

Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2025

Montagnes et Glaciers, des châteaux d'eau

Faits et chiffres



Ressources en eau : évolution de la demande et de la disponibilité

Selon les estimations les plus récentes (datées de 2021), l'agriculture exploite 72 % des volumes d'eau prélevés au niveau mondial, suivie par l'industrie (15 %) et les usages domestiques/municipaux (13%). Au cours de la période 2000-2021, les prélèvements mondiaux d'eau douce ont augmenté de 14 % (passant de 3 500 km³ en 2000 à un peu moins de 4 000 km³ en 2021), ce qui correspond à un taux moyen d'augmentation de 0,7 % par an (FAO, s.d.).

Les pays à revenu élevé utilisent davantage d'eau pour l'industrie quand les pays à faible revenu utilisent 90 % (ou plus) de leurs ressources en eau pour l'irrigation agricole (Kashiwase et Fujs, 2023).

Vingt-cinq pays, abritant un quart de la population mondiale, sont exposés à un stress hydrique « extrêmement élevé » chaque année (Kuzma et al., 2023).

On estime que près de 4 milliards de personnes, soit la moitié de toute la population mondiale, sont confrontées à de graves pénuries d'eau pendant au moins une partie de l'année (GIEC, 2023a).

Les progrès accomplis dans la réalisation de l'ODD 6

Cible 6.1 : Eau potable

En 2022, quelque 2,2 milliards de personnes (27 % de la population mondiale) n'avaient pas accès à des services d'alimentation en eau potable gérés de façon sûre. Parmi les personnes n'ayant pas accès à des services de distribution d'eau potable, quatre sur cinq vivent en zone rurale (ONU, s.d.a).

Cible 6.2 : Accès aux services d'assainissement et d'hygiène

En 2022, 3,5 milliards de personnes dans le monde n'avaient pas accès à des services d'assainissement gérés de façon sûre (UNICEF/OMS, 2023). La situation est particulièrement désastreuse en Afrique subsaharienne, où seuls 24 % de la population utilise ce type de services. Le manque d'accès persiste également dans d'autres régions telles l'Amérique latine et les Caraïbes ainsi que l'Asie centrale et l'Asie du Sud, où seule la moitié de la population a accès à ces services (ONU, s.d.b).

Cible 6.3 : Qualité de l'eau

Selon des données relatives à 91 000 plans d'eau dans 120 pays, 56 % d'entre eux avaient de l'eau de bonne qualité en 2023 (ONU, 2024).

Cible 6.4 : Efficacité de l'utilisation des ressources en eau

À l'échelle mondiale, environ 58 % des pays affichent encore une faible efficacité d'emploi des ressources en eau (moins de 20 dollars EU/m³) (ONU, 2024).

Cible 6.5 : Coopération transfrontière dans le secteur de l'eau

Sur les 153 pays partageant des cours d'eau, lacs et aquifères transfrontaliers, seuls 43 ont conclu des accords opérationnels couvrant 90 % ou plus des eaux transfrontalières. Seuls 26 pays ont mis en place de tels accords opérationnels pour l'ensemble de leurs bassins transfrontaliers (CEE/UNESCO/ONU-Eau, 2024).

Cible 6.6 : Écosystèmes liés à l'eau

Les données actuelles montrent que les écosystèmes liés à l'eau continuent de subir des niveaux de dégradation élevés. Cette dégradation est principalement due à la pollution, aux barrages, à la conversion des terres, aux prélèvements excessifs et au changement climatique (PNUE, 2024a).

Cible 6.a : Coopération internationale dans le secteur de l'eau et de l'assainissement

Les montants d'aide publique au développement versés au secteur de l'eau n'ont cessé de diminuer de 2018 à 2020 avant d'augmenter de 11 % pour atteindre 9,1 milliards de dollars EU en 2021 (ONU, s.d.c).

Cible 6.b : Gestion participative de l'eau et de l'assainissement

En ce qui concerne la gestion de l'eau potable en milieu rural et celle des ressources en eau, plus de 90 % des pays ont déclaré disposer de procédures participatives définies par la loi ou par des mesures politiques au cours de la période considérée (2021-2022). En revanche, moins d'un tiers des pays ont fait état d'une participation élevée ou très élevée des communautés aux processus de planification et de gestion (OMS, 2022).

Les régions montagneuses du monde

Les régions montagneuses possèdent une superficie d'environ 33 millions de km², soit 24 % de la surface terrestre mondiale si l'on exclut l'Antarctique (Romeo et al., 2020). En 2015, ces régions abritaient près de 1,1 milliard de personnes (environ 15 % de la population mondiale) (Adler et al., 2022), soit presque deux fois plus qu'en 1975 où la population des régions montagneuses dépassait à peine les 575 millions d'habitants (Thornton et al., 2022). À titre de comparaison, environ 900 millions de personnes vivaient dans les deltas et les régions côtières de faible altitude, îles comprises, en 2020 (Glavovic et al., 2022).

