eau.

c) Économique: une stratégie d'adaptation peut simplement s'avérer trop coûteuse par rapport aux bénéfices retirés de sa mise en œuvre.

d) Culturelle et institutionnelle: ce type de limites peut comprendre le cadre institutionnel au sein duquel est gérée l'eau, la faible priorité donnée à la gestion de l'eau, le manque de coordination interagences, les tensions entre les différents niveaux, l'inefficacité de la gouvernance et l'incertitude quant aux changements climatiques à venir. L'ensemble de ces limites agissent comme des contraintes institutionnelles sur l'adaptation.

e) Cognitive et informationnelle: par exemple, les gestionnaires des ressources en eau peuvent ne pas

reconnaître les défis du changement climatique, ou leur accorder une faible priorité par rapport aux autres défis auxquels ils doivent faire face. La principale barrière informationnelle est le manque d'accès aux méthodologies permettant de faire face de manière cohérente et rigoureuse au changement climatique.

Le changement climatique pose un problème conceptuel aux gestionnaires des ressources en eau en introduisant une incertitude dans la détermination des conditions hydrologiques futures. Il peut être également très difficile de détecter une tendance sous-jacente, ce qui signifie que les décisions d'adaptation doivent parfois être prises avant que l'évolution réelle des régimes hydrologiques ne soit clairement connue. La gestion de l'eau dans la perspective du changement climatique exige ainsi d'adopter une approche fondée sur les scénarios. Ceci pose toutefois deux sortes de problèmes.

En premier lieu, les incidences sont souvent très différentes entre les scénarios, obligeant à fonder les analyses sur plusieurs scénarios. En second lieu, dans certains pays, les gestionnaires des ressources en eau ont besoin de données sur la probabilité de survenance des résultats définis pour prendre des décisions fondées sur les risques. Des techniques sont par conséquent développées dans le but de construire des distributions de probabilité de résultats spécifiques, nécessitant des hypothèses concernant les distributions de probabilité des principaux facteurs d'incertitude agissant sur les incidences.

Une deuxième approche pour traiter à l'incertitude, appelée «gestion adaptative», implique l'utilisation accrue de mesures de gestion de l'eau relativement robustes par rapport à l'incertitude. Ces outils comprennent des mesures destinées à réduire la demande d'eau et ont été prônés comme moyens de réduire le plus possible l'exposition d'un système au changement climatique. De la même façon, certaines stratégies résilientes de gestion des crues, qui consistent par exemple à permettre des crues temporaires des cours d'eau et à réduire l'exposition aux dommages causés par les crues, sont plus robustes par rapport à l'incertitude que les mesures traditionnelles de protection dans ce domaine.

2.1 Gestion intégrée des ressources en eau

La gestion intégrée des ressources en eau devrait être un instrument d'exploration des mesures d'adaptation au changement climatique, mais n'en est pour le moment qu'à ses débuts.

Les stratégies intégrées de gestion de l'eau qui donnent de bons résultats demandent, entre autres, de tenir compte de l'opinion publique, de réformer les processus de planification, de coordonner la gestion des ressources en sol et en eau, de reconnaître les liens entre quantité et qualité de l'eau, d'utiliser en parallèle les eaux souterraines et les eaux de surface, de protéger et de restaurer les milieux naturels, en incluant la prise en compte du changement climatique. De surcroît, les stratégies intégrées cherchent à lever de manière explicite les obstacles au flux d'informations. Une approche entièrement intégrée n'est pas toujours nécessaire, mais l'échelle d'intégration appropriée dépendra plutôt de la mesure dans laquelle elle facilite une action efficace en réponse à des besoins spécifiques. En particulier, une approche intégrée de la gestion de l'eau pourrait aider à résoudre les conflits entre les utilisateurs concurrentiels de l'eau. Dans différentes zones de l'ouest des États-Unis, les gestionnaires des ressources en eau et divers groupes d'intérêt ont expérimenté des méthodes qui favorisent la prise de décisions consensuelles.

Ces efforts comprennent des initiatives locales au niveau des bassins versants et des initiatives menées par l'État ou parrainées au niveau fédéral pour obtenir la participation des parties prenantes aux processus de planification. Ces initiatives permettent de faciliter les négociations entre les groupes ayant des intérêts divergents pour parvenir à une résolution des problèmes mutuellement satisfaisante qui prend en compte tout un ensemble de facteurs. Dans le cas des bassins versants de grande taille, ces facteurs traversent plusieurs niveaux spatiaux et temporels ...»- Source: https://archive.ipcc.ch/pdf/technical-papers/ccw/ccw%20fr/chapter_3_fr.pdf

Contactez nous



CITET

CITET

Adresse: Boulevard du Leader Yasser Arafat – 1080 –
Tunis

Tel: 00216 71 206 482/71 206 647

Fax: 00216 71 206 642

Portail: www.citet.nat.tn



Suivez-nous

[Facebook](#)

Elaboré par

Lobna ZOUAOU, Ingénieur Data,
Responsable Veille Stratégique et Technologique
& Community manager veille@citet.nat.tn

Vérfié par

Noura KHIARI, Chef du Service Documentation, Information,
Edition et Marketing cdi1@citet.nat.tn

Validé par

Faouzi HAMOUDA, Directeur de la Documentation et de
l'Information cdi@citet.nat.tn

En devenant partenaire du CITET vous êtes automatiquement enregistrés et abonnés à sa documentation. La Direction de Documentation et d'Information (DDI) vous remercie de votre assiduité et recevra avec vif intérêt toute suggestion ou demande d'information de documentation de votre part que vous voudriez bien envoyer à : veille@citet.nat.tn. Pour se désabonner, veuillez envoyer le message suivant « Je désire me désabonner », à la même adresse.