

# Les liens entre adaptation et atténuation : quand s'adapter aggrave le changement climatique

Par Vincent VIGUIÉ

Chercheur au CIRED (École des Ponts ParisTech)

Si, au premier abord, l'« adaptation » au changement climatique et l'« atténuation » du changement climatique sont deux sujets relativement distincts, ils ne sont pas en pratique indépendants. Ils mobilisent en effet souvent les mêmes outils de politique publique, et se contraignent l'un l'autre. Notamment, certains choix d'adaptation peuvent mener à des consommations massives d'énergie (généralisation de la climatisation, dessalement de l'eau de mer...). Cela fait courir le risque d'un cercle vicieux dans lequel le changement climatique contribue lui-même à la hausse des émissions. Privilégier le déploiement d'autres stratégies, même si ce n'est pas toujours simple, est dès lors essentiel. Au-delà de l'atténuation, des questions similaires se posent avec d'autres enjeux sociaux ou environnementaux, et éviter le risque de conséquences involontairement néfastes associées à certains choix d'adaptation est un des enjeux cruciaux des années à venir.

## Adaptation et atténuation

Si l'« adaptation » au changement climatique (l'ajustement aux effets du changement climatique) et l'« atténuation » du changement climatique (la réduction des émissions de gaz à effet de serre) visent au même objectif ultime, celui de réduire la gravité des impacts du changement climatique, elles soulèvent des questions très différentes. Il y a, par exemple, d'un côté, les questions de production énergétique, de gestion des systèmes de transport ou encore de tarification du carbone et, de l'autre, des questions de prévention des catastrophes naturelles, d'approvisionnement en eau potable, de gestion des crises sanitaires (les canicules, par exemple)...

Adaptation et atténuation ont ainsi pendant longtemps été étudiées par des communautés scientifiques relativement distinctes : elles sont, par exemple, examinées par deux groupes de travail différents au sein du GIEC. De même, elles sont généralement traitées de manière séparée par les politiques publiques. En France, notamment, si adaptation et atténuation doivent être traitées simultanément dans les PCAET (les plans Climat Air Énergie territoriaux, qui sont obligatoires pour toute collectivité de plus de 20 000 habitants), ces deux thèmes sont, dans la quasi-totalité des cas, examinés, en pratique, de manière indépendante au sein de ces plans. On retrouve une situation similaire dans la grande majorité des villes européennes s'étant doté d'une stratégie climat (Grafakos *et al.*, 2020).

Si cette séparation peut paraître relativement logique au premier abord, elle ne se justifie pas : en effet, les deux sujets sont en fait liés de manière profonde, et de plus en plus de travaux de recherche montrent la nécessité de les traiter conjointement. Plusieurs raisons justifient une telle approche. Tout d'abord, et de manière très générale, il est possible de s'adapter à une multitude d'impacts du changement climatique grâce à une « consommation accrue d'énergie ». Les exemples sont nombreux. L'un des plus parlants est celui de la climatisation : c'est une solution technique pratique et efficace pour faire face à l'augmentation de la fréquence des canicules, mais qui entraîne des consommations massives d'électricité. Si les climatiseurs n'étaient jusqu'à récemment que relativement peu présents en France (et en Europe, de manière générale), leur nombre a augmenté rapidement du fait de l'accroissement du risque caniculaire<sup>1</sup>. En France, par exemple, on estime que 13 % des logements en étaient équipés en 2016, contre 5 % en 2005<sup>2</sup>. Des évolutions similaires se produisent ailleurs dans le monde. À Vancouver (ville canadienne au climat proche du

<sup>1</sup> <https://www.washingtonpost.com/world/2019/06/28/europes-record-heatwave-is-changing-stubborn-minds-about-value-air-conditioning/>

<sup>2</sup> <https://ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Th%C3%A9matiques%20Modes%20de%20vie%20et%20pratiques%20environnementales%20des%20Fran%C3%A7ais.pdf>

climat de Brest du fait de sa situation géographique), ce pourcentage est passé de 10 % en 2001 à 34 % en 2017<sup>3</sup>. Et, en Chine, près des deux-tiers des logements sont aujourd'hui équipés de climatiseurs<sup>4</sup>.

