

Impacts du changement climatique à l'échelle mondiale : principaux enseignements du dernier rapport du groupe de travail II du GIEC

Par **Éric BRUN** et **Lisa BOSTVIRONNOIS**

ONERC

Dans cet article, nous présentons les principaux impacts, déjà observés ou projetés, du changement climatique sur les systèmes naturels et humains, à l'échelle mondiale. Nous nous appuyons sur le dernier rapport du GT2 du GIEC – un document de plusieurs milliers de pages – et souhaitons donner au lecteur quelques clés pour mieux en appréhender les résultats dans les domaines qui l'intéressent.

Les impacts déjà visibles dans le monde et leur attribution au changement climatique

La publication, le 28 février 2022, de la contribution du groupe de travail II (GT2) au 6^e rapport d'évaluation du GIEC (AR6) (GIEC, 2022) a ainsi permis de diffuser les connaissances scientifiques accumulées depuis plus de sept ans sur les impacts du changement climatique dans le monde et sur les multiples enjeux que pose l'adaptation à ceux-ci. Autant dire que ces nouvelles informations vont irriguer pendant de nombreuses années les réflexions sur les risques induits par le changement climatique et guider les politiques d'adaptation internationales, européennes, nationales et territoriales.

Il est évidemment difficile de synthétiser en quelques pages tous les messages véhiculés par ce rapport. Aussi avons-nous pris le parti d'évoquer seulement les principaux et de renvoyer le lecteur aux parties du rapport lui permettant d'approfondir sa réflexion sur les points qui l'intéressent.

Les impacts observés sur les systèmes naturels et anthropiques

Le rapport du GT2 distingue le plus souvent les impacts sur les systèmes naturels de ceux sur les systèmes humains, sans oublier de rappeler régulièrement leurs liens intimes, en particulier au travers des services écosystémiques. Dans les deux cas, les impacts sont très majoritairement négatifs.

Impacts observés sur les systèmes naturels

Avec un réchauffement planétaire ayant déjà atteint 1,1°C durant la dernière décennie par rapport à l'ère pré-industrielle, les impacts sur les systèmes naturels sont à la fois plus étendus et plus élevés que ce qui était estimé dans les rapports précédents. Cela a entraîné, dans la plupart des régions, des baisses des populations animales et végétales, et même des extinctions à l'échelle du globe. La mortalité en masse d'arbres sur les continents, la destruction de récifs de coraux tropicaux et de forêts de laminaires en mer, le déplacement d'espèces vers les pôles ou vers des altitudes plus élevées, autant d'illustrations qui figurent parmi les exemples-clés cités.

En ce qui concerne les écosystèmes marins, une attention particulière est portée aux impacts de vagues de chaleur marines de plus en plus fréquentes et à l'acidification qui se poursuit et ne cesse de s'étendre.

Les événements extrêmes jouent un rôle différent de la dérive lente du climat, car ils amènent à s'approcher, voire à dépasser certains seuils critiques, conduisant à des mortalités massives pour des centaines d'espèces, s'accompagnant d'un affaiblissement de l'intégrité des écosystèmes, de leur résilience et de leur capacité naturelle d'adaptation.

Le « verdissement » observé dans certaines régions (désertiques, boréales ou de savane), dû à l'effet fertilisant de la concentration atmosphérique accrue du CO₂, mais aussi à une saison de croissance plus longue (dans les régions boréales), est abordé dans le chapitre 2 du rapport.

Quelques cartes mondiales décrivent certains des impacts observés sur les systèmes naturels dans les

chapitres 2 et 3 du rapport ; aucune carte mondiale ne cherche en revanche à synthétiser ces impacts. En effet, cela obligerait à hiérarchiser les impacts observés qui sont très divers, ce qui serait un exercice difficile, dans la mesure où les lecteurs potentiels du rapport ont leurs propres centres d'intérêt, qui sont eux aussi très divers. Une information plus détaillée sur les impacts observés est accessible dans les chapitres régionaux (9 à 15) et dans les chapitres transversaux du rapport.

Le rapport de l'atelier conjoint IPBES/GIEC (Pörtner *et al.*, 2021) et le premier rapport d'évaluation sur la Méditerranée (Cramer *et al.*, 2020) apportent des éléments complémentaires sur les impacts du changement climatique sur la biodiversité continentale ou marine.

