

Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2020

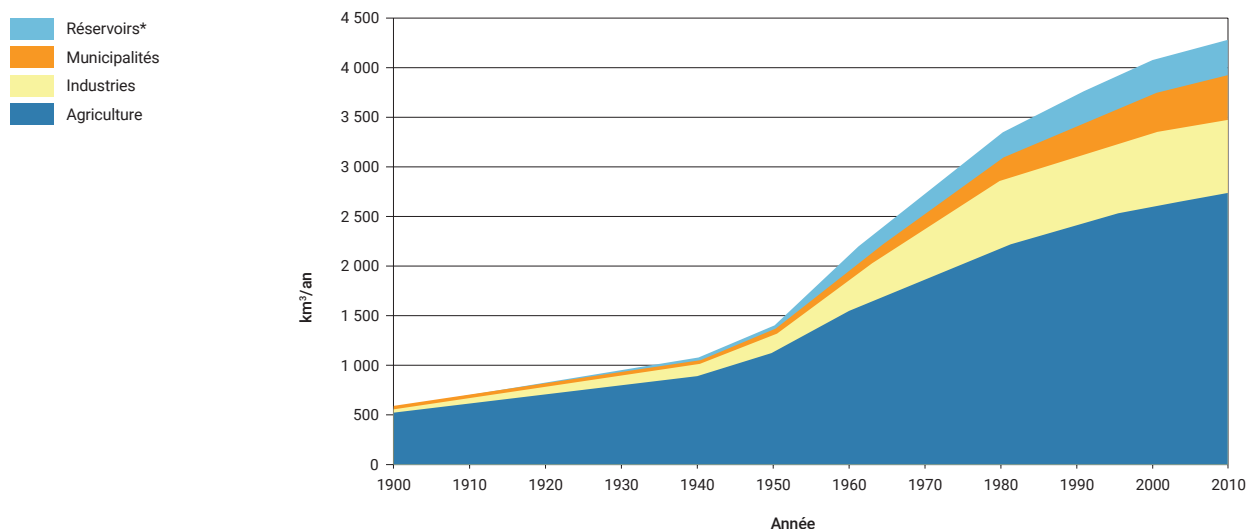
L'EAU ET LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Faits et chiffres



Au cours des 100 dernières années (figure 1), l'utilisation mondiale d'eau a été multipliée par six et continue d'augmenter rapidement de près d'environ 1 % par an (AQUASTAT, n.d.)¹ en raison de la croissance démographique, du développement économique et de l'évolution des tendances de consommation. Une étude a conclu que le monde pourrait être confronté à un déficit en eau de 40 % d'ici à 2030 si rien n'est fait pour inverser la situation actuelle (2030 WRG, 2009).

Figure 1 Prélèvements d'eau dans le monde au cours du 20^e siècle



Note: * Évaporation à partir de lacs artificiels

Source : AQUASTAT (2010).

À l'échelle mondiale, le taux d'épuisement des eaux souterraines a doublé entre 1960 et 2000, pour atteindre 280 km³ par an en 2000 (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2014). En l'absence de bonnes stratégies de gestion, ces facteurs entraîneront des risques énormes pour la vie (OCDE, 2012).

D'après le Forum économique mondial, depuis 2014, les phénomènes météorologiques extrêmes constituent le premier ou le deuxième risque mondial en termes de probabilité, les crises de l'eau faisant partie des cinq premiers en termes d'impact (WEF, 2019).

Le taux des émissions de gaz à effet de serre (GES) a atteint un record absolu (OMM, 2019). Même si les émissions sont alignées sur les engagements politiques actuels concernant les contributions déterminées au niveau national (CDN) dans le cadre de l'Accord de Paris, la communauté scientifique est très confiante que la température moyenne mondiale dépassera les niveaux préindustriels d'au moins 1,5°C après 2030 (GIEC, 2018a).

Les projections des besoins d'investissement dans la sécurité de l'eau divergent, mais elles indiquent toutes que l'ampleur des investissements devrait augmenter de façon significative. Les estimations mondiales s'élèvent de 6,7 billions de dollars EU d'ici à 2030 et à 22,6 billions de dollars d'ici à 2050 (CME/OCDE, 2015).

Changements climatiques

Depuis le milieu du 20^e siècle, on a observé des changements dans l'intensité et la fréquence des phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes, notamment une diminution des extrêmes de température froide et une augmentation des extrêmes de température chaude, des niveaux de mer extrêmement élevés et du nombre de fortes précipitations dans un certain nombre de régions (Min et al., 2011).

Les projections climatiques indiquent avec une grande confiance que les précipitations extrêmes deviendront plus intenses et plus fréquentes dans de nombreuses régions, mais aussi que les vagues de chaleur seront plus fréquentes et dureront plus longtemps. Les premières augmenteront le risque d'inondation au niveau mondiale (Hirabayashi et al., 2013), tandis que les dernières devraient rendre les sécheresses plus intenses (Trenberth et al., 2014). Ces risques sont répartis géographiquement de façon inégale et ils sont généralement plus importants pour les personnes et les communautés vulnérables dans les pays à tous les niveaux de développement (GIEC, 2014a).

¹ Pour toutes les sources et citations dans ce document, veuillez consulter le rapport disponible sur le site www.unesco.org/water/wwap.

Disponibilité de l'eau et stress hydrique

L'eau en étant l'intermédiaire d'une grande partie des impacts des changements climatiques sur l'agriculture, la pénurie accrue de l'eau dans de nombreuses régions du monde représente un défi majeur pour l'adaptation aux changements climatiques.

Les changements de précipitations et de température (figure 2) auront une incidence directe sur le bilan hydrique terrestre (Schewe et al., 2014). On s'attend à ce que l'évaporation à partir de la surface terrestre augmente en raison de la tendance mondiale à la hausse des températures de l'air dans toutes les régions sauf les plus sèches, où le manque d'eau empêche une telle augmentation. Cette augmentation peut être compensée par une augmentation des précipitations, mais dans de nombreuses régions et en particulier dans les zones où les volumes de précipitations vont diminuer, cela entraîne une diminution des volumes de débit des cours d'eau et une diminution de la disponibilité de l'eau pendant les différentes saisons (GIEC, 2018a).

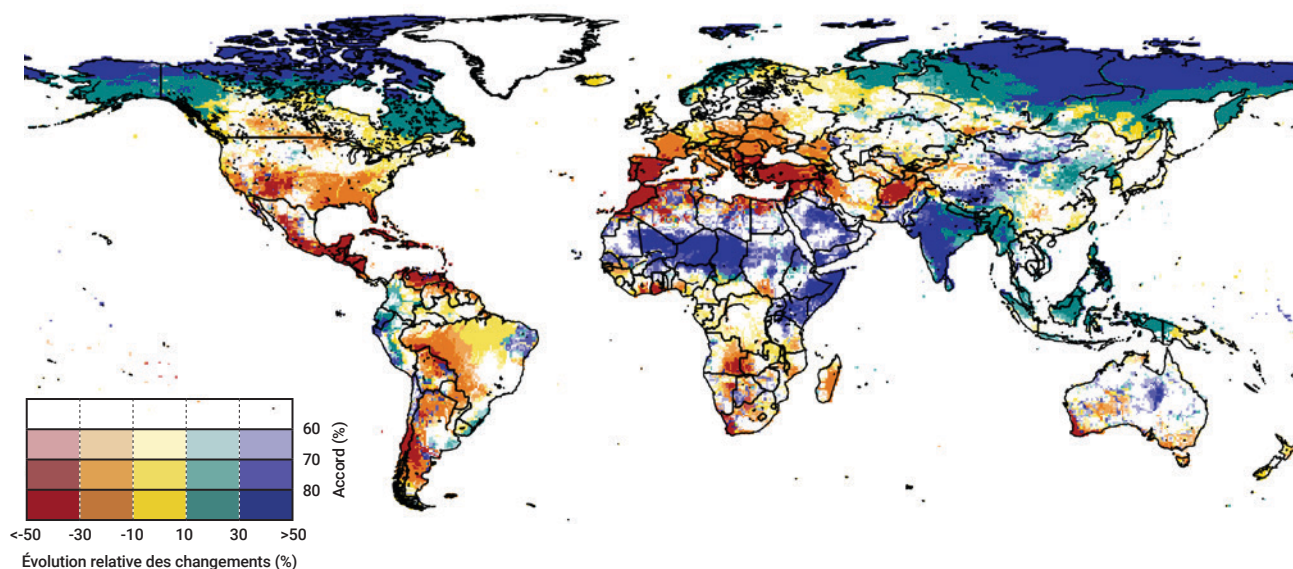
De telles diminutions auront une incidence directe sur la disponibilité de l'eau pour le prélèvement d'eau pour l'agriculture, l'industrie et les approvisionnements domestiques, ainsi que pour les utilisations dans les cours d'eau, comme la production d'électricité, la navigation, la pêche, les loisirs et, enfin et surtout, l'environnement.

Les changements dans la cryosphère entraînés par les changements climatiques sont également répandus, ce qui entraîne la diminution mondiale du manteau neigeux et de la couverture glaciaire (Huss et al., 2017). Il est prévu avec une grande certitude que le manteau neigeux, les glaciers et le pergélisol continueront de diminuer dans presque toutes les régions tout au long du XXI^e siècle (GIEC, 2019a).