En 2017, la majeure partie des habitants des régions montagneuses du monde (environ 91 %) se trouvait dans des pays en développement. Près de 90 % de toute la population de ces régions vivaient à des altitudes comprises entre 1 500 et 2 500 mètres au-dessus du niveau de la mer et seulement 75 millions de personnes vivaient à une altitude supérieure (Tremblay et Ainslie, 2021).

Utilisation des eaux de montagne et dépendance à leur égard

Les montagnes fournissent davantage d'eau de ruissellement par unité de surface que les terres de plus faible altitude, étant donné qu'elles fournissent 55 % à 60 % des flux annuels d'eau douce dans le monde. Toutefois, cette proportion varie de 40 % à plus de 90 % selon les régions (Viviroli et al., 2020).

Certains fleuves majeurs dépendent largement (plus de 90 % de leur débit annuel moyen) de sources d'eau situées en montagne ; c'est notamment le cas de l'Amou-Daria, du Colorado, du Nil, de l'Orange et du Río Negro. D'autres, tels l'Euphrate, l'Indus, le São Francisco, le Sénégal et le Tigre, dépendent de sources de montagne pour plus de 70 % de leur débit (Viviroli et al., 2020).

À l'échelle mondiale, jusqu'à deux tiers des cultures irriguées peuvent dépendre des eaux de montagne. De même, le nombre de personnes vivant dans les basses terres et dépendant grandement de l'eau provenant des montagnes a augmenté à l'échelle mondiale, passant d'environ 0,6 milliard dans les années 1960 à quelque 1,8 milliard dans les années 2000. Un milliard de personnes supplémentaires dans ces zones bénéficient d'apports d'eaux de ruissellement provenant aussi des montagnes (Viviroli et al., 2020).

Modifications de la cryosphère et conséquences sur les ressources en eau

Il est souvent affirmé qu'environ 2 milliards de personnes ont besoin des montagnes – et des apports de la fonte de la cryosphère – pour s'approvisionner en eau douce. Ce chiffre découle de l'estimation selon laquelle 2 milliards de personnes vivent dans des bassins hydrographiques qui naissent dans les montagnes (Immerzeel et al., 2020 ; Viviroli et al., 2020).

Évolutions de la cryosphère de montagne

Parmi les évolutions observées au sein des bassins montagneux, on note une plus grande proportion de précipitations tombant sous forme de pluie plutôt que de neige, une réduction de la redistribution de la neige et de la surface enneigée ainsi qu'une fonte des neiges plus précoce.

Depuis le XX^e siècle, le recul et la disparition des glaciers se poursuivent dans la plupart des régions du monde (DeBeer et al., 2020 ; GIEC, 2023b). Ces phénomènes se sont accélérés au cours des dernières décennies (Zemp et al., 2019). Partout dans le monde, la plupart des glaciers de montagne s'amincissent rapidement (Hugonnet et al., 2021) et sont en déséquilibre par rapport aux conditions climatiques actuelles. Autrement dit, leur diminution se poursuivra même si les émissions de gaz à effet de serre diminuent (Cook et al., 2023). L'accroissement du réchauffement atmosphérique aggravera le déséquilibre à l'échelle mondiale : si le réchauffement planétaire va de 1,5 °C à 4 °C, les glaciers de montagne perdront entre 26 % et 41 % de leur masse totale par rapport à 2015 d'ici à 2100. Un grand nombre de glaciers particuliers vont ainsi complètement disparaître, provoquant un dégel du cours supérieur de nombreuses rivières, situé en montagne (Rounce et al., 2023).

Buytaert et al. (2017) ont constaté que dans les Andes tropicales, la superficie maximale mensuelle des terres irriguées pour au moins 25 % par la fonte des glaciers a doublé lors des années de sécheresse.

Sous l'effet du recul des glaciers, le nombre et la superficie des lacs glaciaires ont augmenté de manière significative depuis les années 1990. Davantage de lacs de ce type verront le jour au cours des prochaines décennies, ce qui créera de nouvelles zones sensibles exposées aux dangers d'inondations provoquées par les vidanges brutales de ces lacs (Adler et al., 2022).

Stäubli et al. (2018) ont calculé le montant total des pertes provoquées par 713 incidents survenus entre 1985 et 2014 dans des régions montagneuses. Bien qu'elles ne concernaient pas seulement les géorisques cryosphériques, elles ont dépassé 56 milliards de dollars EU, touché plus de 258 millions de personnes et entraîné plus de 39 000 décès.

Alimentation et agriculture

L'agriculture et l'élevage assurent une bonne part de la subsistance des habitants des régions montagneuses (FAO, 2019), dont le nombre est estimé à 1,1 milliard. Dans les pays en développement, on évalue à 648 millions, le nombre de personnes vivant en zone rurale au sein des régions montagneuses. Pour la plupart, ils tirent leurs moyens de subsistance de l'agriculture et de l'élevage.

La sécurité alimentaire et nutritionnelle est moindre dans les régions montagneuses par rapport aux régions de plus basse altitude, 35 % à 40 % des personnes y vivant étant exposées à l'insécurité alimentaire tandis que 50 % souffrent de faim chronique (Romeo et al., 2020).

