

Projet de Fin d'Etudes (PFE) 2020-2021

Mesures urbaines d'adaptation et d'atténuation face au Changement Climatique



**Mesures urbaines d'adaptation et
d'atténuation face au Changement
Climatique :
Un compromis entre besoins, moyens et freins**

Directeur de recherche :

Auteur :

Pr. Vincent ROTGE

Dorian NEUTRE

Année 2020-2021

AVERTISSEMENT

Cette recherche a fait appel à des lectures, enquêtes et interviews. Tout emprunt à des contenus d'interviews, des écrits autres que strictement personnel, toute reproduction et citation, font systématiquement l'objet d'un référencement.

L'auteur (les auteurs) de cette recherche a (ont) signé une attestation sur l'honneur de non-plagiat.

Formation par la recherche, Projet de Fin d'Etudes en génie de l'aménagement et de l'environnement

La formation au génie de l'aménagement et de l'environnement, assurée par le département aménagement et environnement de l'Ecole Polytechnique de l'Université de Tours, associe dans le champ de l'urbanisme, de l'aménagement des espaces fortement à faiblement anthropisés, l'acquisition de connaissances fondamentales, l'acquisition de techniques et de savoir-faire, la formation à la pratique professionnelle et la formation par la recherche. Cette dernière ne vise pas à former les seuls futurs élèves désireux de prolonger leur formation par les études doctorales, mais tout en ouvrant à cette voie, elle vise tout d'abord à favoriser la capacité des futurs ingénieurs à :

- Accroître leurs compétences en matière de pratique professionnelle par la mobilisation de connaissances et de techniques, dont les fondements et contenus ont été explorés le plus finement possible afin d'en assurer une bonne maîtrise intellectuelle et pratique,
- Accroître la capacité des ingénieurs en génie de l'aménagement et de l'environnement à innover tant en matière de méthodes que d'outils, mobilisables pour affronter et résoudre les problèmes complexes posés par l'organisation et la gestion des espaces.

La formation par la recherche inclut un exercice individuel de recherche, le projet de fin d'études (P.F.E.), situé en dernière année de formation des élèves ingénieurs. Cet exercice correspond à un stage d'une durée minimum de trois mois, en laboratoire de recherche, principalement au sein de l'équipe Dynamiques et Actions Territoriales et Environnementales de l'UMR 7324 CITERES à laquelle appartiennent les enseignants-chercheurs du département aménagement.

Le travail de recherche, dont l'objectif de base est d'acquérir une compétence méthodologique en matière de recherche, doit répondre à l'un des deux grands objectifs :

- Développer toute ou partie d'une méthode ou d'un outil nouveau permettant le traitement innovant d'un problème d'aménagement
- Approfondir les connaissances de base pour mieux affronter une question complexe en matière d'aménagement.

Afin de valoriser ce travail de recherche nous avons décidé de mettre en ligne sur la base du Système Universitaire de Documentation (SUDOC), les mémoires à partir de la mention bien.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier le Professeur Vincent ROTGE, mon encadrant, pour m'avoir permis de travailler sur le sujet de la lutte urbaine contre le changement climatique, autant un sujet d'actualité qu'un sujet d'avenir pour les urbanistes.

J'adresse un remerciement tout particulier au Dr. Pierre PETERS pour son aide et son enthousiasme quant à mon projet de recherche. Bien que mon sujet ait changé, les supports bibliographiques et les pistes de réflexions qu'il m'a fourni ont été extrêmement précieuses.

Je remercie mes amis et camarades de promotion, dont le soutien a été inestimables tout au long de ce semestre. Bien que majoritairement séparés par la distance, notre groupe est resté soudé.

Je présente mes remerciements à ma famille, qui m'a supporté tout au long de ces confinements et de ces enseignements à distance. Ils ont vécu les hauts et les bas avec moi et c'est pourquoi, à mes remerciements, je joins également des excuses.

A l'ensemble du corps enseignant intervenant au cours du semestre 9 du parcours UIT, j'adresse mes remerciements. Merci d'avoir fourni aux étudiants le temps et l'encadrement nécessaire pour nous permettre de nous immerger dans nos PFE. Chacun de vous a dû faire un sacrifice de temps de travail et d'exigence au cours de cette période difficile, mais cela a permis aux étudiants de tenir le coup et d'apprécier vos enseignements tout en acquérant autant d'expérience que possible.

SOMMAIRE

Table des matières

Page des Abréviations	7
Introduction.....	8
Les Causes du Changement Climatique	8
Dimension naturelle	8
Dimension anthropique.....	11
Les Conséquences du Changement Climatique	13
Le Changement Climatique : bien plus que quelques degrés de plus.....	13
L'Eau et le Changement Climatique	14
Le cycle de l'Eau et l'Humanité	15
La Lutte contre le Changement Climatique.....	17
Analyse	18
Evaluer le risque globalement et localement.....	18
Acteurs publics locaux ou globaux ; qui décide ?	18
Les Pourvoyeurs d'analyses et de conseils.....	19
Identifier les réponses possibles	21
Réglementations et systèmes d'information	22
Les aménagements.....	24
La décision finale : entre réponse au CC et gestion de conflit	27
Les difficultés de la prise de décision	27
Les aides financières.....	30
Discussion Conclusion	31
Bibliographie.....	34

Table des Figures

Figure 1 Illustration des Cycles de Milankovitch	10
Figure 2 Evolution du taux de dioxyde de carbone atmosphérique sur 450 000 ans	12
Figure 3 Illustration du principe de l'Effet de Serre et de sa dimension anthropique	12
Figure 4 Résultats du sondage fait sur "Confluence Urbaine"	14
Figure 5 Graphique mettant en lien la taille et la densité de population d'espaces urbains en fonction de leur distance par rapport aux côtes maritimes	16
Figure 6 Relation et différence entre l'exactitude et la précision d'un modèle.....	20
Figure 7 Etapes générales commentées de la réalisation d'un PCS	23
Figure 8 Coupe des principes architecturaux et techniques de résilience de stratégie ERCP	26
Figure 9 Exemple de mur de marée au Japon en réponse aux accrus de tsunamis dévastateurs lié à l'élévation du niveau des océans	28

Page des Abréviations

AMCC+ : Alliance Mondiale contre le Changement Climatique +

CC : Changement Climatique

CNRTL : Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales

ERC : Eviter – Réduire – Compenser

ERCP : Eviter – Résister – Céder – Préserver

FEDD : Fond Européen de Développement Durable

FEMA : Federal Emergency Management Agency

GES : Gaz à Effet de Serre

IPCC/GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

NCDC: National Climatic Data Center

NCEI : National Centers for Environmental Information

OSS : Open Sources Systems, Sciences, Solutions

PEID : Petits Etats Insulaires en Développement

UNFCCC : Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques

Introduction

Le changement climatique (CC) est une notion avancée depuis plusieurs décennies et couvrant un large champ d'expertise. Selon le GIEC, une entité chargée d'inventorier et de compiler les résultats de recherches portant sur le CC, ce dernier se définit comme un changement dans l'état du climat qui peut être identifié, via des tests statistiques, par des modifications dans les moyennes et/ou les variabilités de ses propriétés. Ces changements s'étalent sur des périodes de temps importantes : des décennies ou plus. Il renvoie à tout type de changement du climat sur le temps, qu'il soit dû à des variations naturelles ou à l'activité humaine. Cette définition diffère de celle de la Convention-cadre des nations unies sur les changements climatiques, qui ne traite du CC que par la dimension qui le relie directement ou indirectement aux activités humaines ayant altéré la composition de l'atmosphère et ce en addition aux variabilités climatiques naturelles observées sur une période de temps comparable (Unfccc,art.2). Cette incompatibilité, ou tout du moins cette divergence dans les définitions est clairement exposée dans l'article (Pielke 2004), dans lequel les auteurs la pointe du doigt comme un obstacle majeur de réponse efficace entre observation scientifique et action politique. Néanmoins, chaque organisme s'accorde sur le fait qu'il existe une dimension naturelle et une dimension anthropique du changement climatique.

