



HAL
open science

Quel avenir pour les pluies?

Caroline Norrant

► **To cite this version:**

Caroline Norrant. Quel avenir pour les pluies?. F. Meilliez (Dir.). Pouvoirs de l'eau et eau des pouvoirs, Presses universitaires du Septentrion, pp.63-74, 2019. hal-02391417

HAL Id: hal-02391417

<https://hal.science/hal-02391417v1>

Submitted on 3 Dec 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Quel avenir pour les pluies?

Caroline Norrant

Géographe climatologue

UFR de Géographie et Aménagement - Laboratoire EA 4477 TVES

Université de Lille

Depuis quelques années maintenant la communauté scientifique s'accorde sur l'existence d'un changement climatique, attesté par de multiples études, et qui aurait commencé à se manifester depuis environ 1975 (IPCC, 2013). Ce changement climatique montre une modification du climat dans le sens d'un réchauffement global, avec une augmentation moyenne des températures d'environ $+0,74^{\circ}\text{C}$ en moyenne pour l'ensemble de la planète depuis l'époque préindustrielle (IPCC, 2013). Toutefois, les températures ne sont pas le seul paramètre impacté par le changement de climat, et les autres paramètres climatiques (tels que précipitations, hygrométrie, vents...) subissent aussi des modifications à l'échelle globale (IPCC, 2013).

Des modifications du climat sont également détectées à l'échelle régionale, et en particulier aussi sur l'ensemble de la France, tant sur les températures, qui ont augmenté de $+1^{\circ}\text{C}$ sur l'ensemble de la France métropolitaine en moyenne depuis l'époque préindustrielle, que sur les précipitations (Météo France, 2016). Toutefois, l'évolution des précipitations est moins bien connue, car plus difficile à appréhender, que celle des températures. C'est pourquoi nous nous proposons ici d'analyser plus spécifiquement le cas des précipitations, afin de déterminer comment elles ont évolué au cours des dernières décennies, leur évolution attendue dans le siècle à venir en lien avec le changement climatique, ainsi que les conséquences que les modifications des précipitations pourraient avoir sur la société.

Le premier point d'importance est que contrairement aux températures, les pluies sont une donnée difficile à mesurer: les précipitations sont une donnée discontinue, contrairement aux températures qui sont en champ continu. En effet, les précipitations se présentent sous la forme de noyaux pluvieux et tombent sous ces noyaux; en dehors de ces noyaux pluvio-gènes, il n'y a pas de pluie. Il faut donc, afin de mesurer les pluies, que les pluviomètres se trouvent en-dessous du noyau pluvieux, et non à côté. Or le réseau de pluviomètres n'étant ni régulier sur le territoire, ni très dense, des noyaux pluvieux peuvent tout à fait se développer et se déplacer entre les pluviomètres, et ainsi être non ou seulement partiellement détectés (Météo France, 2018a; Fig.1).