On estime que 45 % des régions montagneuses du monde ne se prêtent pas, ou seulement de façon marginale, à l'agriculture, à l'élevage ou aux activités forestières (Romeo et al., 2020).

Les forêts couvrent environ 40 % des régions montagneuses, apportant une protection contre les catastrophes naturelles du fait de leur capacité à stabiliser les pentes abruptes, à réguler l'écoulement des eaux souterraines, à réduire le ruissellement de surface et l'érosion des sols ainsi qu'à atténuer les risques de glissements de terrain et d'inondations (Romeo et al., 2021 ; FAO, 2022).

Entre 2003 et 2013, dans les pays en développement, 25 % des phénomènes dangereux liés au changement climatique ont touché le secteur agricole et causé 80 % des dommages et pertes enregistrés sur les productions animale et végétale des régions de montagne (Romeo et al., 2020).

Établissements humains et réduction des risques de catastrophes naturelles

Les montagnes constituent de véritables châteaux d'eau qui permettent la persistance d'établissements humains où logent 14 % de la population mondiale (Ehrlich et al., 2021).

Entre 1975 et 2015, la population d'environ 35 % des sous-régions montagneuses a été multipliée par deux au minimum (Thornton et al., 2022). Au cours de la même période, la proportion de personnes vivant en zones urbaines dans ces mêmes régions est passée de 6 % à 39 % (Ehrlich et al., 2021 ; Thornton et al., 2022).

Les régions montagneuses abritent environ 1,1 milliard de personnes. Bien que le taux d'urbanisation varie considérablement d'une chaîne de montagnes à l'autre, environ 34 % de la population de ces régions vit dans des villes, 31 % dans des petites villes et des zones à densité modérée, et 35 % en zones rurales. Les taux d'urbanisation en montagne (66 %) sont moindres que ceux des basses terres (78 %) (Ehrlich et al., 2021).

Entre 850 et 2022, 3 151 incidents liés à des vidanges brutales de lac glaciaire ont été recensés dans les principales régions glaciaires du monde (Lützow et al., 2023).

Dans les pays en développement montagneux, les services WASH et la gestion des catastrophes naturelles constituent des secteurs prioritaires. Le montant nécessaire pour financer l'adaptation au changement climatique dans ces pays s'élève à 187 milliards de dollars EU par an (avec les prix de 2021), soit 1,3 % du produit intérieur brut de ceux-ci pour la décennie en cours. Les besoins en financement au titre de l'adaptation au changement climatique dans les secteurs de la santé et de l'assainissement, de la distribution d'eau et de la réduction des risques de catastrophes naturelles (RRC) représentent près de 20 % des sommes nécessaires. Toutefois, les versements

de financements publics internationaux en vue de l'adaptation dans ces pays n'ont été que de 13,8 milliards de dollars EU en 2022, ce qui révèle un déficit de financement très important, y compris dans les secteurs de l'approvisionnement en eau, de la RRC, de la santé et de l'assainissement dans les régions montagneuses. Même si ces déficits de financement demeurent abyssaux, ces secteurs représentent, à eux tous, près de 30 % des financements actuels reçus pour l'adaptation au changement climatique dans les pays en développement montagneux (PNUE, 2024b).

Industrie et énergie

La zone de la Puna et des hautes Andes qui s'étend entre l'Argentine, l'État plurinational de Bolivie et le Chili concentre 56 % de l'ensemble des ressources en lithium connues dans le monde. L'extraction d'une tonne de lithium requiert environ 2 000 m³ d'eau (CEPALC, 2023).

En raison de l'expansion des industries gourmandes en eau à travers le monde, il est probable que les usages industriels de l'eau croissent également dans les régions montagneuses. Au niveau mondial notamment, l'extraction de matières premières pourrait augmenter, d'ici à 2060, de près de 60 % par rapport à 2020 (PNUE, 2024c).

Le « minage », étape clé de l'émission de cryptomonnaies, mobilise des dispositifs informatiques spéciaux qui requièrent de vastes quantités d'énergie bon marché. Le charbon constitue la principale source d'énergie employée, à hauteur de 45 % des besoins, et l'hydroélectricité, la principale source d'énergie renouvelable à hauteur de 16 % (Chamanara et Madani, 2023). Toutes deux sont souvent produites dans des régions montagneuses, ce qui a des répercussions considérables sur la quantité comme sur la qualité des ressources en eau disponibles.

Le stockage d'hydroélectricité par pompage utilise l'électricité excédentaire aux heures creuses pour pomper de l'eau vers un réservoir, ce qui permet de stocker à la fois plus d'eau et un potentiel d'énergie. Il représente 95 % de la capacité mondiale de stockage d'électricité, principalement dans les régions montagneuses (IRENA, 2023).