Les Causes du Changement Climatique

Dimension naturelle

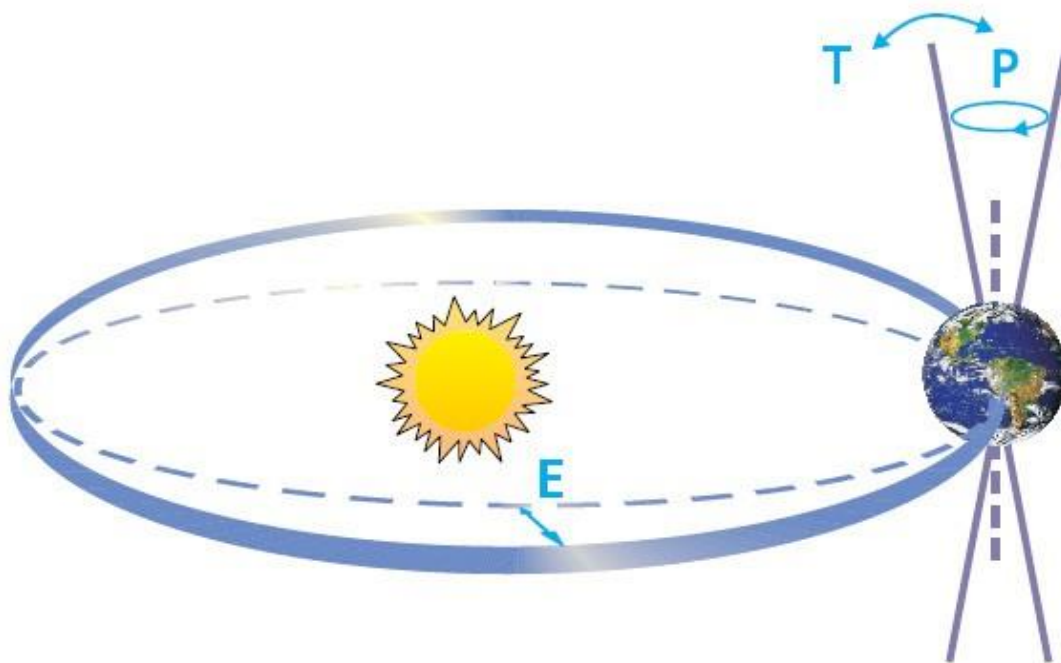
Le CC naturel est un phénomène dont l'occurrence remonte à l'apparition de l'atmosphère sur terre. Allant de la plus grande échelle à la plus petite, le CC naturel s'explique en partie par :

- 1 Les variations orbitales de la terre dans sa rotation autour du soleil ainsi que dans son inclinaison par rapport à son axe, décrit par la théorie des cycles de Milankovitch que sont le cycle d'excentricité, le cycle d'obliquité et le cycle de précession des équinoxes (cf. Figure 1). Ces cycles sont responsables de l'augmentation ou de la diminution de la quantité d'énergie solaire reçue par notre planète et provoquent des montées ou des chutes dans les températures à des intervalles de temps calculables. Le cycle d'excentricité possède une période d'environ 100 000 ans. L'orbite de la terre s'allonge et devient plus elliptique, éloignant la Terre du Soleil pour une plus longue période de temps qu'à l'accoutumée. Ainsi la planète reçoit moins d'énergie solaire et se refroidit. Le cycle d'obliquité modifie l'axe d'inclinaison de la terre tous les 41 000 ans à peu près. Cela amène les masses continentales de l'hémisphère nord à faire plus ou moins face au soleil. Le cycle de précession, d'une période de retour d'environ 26 000 ans, influence l'oscillation de l'axe polaire ce qui influence le climat terrestre en causant des hivers et les étés plus chauds ou froids selon la quantité de surface continental plus ou moins exposée au soleil (Global Warming Natural Cycle — OSS Foundation.; Rochester 1970).

- 2 La quantité de masse continentale faisant face au soleil. Les modèles de paléoclimatologie semblent montrer que la Pangée, le supercontinent qui connectait l'ensemble des masses continentales terrestres il y a 250 millions d'années, jouait un rôle sur le climat. En effet, le degré d'exposition et l'angle d'exposition de cette super masse continentale vers le soleil pourrait aisément induire une hausse, ou au contraire à une chute des températures globales (Global Warming Natural Cycle — OSS Foundation). À cela vient également s'ajouter l'albédo de la surface terrestre, qui correspond à la propriété d'un substrat (surface océanique ou continental) à réfléchir tout ou partie de l'énergie solaire reçue. L'article (Qu et Hall 2006) montre par exemple que des incertitudes sur l'évolution de l'albédo de l'hémisphère Nord augmentent les variabilités dans les résultats de modèles de projection d'évolution climatique.
- 3 La composition chimique de l'atmosphère qui change ses propriétés de réflexion, captation et conservation de l'énergie solaire. Par exemple le climat étudié sur 65 millions d'années montre qu'un refroidissement important s'est produit il y a de cela environ 7 millions d'années. Selon les sources scientifiques, les hautes températures connues avant cette période ont impliqué le relargage d'une grande quantité de méthane dans l'atmosphère, provoquant une nette augmentation des températures globales. Sur une échelle de temps plus restreinte, les études semblent montrer que sur les 450000 dernières années, le taux de CO₂ en partie par million dans l'atmosphère suit un profil de fluctuation quasi identique à celui des températures moyennes globales (cf. Figure 2) (Global Warming Natural Cycle — OSS Foundation ; Petit et al. 1999)

Le climat semble suivre un cycle dans lequel les températures moyennes fluctuent, menant à des périodes de glaciation entrecoupées par des vagues de chaleur interglaciaires dont le pic semble en moyenne s'étaler sur près de 5000 ans, avec l'ensemble de la vague s'étalant sur près de 30 000 ans. Selon les études paléoclimatiques, la période actuelle correspond à la sortie de la vague de chaleur interglaciaire et au début de la décroissance moyenne des températures mais non à une nouvelle ère glaciaire. Il semble également que la Terre soit entrée dans la période d'aphélie (distance maximale par rapport au soleil) du cycle d'excentricité de Milankovitch, devant logiquement entraîner une baisse des températures. Or, les études récentes des variations de températures montrent au contraire une augmentation de cette dernière à l'échelle globale (Petit et al. 1999; Paleoclimatology Data | National Centers for Environmental Information (NCEI)).