On s'attend que la fonte accélérée des glaciers ait des conséquences négatives sur les ressources en eau des régions montagneuses et des basses terres qui les entourent, et où les régions montagneuses tropicales seront les plus vulnérables (Buytaert et al., 2017). Bien que la fonte accélérée des glaciers puisse localement et temporairement renforcer le débit fluvial, la diminution de la couverture glaciaire tend à entraîner un débit fluvial plus variable et une réduction du débit de base à long terme, de même que des changements dans la prévision saisonnière des pics de débit fluvial.

Au cours du siècle dernier, l'utilisation de l'eau a augmenté à un taux plus de deux fois plus élevé que celui de la croissance démographique (FAO, 2013a). Associée à un approvisionnement plus erratique et incertain, cette utilisation renforcée aggravera la situation de stress hydrique des régions déjà touchées et générera un stress hydrique dans les régions où les ressources en eau sont pour l'instant abondantes.

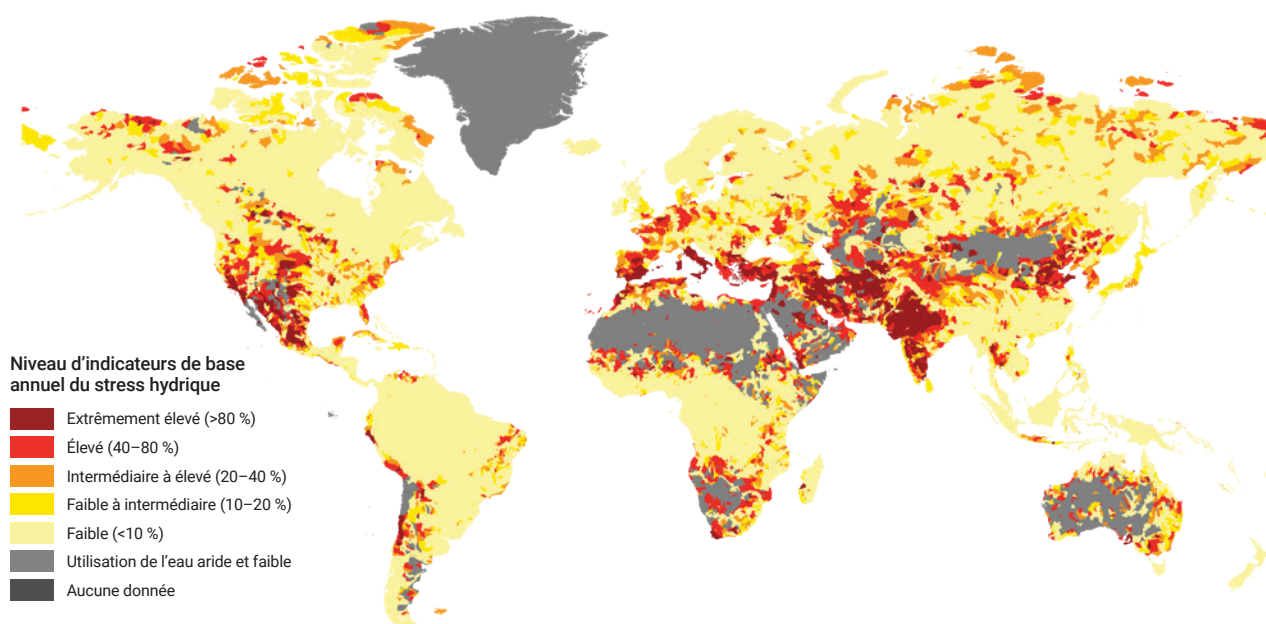
Figure 2 Tendances des scénarios de changement climatique en matière de disponibilité de l'eau



Note : La figure présente le changement relatif dans l'évacuation annuelle dans le cas d'une augmentation de la température de 2 °C par rapport au présent dans le scénario RCP8.5.

Source : Schewe et al. (2014, fig. 1, p. 3246). La licence Attribution-Partage dans les mêmes conditions 3.0 Organisations Internationales (CC BY-SA 3.0) ne s'applique pas à cette figure.

Figure 3 Stress hydrique annuel de référence



Note : Le niveau d'indicateur de base du stress hydrique mesure le rapport entre le prélèvement d'eau total avec l'approvisionnement renouvelable en eau disponible. Le prélèvement d'eau comprend les utilisations aux fins domestiques, industrielles, irrigation et pour le bétail, aussi bien pour l'utilisation consommatrice que pour l'utilisation non consommatrice. L'approvisionnement renouvelable en eau disponible comprend l'approvisionnement en eau de surface et en eau souterraine, et tiennent compte de l'impact de l'utilisation consommatrice d'eau et des grands barrages en amont sur la disponibilité de l'eau en aval. Les valeurs plus élevées indiquent davantage de compétition entre les utilisateurs.

Source : WRI (2019). Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

Le stress hydrique influe déjà sur tous les continents (figure 3). La pénurie d'eau physique est souvent un phénomène saisonnier et non un phénomène chronique (figure 4), mais les changements climatiques sont susceptibles d'altérer la disponibilité de l'eau tout au long de l'année dans plusieurs régions (GIEC, 2014a).

Près de 4 milliards de personnes sont touchées par la pénurie d'eau physique sévère pendant au moins un mois par an (Mekonnen et Hoekstra, 2016). Près de 1,6 milliard de personnes, soit plus d'un quart aujourd'hui de la population mondiale, subit la pénurie d'eau, ce qui signifie que cette population ne dispose pas des infrastructures nécessaires pour avoir accès à l'eau (ONU-Eau, 2014).

Les études prévoient que la pénurie d'eau continuera de s'aggraver dans le futur, et que près de 52 % de la population mondiale vivra dans des conditions de stress hydrique d'ici 2050 (Kölbel et al., 2018).

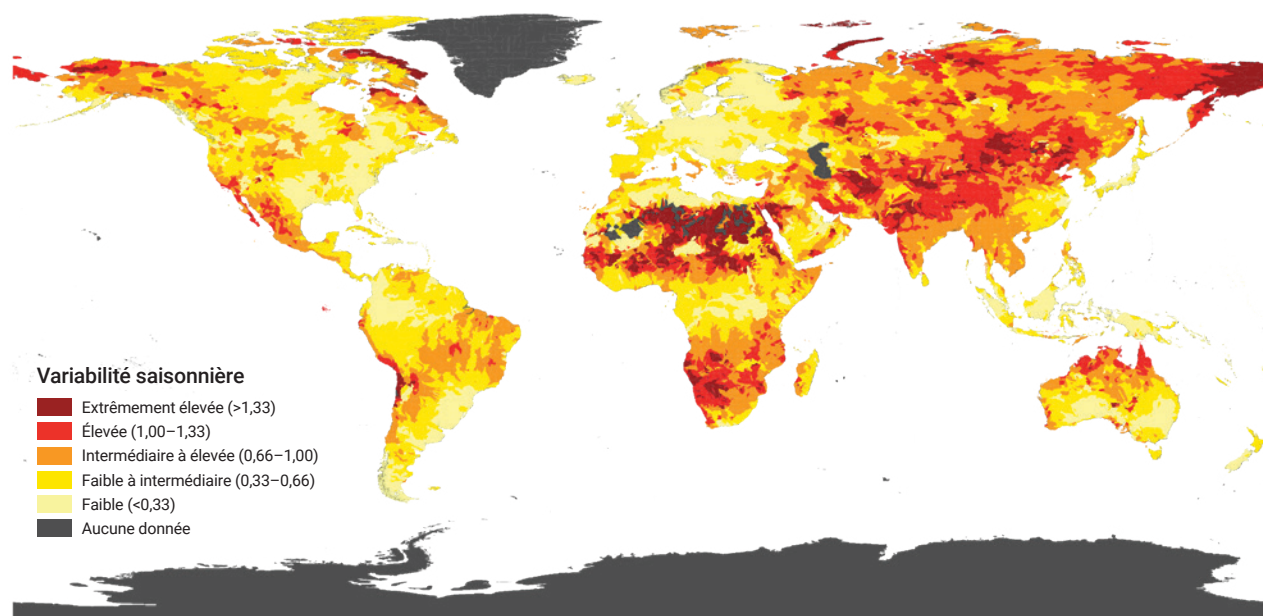
Dégradation de l'écosystème et qualité de l'eau

Les zones humides², y compris les tourbières, abritent les plus grands stocks de carbone parmi les écosystèmes terrestres et stockent deux fois plus de carbone que les forêts (Crump, 2017 ; Moomaw et al., 2018). Cependant, les zones humides dégradées sont d'importantes sources de GES. Des climats plus chauds pourraient réduire le rythme auquel les tourbières accumulent du carbone à long terme (Gallego-Sala et al., 2018).

Les tourbières brûlées et drainées représentent près de 5 % des émissions mondiales de CO₂ causées par l'homme (Crump, 2017). La restauration et la conservation des zones humides est une importante mesure d'atténuation. Griscom et al. (2017) suggèrent qu'environ un tiers de l'atténuation des GES jusqu'en 2030 peut être atteint par une atténuation basée sur les écosystèmes, à laquelle les zones humides peuvent contribuer à 14 %. Compte tenu du fait que les zones humides offrent de multiples retombées positives – notamment l'atténuation des inondations et des sécheresses, l'épuration de l'eau et la biodiversité – la conservation des zones humides est une mesure d'atténuation importante.

² Une zone humide est un écosystème distinct qui est inondé par l'eau, de façon permanente ou saisonnière, où les processus sans oxygène prédominent. Les principaux types de zones humides sont les marécages, les marais, les tourbières et les marécages, y compris les mangroves et les prairies de graminées marines (Keddy, 2010).