Environnement

De façon générale, les ensembles montagneux se caractérisent par des températures plus basses et des précipitations plus élevées que les autres écosystèmes (FAO, 2022). On y trouve 25 des 34 zones sensibles de biodiversité mondiale (FAO/PNUE, 2023).

Si les forêts couvrent environ 40 % des régions montagneuses du monde, elles cèdent la place, à haute altitude, aux prairies et à la toundra alpine, caractérisée notamment par le pergélisol et les glaciers (FAO/PNUE, 2023).

En 2020, 57 % des régions montagneuses du monde étaient soumises à des pressions intenses, la dégradation des écosystèmes se concentrant aux plus faibles altitudes, là où se déroulent la plupart des activités humaines (Elsen et al., 2020).

Perspectives régionales

Afrique subsaharienne

Onze pour cent des régions montagneuses du monde se trouvent en Afrique, soit une surface d'environ 1,5 million de km² (Alweny et al., 2014). Sur le continent africain, 20 % des terres émergées appartiennent à la catégorie des reliefs d'altitude supérieure à mille mètres au-dessus du niveau de la mer, dont 5 % dépassent une altitude supérieure à 1 500 mètres (FAO, 2015). L'Afrique de l'Est y est la région la plus montagneuse.

En 2017, environ 252 millions de personnes vivaient dans les montagnes d'Afrique, soit 18 % de la population du continent et 23 % de l'ensemble de la population des régions montagneuses du monde (Romeo et al., 2020).

En 2017 toujours, on estime que l'insécurité alimentaire touchait 132 millions de personnes vivant en zone rurale dans les régions montagneuses d'Afrique, soit deux personnes vivant en zone rurale sur trois (Romeo et al., 2020).

Parmi les habitants des zones rurales des régions montagneuses d'Afrique touchés par l'insécurité alimentaire en 2017, 86 millions vivaient dans des zones où la dégradation des sols a des conséquences néfastes sur les moyens de subsistance agricoles (Romeo et al., 2020).

Avant 2030, les glaciers du mont Kenya et des monts Rwenzori devraient disparaître, et d'ici à 2040, ceux du mont Kilimandjaro (Trisos et al., 2022).

Europe et Asie centrale

D'ici à 2100, les effets du changement climatique sur la cryosphère et l'hydrosphère des Alpes devraient entraîner une diminution du débit annuel des cours d'eau ; plus précisément, on s'attend à ce que le ruissellement de la partie glacée diminue de 45 % par rapport à 2006 et que le ruissellement total diminue de 35 % d'ici à 2100 (Laurent et al., 2020).

Les Carpates abritent environ 30 % de la flore européenne et comptent les plus grandes populations européennes d'ours bruns, de loups, de lynx, de bisons d'Europe ainsi que d'espèces d'oiseaux rares (PNUE, 2023).

Amérique latine et Caraïbes

Les montagnes d'Amérique latine et des Caraïbes occupent environ un tiers de la surface du territoire (FAO, 2000) et fournissent des quantités d'eau, par unité de surface, supérieures à celles de n'importe quel autre continent (Bretas et al., 2020).

La cordillère des Andes (la plus longue chaîne de montagnes au monde, qui s'étend sur plus de 7 000 km) fournit l'essentiel des flux d'eau de la région (FAO, 2000), contribuant pour moitié au débit en eau du fleuve Amazone (Bretas et al., 2020).

En 2017, environ 25 % de la population d'Amérique latine et des Caraïbes (soit 167 millions de personnes) vivait dans des régions montagneuses, dont 112 millions en zone urbaine. Parmi elles, quelque 17 millions vivaient dans des régions montagneuses souvent exposées à une forte variabilité du climat et à la dégradation des sols (Romeo et al., 2020).

Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), le réchauffement climatique a entraîné la disparition de glaciers dans les Andes, glaciers qui ont perdu entre 30 % et 50 % de leur superficie depuis les années 1980, ce qui constitue l'une des pertes les plus importantes à l'échelle planétaire (GIEC, 2022).

En 2013, 85 % de l'énergie hydroélectrique produite en Amérique latine provenait de sources situées en altitude (Partenariat de la montagne, 2013).

Asie et Pacifique

Le plateau tibétain et les chaînes de montagnes environnantes de la région himalayenne de l'Hindou Kouch-Pamir, ainsi que les monts Hengduan, les montagnes Tian Shan et les monts Qilian forment une zone de haute montagne de 5 millions de kilomètres carrés, dont 100 000 km² comportent des glaciers. Ce que l'on nomme le « troisième pôle » – qualifié aussi de château d'eau de l'Asie – regorge de plus de glace et de neige que toute autre région du monde hors Antarctique et Arctique (PNUE, 2022). Y trouvent leur source plus de dix réseaux fluviaux indispensables à la survie de près de 2 milliards de personnes réparties dans les bassins fluviaux de l'Asie centrale, de l'Asie du Nord-Est, de l'Asie du Sud et de l'Asie du Sud-Est (ICIMOD, 2023).