On peut également trouver des exemples similaires dans d'autres domaines. Lorsque des régions, dans lesquelles une baisse de l'accès à l'eau douce est attendue, sont situées près de la mer (ce qui, par exemple, est le cas de nombreuses zones au climat méditerranéen), le dessalement de l'eau de mer, si coûteux en énergie, constitue lui aussi une stratégie d'adaptation efficace. Cette technologie se développe d'ailleurs rapidement à travers le globe, permettant d'approvisionner aujourd'hui environ 300 millions de personnes (Robbins, 2019). Un exemple emblématique d'une telle stratégie est la ville du Cap, en Afrique du Sud, qui a récemment décidé de se baser sur ce type de technologie pour son approvisionnement en eau<sup>5</sup>, une décision prise à la suite d'une sécheresse historique qui a duré trois ans et qui est aujourd'hui 5 à 6 fois plus probable sous l'effet du réchauffement climatique ; une période durant laquelle la ville n'a évité la pénurie d'eau généralisée qu'au prix de mesures de restriction extrêmes (Pascale *et al.*, 2020 ; Tucker, 2020).

On peut citer de nombreux autres exemples, certes plus anecdotiques car touchant des zones plus réduites, mais qui peuvent avoir localement des impacts importants (Viguié *et al.*, 2021). C'est par exemple l'énergie nécessaire au fonctionnement des pompes qui font parties intégrantes des dispositifs de lutte contre les inondations ou encore certaines stratégies de lutte contre la baisse de l'enneigement en moyenne montagne. En 2020, en France, la station de ski pyrénéenne de Luchon-Superbagnères avait ainsi eu recours à la livraison par hélicoptère de 50 tonnes de neige pour tenter de pallier un manque de neige en bas des pistes. Cela avait d'ailleurs engendré un scandale entraînant une prise de parole de la ministre de l'Environnement de l'époque, du fait des émissions de gaz à effet de serre engendrées par une telle stratégie<sup>6</sup>. De manière moins extrême, les livraisons de neige par camion et l'utilisation de canons à neige se développent dans les stations de moyenne altitude, avec des coûts désastreux en termes de consommation d'énergie et d'impact environnemental (voir, par exemple, le rapport de la Cour des comptes remis à ce sujet, en 2018).

L'explication de fond tient au fait que l'énergie est quelque chose d'extrêmement utile pouvant servir à faire beaucoup de choses : elle peut notamment permettre de s'adapter à certains impacts du changement climatique. Tout cela fait courir le risque d'entrer dans un cercle vicieux, où le changement climatique pourrait

amener lui-même à une hausse des consommations d'énergie conduisant, à son tour, à un processus d'auto-entraînement, à une hausse des émissions de gaz à effet de serre. Ce type de mécanisme n'est pas nouveau : de nombreux exemples historiques existent, où des sociétés, dans le passé, pour faire face à des changements environnementaux néfastes, se sont lancées dans des actions qui ont enfermé le problème environnemental dans un cercle vicieux délétère (Rappaport, 1977 ; Diamond, 2004 ; Magnan *et al.*, 2016).

## Un choix de politique publique

Réussir à emprunter d'autres chemins est un enjeu crucial. L'anticipation, à travers la mise en place de réglementations idoines et, surtout, de mesures alternatives d'adaptation, peut permettre d'éviter ou, du moins, de limiter l'essor de ces actions consommatrices d'énergie. De nombreuses stratégies existent en effet pour pouvoir s'adapter aux impacts du réchauffement climatique, et il est possible de choisir de privilégier celles qui ne consomment pas (ou peu) d'énergie, même si cela n'est pas toujours simple. Si l'on reprend l'exemple des canicules, les toitures réfléchissantes (ou peintes d'une couleur claire), l'installation sur les fenêtres de volets extérieurs, assurer une bonne circulation de l'air..., sont autant de moyens pour freiner la hausse des températures dans les logements lorsqu'il fait chaud dehors<sup>7</sup>. Le déploiement de telles solutions n'est pas aisé, surtout dans les bâtiments anciens, mais s'avère nécessaire pour limiter le recours à la climatisation (Viguié *et al.*, 2020).