Figure 4 Variabilité saisonnière



Note : La variabilité saisonnière mesure la moyenne de variabilité au cours d'une année l'approvisionnement en eau disponible, y compris l'approvisionnement renouvelable en eaux de surface et de souterraine. Les valeurs plus élevées indiquent de plus grandes variations dans l'approvisionnement disponible au cours d'une année.

Source : WRI (2019). Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

Au cours des 100 dernières années, on estime que la planète a perdu la moitié de ses zones humides naturelles, et avec elles un nombre important d'espèces d'eau douce (ONU Environnement/ONU-Eau, 2018). Le taux de perte des zones humides est trois fois plus élevé que celui des forêts (Convention de Ramsar sur les zones humides, 2018).

L'épuisement et la pollution de l'eau sont les principales causes de la perte de biodiversité et de la dégradation des écosystèmes, qui, à leur tour, réduisent la résilience des écosystèmes, rendant les sociétés plus vulnérables aux risques climatiques et non climatiques.

La prolifération d'efflorescences algales nuisibles induite par le climat augmente en raison des températures plus chaudes de l'eau attribuée au réchauffement de la planète. De nombreux lacs et estuaires dans le monde, qui fournissent de l'eau potable à des millions de personnes et soutiennent les services écosystémiques, présentent déjà des proliférations de cyanobactéries nocives, toxiques, modifiant la chaîne alimentaire et entraînent l'hypoxie. Par exemple, en Chine, plus de 60 % des lacs souffrent d'eutrophisation et de prolifération d'efflorescences algales nuisibles (Shao et al., 2014). Les changements climatiques affectent gravement notre capacité à contrôler cette prolifération, ou la rendent presque impossible (Havens et Paerl, 2015).

La mauvaise qualité de l'eau due à l'eutrophisation (principalement due à un mauvais assainissement et à une mauvaise gestion des nutriments) est l'un des problèmes les plus répandus qui ont une incidence sur les réserves d'eau disponibles, la pêche et les activités récréatives. Par exemple, aux États-Unis d'Amérique (É.-U.), le coût estimé des dommages causés par seule l'eutrophisation s'élève à environ 2,2 milliards de dollars EU par an (Dodds et al., 2009).

On s'attend à ce que les changements climatiques exacerbent la dégradation de la qualité de l'eau en raison de la hausse des températures de l'eau, de la réduction de l'oxygène dissous et donc de la capacité d'autoépuration des plans d'eau douce. Étant donné que les inondations et les sécheresses sont susceptibles de s'intensifier en raison des changements climatiques, il existe d'autres risques de pollution de l'eau et de contamination pathogène causés par les inondations ou par les concentrations plus élevées de polluants pendant la sécheresse.

Des solutions fondées sur la nature (SfN) peuvent être mises en œuvre pour mieux s'adapter aux changements climatiques, pour accroître l'efficacité, l'efficacité et la robustesse des infrastructures de gestion de l'eau (y compris leur exploitation et entretien) et pour contribuer à l'atténuation des changements climatiques.

Des données factuelles suggèrent que l'investissement dans les SfN reste bien en dessous de 1 % de l'investissement total dans les infrastructures de gestion des ressources en eau (WWAP/ONU-Eau, 2018).

Gestion des eaux usées

Les services d'eau et d'eaux usées seraient responsables de 3 % à 7 % des émissions de GES (Trommsdorf, 2015), mais ces estimations ne comprennent pas les émissions associées au rejet d'eaux usées non traitées. En effet, les eaux usées non traitées sont une source importante de GES. Compte tenu du fait que dans les pays en développement, 80 % à 90 % des eaux usées ne sont ni collectées ni traitées (Corcoran et al., 2010 ; WWP, 2017), les émissions liées au secteur de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement – et son potentiel à contribuer de manière significative à l'atténuation des changements climatiques – ne devraient pas être négligées.

La formation de CH₄ (méthane) et de N₂O (oxyde nitreux) dans les décharges, les égouts à ciel ouvert et les lagunes représentait, selon les estimations, 13 % des émissions mondiales autres que le CO₂ en 2005 (US EPA, 2012). Environ 58 % de ces émissions proviennent des décharges, dont une partie est constituée par l'élimination des boues de traitement des eaux usées (Guo et al., 2012).

L'augmentation des rejets d'eaux usées et des eaux de ruissellement riches en engrais peut entraîner une augmentation des niveaux d'eutrophisation. On estime que les émissions de méthane résultant des lacs et des réservoirs augmenteront de 30 à 90 % d'ici 2100 (Beaulieu et al., 2019).

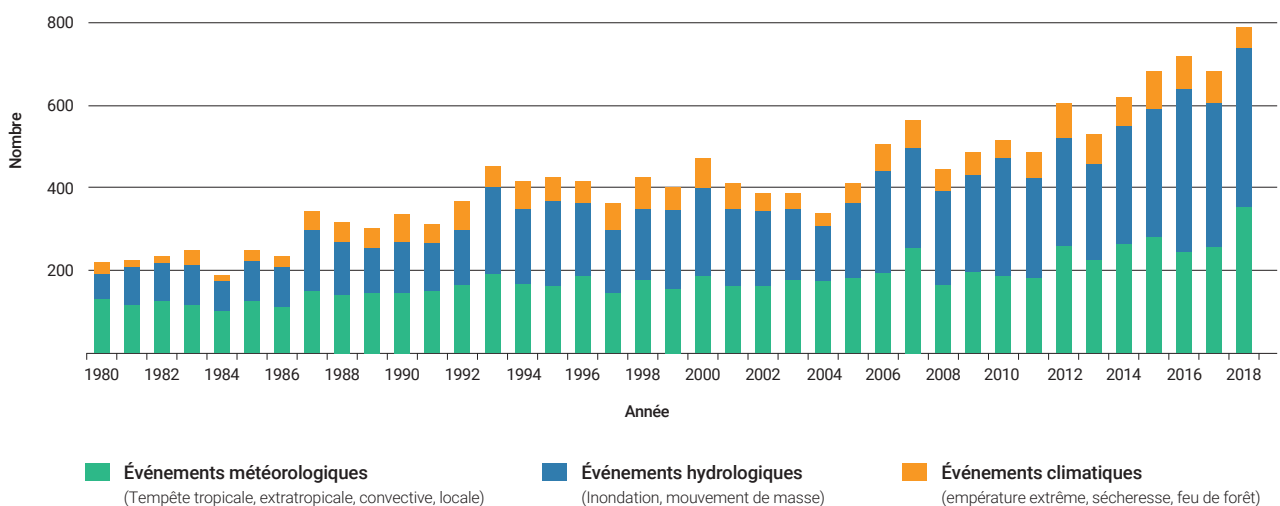
Événements extrêmes liés à l'eau et à la gestion des risques

Les inondations et les tempêtes représentent près de 90 % des catastrophes naturelles les plus sévères (Adikari et Yoshitani, 2009).

On s'attend à ce que les changements dans les régimes de précipitations suite aux changements climatiques accroîtront l'intensité et la fréquence des inondations et des sécheresses dans de nombreuses régions (Hirabayashi et al., 2013 ; Asadieh et Krakauer, 2017).

Les inondations et les précipitations extrêmes au niveau mondiale ont augmenté de plus de 50 % au cours de cette décennie, et surviennent actuellement à un rythme quatre fois plus soutenu qu'en 1980. D'autres événements climatiques extrêmes, tels que les tempêtes, les sécheresses et les vagues de chaleur, ont augmenté de plus d'un tiers cette décennie et sont enregistrés deux fois plus souvent qu'en 1980 (EASAC, 2018). La figure 5 montre les tendances à la hausse des catastrophes liées aux inondations à l'échelle mondiale, ainsi que des événements météorologiques et climatologiques.

Figure 5 Catastrophes naturelles mondiales liées au climat, par risque et par nombre d'événements pertinents, 1980–2018



Note : Les événements attribués ont entraîné au moins un décès ou engendré des pertes normalisées équivalentes ou supérieures à 100 000, 300 000, 1 million ou 3 millions de dollars EU (selon le classement de la Banque mondiale du groupe de revenu du pays touché)

Source : MunichRE, NatCatSERVICE (2019).

Entre 2001 et 2018, environ 74 % de toutes les catastrophes naturelles survenues étaient liées à l'eau et, au cours des 20 dernières années, le nombre total de décès provoqués uniquement par des inondations et des sécheresses a dépassé 166 000, tandis que les inondations et les sécheresses ont touché plus de 3 milliards de personnes et ont causé des dommages économiques totaux de près de 700 milliards de dollars EU (EM-DAT, 2019)³.

Les sécheresses ont représenté à elles seules 5 % des catastrophes naturelles, touchant 1,1 milliard de personnes, causant le décès de 22 000 autres et entraînant 100 milliards de dollars EU de dommages sur une période de 20 ans (1995-2015). En une décennie, le nombre d'inondations est passé d'une moyenne annuelle de 127 en 1995 à 171 en 2004 (CRED/UNISDR, 2015).

Le nombre de décès, de personnes touchées et de pertes économiques varient considérablement d'une année à l'autre et d'un continent à l'autre, l'Asie et l'Afrique étant les plus touchées, tout compte fait (figures 6, 7 et 8).