Pour expliquer ce phénomène, le monde scientifique fait consensus autour de l'hypothèse selon laquelle ce sont les activités humaines à partir de la période industrielle qui en sont responsables. Néanmoins, et bien qu'appartenant à des échelles différentes, l'ensemble des facteurs précédemment cités semble bien plus important que l'activité humaine des derniers siècles et son impact potentiel sur l'environnement et le climat en général.



Milankovitch Cycles. Schematic of the Earth's orbital changes (Milankovitch cycles) that drive the ice age cycles. 'T' denotes changes in the tilt (or obliquity) of the Earth's axis, 'E' denotes changes in the eccentricity of the orbit (due to variations in the minor axis of the ellipse), and 'P' denotes precession, that is, changes in the direction of the axis tilt at a given point of the orbit. Source: Rahmstorf and Schellnhuber (2006).

Figure 1 Illustration des Cycles de Milankovitch (Source : OSS Foundation)

Dimension anthropique

L'hypothèse des actions anthropiques comme causes de l'orientation actuelle du CC est motivée par la nature des pollutions émises par les activités humaines. Naturellement, l'effet de serre est la résultante de la réflexion, par l'atmosphère, de l'énergie provenant du soleil, qui normalement devrait être réémise vers l'espace sous forme de rayonnement infra-rouge (cf. Figure 3). Ce phénomène a toujours eu lieu et est principalement causé par les composés chimiques de l'atmosphère, ainsi modifié les proportions des éléments de l'atmosphère entraînent une modification de ses propriétés. Parmi les gaz naturellement responsables de l'effet de serre se retrouvent le méthane, l'ozone, les gaz fluorés et l'oxyde d'azote. Mais les deux composés principalement présents dans le milieu sont la vapeur d'eau et le dioxyde de carbone.

En concentration normal ces gaz participent à l'effet de serre naturel ayant entre autres permis le développement de la vie sur Terre telle qu'elle est connue aujourd'hui. Néanmoins, l'usage massif de combustibles fossiles, la déforestation et l'élevage intensif d'animaux pour la consommation ont entraîné des élévations non naturelles de ces gaz et composés dans l'atmosphère. L'utilisation de carburants fossiles produit du dioxyde de carbone et de l'oxyde d'azote. La déforestation entraîne la destruction des milieux les plus efficaces pour réguler les quantités de CO₂ dans l'atmosphère et le stock de carbone fixé par les arbres est libéré lorsque ces derniers sont brûlés, ajoutant ce carbone à l'effet de serre. L'augmentation de la quantité d'animaux d'élevage, notamment bovins et ovins, entraîne un plus grand relargage de méthane produit par leur digestion. Les engrais riches en azote relarguent fortement des oxydes d'azote dans l'atmosphère. Et pour finir les gaz fluorés, pouvant atteindre 23 000 fois la capacité de réchauffement du CO₂, ils sont principalement relarguer, en moins grande quantité, par l'industrie et ils font l'objet de fortes régulations par l'Union européenne. Parmi les éléments cités ci-dessus le CO₂ reste le gaz à effet de serre le plus massivement produit par les activités humaines. Il est estimé être responsable de 64% du CC d'origine humaine constaté aujourd'hui. Selon les dernières estimations sa concentration dans l'atmosphère serait 40% supérieure à ce qu'elle était avant l'ère industrielle. Les autres gaz sont émis à de moins forts taux que le CO₂ mais ils possèdent des propriétés de captation de l'énergie supérieures à ce dernier. Le méthane, par exemple, est à lui seul responsable de 17% du CC observé (Dhillon et al. 2013; Causes of climate change | Climate Action). En plus de ces éléments, de plus en plus de preuves de l'implication des aérosols dans le CC ont émergé durant les dernières décennies (Mitchell et Johns 1997). Selon le CNRTL, un aérosol se définit comme une « *suspension, dans l'air ou dans un gaz, de particules solides ou plus généralement liquides, et très fines* ». Outre les particules et les composés chimiques présents dans l'atmosphère, l'usage et l'occupation du sol sont des facteurs dont l'impact sur le CC restent grandement méconnus. Il semble néanmoins que l'occupation du sol influe sur les variations climatiques locales (Pielke et al. 2011). Les modèles de prédictions semblent ne pas prendre en compte de manière suffisante les effets de cette variable dans la mesure du CC.

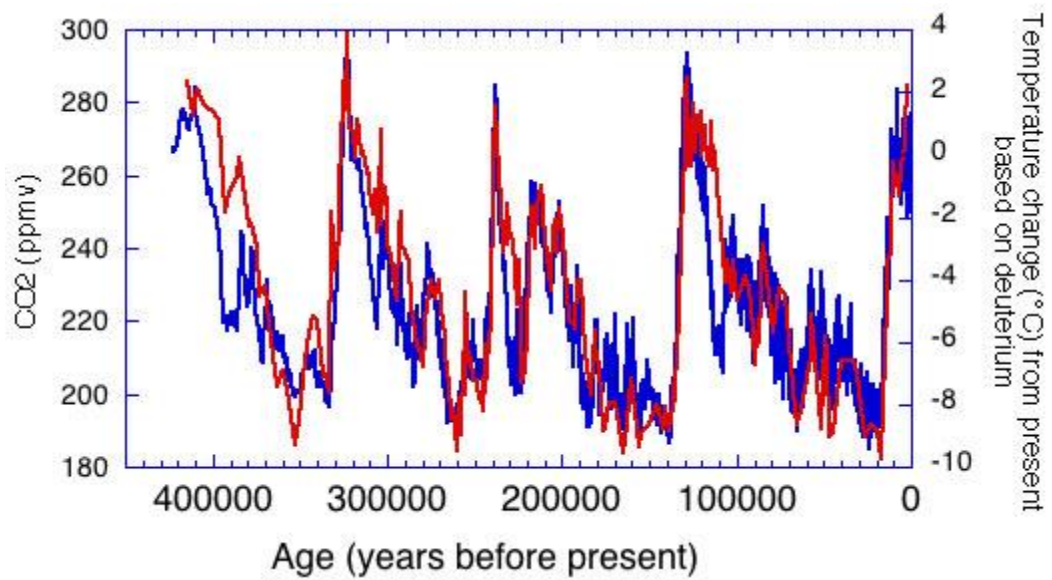


Figure 2 Evolution du taux de dioxyde de carbone atmosphérique sur 450 000 ans (Source : OSS Foundation)