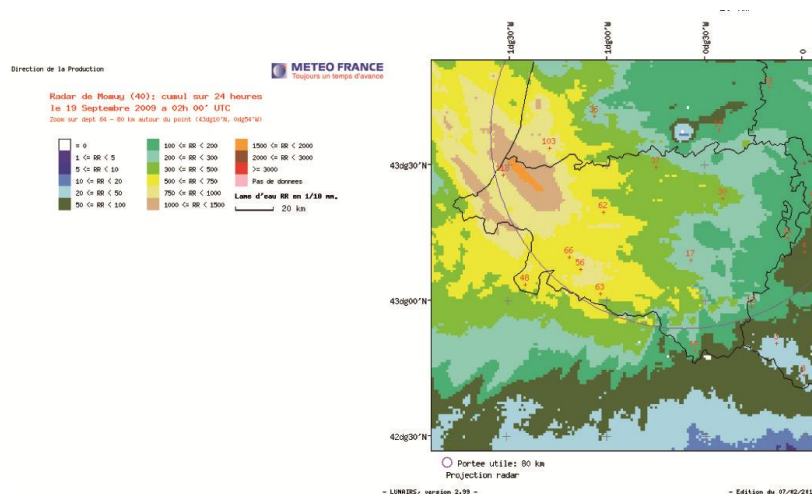


Figure 1: Image radar d'un événement pluvieux. Source: Météo France

Un second point ajoutant à la difficulté de mesurer les précipitations est la sous-estimation quasi-systématique de cette donnée, d'environ 10%. Cette sous-estimation vient du pluviomètre lui-même: en effet, cet appareil est calibré pour mesurer des précipitations qui tomberaient à la verticale, or dans les faits la présence de vents induit des pluies qui tombent de façon oblique, d'où une première source de sous-estimation dans la mesure. De plus, la présence même du pluviomètre crée des micro-perturbations sur son pourtour, entraînant une partie des précipitations vers l'extérieur (Guyot, 1997). En comparant les mesures de précipitations au débit des rivières d'un même bassin versant, il est ainsi possible de chiffrer cette sous-estimation générale, qui est de l'ordre de 10%.

On pourrait alors penser que les mesures de précipitations par les radars seraient à même de résoudre ces problèmes liés aux mesures par les pluviomètres. Toutefois, les mesures radars connaissent elles aussi des limites et dépendent de l'implantation du réseau de radars. En effet, tout relief représente un obstacle, au-delà duquel le signal radar ne peut pas aller, et donc ne peut pas transmettre de données. Cela combiné à la densité du réseau, moins importante sur certaines zones, a pour conséquences des données radars de précipitations de moins bonne voire de mauvaise qualité sur certaines régions, et donc une couverture radar du territoire qui reste incomplète (Météo France, 2018b; Fig.2).

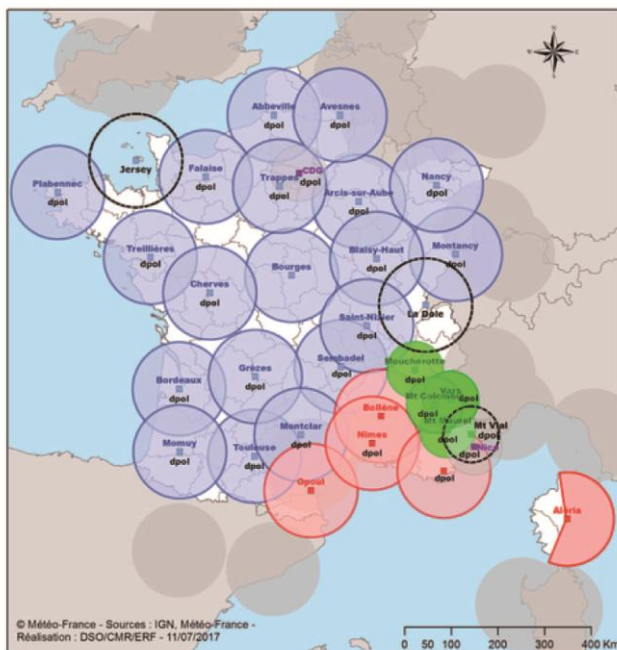


Figure 2: Le réseau de radars et leur couverture en juillet 2017. Source: Météo France

Un dernier type de données de précipitations existe, il s'agit des réanalyses, qui sont une modélisation d'un paramètre climatique, ici les précipitations, à partir de données mesurées; ce type de données mêle donc mesure et modélisation et offre l'avantage de fournir des données selon un champ continu. Toutefois, concernant les pluies, les producteurs de ces données reconnaissent que les réanalyses de précipitations sont de bien moins bonne qualité que celles des autres paramètres climatiques (NCEP, 2018).

Il s'avère donc que la donnée pluie est une donnée difficile à mesurer, qui peut selon les cas présenter des biais plus ou moins importants, inhérents à sa mesure. Une fois ces éléments établis et pris en compte, qu'en est-il de l'évolution des précipitations, passée et à venir?