Au cours de ce siècle, les inondations dues à l'élévation du niveau de la mer et aux ondes de tempête menaceront la viabilité de certaines îles ainsi que de certains grands deltas, comme ceux du Nil et du Mékong. (WWC, 2009). En plus des impacts directs, elles auront également de répercussions graves sur les infrastructures d'approvisionnement en eau et d'assainissement.

Il est de plus en plus évident que les zones de haute montagne se réchauffent plus rapidement que celles de basse altitude (Pepin et al., 2015). Cette accélération du réchauffement, qui se renforce avec l'altitude, rend les régions montagneuses exceptionnellement vulnérables aux changements climatiques. Elle se ressent surtout sur les glaciers et les sommets enneigés, qui diminuent dans presque toutes les régions du monde (Huss et al., 2017), ce qui a une influence sur les ressources en eau pour les populations en aval.

Là où la prospérité économique est affectée par les précipitations, les épisodes de sécheresse et d'inondations ont généré des vagues de migration et des pics de violence au sein des pays – 18,8 millions de nouveaux déplacements internes associés à des catastrophes ont été enregistrés dans 135 pays et territoires en 2017 (IDMC, 2018). En outre, la pénurie d'eau est susceptible de limiter la création d'emplois décents, car près de trois emplois sur quatre au monde dépendent de l'eau (WWAP, 2016).

Changements climatiques et santé humaine

À la fin de la période des Objectifs du millénaire pour le développement (2000-2015), 91 % de la population mondiale utilisaient une source d'eau potable améliorée et 68 % utilisaient des installations sanitaires améliorées, (OMS/UNICEF, 2015). Il reste beaucoup à faire pour atteindre les nouveaux niveaux plus élevés de services d'approvisionnement en eau et d'assainissement gérés de manière sûre, tels que définis dans les objectifs de développement durable (ODD) pour les 2,2 milliards et 4,2 milliards de personnes respectivement qui ne bénéficient pas de ce niveau de service supérieur (OMS/UNICEF, 2019).

Selon des estimations prudentes, l'insuffisance de l'eau et de l'assainissement est à l'origine de près de deux millions de décès évitables dans le monde chaque année, ainsi que de 123 millions d'années de vie corrigées de facteur l'incapacité (AVCI)⁴ évitables, la charge la plus importante pesant sur les enfants de moins de cinq ans (OMS, 2019a).

Même en ne considérant qu'un sous-ensemble des risques sanitaires et en faisant des hypothèses optimistes sur la croissance économique, on peut s'attendre à ce que les changements climatiques provoquent 250 000 décès supplémentaires par an d'ici à 2030 en entravant les progrès réalisés contre des causes de mortalité telles que la dénutrition, le paludisme et la diarrhée (OMS, 2014).

La capacité des vecteurs de maladies à propager les maladies infectieuses (y compris le paludisme, la dengue, le Nil occidental et la maladie de Lyme) augmente à mesure que la hausse de la température de l'eau élargit l'éventail des sites de reproduction favorables. Les insectes et les animaux vecteurs peuvent faciliter leur exportation dans des régions comme l'Europe et l'Amérique du Nord, qui étaient auparavant trop froides pour favoriser la transmission (OMS, 2018b).

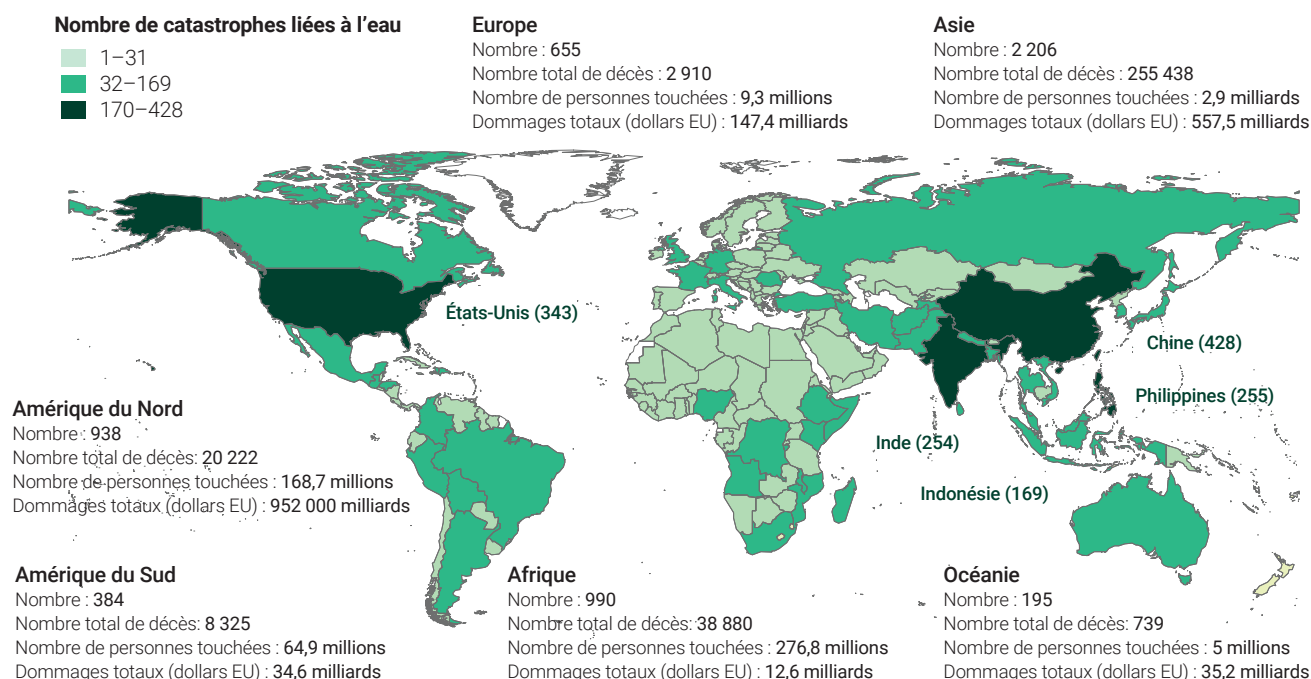
On prévoit que la sous-alimentation sera l'une des plus grandes menaces pour la santé en raison des changements climatiques. Selon les projections, 540 à 590 millions de personnes seront sous-alimentées si le réchauffement venait à atteindre 2 °C, les jeunes et les personnes âgées étant particulièrement touchés (OMS, 2018b).

Les changements climatiques sont considérés comme un multiplicateur de la pauvreté, qui pourrait contraindre 100 millions de personnes à l'extrême pauvreté d'ici 2030 (OMS, 2018b).

³ La base de données des événements d'urgence du CRED (EM-DAT) est utilisée ici pour fournir des statistiques sur les catastrophes mondiales, continentales, nationales ou régionales.

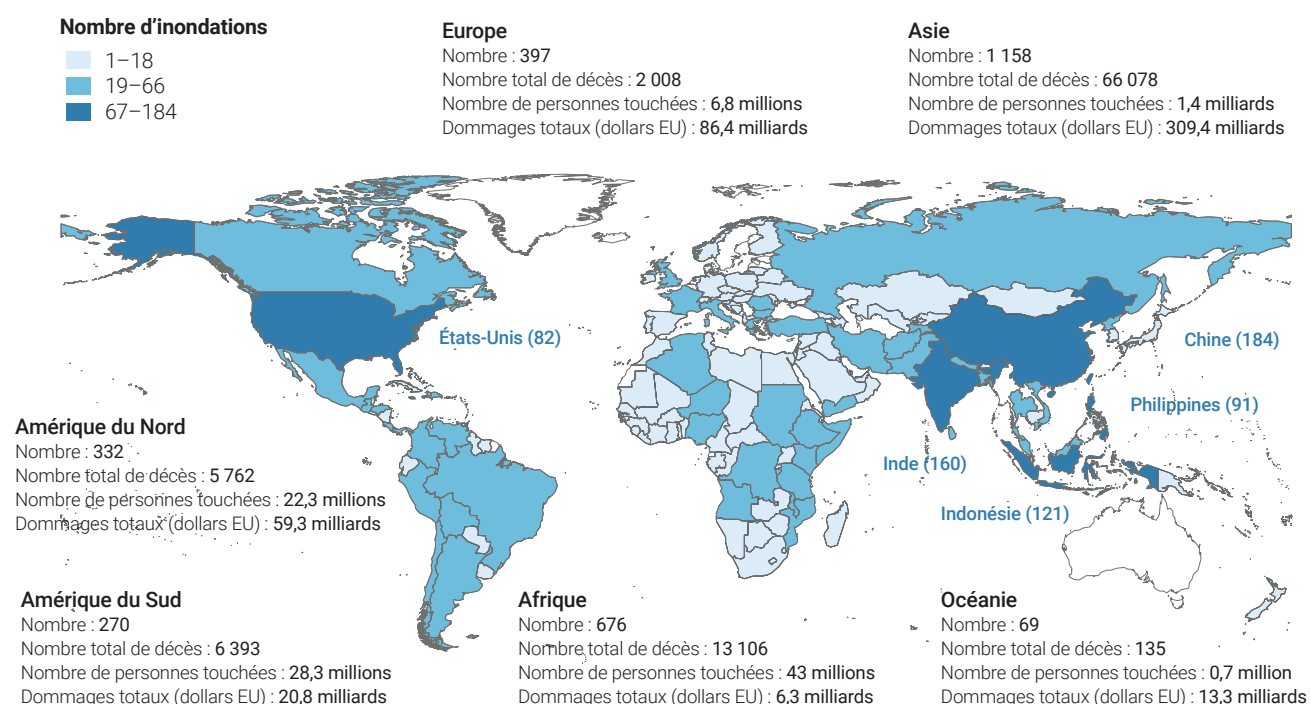
⁴ Les Années de vie ajustées sur l'incapacité (AVCI, ou DALY en anglais) sont une mesure de la charge globale de morbidité, exprimée en nombre d'années perdues pour cause de mauvaise santé, d'incapacité ou de décès précoce.