Impacts observés sur les systèmes humains

Le rapport identifie un ensemble considérable d'impacts du changement climatique déjà observés sur les systèmes humains.

Une grande partie des impacts sont associés à la problématique générale de l'eau

Ces impacts observés sont de natures très diverses. Il y a évidemment l'impact sur les ressources alimentaires, par exemple les cultures ne pouvant plus être irriguées à la suite de sécheresses ou l'impossibilité pour le bétail de se nourrir. La rareté de l'eau a ainsi des impacts directs sur la santé, car elle entraîne souvent une baisse de la qualité de cette dernière, en particulier dans les pays en développement. Les sécheresses favorisent aussi l'occurrence de méga-feux et affectent la production d'hydro-électricité dans de nombreux endroits du monde. Ces sécheresses sont généralement dues à une augmentation de l'évapotranspiration causée par le réchauffement, car le nombre des régions ayant enregistré une augmentation des précipitations annuelles est bien plus important que celui des régions ayant connu une baisse. La fonte de la neige et des glaces, généralisée sur la planète, affecte de façon quasi directe les régimes hydrologiques de très nombreux fleuves et rivières, avec des conséquences importantes pour l'agriculture des régions concernées. L'augmentation globale en moyenne de l'intensité des précipitations génère, quant à elle, des épisodes de crue, dont l'intensité et/ou l'étendue ont dépassé dans de nombreuses régions des records historiques. La hausse du niveau des mers est également à l'origine de la salinisation de certaines nappes d'eau douce côtières, ce qui perturbe l'accès à l'eau potable et l'agriculture.

Des impacts sont également observés sur des infrastructures critiques (les infrastructures ferroviaires, par exemple), en lien le plus souvent avec les chaleurs extrêmes, les inondations et la hausse du niveau des mers

La proportion croissante de cyclones de forte intensité contribue à une augmentation des dégâts associés, même si aucune tendance n'est observée sur la fréquence même de ces phénomènes météorologiques. La fonte du pergélisol, généralisée dans les régions polaires de l'hémisphère nord et sur le plateau tibétain, cause de nombreux dégâts sur les infrastructures des régions concernées.

Des impacts négatifs sont observés dans le domaine de la santé physique : zoonoses reliées au climat, maladies véhiculées par la nourriture ou l'eau, maladies cardio-vasculaires liées à la chaleur, maladies vectorielles

Le rapport identifie en outre des impacts dans le domaine de la santé mentale, notamment à la suite de la survenue de catastrophes climatiques ou bien de la perte de repères culturels, par exemple dans les régions où la cryosphère fait partie de l'environnement quotidien.

Tous ces impacts ont eu des conséquences économiques, notamment une réduction de la croissance, en particulier dans les pays en développement

Aucune estimation globale, précise et fiable du coût des impacts du changement climatique déjà observés n'est donnée dans le rapport, car ni la méthodologie ni les données nécessaires pour établir une telle estimation ne sont encore disponibles.

Attribution des impacts observés au changement climatique

Une avancée notable de ce nouveau rapport est de montrer les progrès récents faits pour attribuer ou non les impacts observés au changement climatique. Le sujet est en effet difficile à aborder sur le plan scientifique, car les catastrophes météorologiques et climatiques ont toujours existé présentant une variabilité temporelle souvent très forte, en particulier pour les événements extrêmes. Il faut donc non seulement identifier statistiquement les tendances qui émergent de la variabilité naturelle, mais aussi prouver, par des méthodologies adaptées, que ce sont bien certains aspects du changement climatique qui sont la cause de ces catastrophes.

Il est également nécessaire de pouvoir filtrer les effets liés à l'augmentation de la vulnérabilité, laquelle est associée, par exemple, à l'accroissement de la population dans de nombreuses régions.

Les auteurs du rapport, s'appuyant sur plus de 70 000 études, ont tout d'abord montré que la quasi-totalité des régions étaient couvertes par une ou plusieurs études attribuant au moins un impact les affectant au changement climatique (voir la Figure 1.1 du chapitre 1 du rapport). Il reste néanmoins beaucoup de régions du monde, en particulier en Afrique, en Sibérie et sur le sous-continent indien, où de telles études sont encore trop rares.