1. Augmentation des pluies au cours du 20^{ème} siècle

1.1. A échelle mondiale

A l'échelle du globe, l'évolution des pluies au cours du dernier siècle semble complexe, et un signal général est plutôt difficile à extraire, contrairement aux températures. Cependant, il est possible de synthétiser l'évolution des précipitations au cours du 20^{ème} siècle selon des bandes latitudinales, où les précipitations montrent une augmentation aux moyennes et hautes latitudes de l'hémisphère nord, une diminution aux latitudes subtropicales, avec des tendances surtout marquées pendant la seconde moitié du 20^{ème} siècle (IPCC, 2013; Fig.3). Toutefois, il ne s'agit là que de moyennes, qui recouvrent de fortes disparités locales.

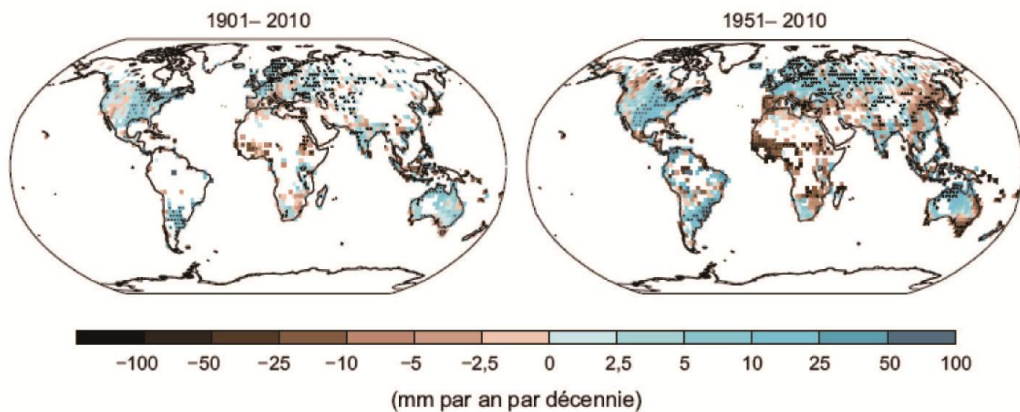
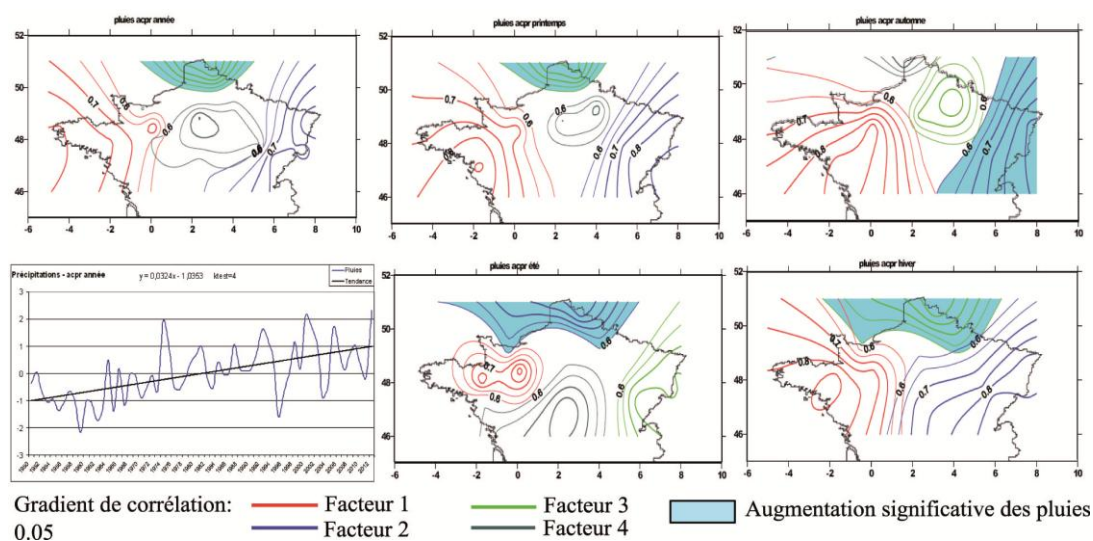


Figure 3: Changements observés des précipitations annuelles sur les terres émergées. Source: IPCC, 2013

1.2. A l'échelle de la France

En effet, lorsque le niveau global est délaissé pour s'intéresser au niveau régional, par exemple à la moitié Nord de la France depuis 1950, d'autres signaux apparaissent. Dans un premier temps, une régionalisation des pluies en sous-régions homogènes fait apparaître trois à quatre sous-régions selon la saison étudiée. Dans ces différentes sous-régions, les pluies augmentent depuis 1950, mais de façon significative surtout dans le Nord (pendant le printemps, l'été, l'hiver et l'année), et augmentent significativement dans l'Est pendant l'automne (Fig.4). Dans le Nord, il est possible d'estimer cette augmentation des précipitations à environ +3,5mm pour 100 ans.