Figure 6 Répartition spatiale des catastrophes liées à l'eau (sécheresses, inondations, glissements de terrain et tempêtes) 2001–2018



Source : Élaboré par l'UNU-INWEH sur la base des données EM-DAT.

Figure 7 Répartition spatiale des inondations, 2001–2018

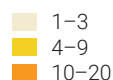


Source : Élaboré par l'UNU-INWEH sur la base des données EM-DAT.

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) estime que l'accès universel à l'eau potable et à l'assainissement se traduirait par des avantages économiques de 170 milliards de dollars EU chaque année, grâce à la réduction des dépenses de santé et à l'augmentation de la productivité résultant de la diminution des maladies (OMS, 2012).

Figure 8 Répartition spatiale de sécheresses, 2001–2018

Nombre de sécheresses

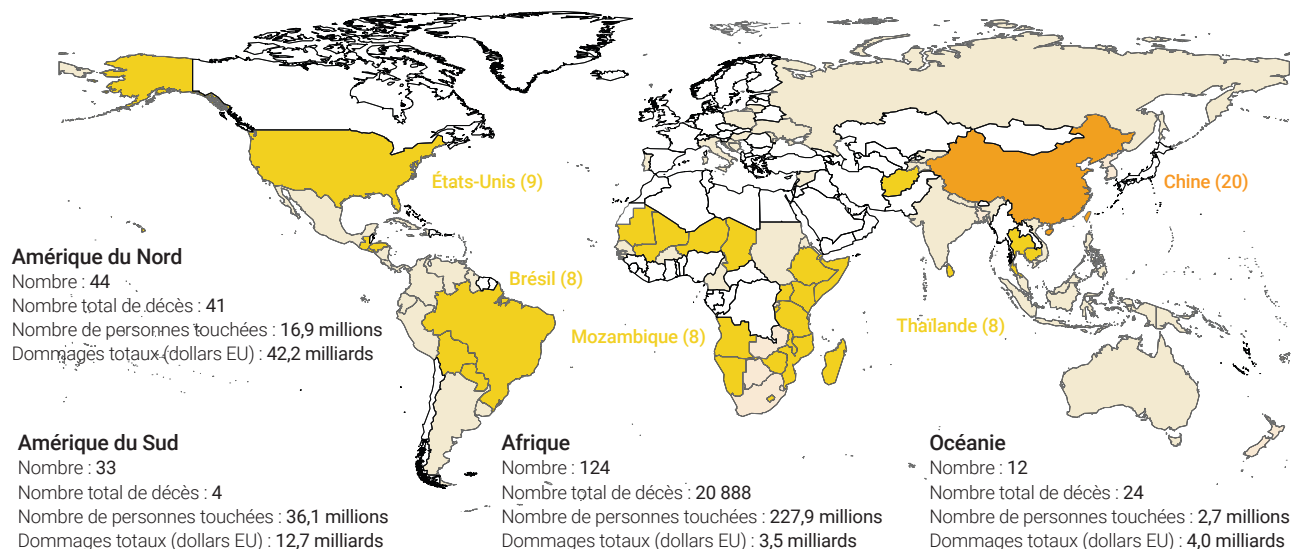


Europe

Nombre : 16
 Nombre total de décès : 0
 Nombre de personnes touchées : 1,3 millions
 Dommages totaux (dollars EU) : 10,3 milliards

Asie

Nombre : 64
 Nombre total de décès : 145
 Nombre de personnes touchées : 1,0 milliard
 Dommages totaux (dollars EU) : 34,5 milliards



Source : Élaboré par l'UNU-INWEH sur la base des données EM-DAT.

Pour réaliser la composante eau-assainissement-hygiène de l'ODD 6 d'ici à 2030, selon les évaluations, les investissements en capital doivent tripler (pour atteindre 1 700 milliards de dollars EU), tandis que les coûts d'exploitation et d'entretien seront proportionnellement plus élevés (Hutton et Varughese, 2016).

Agriculture et sécurité alimentaire

Face à des demandes concurrentes, accroître le volume d'eau utilisé pour l'irrigation – qui représente actuellement 69 % de l'ensemble des prélèvements d'eau (AQUASTAT, s.d.) – aura une portée limitée. Selon les estimations de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), les prélèvements d'eau aux fins d'irrigation augmenteront de 5,5 % de 2008 à 2050 (FAO, 2011a).

Des résultats convergents montrent que les changements climatiques altéreront fondamentalement les modes de production alimentaire en fonction de la disponibilité en eau dans le monde. Les impacts sur la productivité des cultures seront négatifs dans les régions de basse latitude et tropicales, mais seront relativement positifs dans les régions de haute latitude (FAO, 2015a).

Les terres irriguées sont celles où l'impact des températures élevées et de l'aridité se fera le plus sentir. Bien que l'étendue actuelle de ces terres (environ 3,3 millions de km²) constitue seulement 2,5 % de la superficie totale, elles représentent 20 % des terres cultivées et génèrent environ 40 % de la production agricole mondiale (FAOSTAT, s.d.).

FAO estime que, par rapport aux niveaux d'investissement de 2005–2007, un investissement en capital de 960 milliards de dollars EU est nécessaire pour étendre et améliorer l'irrigation jusqu'en 2050 dans 93 pays en développement, (Koohafkan, 2011). Pour la période de 2007 à 2016, les émissions anthropiques totales de GES de l'agriculture, la foresterie et les autres modes d'exploitation des terres représentent 23 % (GIEC, 2019b).

La part relative des émissions de GES issues de l'agriculture est passée d'environ 30 % à la fin du XX^e siècle à environ 20 % à 25 % en 2010, principalement en raison de la forte augmentation des émissions provenant du secteur de l'énergie (FAO, 2017a). Néanmoins, les émissions nettes issues du secteur de l'agriculture devraient continuer à augmenter.

Éviter la perte et le gaspillage de nourriture permet de réduire les émissions de GES. On estime que 25 à 30 % de la nourriture totale produite est perdue ou gaspillée à toutes les étapes des chaînes d'approvisionnement alimentaire (FAO, 2013b ; GIEC, 2019c). En se décomposant, les déchets alimentaires libèrent des GES.

Entre 2010 et 2016, les pertes et les déchets alimentaires mondiaux ont contribué entre 8 % et 10 % des émissions totales de GES anthropiques⁵ (GIEC, 2019c), un ratio qui pourrait dépasser 10 % d'ici à 2050 (Hiç et al., 2016). La réduction du gaspillage alimentaire pourrait également avoir des répercussions importantes sur la demande d'eau (et d'énergie), offrant ainsi un moyen d'adaptation (soulagement du stress hydrique) et d'atténuation (grâce à la réduction de la consommation d'énergie).

Le potentiel d'atténuation le plus important dans le secteur foresterie devrait provenir de la réduction des émissions attribuables à la déforestation et à la dégradation des forêts. Plus de 90 % des résultats nationaux de REDD+ (Programme de collaboration des Nations Unies sur la réduction des émissions liées à la déforestation et à la dégradation des forêts dans les pays en développement) communiqués à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) proviennent de la réduction de la déforestation (FAO, 2016a). La séquestration progressive du carbone provenant du boisement et du reboisement devrait à long terme maintenir un niveau d'atténuation similaire (Griscom et al., 2017).

Les effets des changements climatiques sur la disponibilité des ressources en eau sur le plan temporel et spatial auront une incidence sur les pauvres de façon disproportionnée, par le biais de l'agriculture, la pêche, la santé et les catastrophes naturelles. Près de 78 % des pauvres dans le monde, soit environ 800 millions de personnes, souffrent de la faim chronique tandis que 2 milliards souffrent de carences en micronutriments (FAO, 2017a). Ils vivent en grande partie dans des zones rurales et dépendent principalement de l'agriculture pluviale, de l'élevage ou de l'aquaculture pour subvenir à leurs besoins et à ceux de leur famille – tous très dépendants du climat et de l'eau – donc exposés aux irrégularités hydrométéorologiques.

Les changements climatiques sont par conséquent considérés comme un obstacle à la lutte contre la pauvreté rurale. Avec 80 % des impacts de la sécheresse absorbés par les producteurs ruraux, il est attendu une augmentation de la pression sur les ressources locales en eau et la dépendance à l'égard des technologies de pompage de l'eau en particulier (FAO, 2019).

Énergie et industrie

Selon le scénario des nouvelles politiques de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), la demande mondiale d'énergie devrait augmenter de plus de 25 %. Toutefois, la demande serait environ deux fois plus élevée si ce n'était des améliorations de l'efficacité énergétique (AIE, 2018).

L'industrie (y compris le secteur de l'énergie pour le refroidissement des centrales thermoélectriques et nucléaires) prélève 19 % des ressources mondiales en eau douce (AQUASTAT, s.d.) (figure 1), et plus récemment, on a estimé que l'énergie seule en prélevait environ 10 % (AIE, 2016).