Le résumé à l'intention des décideurs (RID) du rapport présente dans sa Figure 2 une liste, par région, d'impacts négatifs sur les écosystèmes et sur les systèmes humains qui ont pu être attribués au changement climatique, en associant à chacun d'eux un degré de confiance. Cette figure montre que toutes les régions du monde sont touchées par au moins un type d'impacts attribués au changement climatique et affectant à la fois les écosystèmes et les systèmes humains, à l'exception de la région classée « Australasie » pour laquelle l'attribution n'est démontrée que pour les écosystèmes.

Les impacts futurs du changement climatique dans le monde

Connaître le plus précisément possible les impacts futurs du changement climatique est essentiel : d'une part, pour convaincre encore plus les nations et les sociétés de la nécessité de réduire leurs émissions de gaz à effet de serre et éviter ainsi le pire et, d'autre part, pour nous adapter le mieux possible à la part du changement climatique que nous n'aurons pas pu éviter.

Le niveau à venir du réchauffement planétaire est le principal déterminant des impacts futurs

L'identification et si possible la quantification des impacts futurs du changement climatique font l'objet d'intenses recherches portant sur la quasi-totalité des secteurs potentiellement concernés. Le rapport du GT2 synthétise au mieux les connaissances scientifiques produites dans ce domaine au cours des sept dernières années.

Pour cela, ses auteurs se sont appuyés dans un premier temps sur le rapport du GT1 (IPCC, 2021) qui a montré que les répartitions géographiques des projections de trois variables climatiques clés (température, précipitations, humidité des sols) au regard des impacts, présentaient toutes une allure très similaire, et ce quel que soit le niveau de réchauffement planétaire projeté à partir des différents scénarios socio-économiques sur lesquels s'appuient les modèles de climat pour déterminer les conditions climatiques futures (voir la Figure 5 du RID du rapport du GT1).

Cette caractéristique permet de simplifier énormément la façon de s'interroger sur les impacts futurs possibles du changement climatique. En effet, au lieu de poser la question : « quels seront les impacts dans la région x, en année N, si l'humanité suit le scénario socio-économique RCP ou SSP y ? », on peut, en première approximation et pour de nombreux types d'impacts, se poser la question plus simple suivante : « quels seront les impacts dans la région x, si le réchauffement mondial atteint z°C ? ».

Cette nouvelle façon de décrire les impacts futurs permet également de faire un lien direct avec les objectifs de température mondiale définis dans l'Accord de Paris. Cela permet aussi à chacun des acteurs, qu'il soit décideur politique, décideur économique ou simple citoyen, de traduire rapidement les conséquences en termes d'impacts climatiques de résultats scientifiques tels que : « Les trajectoires qui tiennent compte des mesures annoncées par les pays en matière d'atténuation jusqu'en 2030 sont dans l'ensemble compatibles avec les trajectoires à moindres coûts qui prévoient un réchauffement planétaire d'environ 3°C en 2100, ce réchauffement se poursuivant ensuite » (GIEC, 2018).

Une avancée du rapport du GT1 vient également de l'identification de 35 « facteurs climatiques générateurs d'impacts » (CID) (voir la Figure 9 du RID du GT1). Les CID sont des variables décrivant des conditions physiques du système climatique qui ont une incidence sur

un élément de la société ou des écosystèmes. Les CID permettent de faire le pont plus efficacement entre les résultats du GT2 et ceux du GT1, notamment via l'utilisation d'un atlas interactif (interactive-atlas.ipcc.ch), qui permet notamment de produire des cartes mondiales montrant l'évolution de ces CID en fonction du niveau futur de réchauffement planétaire.

Cette approche simplifiée peut néanmoins être réductrice dans certains cas, car elle ne prend pas en compte l'évolution de l'exposition et de la vulnérabilité des populations. C'est pourquoi certaines projections des impacts précisent également à quel scénario socio-économique elles se rattachent.

Le rapport du GT2 présente de nombreux résultats, souvent quantitatifs, sur les impacts futurs sur les systèmes naturels et humains. Les impacts futurs sont décrits aussi bien dans les chapitres sectoriels que dans ceux régionaux. Le résumé technique rassemble quelques cartes présentant des risques emblématiques, tels que la perte de biodiversité terrestre et marine ou encore la population soumise à des seuils mortels de température ou à des submersions marines centennales. Ces mêmes chapitres présentent également des cartes restituant les projections de nombreux impacts, par exemple ceux sur la culture de différentes espèces végétales essentielles pour la sécurité alimentaire ou bien ceux sur la mortalité de différentes espèces d'animaux d'élevage. On trouve également dans ce rapport une carte du monde identifiant le patrimoine culturel à risque.