Gradient de corrélation: Facteur 1 (rouge), Facteur 2 (bleu), Facteur 3 (vert), Facteur 4 (gris). Augmentation significative des pluies (bleu clair).
0.05

Figure 4: Evolution des pluies dans une moitié nord de la France entre 1950 et 2012 (Auteur: Norrant C.)

L'analyse des précipitations depuis 1950 dans cette région de France directement aux stations montre les mêmes tendances.

Notons que ces évolutions sont cohérentes avec les tendances détectées au niveau global.

2. Et pour la fin du 21^{ème} siècle?

2.1. A échelle mondiale

D'ici la fin du 21^{ème} siècle, la communauté scientifique s'accord sur une élévation des températures moyennes sur l'ensemble du globe comprise entre +1 et +4,8°C en fonction du scénario ou RCP (pour Representative Concentration Pathway; IPCC, 2013). Le réchauffement serait le plus marqué sur les continents, et particulièrement sur les hautes latitudes de l'hémisphère nord. Le climat étant un système, toute modification d'un de ses éléments (en l'occurrence, les températures) aura des conséquences sur les autres paramètres, et en particulier ici les précipitations. Pour le scénario le plus catastrophiste (le RCP8.5, qui prévoit la hausse de températures la plus importante), les précipitations d'ici 2100 augmenteraient aux hautes latitudes et sur une bande subéquatoriale océanique, en même temps qu'elles diminueraient aux latitudes tropicales, ces tendances s'accroissant à l'horizon 2200 (Fig.5). L'intensité de ces évolutions seraient modulées selon le scénario envisagé: atténuées dans le RCP2.6, exacerbées dans le RCP8.5, mais les tendances dominantes resteraient les mêmes.

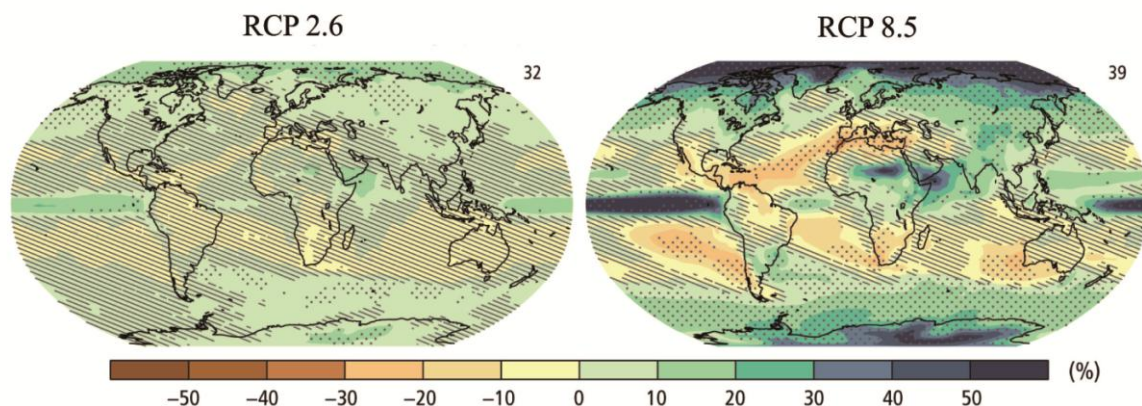


Figure 5: Evolution des précipitations moyennes entre 1986-2005 et 2081-2100 pour les scénarios RCP2.6 et RCP8.5. Source: IPCC, 2013

2.2. A l'échelle de la France

Dans le cas particulier de la France, les futurs climatiques sont donnés par la plateforme Drias, éditée par Météo France, et qui a pour vocation la mise à disposition de diverses projections climatiques régionales réalisées par les laboratoires français de modélisation du climat (Drias, 2018).