D'ici à 2050, la part des secteurs de l'industrie et de l'énergie dans la demande mondiale d'eau devrait atteindre 24 %, les plus fortes augmentations en termes absolus étant observées en Asie et en Europe (principalement pour l'industrie), et l'Amérique du Nord étant la seule région qui devrait afficher une baisse (Burek et coll., 2016). Selon l'AIE, la consommation mondiale d'eau par le secteur de l'énergie augmentera de près de 60 % (AIE, 2016) d'ici à 2040. Dans les zones de stress hydrique, cela contribuera à accroître la pénurie, car moins d'eau sera retournée dans le cycle hydrologique pour être utilisée par d'autres secteurs.

Le secteur industrie a une contribution particulière et importante à apporter pour réduire la consommation et devenir plus économe en eau. Les données indiquent des possibilités pour l'industrie de réduire la consommation d'eau globale jusqu'à 50 % (Andrews et al., 2011 cité dans WBCSD, 2017).

Si les 10 % d'eau prélevés à l'échelle mondiale pour l'énergie peuvent paraître faibles par rapport à l'agriculture, cette quantité reste considérable. Une économie d'1 % par an grâce à une meilleure utilisation ou efficacité énergétique pourrait fournir de l'eau à 219 millions de personnes sur la base de 50 l/jour, en fonction de la situation géographique et d'autres facteurs. Cela offre au secteur de l'énergie une occasion importante de lutter contre la pénurie d'eau tout en atténuant les changements climatiques (Nations Unies, 2018a).

Tout en créant environ 25 % du produit intérieur brut (PIB) et de l'emploi dans le monde, l'industrie a également produit (en 2014) environ 28 % des émissions mondiales de GES (dont plus de 90 % de CO₂), et entre 1990 et 2014, les émissions industrielles ont augmenté de 69 %⁶. La fabrication d'ammoniac, de ciment, d'éthylène et d'acier a produit près de la moitié des émissions de CO₂ de l'industrie (McKinsey & Company, 2018).

⁵ Cette estimation comprend les émissions de GES liées à la production de l'eau alimentaire, ainsi qu'au processus de décomposition lui-même.

⁶ L'AIE signale qu'en 2016, les émissions mondiales de CO₂ de l'industrie passeraient de 19 % à 36 % si les émissions de l'électricité qu'elle utilise lui étaient réattribuées (AIE, 2017b).

L'énergie est au centre des initiatives de lutte contre les changements climatiques, car environ deux tiers des émissions de GES anthropiques du monde proviennent de la production et de l'utilisation d'énergie (AIE, 2015). Plus de 90 % des émissions de CO₂ du secteur de l'énergie proviennent des combustibles fossiles (AIE, 2015). Elles sont principalement utilisés dans les centrales thermiques alimentées au charbon, au pétrole et au gaz naturel, qui sont d'importants utilisateurs d'eau de refroidissement et qui ont utilisé globalement 58 % des prélèvements totaux d'eau à des fins énergétiques en 2014 (AIE, 2016).

Les efforts mondiaux de décarbonisation pourraient dépendre de la façon dont les entreprises gèrent l'eau (CDP, 2016). En 2016, le CDP a fait état d'un coût de 14 milliards de dollars EU attribuables aux répercussions des changements climatiques sur l'eau, soit cinq fois plus que l'année précédente. En outre, le CDP a analysé les activités de réduction des émissions divulguées par les entreprises et a constaté que près d'un quart (24 %) de ces activités dépendaient d'un approvisionnement fiable en eau pour leur réussite. Ces activités, qui comprennent des améliorations de l'efficacité énergétique et des achats d'énergie à faible teneur en carbone, pourraient réduire de 125 millions de tonnes métriques les émissions de CO₂ par an – ce qui équivaut à la fermeture de 36 centrales électriques au charbon pendant un an. En outre, plus de la moitié des sociétés ont déclaré avoir réduit leurs émissions de GES grâce à une meilleure gestion de l'eau.

L'orientation la plus prometteuse est l'utilisation accrue de technologies d'énergie renouvelable à faible teneur en carbone et nécessitant peu d'eau, comme l'énergie solaire photovoltaïque (PV) et l'énergie éolienne. On estime qu'en 2030, ces sources d'énergie renouvelables pourraient être responsables d'une réduction d'environ 50 % des prélèvements d'eau au Royaume-Uni, de plus de 25 % aux États-Unis, en Allemagne et en Australie, et de plus de 10 % en Inde (IRENA, 2015).

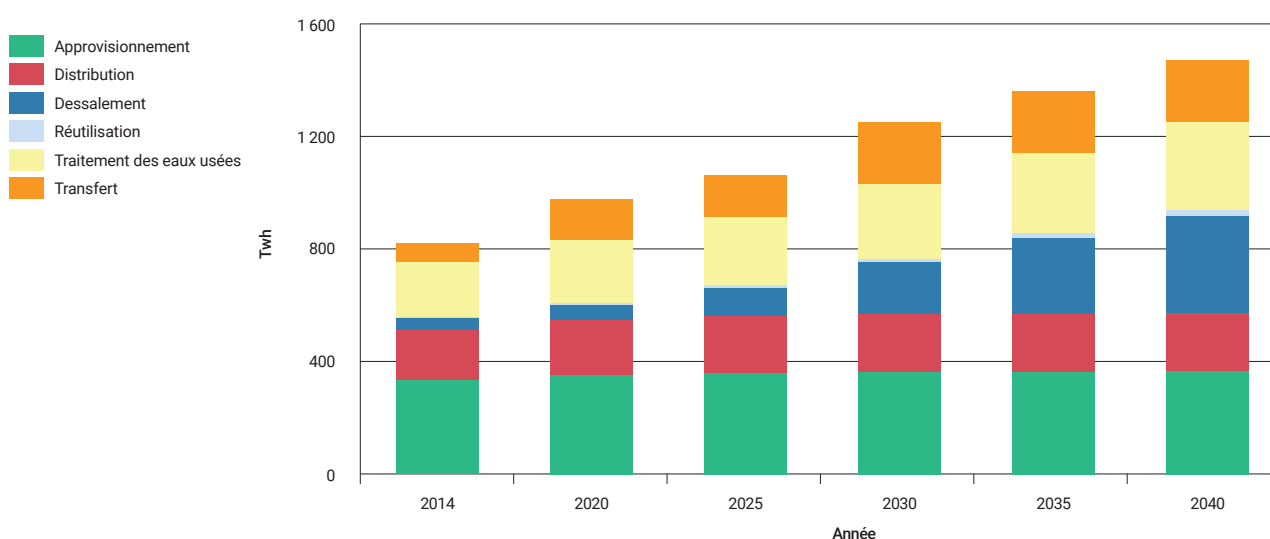
Dans l'Union européenne, en 2012, l'énergie éolienne a permis d'économiser autant d'eau que celle utilisée annuellement par 7 millions de personnes dans les ménages moyens, et d'ici 2030 – avec un déploiement accru remplaçant une partie des combustibles fossiles et la production nucléaire – la quantité d'eau économisée sera environ trois à quatre fois plus (EWEA, 2014).

Vers les années 2050, les changements climatiques pourraient entraîner une réduction de l'hydroélectricité de 1,2 % à 3,6 %, surtout en Amérique du Sud et en Australie, et de 7 % à 12 % de l'énergie thermoélectrique dans la plupart des régions (Van Vliet et al., 2016).

L'électricité utilisée par le secteur de l'eau est principalement destinée au captage (40 %), à l'acheminement (25 %) et au traitement (20 %) de l'eau et des eaux usées, ce qui représente environ 4 % de la production mondiale d'électricité. La consommation énergétique dans le secteur de l'eau devrait doubler jusqu'en 2040, en raison de l'augmentation du dessalement de l'eau de mer (figure 9) (AIE, 2016).

L'augmentation de l'efficacité de l'utilisation de l'eau et la réduction de la consommation et des pertes d'eau inutiles se traduisent toutes deux par une diminution de la consommation d'énergie et donc des émissions de GES. On a estimé que le secteur de l'eau dans le monde pourrait réduire sa consommation d'énergie de 15 % d'ici 2040 (AIE, 2016).

Figure 9 Consommation d'électricité dans le secteur de l'eau, par procédé, 2014–2040



Source : AIE (2018). Tous droits réservés.

Établissements humains

Une majorité de la population mondiale (4,2 milliards sur 7,6 milliards en 2018) vit dans les villes. Les projections des établissements humains dans le futur (avec une population mondiale de 8,6 milliards en 2030 et de 9,8 milliards en 2050) montrent que 60 % de la population mondiale vivra dans des villes d'ici à 2030, et 66,4 % en 2050 (DESA, 2019).

En 2018, on estimait que trois fois plus de citoyens vivaient dans les régions les moins développées que dans les régions les plus développées – 3,2 milliards contre 1 milliard – et ce ratio devrait augmenter car la grande majorité de la croissance de la population urbaine devrait se produire dans les régions les moins développées du monde (DESA, 2019).