Les glaciers de la région himalayenne de l'Hindou Kouch-Pamir disparaissent à un rythme alarmant : au cours de la période 2011-2020, leur rythme de disparition s'est accéléré de 65 % par rapport à la décennie précédente (ICIMOD, 2023). Ils fondent également plus rapidement que la moyenne mondiale (Mani, 2021), les pertes les plus importantes se produisant dans l'est de la région (CESAP/PNUE/OIT/CCR pour l'Asie et le Pacifique CCNUCC/ONUDI, 2023).

Selon les scénarios de réchauffement climatique se situant entre 1,5 °C et 2 °C, le volume des glaciers de la région himalayenne de l'Hindou Kouch-Pamir pourrait diminuer de 30 % à 50 % d'ici à 2100. Si le réchauffement climatique venait à dépasser les 2 °C, ces glaciers pourraient perdre 20 % à 45 % de leur volume par rapport à 2020 (ICIMOD, 2023).

Le recul des glaciers a également été observé dans les Alpes du Sud en Nouvelle-Zélande. D'ici à 2100, le pays devrait perdre 88 % de ses glaciers en volume par rapport à 2011 (Frazier et Brewington, 2020).

Région arabe

Près d'un tiers de la population arabe réside à plus de 600 m d'altitude (CESAO, 2022).

Au Liban, on estime que la neige fournit 50 % à 60 % du volume d'eau des cours d'eau et des sources du pays, qui alimentent les aquifères souterrains (Shaban, 2020).

Références

- Adler, C., Wester, P., Bhatt, I., Huggel, C., Insarov, G., Morecroft, M., Muccione, V. et Prakash, A. 2022. « Mountains ». H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem et B. Rama (éds), *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution du Groupe de travail II au sixième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Cambridge, Royaume-Uni/New York, Cambridge University Press, p. 2273 à 2318. doi.org/10.1017/9781009325844.022.
- Alweny, S., Nsengiyumva, P. et Gatarabirwa, W. 2014. *Africa Sustainable Mountain Development Technical Report No. 1*. Kampala/Cambridge, Royaume-Uni, Albertine Rift Conservation Society (ARCOS). doi.org/10.13140/RG.2.2.11656.16640.
- Bretas, F., Casanova, G., Crisman, T., Embid, A., Martin, L., Miralles, F. et Muñoz, R. 2020. *Agua para el Futuro: Estrategia de Seguridad Hídrica para América Latina y el Caribe* [De l'eau pour l'avenir : Stratégie en matière de sûreté de l'eau pour l'Amérique latine et les Caraïbes]. Banque interaméricaine de développement (BID). doi.org/10.18235/0002816 (en espagnol).