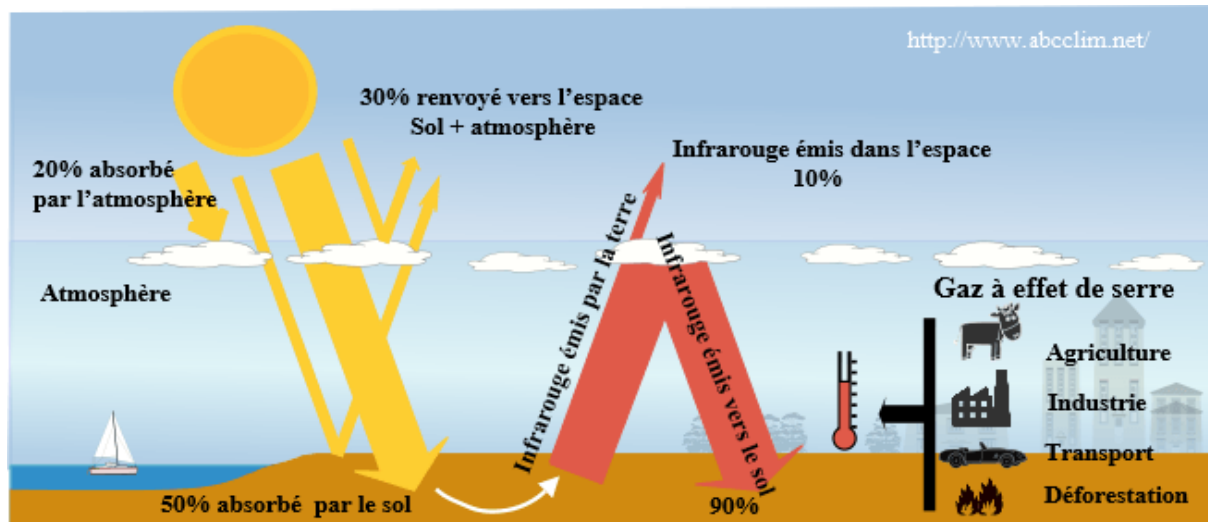


Figure 3 Illustration du principe de l'Effet de Serre et de sa dimension anthropique (Source : OSS Foundation)

L'occupation du sol n'est pas un phénomène isolé et dont le seul fondement est l'activité économique ou industrielle. Dans la préface du livre « Climate Change: Causes, Effects, and Solutions - John T. Hardy - Google Livres » (p. 9), l'auteur déclare que 99% des humains ayant jamais existés étaient en vie au moment de l'écriture de son ouvrage. Il estime qu'une explosion démographique sans précédent a touché l'humanité à partir du XIX^{ème} siècle. Il attribue ce phénomène à l'innovation médicale et technologique sans précédent survenu pendant cette période. Logiquement, la démographie croissante entraîne un besoin plus important en installations et en infrastructures. Et de par les besoins de cette population en produits de consommation et en services, résultant en la production de déchet, la démographie est reconnue comme l'un des facteurs importants sous-tendant le CC anthropique à l'échelle globale (Cohen 2016). Néanmoins, la population humaine n'est pas répartie de manière homogène sur la planète, ni même sur les surfaces continentales (Samson et al. 2011), et les effets populationnels sur la dynamique locale du CC, notamment pour produire des réponses adaptées, est un champ de recherche de plus en plus développé (Wu et al. 2010; Mitchell et Johns 1997).

Mais, après avoir établi la liste des causes du CC, il faut également comprendre ce qu'en sont, ou seront potentiellement, les conséquences.

Les Conséquences du Changement Climatique

Le Changement Climatique : bien plus que quelques degrés de plus

La littérature, portant sur les effets divers et variés du CC à l'échelle globale tout comme à l'échelle locale, est de plus en plus fournie. Que ce soit sur les productions agricoles (Bosello et Zhang 2011; Adams et al. 2001), sur l'érosion des sols (Nearing, Pruski, et O'Neal 2004; Hinkel et al. 2013), sur l'environnement naturel (Haigh et Griffiths 2009) et les réponses des espèces associées (Pearson 2006), sur la santé humaine (Woodward et al. 2014; « ACM Agenda 7.2 - Climate Change and Health » 2008) ou sur l'environnement socio-économique (Stern 2007), l'étude de l'impact du CC n'a jamais été aussi importante.

Néanmoins, les études portant sur les conséquences du CC se focalisent généralement sur un ou deux facteurs, par souci de simplicité, car les facteurs clés du CC interagissent entre eux et l'ajout d'un nouveau facteur multiplie la complexité du phénomène. Ainsi, un grand nombre d'études porte notamment sur les causes et conséquences de l'élévation des températures. En effet, les termes « réchauffement global » et « changement climatique » sont souvent utilisés de manière interchangeable, malgré une différence marquée (Global Warming vs. Climate Change | Resources – Climate Change: Vital Signs of the Planet). Au contraire, relativement peu d'étude traite des autres aspects du CC. Dans un sondage réalisé sur le groupe Facebook *Confluence Urbaine* du 23 au 26 décembre 2020, quatre options ont été offertes aux participants pour montrer leur compréhension de la nature du CC. Les quatre options stipulaient que le CC est ; 1) un changement des températures à l'échelle globale, 2) une modification des régimes hydrologiques et du cycle de l'eau, 3) un phénomène posant un

risque pour la biodiversité et 4) un cumul des autres options proposées et bien plus encore. Voici les résultats :

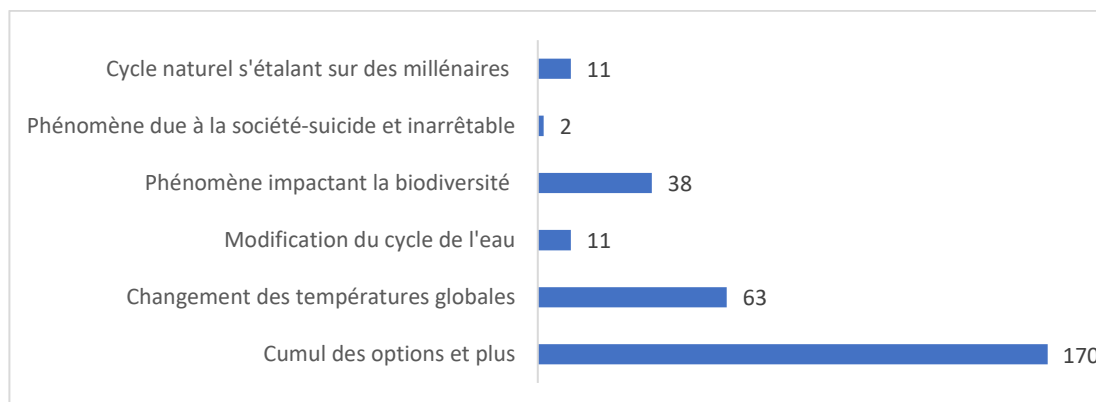


Figure 4 Résultats du sondage fait sur "Confluence Urbaine" (Source : Dorian NEUTRE)

Au total, **295 personnes** ont participé au sondage tenu sur le groupe Facebook **Confluence Urbaine** entre le **23 et le 26 décembre 2020**. **Confluence Urbaine** est un **groupe fermé, réservé aux professionnels ou étudiants spécialisés en urbanisme**. De ce fait, les individus présents dans ce groupe peuvent être considérés comme appartenant à **une population éduquée quant aux effets et à la nature du changement climatique**. Chaque participant ne pouvait cocher **qu'une seule case**. Les options « Cycle naturel s'étalant sur des millénaires » et « Phénomène due à la société-suicide et inarrêtable » ont été rajoutées par des participants après le début de l'expérience, ainsi seuls les participants postérieurs à ces ajouts ont eu la possibilité de choisir ces options.