Un autre type d'actions complémentaires consiste à agir non pas sur les bâtiments, mais sur le plan de l'urbanisme, notamment l'aménagement urbain. La végétalisation des espaces publics est l'exemple le plus connu et figure dans de nombreux plans Climat de collectivités françaises. La végétation, par son effet d'évapotranspiration, permet en effet de rafraîchir l'air en été. Cependant, cette solution illustre une autre facette des interactions entre atténuation et adaptation : faire de la place en ville pour créer des parcs et des espaces verts limite en effet la construction de logements en centre-ville, et donc la densification de celui-ci. Or, rendre les villes plus denses et limiter ainsi l'étalement urbain est l'un des leviers permettant de réduire les émissions des transports, grâce à une utilisation plus efficace des transports en commun et des modes de transport doux (marche, vélo, etc.). Cela permet également de limiter l'artificialisation des sols et ses impacts sur les écosystèmes.

Cette situation conflictuelle, mise en évidence depuis de nombreuses années par le monde académique (McEvoy *et al.*, 2006 ; Hamin et Gurrán, 2009 ; Viguié et Hallegatte, 2012), se manifeste ces dernières années de manière vive à travers la révision des plans locaux

<sup>3</sup> <https://vancouver.sun.com/news/local-news/number-of-b-c-households-relying-on-air-conditioners-growing-b-c-hydro-report>

<sup>4</sup> <https://www.iea.org/reports/the-future-of-cooling-in-china>

<sup>5</sup> <https://www.capetownetc.com/news/the-city-wants-to-build-a-r1-8-billion-desalination-plant/>

<sup>6</sup> [https://www.lemonde.fr/planete/article/2020/02/16/enneiger-des-stations-de-ski-par-helicoptere-n-est-pas-une-voie-possible-assure-elisabeth-borne\\_6029768\\_3244.html](https://www.lemonde.fr/planete/article/2020/02/16/enneiger-des-stations-de-ski-par-helicoptere-n-est-pas-une-voie-possible-assure-elisabeth-borne_6029768_3244.html)

<sup>7</sup> <https://www.cstb.fr/fr/actualites/detail/lutter-contre-effets-canicule-et-preserver-confort-usagers-2020-09/>

d'urbanisme de plusieurs villes françaises, notamment celui de Paris<sup>8</sup>. Lorsque l'on regarde les choses plus en détail, le choix n'est en fait pas binaire : il est en effet possible de concilier ville dense et présence de parcs. Cela nécessite cependant des études précises du pouvoir rafraîchissant que présentent les différents types de parcs (lequel dépend des essences utilisées, des scénarios de changement climatique retenus, etc.) et de disposer d'un accès aux transports décarbonés. Concilier adaptation et atténuation est certes complexe et technique, mais pas impossible.

## La mal-adaptation

Analyser les impacts indirects sur les émissions de gaz à effet de serre des stratégies d'adaptation, que sont notamment les politiques de verdissement des villes, n'est pas une chose aisée. Cela l'est encore moins quand on doit faire entrer dans l'équation les autres enjeux environnementaux auxquels l'adaptation ne doit pas nuire par ailleurs, comme la préservation des écosystèmes. L'utilisation de canons à neige pour faire face à la diminution de l'enneigement, comme mentionné plus haut, nécessite une grande quantité d'eau et peut ainsi mettre en péril la ressource en eau au plan local. Il en va de même d'ailleurs pour l'utilisation de la végétation pour maintenir des températures fraîches en ville en périodes de canicule (une végétation qui souffre d'un déficit d'eau (n'étant plus arrosée) perd quasiment tout son pouvoir rafraîchissant). Dans d'autres domaines, la construction de digues pour contrer la montée du niveau de la mer peut nuire aux écosystèmes côtiers, tout comme l'utilisation de produits phytosanitaires pour faire face aux nouvelles espèces invasives peut nuire aux sols et à certains écosystèmes continentaux. Les exemples sont là aussi multiples.