- Buytaert, W., Moulds, S., Acosta, L., De Bièvre, B., Olmos, C., Villacis, M., Tovar, C. et Verbist, K. M. 2017. « Glacial melt content of water use in the tropical Andes ». *Environmental Research Letters*, vol. 12, n° 11, article 114014. doi.org/10.1088/1748-9326/aa926c.
- CEE/UNESCO/ONU-EAU (Commission économique des Nations Unies pour l'Europe/Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture/ONU-Eau). 2024. *Progrès en matière de coopération dans le domaine des eaux transfrontières : bilan à mi-parcours de l'indicateur 6.5.2 des ODD, avec une attention particulière accordée aux changements climatiques*. Genève/Paris, Organisation des Nations Unies/UNESCO. unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000392272.
- CEPALC (Commission économique pour l'Amérique latine et les Caraïbes). 2023. *Lithium Extraction and Industrialization: Opportunities and Challenges for Latin America and the Caribbean*. Santiago, CEPALC. repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/8d505030-7686-44e1-9f60-77ceb0610826/content.
- CESAO (Commission économique et sociale pour l'Asie occidentale). 2022. *Groundwater in the Arab Region – ESCWA Water Development Report 9*. Beyrouth, Organisation des Nations Unies. www.unescwa.org/publications/water-development-report-9.
- CESAP/PNUC/OIT/CCR pour l'Asie et le Pacifique CCNUCC/ONUDI (Commission économique et sociale pour l'Asie et le Pacifique/Programme des Nations Unies pour l'environnement/Organisation internationale du Travail/Centre de collaboration régionale pour l'Asie et le Pacifique du Secrétariat de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques/Organisation des Nations Unies pour le développement industriel). 2023. *2023 Review of Climate Ambition in Asia and the Pacific: Just Transition Towards Regional Net-zero Climate Resilient Development*. Organisation des Nations Unies. www.unescap.org/kp/2023/2023-review-climate-ambition-asia-and-pacific-just-transition-towards-regional-net-zero.
- Chamanara, S. et Madani, K. 2023. *The Hidden Environmental Cost of Cryptocurrency: How Bitcoin Mining Impacts Climate, Water and Land*. Hamilton, Canada, Institut pour l'eau, l'environnement et la santé de l'Université des Nations Unies (UNU-INWEH). doi.org/10.53328/INR23ASC02.
- Cook, S. J., Juvet, G., Millan, R., Rabatel, A., Zekollari, H. et Dussailant, I. 2023. « Committed ice loss in the European Alps until 2050 using a deep-learning-aided 3D ice-flow model with data assimilation ». *Geophysical Research Letters*, vol. 50, n° 23, article e2023GL105029. doi.org/10.1029/2023GL105029.
- DeBeer, C. M., Sharp, M. et Schuster-Wallace, C. 2020. « Glaciers and ice sheets ». M. I. Goldstein et D. A. DellaSala (éds), *Encyclopedia of the World's Biomes*. Amsterdam/Oxford, Royaume-Uni/Cambridge, États-Unis d'Amérique, Elsevier, p. 182 à 194. doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.12441-8.
- Ehrlich, D., Melchiorri, M. et Capitani, C. 2021. « Population trends and urbanisation in mountain ranges of the world ». *Land*, vol. 10, n° 3, article 255. doi.org/10.3390/land10030255.
- Elsen, P. R., Monahan, W. B. et Merenlender, A. M. 2020. « Topography and human pressure in mountain ranges alter expected species responses to climate change ». *Nature Communications*, vol. 11, article 1974. doi.org/10.1038/s41467-020-15881-x.
- FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture). 2000. Vingt-sixième conférence régionale de la FAO pour l'Amérique latine et les Caraïbes, Mérida, Mexico, 10 au 14 avril 2000. Le Développement durable dans les zones de montagne. https://www.fao.org/4/x4442e/x4442e.htm (en anglais).
- . 2015. *Mapping the Vulnerability of Mountain Peoples to Food Insecurity*. Rome, FAO. openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i5175e.
- . 2019. *Mountain Agriculture: Opportunities for Harnessing Zero Hunger in Asia*. Bangkok, FAO. www.fao.org/3/ca5561en/ca5561en.pdf.
- . 2022. *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture 2021: Systems at Breaking Point*. Rapport principal. Rome, FAO. doi.org/10.4060/cb9910en.
- . s.d. AQUASTAT- Système d'information sur l'eau et l'agriculture. Site web de la FAO. data.apps.fao.org/aquastat/?lang=fr (consulté le 2 décembre 2024).
- FAO/PNUC (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture/Programme des Nations Unies pour l'environnement). 2023. *Restoring Mountain Ecosystems: Challenges, Case Studies and Recommendations for Implementing the UN Decade Principles for Mountain Ecosystem Restoration*. Rome/Nairobi, FAO/PNUC. doi.org/10.4060/cc9044en.
- Frazier, A. G. et Brewington, L. 2020. « Current changes in alpine ecosystems of Pacific Islands ». *Encyclopedia of the World's Biomes*, p. 607 à 619. Elsevier. doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.11881-0.
- GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). 2022. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution du Groupe de travail II au sixième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. [H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem et B. Rama (éds)]. Cambridge, Royaume-Uni/New York, Cambridge University Press. doi.org/10.1017/9781009325844.