Les résultats de l'étude montrent que, au sein d'une population travaillant dans le domaine de l'urbanisme, où la thématique du CC est récurrente, plus de 57% des personnes interrogées voient le problème comme multifactoriel. Néanmoins, sur les quelques 42% restant, 21%, soit la moitié, voient le CC comme un réchauffement global des températures. Presque 13% le perçoivent comme un phénomène impactant la biodiversité et moins de 4% considèrent qu'il constitue une modification du cycle de l'eau et des régimes hydrologiques. Dans les limites de cette expérience, il est possible d'envisager qu'un biais existe dans la perception des conséquences propres au CC, en faveur des modifications de températures et à la défaveur des impacts écosystémiques et sur l'eau au sens large. Ainsi, l'existence de ce biais de perception invite à se pencher sur la thématique de l'eau dans la dynamique du CC, pour comprendre à la fois comment le cycle de l'eau et les régimes hydrologiques vont être impactés, mais également dans quelle mesure cela va peser sur l'humanité.

L'Eau et le Changement Climatique

L'eau au sens large est une ressource présente en abondance sur Terre. Estimée à un volume de 1.386 milliard de km³, la quantité d'eau terrestre est à 97,5 % salée et à 2,5 % douce, et est inégalement répartie sur la planète. La surface de la Terre est recouverte à 71 % d'eau, les principaux responsables étant les océans, contenant à eux seuls 96,5 % du volume d'eau terrestre total. Mais, comme le dit l'article de Notre-planète.fr du 20 novembre 2012, « *l'eau n'est pas seulement liquide comme en témoignent les aquifères, lacs, rivières, mers, océans... Elle est également présente dans l'air, sous forme de vapeur d'eau et en tant que glace dans les glaciers (montagnes et calottes polaires). De plus, l'eau se retrouve dans*

chacun des organismes vivants. » - Représentation cartographique de l'eau sur Terre : une petite bulle à préserver. Ainsi, la ressource en eau est présente dans tous les milieux et à plusieurs échelles, jouant un rôle clés dans le fonctionnement de nombreux systèmes, qu'ils soient climatiques, écologiques ou même socio-économiques.

Les effets du CC sur l'eau touchent l'ensemble des formes que peut prendre cette ressource sur Terre. La section 5 du Chapitre 2 du rapport de l'IPCC de 2013, portant sur les modifications du CC sur le cycle hydrologique, stipule qu'une augmentation des précipitations continentales a été observée sur les terres de latitudes supérieures à 30°N, tandis qu'une réduction des précipitations est davantage observée au niveau des latitudes tropicales. Ces modifications dans les régimes des pluies entraîneraient alors une augmentation locale dans les ruissellements et les crues pour les hautes latitudes. Ces conséquences directes sur l'hydrologie entraîneraient alors à leur tour des effets indirects, telle qu'une dégradation des sols (Jasrotia, Dhiman, et Aggarwal 2002; Ahuja et al. 1981) et les pertes engendrées pour l'agriculture (Oh et al. 2012). Au-delà des aspects physiques des conséquences du CC, il existe également une vraie menace pour la santé et la sécurité des populations humaines.

Le cycle de l'Eau et l'Humanité

Le CC a, et continuera d'avoir, un impact important sur l'eau et son cycle à l'échelle globale. Il serait possible de ne prêter attention qu'à l'effet néfaste du CC sur les réserves d'eau potable, mais cela reviendrait à oublier le rôle important de l'eau sur l'ensemble des activités et des vies humaines, ainsi qu'à nier la part de responsabilité de l'humanité dans les changements observables. Les conséquences du CC sur l'humanité peuvent être directes et indirectes. D'une part, les variations des températures et des régimes des pluies au niveau local vont entraîner des disparités encore plus marquées dans la disponibilité de la ressource pour les populations. Une estimation évalue à 38% la proportion d'humain exposés à un stress hydrique à 2025 contre 9% en 2008. A l'opposé, dans les zones où les précipitations risquent d'augmenter, des inondations et des problèmes sanitaires sont attendus, dues au déchargement des systèmes d'épuration, répandant des déchets organiques dans des espaces de vies. Également, en permettant à des pathogènes dont les transmissions, ou les vecteurs, dépendent de l'eau de devenir plus virulents, tels que le paludisme ou la dengue, dont la répartition géographique augmente (Réchauffement climatique : quelles conséquences sur l'eau ? | Centre d'information sur l'eau)

Une affirmation communément admise veut qu'une majorité de la population humaine, et par conséquent une majorité des centres urbains densément peuplés, soient localisés dans une zone proche des côtes maritimes. L'étude de Small et Nicholls en (2003) montre que, bien que surévaluée par les études précédentes, la population humaine semble en effet se localiser préférentiellement dans une zone de proximité avec le littoral. Selon cette étude, un grand nombre de centres urbains densément peuplés et de grandes tailles sont localisés dans une zone de 100km par rapport à un littoral (cf. Figure 4).