En moyenne annuelle, les projections pour la France montrent que aussi bien avec un scénario avec une politique climatique visant à stabiliser les concentrations de CO₂ (RCP4.5) qu'avec un scénario sans politique climatique, et donc ayant pour conséquence une augmentation des concentrations de CO₂ (RCP8.5), les précipitations risquent d'augmenter (entre 50 et 70mm environ pour le RCP4.5) sur une grande majorité du territoire français jusque sur la période 2041-2070, puis diminueraient sur la période 2071-2100 (de 30 à 70mm par rapport à l'actuel pour le RCP8.5, avec une baisse plus marquée dans le sud et le sud-ouest de la France, allant

jusqu'à 250mm; le même schéma de diminution des pluies apparaît dans le RCP4.5 mais avec des diminutions moins importantes). Le schéma général à venir pour la France serait donc dans un premier temps une augmentation des précipitations jusque vers le milieu du 21^{ème} siècle, puis une diminution, plus ou moins marquée et plus ou moins précoce en fonction du scénario.

2.3. La question des précipitations extrêmes

L'analyse des précipitations extrêmes, définies par des totaux de pluies très élevés sur un court laps de temps, déterminées sur le dépassement de certains seuils, est encore plus difficile à appréhender que celle des totaux de précipitations, les difficultés inhérentes à la mesure des pluies étant exacerbées dans le cas des fortes pluies. Toutefois, des études se sont intéressées à ces fortes pluies et ont réussi à démontrer que les épisodes de fortes précipitations semblent être en augmentation, tant en nombre qu'en intensité (NOAA, 2016).

Des études prospectives sur les fortes pluies montrent que les précipitations extrêmes connaîtraient d'ici 2100 une évolution dans le sens d'une augmentation, mais avec quelques traits communs avec les précipitations totales: en particulier, une forte augmentation sur les hautes latitudes et la zone subéquatoriale, et une diminution sur les zones tropicales océaniques. Les épisodes de fortes pluies connaîtraient à l'avenir une augmentation en nombre et en intensité, avec en particulier une intensification sur les continents (Fischer et al., 2013).

Parallèlement à cette évolution des fortes pluies, il semblerait que les séquences sèches soient amener à s'allonger, particulièrement sur l'Europe du sud, mais l'ensemble de la France serait touchée (Giorgi et al., 2014). L'ensemble de ces paramètres conduisent donc à envisager un changement de régime des précipitations, c'est-à-dire une modification de la répartition des pluies au cours de l'année, qui tendraient ainsi à tomber en grandes quantités sur un laps de temps restreint.

3. Quelles conséquences de ces évolutions des pluies?

3.1. Des conséquences géopolitiques

On peut alors se questionner sur les conséquences de ces modifications des précipitations dans les décennies à venir. Les conséquences peuvent être de plusieurs natures, et tout d'abord géopolitiques: en effet, les conflits autour de la question de la gestion et de l'accès à la ressource en eau, qui va se raréfier dans les zones où elle est déjà en tension, risquent de se multiplier et de s'aggraver. Mais il semblerait que la modification des ressources en eau ne provoque pas ces conflits, mais tende à les exacerber là où ils étaient déjà présents (Blanchon, 2017).

3.2. Des conséquences socio-économiques

Un autre type de conséquences peut être d'ordre socio-économique et énergétique. En effet, par le passé s'est déjà produite une forte diminution des précipitations en Afrique de l'Ouest. Les conséquences en ont été une division par deux du cheptel, ainsi que la disparition de certaines exportations de culture. A cause également des faibles pluies et du manque d'eau, certaines usines hydroélectriques ont été forcées à l'arrêt, ne pouvant donc plus jouer leur rôle d'alimentation en énergie. Dans un cas extrême, au Ghana en 1999, la sécheresse a été telle que la croissance économique a été stoppée en raison du manque d'eau (African Media Agency, 2018).