- 2023a. Résumé à l'intention des décideurs. H. Lee et J. Romero (éds), *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Contributions des Groupes de travail I, II et III au sixième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Genève, GIEC, p. 1 à 34. www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf.
- 2023b. *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Contributions des Groupes de travail I, II et III au sixième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Équipe de rédaction principale, H. Lee et J. Romero (éds)]. Genève, GIEC, p. 1 à 34. doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001.
- Glavovic, B. C., Dawson, R., Chow, W., Garschagen, M., Haasnoot, M., Singh, C. et Thomas, A. 2022. « Cities and settlements by the sea ». H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösche, V. Möller, A. Okem et B. Rama (éds), *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution du Groupe de travail II au sixième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Cambridge, Royaume-Uni/New York, Cambridge University Press, p. 2163 à 2194. doi.org/10.1017/9781009325844.019.
- Hugonnet, R., McNabb, R., Berthier, E., Menounos, B., Nuth, C., Girod, L., Farinotti, D., Huss, M., Dussaillant, I., Brun, F. et Kääh, A. 2021. « Accelerated global glacier mass loss in the early twenty-first century ». *Nature*, vol. 592, p. 726 à 731. doi.org/10.1038/s41586-021-03436-z.
- ICIMOD (Centre international de mise en valeur intégrée des montagnes). 2023. *Water, Ice, Society, and Ecosystems in the Hindu Kush Himalaya: An Outlook* [P. Wester, S. Chaudhary, N. Chettri, M. Jackson, A. Maharjan, S. Nepal et J. F. Steiner (éds)]. Katmandou, ICIMOD. doi.org/10.53055/ICIMOD.1028.
- Immerzeel, W. W., Lutz, A. F., Andrade, M., Bahl, A., Biemans, H., Bolch, T., Hyde, Brumby, S., Davies, B. J., Elmore, A. C., Emmer, A., Feng, M., Fernández, A., Haritashya, U., Kargel, J. S., Koppes, M., Kraaijenbrink, P. D. A., Kulkarni, A. V., Mayewski, P. A., Nepal, S., Pacheco, P., Painter, T. H., Pellicciotti, F., Rajaram, H., Rupper, S., Sinisalo, A., Shrestha, A. B., Viviroli, D., Wada, W., Xiao, C., Yao, T. et Baillie, J. E. M. 2020. « Importance and vulnerability of the world's water towers ». *Nature*, vol. 577, p. 364 à 369. doi.org/10.1038/s41586-019-1822-y.
- IRENA (Agence internationale pour les énergies renouvelables). 2023. *The Changing Role of Hydropower: Challenges and Opportunities*. Abou Dhabi, IRENA. www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Feb/IRENA_Changing_role_of_hydropower_2023.pdf.
- Kashiwase, H. et Fujs, T. 2023. « L'eau douce, une ressource sous pression ». A. F. Pirlea, U. Serajuddin, A. Thudt, D. Wadhwa et M. Welch (éds), *Atlas des objectifs de développement durable 2023*. Washington, Banque mondiale. doi.org/10.60616/93he-j512.
- Kuzma, S., Saccoccia, L. et Chertock, M. 2023. « 25 Countries, Housing One-quarter of the Population, Face Extremely High Water Stress ». Site web de l'Institut des ressources mondiales (WRI). www.wri.org/insights/highest-water-stressed-countries.
- Laurent, L., Buoncristiani, J.-F., Pohl, B., Zekollari, H., Farinotti, D., Huss, M., Mugnier, J.-L. et Pergaud, J. 2020. « The impact of climate change and glacier mass loss on the hydrology in the Mont-Blanc massif ». *Scientific Reports*, vol. 10, article 10420. doi.org/10.1038/s41598-020-67379-7.
- Lützw, N., Veh, G. et Korup, O. 2023. « A global database of historic glacier lake outburst floods ». *Earth System Science Data*, vol. 15, n° 7, p. 2983 à 3000. doi.org/10.5194/essd-15-2983-2023.
- Mani, M. (éd.). 2021. *Glaciers of the Himalayas: Climate Change, Black Carbon, and Regional Resilience*. Forum de développement de l'Asie du Sud. Washington, Banque internationale pour la reconstruction et le développement/Banque mondiale. openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/ff8b1264-d631-5d3d-814f-80f509c82aa9/content.
- OMS (Organisation mondiale de la Santé). 2022. *Strong Systems and Sound Investments: Evidence on and Key Insights into Accelerating Progress on Sanitation, Drinking-Water and Hygiene. UN-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking-Water (GLAAS) 2022 Report*. Genève, OMS. iris.who.int/handle/10665/365297.
- ONU (Organisation des Nations Unies). 2024. *The Sustainable Development Goals Report 2024*. New York, Organisation des Nations Unies. unstats.un.org/sdgs/report/2024/.
- s.d.a. Progrès réalisés dans le domaine de l'eau de boisson (cible 6.1 des ODD). Site web de l'Organisation des Nations Unies. www.sdg6data.org/fr/indicator/6.1.1 (consulté le 2 décembre 2024).
- s.d.b. Progrès réalisés dans le domaine de l'assainissement (cible 6.2 des ODD). Site web de l'Organisation des Nations Unies. www.sdg6data.org/fr/indicator/6.2.1a (consulté le 4 décembre 2024).
- s.d.c. Progrès de la coopération internationale dans le domaine de l'eau (cible 6.a des ODD). Site web de l'Organisation des Nations Unies. www.sdg6data.org/fr/indicator/6.a.1 (consulté le 2 décembre 2024).