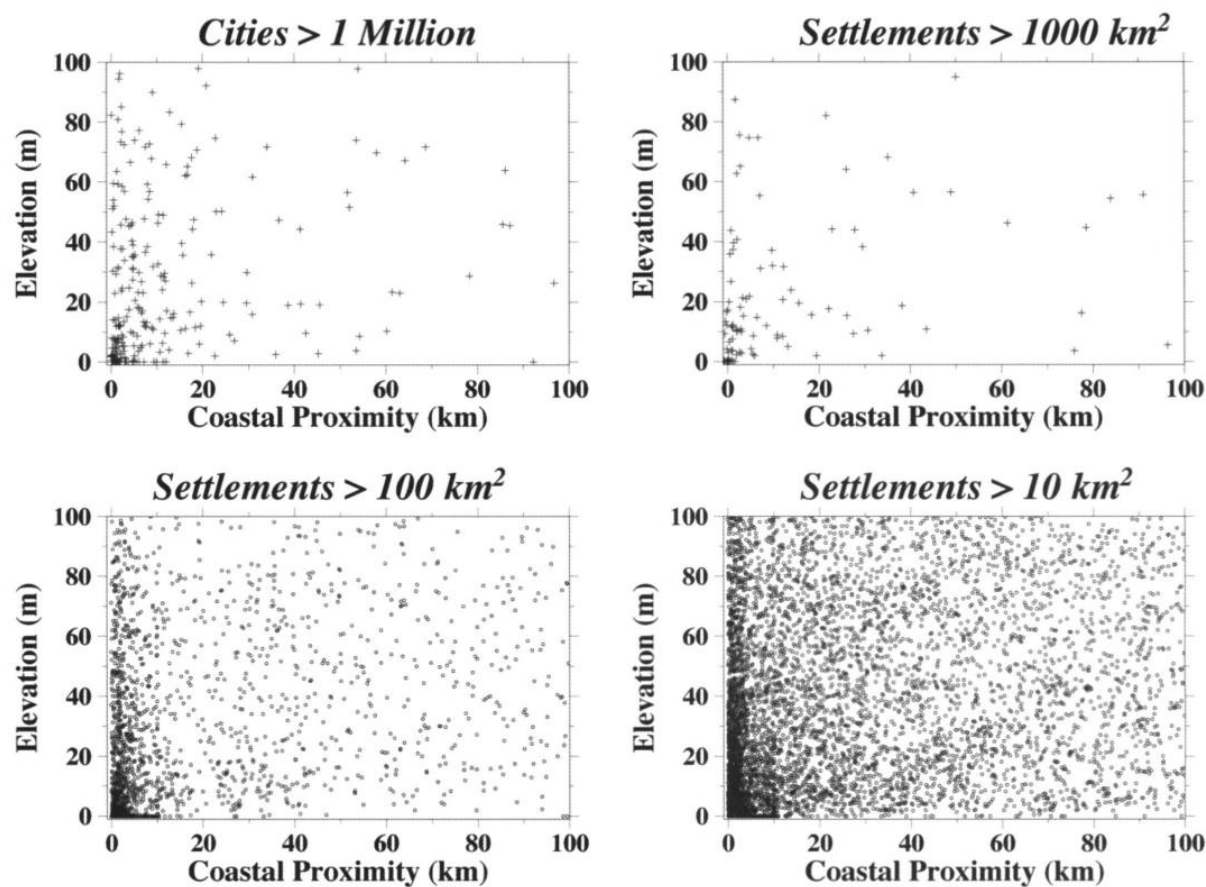


Figure 5 Graphique mettant en lien la taille et la densité de population d'espaces urbains en fonction de leur distance par rapport aux côtes maritimes (Source : Small et Nicholls 2003)

La figure ci-dessus représente la proximité à la côte et l'élévation altitudinale des centres urbains en fonction de leurs surfaces bâties et de leur densité de population. Il apparaît que les centres urbains se concentrent principalement à proximité des côtes quelles que soient leurs surfaces, et se répartissent sur un gradient altitudinale variable, tendant à se concentrer vers des élévations basses. Les centres urbains peuplés de plus de 1 million d'habitants semblent préférentiellement également se localiser à proximité des espaces littoraux.

Cette dynamique pourrait se poursuivre et même s'amplifier avec le temps, voyant ainsi davantage de personnes demeurer dans ce qui peut être considéré comme une zone attractive mais pourtant à risque (Noin 1999). Couplé à une dynamique démographique citadine extrêmement importante, qui prévoit près de 2.5 milliards d'habitants en plus dans les villes d'ici à 2050, ce phénomène pourrait mettre en danger une grande partie de la population mondiale à l'avenir (« 2,5 milliards de personnes de plus habiteront dans les villes d'ici 2050 | ONU DAES | Nations Unies Département des affaires économiques et sociales »). Les espaces littoraux ne sont pas les seuls concernés. La relation entre les plans d'eaux et les installations humaines est aussi ancienne que logique. La proximité de la ressource en eau a toujours été un facteur déterminant dans le choix d'emplacements des installations humaines, comme par exemple les cours d'eau (Macklin et Lewin 2015). Cette particularité renforce la nécessité de comprendre comment les centres urbains peuvent répondre au CC et à ses conséquences sur les cycles hydrologiques.

La Lutte contre le Changement Climatique

Les espaces urbains se doivent de prendre en compte les effets délétères du CC afin de garantir la sécurité des populations tout en leur permettant de continuer à vivre et à se développer. Dans la lutte contre le CC, deux dynamiques se dessinent ; l'adaptation et l'atténuation. La première approche se focalise sur les conséquences du CC, en visant à réduire les malus sociaux, économiques et écologiques provoqués. La seconde s'attaque aux causes mêmes du CC, en visant à réduire les émissions de GES par exemple. De nombreuses études montrent la synergie de ces deux approches, qu'il convient d'utiliser conjointement pour répondre de manière optimale aux enjeux du CC (Locatelli et al. 2016; Laukkonen et al. 2009; Kane et Shogren 2000). Néanmoins, elles sont souvent considérées séparément, car ne s'appliquant pas aux mêmes échelles spatio-temporelles (« Adaptation and mitigation: two complementary strategies in response to climate change - CIRAD »). Les stratégies d'atténuation, visant à réduire les émissions, se fixent des objectifs à long termes dont les effets ne sont pas tangibles dans l'immédiat. Cette approche se focalise sur des secteurs fortement responsables d'émission de GES, comme les secteurs de l'énergie (da Graça Carvalho 2012) ou du BTP (Wan et al. 2012; Bâtiment et changement climatique - pistes et solutions | Batir pour la planète). L'adaptation vise à permettre aux populations et aux installations d'endurer les effets du CC. Cette stratégie passe par des mesures immédiates et directement tangibles, dont les effets doivent être suffisant pour contrer ceux du CC. Cela peut viser le secteur du bâtiment. Par exemple, cela peut consister à rendre les structures capables de résister à des submersions partielles périodiques comme cela a été fait à Cherbourg dans le projet proposé par SETEC organisation (SETEC).

Cette double approche offre de nombreuses alternatives aux espaces urbains voulant prendre position dans la lutte contre le CC. Mais il convient de comprendre comment et dans quelles mesures les espaces urbains concernés peuvent répondre aux enjeux engendrés par le CC. Explorer les options qui s'offrent aux décideurs (élus, représentants locaux ou

nationaux, etc...) permettrait de brosser un portrait clair du compromis qui se joue entre les enjeux du CC et les moyens mis à la disposition des espaces urbains pour y répondre, ainsi que les innovations et les freins qui s'appliquent en ce sens.

Analyse

Evaluer le risque globalement et localement

Acteurs publics locaux ou globaux ; qui décide ?

Dans une démarche de préparation d'un espace urbain aux aléas du CC, les décideurs sont les premiers sur le front (Nordgren, Stults, et Meerow 2016) et ils doivent faire face à plusieurs enjeux. Il faut néanmoins distinguer les acteurs locaux des acteurs globaux. Les premiers représentent les localités, ils possèdent généralement un faible pouvoir législatif mais ils sont davantage en contact avec les populations et avec la réalité territoriale. Les seconds sont davantage tournés sur la création des lois et des principes légaux et sont généralement moins au fait, ou connectés, aux populations locales. De plus, en Europe de l'Ouest, le système décisionnel a fortement évolué, avec les Etats centraux faisant de plus en plus souvent appel à des organisations privées pour mener à bien des projets locaux de développement territorial. Cela a d'ailleurs été perçu comme une fragilisation de la fonction des acteurs publics locaux, normalement compétant en la matière (Cawley 2016). Dans l'article de Roig (1968), montrant les divergences entre les systèmes politiques et administratifs français et américain, il est dit que, là où le système français est très mononucléique et marqué par une centralisation de la décision, le système américain est par nature extrêmement tourné vers des décisions prises et appliquées par des organismes locaux de gouvernance. Bien que toujours vraie pour le système américain, le système français a depuis évolué pour se rapprocher du système nord-américain (Lafore 2011).