Tout cela entre dans le domaine de ce que l'on nomme la « mal-adaptation ». Ce concept désigne les actions d'adaptation qui ont été prises en croyant qu'elles allaient résoudre un problème, et qui conduisent, au contraire, à un accroissement des risques et des impacts. Cet accroissement peut concerner tout ou partie de la population, et se produire sur le court ou le long terme. La climatisation, pour reprendre cet exemple, peut relever de la mal-adaptation, et ce à plusieurs titres : parce qu'elle peut conduire à une augmentation des émissions de gaz à effet de serre, comme nous l'avons dit précédemment, et parce qu'elle peut également, dans certains cas, être vue comme un amplificateur des vulnérabilités face aux canicules extrêmes. En effet, une stratégie d'adaptation reposant en grande partie sur cette technologie fait courir le risque d'impacts sanitaires importants en cas de difficultés d'approvisionnement en électricité. C'est ce qui est aujourd'hui régulièrement observé aux États-Unis, où les coupures d'électricité sont en augmentation constante tous les étés (Stone

*et al.*, 2021) et où, pendant les canicules, se multiplient des campagnes de communication de crise incitant à économiser l'électricité de manière à ce que les climatiseurs puissent continuer à fonctionner<sup>9</sup>. La climatisation peut également relever de la mal-adaptation, dans le sens où elle peut aggraver la canicule subie par certains habitants. Les rejets de chaleur des climatiseurs, en ville, peuvent en effet contribuer de manière non négligeable à réchauffer les températures dans les rues : l'usage généralisé de la climatisation aggrave les canicules pour ceux qui ne peuvent pas ou ne veulent pas s'équiper de systèmes d'air conditionné. En protégeant certains, elle aggrave le risque pour d'autres.

En pratique, le risque de mal-adaptation est loin d'être négligeable. Dans une étude publiée en 2021, Siri Eriksen et ses co-auteurs (Eriksen *et al.*, 2021) ont ainsi analysé une trentaine des projets d'adaptation financés par des bailleurs internationaux (la Banque mondiale, par exemple) et montré comment chacun d'entre eux peut, d'une manière ou d'une autre, être considéré comme une telle mal-adaptation. Plus particulièrement, deux schémas, qui sont observés de manière récurrente, correspondent, d'une part, aux projets qui, au lieu de réduire la vulnérabilité, ne font que la redistribuer (c'est-à-dire aggravent la vulnérabilité d'autres personnes) et, d'autre part, ceux qui introduisent de nouvelles sources de vulnérabilité, comme dans l'exemple de la climatisation et du risque de coupure de courant induit que j'ai mentionné plus haut.

Comment résoudre ce problème ? Et peut-on construire des stratégies d'adaptation sans qu'elles s'accompagnent d'effets pervers involontaires ? De nombreux outils opérationnels ont été développés pour identifier les risques de mal-adaptation et guider la mise en œuvre de stratégies d'adaptation efficaces (voir, par exemple, Magnan *et al.*, 2016). L'une des clés est de ne pas considérer l'adaptation comme un sujet en soi, mais de construire des stratégies territoriales de développement prenant en compte explicitement les différents contraintes environnementales et sociales, que ce soit les différents impacts du changement climatique, l'objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre, le maintien de la biodiversité, mais également l'accès aux biens et services essentiels pour les habitants, tels que le logement, l'eau, les services publics, etc. (voir, par exemple, les approches développées par Raworth (2012, 2017)). Le sujet reste cependant complexe : l'identification des risques de mal-adaptation, la compréhension des mécanismes socio-économiques, administratifs ou politiques menant à de tels écueils, la création d'indicateurs pertinents pouvant guider l'action publique... sont des questions qui sont encore loin d'être résolues, et sur lesquelles la recherche est en ce moment très active.

<sup>8</sup> <https://www.leparisien.fr/paris-75/urbanisme-a-paris-construire-des-logements-tout-en-protégeant-des-espaces-verts-difficile-equation-pour-la-ville-09-11-2021-7LYFBZ4IBREPVA3ZKN34O-QSWYY.php>

<sup>9</sup> <https://www.nytimes.com/2021/05/03/climate/heat-climate-health-risks.html>