Le secteur des assurances sera lui aussi touché: en effet, le changement climatique engendre d'avantage d'incertitudes pour les assureurs. De plus, les catastrophes climatiques posent de réels défis aux assureurs, de par leur caractère largement imprévisible. La conséquence en est que sous le nouveau climat attendu, le nombre de préjudices annuel est en augmentation, de

même que les pertes extrêmes, ce qui implique des besoins en capitaux accrus (Munich Reinsurance Company, 2015; ABI, 2005).

3.3 Des conséquences sanitaires

Les modifications à venir des précipitations pourront également avoir de graves conséquences sur la santé des populations, et ce sous différents aspects. Dans un premier temps, la diminution des pluies et ses impacts sur la production agricole, notamment dans le sens d'une diminution des rendements, risque d'augmenter la sous-nutrition et la malnutrition dans les pays qui en souffrent déjà, et particulièrement les pays d'Afrique sub-saharienne. Le risque est donc d'assister à un affaiblissement des populations en cas d'insuffisance alimentaire et de difficulté d'accès à l'eau (PAM, 2018).

Dans un second temps, les modifications pluviométriques en lien avec l'augmentation prévue des températures peuvent également favoriser la migration de pathogènes déjà connus, et notamment la présence de certaines espèces spécifiques de moustiques vecteurs de maladies. C'est ainsi que le moustique tigre (*Aedes Albopictus*), vecteur entre autres maladies de la dengue et du chikungunya, a fait son apparition en France dans les Alpes Maritimes en 2004, pour se propager progressivement à l'ensemble de l'arc méditerranéen et au sud de la vallée du Rhône en 2012, et s'est étendu à toute la moitié sud de la France et quelques départements du Grand Est et des Hauts de France en 2017 (Anses, 2018). Même si quelques rares cas autochtones (contractés sans voyage) de dengue et de chikungunya se sont déclarés en France, les conditions météorologiques ne sont pas adaptées au développement de masse de ces maladies en France métropolitaine, ne faisant pas encore craindre un risque d'épidémie. Toutefois, la présence du vecteur est attestée sur une grande partie du territoire, accroissant le risque de transmission de ces maladies le jour où les conditions météorologiques permettront leur maturation (Anses, 2018).

Dans les cas extrêmes, il serait même possible d'assister à l'apparition de pathogènes nouveaux, même s'il est difficile d'établir un lien direct entre les changements environnementaux et l'évolution globale des pathologies infectieuses. En effet, plusieurs paramètres, tels que des changements liés à la température, à l'humidité, ou encore aux rayonnements solaires, peuvent être à l'origine d'une diffusion accrue des pathogènes et de leurs hôtes (vecteurs, réservoirs, etc.), au travers d'une modification dans la transmission des agents infectieux. Ces changements environnementaux interviennent également sur l'aire de répartition, l'abondance, le comportement, les cycles biologiques et les traits d'histoire de vie de ces microbes ou des espèces hôtes associées. Cela a pour conséquence une modification des équilibres entre pathogènes, vecteurs ou réservoirs (Morris et al., 2014).

Conclusion

En lien avec le changement climatique, les précipitations vont donc connaître d'importantes modifications dans les décennies à venir, certaines d'entre elles s'étant déjà amorcées au cours des années passées. Augmentation des précipitations dans les hautes et moyennes latitudes et sur la zone équatoriale, diminution des pluies dans les zones tropicales déjà sèches, accentuation des événements de fortes pluies dans les zones qui connaissent déjà des quantités annuelles de pluies déjà abondantes, modification de la répartition des pluies au cours de l'année... Ces changements affecteront les sociétés à plusieurs niveaux, tant géopolitiques, exacerbant les "guerres de l'eau" en augmentant les tensions déjà présentes autour de l'accès et de la gestion de la ressource en eau, que socio-économiques et énergétiques, diminuant les rendements agricoles et limitant la production d'énergie, que sanitaires, affaiblissant les populations ou les exposant à de nouveaux pathogènes. Toutefois, toutes les régions du monde ne seront pas exposées de façon identique à ces divers risques, et elles ne pourront pas y faire face de la même façon, ni avec les mêmes moyens. En France, le second Plan National