La prise de décision active dans un contexte de changement climatique semble devoir revenir prioritairement aux acteurs publics locaux (Berke et al. 2014; Betsill 2001). Il semble néanmoins que ces derniers, lorsque posé en seul décideur, ne soient pas automatiquement capables de produire des réponses face au CC, que ce soit parce qu'ils ne sont pas armés pour (Homsy et Warner 2015) ou parce qu'ils se contentent de réagir aux événements extrêmes, causés par le CC, qu'ils ont subi sans faire preuve de proactivité (Amundsen, Berglund, et Westskog 2010). Il est donc possible que seuls, ils ne soient pas capables de remplir l'ensemble de leurs rôles. De plus, selon l'article de Baker et al. (2012), les impacts locaux du CC ont amené les gouvernements nationaux à mettre en place des systèmes d'aides pour les pouvoirs publics locaux, afin de leur permettre de mieux répondre au CC. L'article présente l'exemple des USA, où le gouvernement national a mis en place un système de bourses pour les pouvoirs publics qui inventorie les émissions de GES sur leurs localités et qui assurent des mesures d'atténuations en conséquence. Il semble néanmoins que cette première approche, très limitée et portée sur l'atténuation des émissions uniquement, ne soit pas assez rapide ou même suffisante. L'article continue en indiquant que, bien que désormais

responsables à la fois de l'atténuation des émissions et de l'adaptation au CC à l'échelle de leurs juridictions, les pouvoirs publics locaux, conscients de la situation, manquent de capacité d'analyse et de pistes de réponses pour faire face au CC. Il semble alors que les acteurs locaux, même soutenu par des initiatives financières de l'Etat, requièrent l'intervention d'un organisme extérieur capable de fournir des analyses pertinentes et d'en tirer une ligne directrice d'actions potentielles afin de répondre au problème.

Les Pourvoyeurs d'analyses et de conseils

Le premier rôle des acteurs locaux est d'évaluer les risques spécifiques auxquels leur communauté sera exposée. Pour identifier clairement ces risques, il convient que les décideurs doivent pouvoir se tourner vers une source de données fiables qui orientera leur prise de décision. En effet, le CC a des impacts variables au niveau local, par la position géographique des agglomérations, mais également de par la manière dont elles sont dirigées et desservies (Laukkonen et al. 2009). Cette variabilité est faiblement prise en compte par les modèles prédictifs généraux trop simplifiés pour pouvoir fournir une information directement exploitable (Daly, Conklin, et Unsworth 2010; Samson et al. 2011). Cela amène à la question de savoir vers qui se tourner pour fournir et analyser les données utiles afin de prédire au mieux l'impact local et global du CC. A l'échelle internationale, il semble que ce soient les rapports du GIEC qui fournissent ces informations. Le GIEC est un organisme intergouvernemental dont le rôle est de réaliser une méta-analyse des recherches portant sur le changement climatique et ses conséquences. Le but de ce groupe est de permettre une compréhension globale et cohérente du CC et d'offrir aux politiciens et décideurs locaux des pistes pour faire face au CC à leur échelle (Français — IPCC). Cela étant, le GIEC est un organisme dont les analyses demeurent très générales. Il ne fournit pas spécifiquement de données sur des zones géographiques précises, sans parler de la disparité qui existe dans les études sur le CC en fonction des pays. Il a déjà été montré que le CC impactera les populations de manières inégales à travers le monde (Harrington et al. 2016; Mahlstein et al. 2011; Schleussner et al. 2016). De plus, il convient de comprendre comment fonctionne la notion de prédiction.

Dans le chapitre *Decision Making and the Future of Nature : Understanding and Using Predictions* (p.361) du livre Prediction : Science, Decision Making, and the Future of Nature (2000), l'auteur et éditeur Roger Pielke et ses collègues indiquent que la prédiction est un processus en trois phases :

- « **La Recherche** : incluant science, observations, modélisations, etc... ainsi que les jugements des prédicteurs et de la structure organisationnelle – tout cela allant dans la production de prédictions à destination des décideurs. »
- « **La Communication** : A la fois l'envoi et la réception d'information, donc basiquement qui dit quoi à qui, comment est-ce dit et avec quels effets. »
- « **L'Utilisation** : l'incorporation d'informations prédictives dans le processus décisionnel. Bien sûr, les décisions sont typiquement dépendantes de plusieurs facteurs autres que les prédictions. »

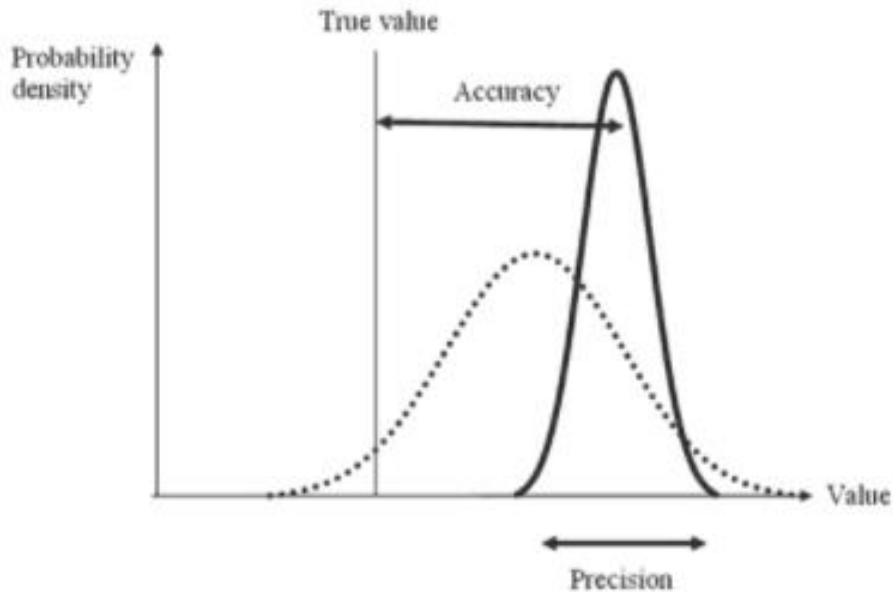


Figure 6 Relation et différence entre l'exactitude et la précision d'un modèle

Le graphique ci-dessus représente la PDF (Probability Density Function), soit les probabilités associées à une variable aléatoire continue. Ainsi, en ayant une variable aléatoire continue (X) avec une fonction de répartition absolument continue, on peut considérer la fonction $f_X(x)$ suivante :

$$f_X(x) = \lim_{\Delta \rightarrow 0^+} \frac{P(x < X \leq x + \Delta)}{\Delta}$$

Où Δ est un réel \mathbb{R} tendant vers 0.