Dans de nombreux cas, les impacts futurs sont de même nature que ceux déjà observés, mais ils seront d'autant plus intenses et étendus que le niveau de réchauffement planétaire sera élevé. Cela réaffirme un résultat fondamental du SR1.5, à savoir que chaque incrément de réchauffement planétaire compte.

L'importance des seuils de température en matière d'aggravation des impacts et au regard de leur irréversibilité potentielle

Pour s'adapter au mieux aux impacts du climat futur ou pour bien mesurer les conséquences d'une réduction insuffisante ou non assez rapide des émissions de gaz à effet de serre, il est très important d'identifier les seuils à partir desquels les risques encourus s'élèvent d'un niveau de gravité ou deviennent irréversibles.

Pour cela, le GT2 du GIEC a développé, depuis son 3^e rapport d'évaluation, les concepts de « burning embers » et de « reasons for concerns (RFC) » (en français, « braises ardentes » et « raisons de s'inquiéter »). Dans le rapport du GT2, l'utilisation de ces concepts a encore été étendue pour décrire l'élévation des niveaux de risque en fonction de la température planétaire pour différents écosystèmes terrestres et marins, pour plusieurs maladies et pour plusieurs systèmes régionaux ou sectoriels. Le traditionnel graphique montrant les cinq types de RFC a été mis à jour à partir des connaissances les plus récentes (voir la Figure 4 du RID du GT2), ce qui a conduit à abaisser les seuils de température associés au passage au niveau supérieur d'un niveau de risque donné. Cela signifie que les risques

à attendre pour un niveau de réchauffement donné s'avèrent plus élevés que ce qui était estimé dans les rapports précédents.

Enfin, le rapport identifie des seuils de réchauffement planétaire dont le franchissement pourrait conduire certains systèmes naturels à des changements irréversibles (disparition d'îles et de glaciers, extinction d'espèces et d'écosystèmes, etc.). Dans certains cas, par exemple pour les coraux tropicaux, ces changements irréversibles interviennent dès que le seuil de 1,5°C de réchauffement planétaire est franchi, ajoutant un argument supplémentaire pour faire en sorte que soit respecté l'objectif de limiter le réchauffement à cette valeur, comme rappelé en conclusions des travaux de la COP26.

Bibliographie

IPCC (2022), "Summary for Policymakers", In: "Climate Change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability", Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, PÖRTNER H. O., ROBERTS D. *et al.* (in Press).

PÖRTNER H. O., SCHOLLES R. J., AGARD J. *et al.* (2021), "IPBES-IPCC co-sponsored workshop report on biodiversity and climate change".

CRAMER W., GUIOT J., MARINI K. *et al.* (2020), "Climate and environmental change in the mediterranean basin-current situation and risks for the future. MedECC: First Mediterranean Assessment Report", UNEP/MAP, Marseille.

IPCC (2021), "Summary for Policymakers", In: "Climate Change 2021: The Physical Science Basis", Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, MASSON-DELMOTTE V., ZHAI P., PIRANI A., CONNORS S. L., PÉAN C., BERGER S., CAUD N., CHEN Y., GOLDFARB L., GOMIS M. I., HUANG M., LEITZELL K., LONNOY E., MATTHEWS J. B. R., MAYCOCK T. K., WATERFIELD T., YELEKÇI O., YU R. & ZHOU B. (eds.), Cambridge University Press (In Press).

GIEC (2018), « Résumé à l'intention des décideurs – Réchauffement planétaire de 1,5°C. Rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5°C par rapport aux niveaux préindustriels et les trajectoires associées d'émissions mondiales de gaz à effet de serre, dans le contexte du renforcement de la parade mondiale au changement climatique, du développement durable et de la lutte contre la pauvreté », rapport publié sous la direction de MASSON-DELMOTTE V., ZHAI P., PÖRTNER H. O., ROBERTS D., SKEA J., SHUKLA P. R., PIRANI A., MOUFOUMA-OKIA W., PÉAN C., PIDCOCK R., CONNORS S., MATTHEWS J. B. R., CHEN Y., ZHOU X., GOMIS M. I., LONNOY E., MAYCOCK T., TIGNOR M. & WATERFIELD T., Organisation météorologique mondiale, Genève (Suisse), 32 pages.