d'Adaptation aux Changements Climatiques mené par le Ministère de la Transition écologique et solidaire a pris en compte les contraintes à venir sur l'eau, en posant la question d'une réduction de la consommation de 20% d'ici 2020 par rapport à 2016, et mobilisant pour ce faire 171 millions d'euros. Les principales propositions pour parvenir à cette réduction portent d'abord sur l'eau en tant que telle, avec des aides à la récupération d'eau de pluie, au recyclage des eaux usées (dans les espaces verts, les cultures), et les réductions des fuites d'eau potables. Une autre proposition phare concerne les transports, avec notamment le contrôle de la solidité des infrastructures pour éviter la dégradation des chaussées et des rails, en cas de sécheresse ou de très fortes pluies. L'urbanisme également est un point clé, avec la mise en place de mesures techniques (digues, submersions marines) permettant de palier l'élévation du niveau de la mer. La santé est surveillée également, avec la création d'un groupe de veille santé-climat, la surveillance des insectes vecteurs de maladies et de la production de pollen. Enfin, les forêts font l'objet de diversification des ressources génétiques des arbres, pour mieux résister aux changements climatiques et leurs conséquences, mais aussi de plantation d'espèces adaptables au climat futur, et l'identification des zones à risque d'incendie. Ces différentes pistes permettront de limiter dans un premier temps les effets des changements pluviométriques sur nos sociétés, mais cette lutte ne pourra pas se faire sans une implication de tous les citoyens, qui doivent prendre conscience de la réalité du changement climatique et intégrer la lutte contre ce phénomène dans leurs actions du quotidien.

Références

- ABI (2005). Financial risks of climate change. Technical report, Association of British Insurers
- African Media Agency, 2018: <http://amediaagency.com/la-croissance-economique-en-afrique-de-lest-resiste-a-la-secheresse/> consulté le 12.06.2018
- Anses, 2018: Evaluation des risques induits par le changement climatique sur la santé des travailleurs. Avis de l'Anses. Rapport d'expertise collective. Janvier 2018, Edition scientifique. ISBN 979-10-286-0229-1. 262p.
- Blanchon D., 2017: "Géopolitique: l'eau au coeur des conflits", Conférence des Rendez-vous d'Archimède, cycle Pouvoirs de l'eau, Université de Lille, 12 décembre 2017.
- Drias, données Météo France, CERFACS, IPSL, 2018: <http://www.drias-climat.fr/> consulté le 07.06.2018
- Fischer, E. M., U. Beyerle, and R. Knutti (2013), Robust spatially aggregated projections of climate extremes, *Nat. Clim. Change* 3 (12), 1033–1038
- Giorgi F. et al., 2014: "Changes in Extremes and Hydroclimatic Regimes in the CREMA Ensemble Projections," *Climatic Change* 125, no. 1 (April 12, 2014): 39–51, doi:10.1007/s10584-014-1117-0
- Guyot, 1997: *Climatologie de l'environnement -De la plante aux écosystèmes*. Masson. 528p.
- IPCC, 2013: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp
- Météo France, 2018a: <http://www.meteofrance.fr/prevoir-le-temps/observer-le-temps/moyens/les-stations-au-sol>. Consulté le 14.06.2018
- Météo France, 2018b: <http://www.meteofrance.fr/prevoir-le-temps/observer-le-temps/moyens/les-radars-meteorologiques>. Consulté le 14.06.2018

Morris A., Gozlan R.E., Hassani H., Andreou D., Couppié P., Guégan J.-F., 2014: Complex temporal climate signals drive the emergence of human water-borne disease, *Emerging Microbes & Infections*, vol. 3, p.56. <https://doi.org/10.1038/emi.2014.56>

Munich Reinsurance Company, 2015: Annual report 2014, Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, Order number 302-08574, 152p.

NCEP, 2018: [The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project: March, 1996 BAMS](https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html); <https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html>. Consulté le 14.06.2018

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2016. U.S. Climate Extremes Index. Accessed January 2016. www.ncdc.noaa.gov/extremes/cei

PAM, 2018: "Faim et changement climatique: lutter contre la faim dans le monde entier", Programme alimentaire mondial, 12p., wfp.org/fr