## Références bibliographiques

- COUR DES COMPTES (2018), « Les stations de ski des Alpes du Nord face au réchauffement climatique : une vulnérabilité croissante, le besoin d'un nouveau modèle de développement », Rapport public annuel 2018.
- DIAMOND J. (2004), *Collapse*, Abridged. ed. Penguin Audio, New York.
- ERIKSEN S., SCHIPPER E. L. F., SCOVILLE-SIMONDS M., VINCENT K., ADAM H. N., BROOKS N., HARDING B., LENAERTS L., LIVERMAN D. & MILLS-NOVOA M. (2021), "Adaptation interventions and their effect on vulnerability in developing countries: Help, hindrance or irrelevance?", *World Development* 141, 105383.
- GRAFAKOS S., VIERO G., RECKIEN D., TRIGG K., VIGUIÉ V., SUDMANT A., GRAVES C., FOLEY A., HEIDRICH O., MIRAILLES J. M., CARTER J., CHANG L. H., NADOR C., LISERI M., CHELLERI L., ORRU H., ORRU K., AELENEI R., BILSKA A., PFEIFFER B., LEPETIT Q., CHURCH J. M., LANDAUER M., GOULDSON A. & DAWSON R. (2020), "Integration of mitigation and adaptation in urban climate change action plans in Europe: A systematic assessment", *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 121, 109623, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109623>
- HAMIN E. M. & GURRAN N. (2009), "Urban form and climate change: Balancing adaptation and mitigation in the U.S. and Australia", *Habitat International* 33, pp. 238-245, <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2008.10.005>
- MAGNAN A. K., SCHIPPER E. L. F., BURKETT M., BHARWANI S., BURTON I., ERIKSEN S., GEMENNE F., SCHAAR J. & ZIERVOGEL G. (2016), "Addressing the risk of maladaptation to climate change", *WIREs Clim. Change* 7, pp. 646-665, <https://doi.org/10.1002/wcc.409>
- McEVOY D., LINDLEY S. & HANDLEY J. (2006), "Adaptation and mitigation in urban areas: synergies and conflicts", in: *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Municipal Engineer*, pp. 185-192.
- PASCALE S., KAPNICK S. B., DELWORTH T. L. & COOKE W. F. (2020), "Increasing risk of another Cape Town 'Day Zero' drought in the 21<sup>st</sup> century", *PNAS* 117, pp. 29495-29503, <https://doi.org/10.1073/pnas.2009144117>
- RAPPAPORT R. A. (1977), *Maladaptation in social systems*, Boletín CF+ S.
- RAWORTH K. (2017), *Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21<sup>st</sup> Century Economist*, ed. Cornerstone Digital, 1<sup>ère</sup> édition.
- RAWORTH K. (2012), *A safe and just space for humanity: can we live within the doughnut?*, Oxfam Discussion Papers.
- ROBBINS J. (2019), "As Water Scarcity Increases, Desalination Plants Are on the Rise", *Yale Environment* 360, <https://e360.yale.edu/features/as-water-scarcity-increases-desalination-plants-are-on-the-rise>
- STONE B., MALLEEN E., RAJPUT M., GRONLUND C. J., BROADBENT A. M., KRAYENHOFF E. S., AUGENBROE G., O'NEILL M. S. & GEORGESCU M. (2021), "Compound Climate and Infrastructure Events: How Electrical Grid Failure Alters Heat Wave Risk", *Environ. Sci. Technol.* 55, pp. 6957-6964, <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c00024>
- TUCKER D. T. (2020), "Cape Town's 'Day Zero' drought a sign of things to come", *Stanford News*, <https://news.stanford.edu/2020/11/09/cape-towns-day-zero-drought-sign-things-come/>
- VIGUIÉ V. & HALLEGATTE S. (2012), "Trade-offs and synergies in urban climate policies", *Nature Climate Change* 2, pp. 334-337, <https://doi.org/10.1038/nclimate1434>
- VIGUIÉ V., JUHEL S., BEN-ARI T., COLOMBERT M., FORD J. D., GIRAUDET L. G. & RECKIEN D. (2021), "When adaptation increases energy demand: A systematic map of the literature", *Environ. Res. Lett.* 16, 033004, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abc044>
- VIGUIÉ V., LEMONSUA., HALLEGATTE S., BEAULANTA.-L., MARCHADIER C., MASSON V., PIGEON G. & SALAGNAC J.-L. (2020), "Early adaptation to heat waves and future reduction of air-conditioning energy use in Paris", *Environ. Res. Lett.* 15, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab6a24>