- Partenariat de la montagne. 2013. *Pourquoi les montagnes sont une priorité pour l'énergie : un appel pour l'action sur les objectifs de développement durable (ODD)*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. www.fao.org/fileadmin/templates/mountain_partnership/doc/POLICY_BRIEFS/SDGs_and_mountains_energy_fr.pdf.
- PNUE (Programme des Nations Unies pour l'environnement). 2022. *Une évaluation scientifique de l'environnement troisième pôle*. Nairobi, PNUE. www.unep.org/resources/report/scientific-assessment-third-pole-environment (en anglais).
- . 2023. « The Carpathian Convention marks its 20th Anniversary with a New Biodiversity Framework and a Transboundary Protected Wetland ». Site web du PNUE, 12 octobre 2023. www.unep.org/news-and-stories/press-release/carpathian-convention-marks-its-20th-anniversary-new-biodiversity.
- . 2024a. *Progress on Water-Related Ecosystems: Mid-Term Status of SDG Indicator 6.6.1 and Acceleration Needs with a Special Focus on Biodiversity*. Nairobi, PNUE. www.unwater.org/publications/progress-water-related-ecosystems-2024-update.
- . 2024b. *Adaptation Gap Report 2024. Come Hell and High Water: As Fires and Floods Hit the Poor Hardest, It Is Time for the World to Step Up Adaptation Actions*. Nairobi, PNUE. doi.org/10.59117/20.500.11822/46497.
- . 2024c. *Global Resources Outlook 2024: Bend the Trend – Pathways to a Liveable Planet as Resource Use Spikes*. *Global Resources Outlook 2024*. Nairobi, Groupe international d'experts sur les ressources. wedocs.unep.org/20.500.11822/44901.
- Romeo, R., Grita, F., Parisi, G. et Russo, L. 2020. *Vulnerability of Mountain Peoples to Food Insecurity: Updated Data and Analysis of Drivers*. Rome, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)/Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (CLD). doi.org/10.4060/cb2409en.
- Romeo, R., Manuelli, S. R., Geringer, M. et Barchiesi, V. (éds). 2021. *Mountain Farming Systems – Seeds for the Future: Sustainable Agricultural Practices for Resilient Mountain Livelihoods*. Rome, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). doi.org/10.4060/cb5349en.
- Rounce, D. R., Hock, R., Maussion, F., Hugonnet, R., Kochtitzky, W., Huss, M., Berthier, E., Compagno, L., Copland, L., Farinotti, D., Menounos, B. et McNabb, R. W. 2023. « Global glacier change in the 21st century: Every increase in temperature matters ». *Science*, vol. 379, n° 6627, p. 78 à 83. doi.org/10.1126/science.abo1324.
- Shaban, A. 2020. « Snow cover ». A. Shaban, *Water Resources of Lebanon*. World Water Resources, vol. 7. Cham, Suisse, Springer. doi.org/10.1007/978-3-030-48717-1_5.
- Stäubli, A., Nussbaumer, S. U., Allen, S. K., Huggel, C., Arguello, M., Costa, F., Hergarten, C., Martínez, R., Soto, J., Vargas, R., Zambrano, E. et Zimmermann, M. 2018. « Analysis of weather-and climate-related disasters in mountain regions using different disaster databases ». S. Mal, R. Singh et C. Huggel (éds), *Climate Change, Extreme Events and Disaster Risk Reduction: Towards Sustainable Development Goals*. Cham, Suisse, Springer, p. 17 à 41. doi.org/10.1007/978-3-319-56469-2_2.
- Thornton, J. M., Snethlage, M. A., Sayre, R., Urbach, D. R., Viviroli, D., Ehrlich, D., Muccione, V., Wester, P., Insarov, G. et Adler, C. 2022. « Human populations in the world's mountains: Spatio-temporal patterns and potential controls ». *PLoS ONE*, vol. 17, n° 7, article e0271466. doi.org/10.1371/journal.pone.0271466.
- Tremblay, J. C. et Ainslie, P. N. 2021. « Global and country-level estimates of human population at high altitude ». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, vol. 118, n° 18, article e2102463118. doi.org/10.1073/pnas.2102463118.
- Trisos, C. H., Adelekan, I. O., Totin, E., Ayanlade, A., Efitre, J., Gemedo, A., Kalaba, K., Lennard, C., Masao, C., Mgaya, Y., Ngaruiya, G., Olago, D., Simpson, N. P. et Zakieldean, S. 2022. « Africa ». H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem et B. Rama (éds), *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution du Groupe de travail II au sixième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Cambridge, Royaume-Uni/New York, Cambridge University Press, p. 1285 à 1455. doi.org/10.1017/9781009325844.011.
- UNICEF/OMS (Fonds des Nations Unies pour l'enfance/Organisation mondiale de la Santé). 2023. *Progress on Household Drinking Water, Sanitation and Hygiene 2000–2022: Special Focus on Gender*. New York, UNICEF/OMS. www.who.int/publications/m/item/progress-on-household-drinking-water-sanitation-and-hygiene-2000-2022---special-focus-on-gender.
- Viviroli, D., Kumm, M., Meybeck, M., Kallio, M. et Wada, Y. 2020. « Increasing dependence of lowland populations on mountain water resources ». *Nature Sustainability*, vol. 3, p. 917 à 928. doi.org/10.1038/s41893-020-0559-9.
- Zemp, M., Huss, M., Thibert, E., Eckert, N., McNabb, R., Huber, J., Barandun, M., Machguth, H., Nussbaumer, S. U., Gärtner-Roer, I., Thomson, L., Paul, F., Maussion, F., Kutuzov, S. et Cogley, J. G. 2019. « Global glacier mass changes and their contributions to sea-level rise from 1961 to 2016 ». *Nature*, vol. 568, n° 7752, p. 382 à 386. doi.org/10.1038/s41586-019-1071-0.

Préparé par le WWAP de l'UNESCO | Chorong Ahn et
Richard Connor

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

Illustration de couverture par Davide Bonazzi
Conçu et mis en page par Marco Tonsini
Traduit par International Translation Agency Ltd (ITA)

© UNESCO 2025

<https://doi.org/10.54679/IQNF6219>



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 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 fr.unesco.org/wwap.

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

Bureau de programme pour l'évaluation mondiale des ressources en eau

Division des sciences de l'eau, UNESCO

06134 Colombella, Pérouse, Italie

Email : wwap@unesco.org

fr.unesco.org/wwap



unesco

Programme mondial
pour l'évaluation
des ressources en eau

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



Regione Umbria