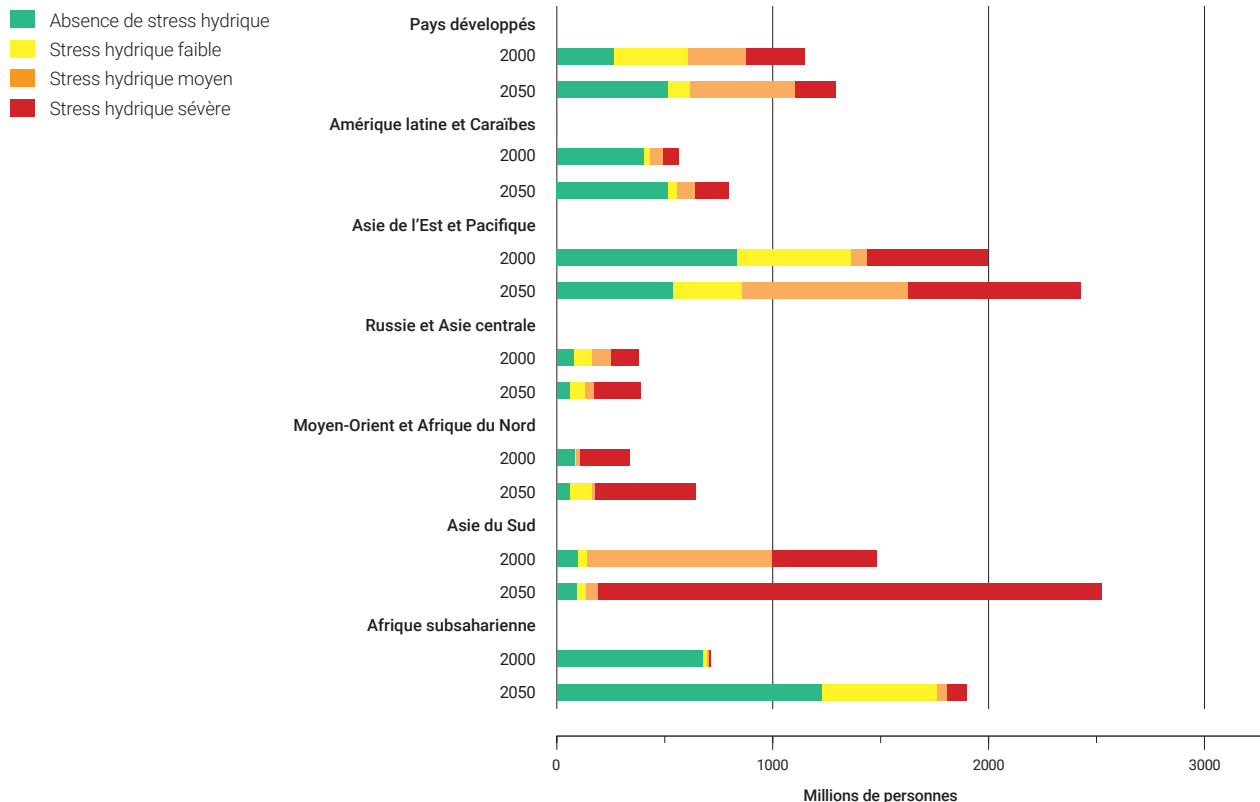
Environ 50 % des citoyens du monde entier résident dans des établissements de moins de 500 000 habitants (DESA, 2019). Beaucoup de ces villes sont vulnérables aux impacts des changements climatiques.

Alors que les changements climatiques ont déjà un impact significatif sur les ressources en eau, les demandes d'une population et d'une urbanisation grandissante vont encore exacerber le stress hydrique (défini ici comme un taux d'exploitation de l'eau de plus de 40 %) dans de nombreux bassins hydrographiques à travers le monde, en particulier ceux des zones densément peuplées des économies en développement. D'ici à 2050, on prévoit que 40 % de la population mondiale connaîtra un stress hydrique grave (figure 10), y compris la quasi-totalité de la population du Moyen-Orient et de l'Asie du Sud, ainsi que des parties importantes de l'Afrique du Nord et de la Chine (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2014).

D'ici à 2050, on estime que 685 millions de personnes vivant dans plus de 570 villes seront confrontées à une diminution supplémentaire de la disponibilité de l'eau douce d'au moins 10 %, en raison des changements climatiques (UCCRN, 2018). La croissance démographique et le développement économique ont été les principaux moteurs de l'augmentation du nombre de personnes touchées et des pertes économiques subies en raison des inondations côtières et fluviales (PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, 2014).

Environ 50 % de la population de l'Asie (2,4 milliards de personnes) vit dans des zones basses du littoral. L'élévation du niveau de la mer intensifiera les effets des phénomènes climatiques extrêmes liés aux inondations (CESAP, 2018).

Figure 10 Nombre de personnes en situation de stress hydrique selon le scénario de référence*



* Le « scénario de référence » est issu du troisième « Perspectives de l'environnement » publié par l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE, 2012). Il suppose qu'aucune nouvelle politique n'est introduite et fournit un point de référence pour évaluer les différentes variantes de politiques.

Source : PBL Netherlands Environmental Assessment Agency (2014, fig. 2.6, p. 21). Attribution 3.0 non transposé (CC BY 3.0).

Perspectives régionales

Compte tenu que 60 % des flux mondiaux d'eau douce traversent les frontières nationales, la coopération transfrontalière est essentielle pour mettre en place des mesures efficaces d'adaptation aux changements climatiques (CEE-ONU/RIOB, 2015).

Afrique subsaharienne

Les effets des changements climatiques sur les ressources en eau de l'Afrique sont déjà assez sévères. De nombreuses études révèlent par exemple que les précipitations en Afrique australe ont diminué récemment, probablement en raison des changements climatiques (GIEC, 2014a ; Bellprat et al., 2015 ; Funk et al., 2018 ; Yuan et al., 2018).

L'impact de l'augmentation de la population sera particulièrement prononcé sur le continent africain, où l'on prévoit une croissance démographique de plus d'un demi-milliard d'ici à 2050, intensifiant le stress hydrique, en particulier dans les régions urbanisées (Taylor et al., 2009).

Les changements climatiques devraient également avoir des effets liés à l'eau sur la santé humaine, par le biais des maladies d'origine vectorielle et hydrique (notamment dues à un accès plus difficile à l'eau potable, à l'assainissement et à l'hygiène) et des effets sur la sécurité alimentaire à travers la malnutrition (GIEC, 2014a).

Il existe une forte interdépendance régionale par l'hydroélectricité dans les bassins hydrographiques partagés. D'ici à 2030, 70 % et 59 % de la capacité hydroélectrique en Afrique orientale et australe, respectivement, devraient être situés dans un seul groupe de variabilité des précipitations, ce qui accroît les risques de perturbation simultanée de la production d'électricité (Conway et al., 2017).

Europe orientale, Caucase et Asie centrale

Les projections climatiques indiquent une augmentation des précipitations en Europe du Nord et une diminution des précipitations en Europe du Sud. On prévoit une augmentation marquée des températures extrêmes, des sécheresses météorologiques et des épisodes de fortes précipitations, mais avec des variations à travers l'Europe.

En Asie centrale, l'incertitude est plus élevée, avec une variation spatiale des tendances historiques et une incohérence dans les changements prévus pour les précipitations et la sécheresse.

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) souligne les défis croissants pour l'irrigation, l'hydroélectricité, les écosystèmes et les établissements humains dans la région Europe (IPCC, 2014a). L'un des enjeux clés pour la région est la possibilité que les inondations et les sécheresses amplifient les problèmes de santé, comme les maladies liées à l'eau (CEE/OMS, 2011).

Amérique latine et Caraïbes

Les changements dans la variabilité du climat et les phénomènes extrêmes affectent déjà gravement l'Amérique latine et les Caraïbes.

En Amérique centrale et en Amérique du Sud, on observe des changements de débit et de disponibilité de l'eau qui devraient se poursuivre et affecter des régions déjà vulnérables. En Amérique du Sud, le retrait de la cryosphère andine modifiera la répartition saisonnière des flux. Le GIEC prévoit avec assurance que les pénuries d'eau s'intensifieront dans les régions semi-arides déjà vulnérables, avec une réduction des précipitations et une augmentation de l'évapotranspiration, ce qui affectera les villes, la production d'hydroélectricité et l'agriculture (GIEC, 2014a).

Dans la sous-région des Caraïbes, le risque de sécheresse devrait augmenter, surtout si les températures augmentent avec plus de 1,5 °C. Les îles des Caraïbes sont également menacées par l'élévation du niveau de la mer, qui pourrait entraîner la salinisation, les inondations et la pression sur les écosystèmes (GIEC, 2018b).

Plus de 80 % de la population de la région vit dans les zones urbaines (DESA, 2019), et les sécheresses ont été liées à la réduction de l'emploi et des revenus du travail dans les villes d'Amérique latine (Desbureaux et Rodella, 2019).

En 2014 par exemple, une augmentation significative du nombre de Guatémaltèques cherchant à entrer aux États-Unis a coïncidé avec l'apparition de conditions de sécheresse liées à El Niño dans le Couloir sec d'Amérique centrale (Steffens, 2018). On prévoit une intensification du risque de sécheresse dans cette région due aux changements climatiques, obligeant un plus grand nombre de familles rurales pauvres à migrer hors de la région (CEPALC, 2018).

Asie et Pacifique

La région est très vulnérable aux catastrophes d'origine climatique et aux phénomènes météorologiques extrêmes, qui touchent de façon disproportionnée les personnes pauvres et vulnérables (UNDRR/CCNUCC/Bureau régional d'ONU Environnement pour l'Asie et le Pacifique, 2019).

Pendant le seul mois d'août 2017, 40 millions de personnes au Bangladesh, en Inde et au Népal ont été touchées par d'intenses pluies de mousson, faisant près de 1 300 morts et envoyant 1,1 million de personnes dans des camps de secours (CESAP/BAsD/PNUD, 2018).

Les inondations pourraient coûter à l'Asie du Sud jusqu'à 215 milliards de dollars EU par an d'ici à 2030 (CESAP/BAsD/PNUD, 2018).

Les changements climatiques et l'augmentation de la demande en eau mettront à rude épreuve les ressources en eau souterraine de la région, car la disponibilité des eaux de surface est affectée par la variabilité croissante du climat. L'utilisation des eaux souterraines dans la région pourrait augmenter de 30 % d'ici 2050 (BAsD, 2016). L'augmentation de la demande d'irrigation est déjà à l'origine du stress qui pèse sur les eaux souterraines dans certaines régions, en particulier dans deux des principaux « greniers », à savoir la plaine du nord de la Chine et le nord-ouest de l'Inde (Shah, 2005).

Dans le domaine de l'investissement, il est estimé qu'un investissement supplémentaire de 21 à 47 milliards de dollars EU d'ici à 2030 est nécessaire pour rendre les infrastructures d'adduction d'eau et d'assainissement résilientes aux changements climatiques en Asie et dans le Pacifique (UNDRR/CCNUCC/Bureau régional d'ONU Environnement pour l'Asie et le Pacifique, 2019).

Asie de l'Ouest et Afrique du Nord

Le degré de vulnérabilité aux changements climatiques est modérée à élevée dans toute la région, avec un gradient croissant du nord au sud.

Selon l'Initiative régionale pour l'évaluation de l'impact des changements climatiques sur les ressources en eau et la vulnérabilité socioéconomique dans la région arabe (RICCAR), il y aura une tendance à la baisse importante des précipitations dans toute la région jusqu'à la fin du siècle. Le ruissellement et l'évapotranspiration suivent généralement les mêmes tendances que les précipitations, bien que l'évapotranspiration soit limitée par les contraintes liées à la pénurie d'eau dans certaines régions.

Les températures dans la région arabe sont à la hausse et, selon un scénario de fortes émissions, elles devraient continuer à augmenter jusqu'à la fin du siècle pour atteindre 4 °C à 5 °C au-dessus de leurs niveaux préindustriels (FAO/GIZ/ACSAD, 2017 ; CESAO et al., 2017).

La Banque mondiale a identifié l'Afrique du Nord et l'Asie de l'Ouest comme les régions les plus menacées par la pénurie d'eau aggravée par les changements climatiques, dont le coût pourrait s'élever jusqu'à 6 % du PIB d'ici à 2050 (Banque mondiale, 2016a).

Financement

Pour atteindre les deux premières cibles de l'ODD 6 – accès aux services d'eau potable, d'assainissement et d'hygiène (WASH) pour tous d'ici à 2030 – les investissements en capital doivent atteindre 114 milliards de dollars EU par an. C'est environ trois fois le niveau annuel actuel des investissements en capital dans le secteur de WASH. Outre les apports de capitaux initiaux, des ressources importantes sont nécessaires pour exploiter et entretenir les infrastructures d'eau et d'assainissement et maintenir la couverture universelle. Ces coûts sont récurrents et dépasseront les coûts en capital de 1,4 à 1,6 fois d'ici à 2029 (Hutton et Varughese, 2016).

Les dépenses susmentionnées ne comprennent pas les cibles 6.3 à 6.6 de l'ODD 6, plus coûteuses et qui comprennent l'amélioration de la qualité de l'eau, l'augmentation de la proportion d'eaux usées traitées, l'augmentation de l'efficacité de l'eau, la mise en œuvre de la gestion intégrée des ressources en eau et la protection et la restauration des écosystèmes liés à l'eau. Elle n'inclut pas non plus explicitement les technologies résilientes aux changements climatiques. Ainsi, sans une augmentation significative des niveaux d'investissement dans l'eau, il sera « presque impossible » de réaliser l'ODD 6 (Fonseca et Pories, 2017, p. 8).

Comme l'eau est un facteur de production essentiel dans de nombreux secteurs, la rareté et la vulnérabilité croissantes des approvisionnements en eau menaceraient les moyens de subsistance dans le monde entier. Les pertes liées à l'eau pourraient entraîner certaines régions « dans une croissance négative soutenue », les taux de croissance de certaines régions risquant de diminuer de 6 % du PIB d'ici à 2050 (Banque mondiale, 2016a, p. vi). Ces changements pèseront le plus sur les ménages pauvres.

Sur les 455 milliards de dollars EU investis dans le financement de l'action climatique en 2016, 11 milliards de dollars EU sont allés à la gestion de l'eau et des eaux usées pour l'adaptation aux changements climatiques, et 0,7 milliard de dollars EU à la gestion de l'eau et des eaux usées pour l'atténuation des effets des changements climatiques (CPI, 2018). Toutefois, le potentiel d'atténuation des diverses interventions en matière de gestion de l'eau est de plus en plus reconnu.

Selon la Banque mondiale, l'amélioration de la gestion des ressources en eau pourrait accélérer la croissance dans certaines régions du monde de 6 % (Banque mondiale, 2016a). Diverses politiques d'adaptation aux changements climatiques liés à l'eau peuvent également offrir des avantages connexes tels que la création d'emplois, l'amélioration de la santé publique, la promotion de l'égalité des sexes, la réduction des dépenses des ménages et la séquestration du carbone, entre autres.

Les banques de développement ont commencé à donner la priorité aux changements climatiques et à l'intégrer dans leurs activités de développement, et certaines disposent de fonds spécifiques au climat. Les gestionnaires de l'eau pourraient se tourner vers ces fonds qui, en 2016, ont fourni 51 milliards de dollars EU, soit 11 % de l'ensemble des financements de l'action climatique (IPC, 2018).

Lancées en 2007, les obligations vertes et les obligations climatiques offrent « d'importantes possibilités mondiales de mobiliser des capitaux à l'échelle pour des infrastructures à faible émission de carbone et résilientes aux changements climatiques et les efforts de développement » (Banque mondiale, 2018c).

Genre

Bien que les changements climatiques touchent tous les groupes de la société, la magnitude des impacts sur les femmes et les filles est bien plus importante, et renforce les inégalités de genre et menace leur santé, leur bien-être, leurs moyens de subsistance et leur éducation. En période de sécheresse, les femmes et les filles sont susceptibles de passer plus de temps à parcourir de longues distances pour chercher de l'eau, ce qui met en danger l'éducation des filles en raison de la baisse de la fréquentation scolaire. Les femmes et les filles sont exposées de façon disproportionnée aux risques de maladies hydriques lors des inondations en raison du manque d'accès à l'eau potable, de la perturbation des services d'approvisionnement en eau et de la contamination accrue des ressources en eau.

Les changements climatiques mettront également en péril les moyens de subsistance des agricultrices des pays en développement qui dépendent fortement de l'accès aux ressources en eau pour la production alimentaire et végétale. Les femmes représentent en moyenne 43 % de la main-d'œuvre agricole dans les pays en développement (Oxfam International, n.d.), contre environ 35 % en Europe (Eurostat, 2017) et 25 % aux États-Unis (USDA, 2019). La proportion peut être beaucoup plus élevée, comme au Kenya, où environ 86 % des agriculteurs en 2002 étaient des femmes (FAO, 2002). L'émigration des hommes peut conduire à un rôle accru des femmes dans l'agriculture en termes d'augmentation de la charge de travail (Miletto et al., 2017 ; FAO, 2018a).

Il est important d'intégrer la problématique hommes-femmes dans les systèmes d'alerte précoce, car les femmes et les enfants auraient 14 fois plus de chances de mourir pendant une catastrophe que les hommes (PNUD, 2013). Ils jouent également un rôle central dans la préparation et les réponses aux situations d'urgence ainsi que dans la réduction des risques de catastrophe (UNDRR, 2015b), à condition d'être habilités à le faire.

Depuis 2000, les progrès en matière de mortalité associée à toutes les principales maladies liées à l'eau et à l'assainissement ont montré une tendance à la baisse encourageante (OMS, s.d.), proportionnelle aux progrès réalisés dans l'accès à un meilleur approvisionnement en eau et à un meilleur assainissement. Cependant, la morbidité a été plus lente à diminuer et, dans de nombreuses régions, les femmes et les filles supportent de manière disproportionnée le fardeau social et économique d'un WASH inadéquat (par exemple, les opportunités de travail ou d'éducation perdues en raison des tâches de collecte de l'eau ou la honte et l'anxiété concernant l'utilisation des toilettes et la gestion de l'hygiène menstruelle) (Wendland et al., 2017).

Préparé par WWAP | Engin Koncagül, Michael Tran et Richard Connor

Cette publication est produite par WWAP pour le compte d'ONU-Eau.

Illustration de la couverture par Davide Bonazzi



© UNESCO 2020

Les désignations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'UNESCO aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. Les idées et les opinions exprimées dans cette publication sont celles des auteurs ; elles ne reflètent pas nécessairement les points de vue de l'UNESCO et n'engagent en aucune façon l'Organisation.

Pour plus d'informations sur les droits et licences, voir le rapport complet sur www.unesco.org/water/wwap.

Programme mondial de l'UNESCO pour l'évaluation des ressources en eau

Bureau du programme d'évaluation mondiale de l'eau

Division des sciences de l'eau, UNESCO

06134 Colombella, Pérouse, Italie

Email: wwap@unesco.org

www.unesco.org/water/wwap

Nous remercions le Gouvernement italien et la Regione Umbria pour leur soutien financier.



Regione Umbria