Ainsi, cela donne la définition suivante de la PDF d'une variable aléatoire continue :

$$f_X(x) = \frac{dF_X(x)}{dx} = F'_X(x).$$

, si $F_X(x)$ est différentiable à x . (Source : Probability Density Function | PDF)

Sur le graphique, en ligne continue et en ligne pointillées, les PDF proposées par deux approches prédictives sur la même variable en abscisse. La courbe pleine montre un modèle plus précis que celui de la courbe pointillée. Le modèle le plus précis n'inclut pas la vraie valeur (barre verticale sur le graphique), contrairement au modèle peu précis.

Pour les auteurs, ces activités ne sont pas séquentielles, mais surviennent en parallèles et chacune utilise les résultats et productions des autres dans une forme de réseau interconnecté. Aussi, chacun de ces points est soumis à une dimension limitante d'incertitude ou d'imprécision, dans un contexte où les décideurs demandent des prédictions de plus en plus précises. La recherche sur le CC, passant principalement par la création de modèles prédictifs, se voit limitée par la relation qui existe entre la précision et l'exactitude des modèles. En effet, la précision d'un modèle renvoie à l'amplitude des variations prédites, en lien avec la probabilité d'occurrence. Ainsi, un modèle précis présentera une probabilité importante d'occurrence d'un phénomène ou d'une variation, avec une faible amplitude des variations. Or, un modèle précis peut-être inexact, car l'exactitude se mesure via l'observation de la réalité. Si le modèle précis a échoué à prédire l'évènement qui a réellement eu lieu, il peut avoir mené à une « mauvaise » adaptation. Au contraire, un modèle moins précis, présentant une amplitude plus importante des phénomènes et modifications potentielles du climat avec des probabilités moins « fiables » pourrait, s'il est utilisé dans la prise de décision, prendre en compte le phénomène réel. Ainsi, le modèle le moins précis pourrait être le plus exact (cf. Figure 6).

Outre les limites de la recherche, la communication des résultats est un domaine important où peuvent survenir de nombreux problèmes. La communication sur le changement climatique fait non seulement le lien entre le monde de la recherche et le monde politique, mais sert également de source d'information pour les populations. Pour Susanne Moser en (2016), le chemin parcouru par le domaine de la communication sur le thème du CC est énorme. Non seulement les technologies de communications se sont améliorées, mais les acteurs de la communication sont de plus en plus éduqués quant aux effets du CC, ce qui peut également mener à des populations mieux informées et capable d'agir. L'auteure parle également du « *contexte climatique* » récent, avec l'occurrence de phénomènes climatiques extrêmes tels que « *la tempête Sandy (2012) ou le typhon Haiyan (2013), et les épisodes de chaleur extrême en Inde (2015), chacun ayant contribué à un échec des cultures, des dommages importants aux infrastructures et des pertes (décès) tragiques* ». Ce contexte alarmant semble avoir joué un rôle dans la prise de conscience et de position des populations dans la lutte contre le CC.

Identifier les réponses possibles

Les deux stratégies principales de réponses au CC sont dites d'Atténuation lorsqu'elles visent les causes du phénomène, et d'Adaptation lorsqu'elles visent à permettre aux populations de vivre avec les conséquences. Par nature, ces deux stratégies sont complémentaires et peuvent se retrouver, indépendamment ou conjointement, dans les politiques mises en place pour répondre à des enjeux locaux. Les stratégies peuvent prendre diverses formes pour aborder les mesures d'adaptations et d'atténuations. Parmi elles, une approche moins physique et davantage législative ou réglementaire, par exemple sous la forme de règles d'usages des sols, de respect du cycle de l'eau, d'informations et de systèmes

d'alarmes. Ces dernières peuvent être accompagnées d'aménagements physiques, visant à rendre l'espace urbain plus résistant ou résilient au CC.

La nature même du CC rend ses effets difficilement mesurables, néanmoins il reste attendu des pouvoirs publics qu'ils fassent tout leur possible pour protéger les populations. Ainsi, après avoir déterminé, via des prédictions, les risques potentiels encourus sur le territoire, des actions sont attendues de la part des décideurs afin de limiter les pertes humaines mais également les dégradations locales de l'environnement socio-économique.

Réglementations et systèmes d'information

En France, l'occurrence de phénomènes dits catastrophiques, qu'ils soient d'origine climatique comme la tempête de 1999, ou non comme les incendies d'usines dans la ville de Nantes en 1987, ont été parmi les moteurs de l'innovation législative liée à la gestion et à la prévention des risques. Ainsi, le 13 août 2004, la loi portant sur la Modernisation de la sécurité civile est promulguée (Loi du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile | Vie publique.fr). Cette loi doit permettre « *la prévention des risques de toute nature, l'information et l'alerte des populations ainsi que la protection des personnes, des biens et de l'environnement contre les accidents, les sinistres et les catastrophes par la préparation et la mise en œuvre de mesures et de moyens appropriés relevant de l'Etat, des collectivités territoriales et des autres personnes publiques ou privées.* » - Légifrance, LOI n° 2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile (1), article 1.

Elle amène notamment à la création du Conseil National de sécurité civile et des PCS. Le premier avait pour tâche d'évaluer le recensement des risques, des mesures préventives et de préparation face à ces risques. Il fut supprimé par décret le 20 décembre 2017 car il ne se réunissait plus depuis 2014 (Décret n° 2017-1721 - Légifrance). Les PCS quant à eux sont à l'intention des Maires, premiers acteurs publics locaux au front pour répondre aux attentes et aux questions des populations. Toujours d'actualité, l'élaboration d'un PCS suit une démarche dont les méthodes et les enjeux sont régulièrement remis à jour. Présentés en deux ouvrages « le Mémento du Plan Communal de Sauvegarde » et le « Guide pratique pour élaborer un Plan Communal de Sauvegarde » fournissent aux acteurs locaux tout ce qui leur est nécessaire pour mettre en place cet outil.

La loi de modernisation de la sécurité civile et le guide de réalisation du PCS soulignent tous deux une dimension clé ; l'information auprès des populations quant aux risques et à leurs préventions doit être absolue. En effet, selon la loi de 2004, la prévention des risques et la protection des populations est une thématique ubiquitaire, l'ensemble des acteurs et habitants du territoire se doit d'être impliqué. Cela passe par la sensibilisation et l'éducation des populations quant aux usages et gestes de secours. Dans les documents du PCS, les politiques proposées ne sont reconnues comme pleinement efficaces que lorsque des « *politiques fortes de communication et de prévention* » (Christian de Lavernée – Directeur de la Défense et de la Sécurité Civiles) sont en place auprès des populations. Il appelle également à une « *prise en compte individuelle du risque par nos concitoyens.* »

Ainsi, en France, la réponse apportée à la prévention des risques passe notamment par une implication citoyenne forte, dans le giron des décideurs publics chargés de mettre en place les réseaux d'informations nécessaires.

Cette approche informative et préventive, née en réaction par rapport à des événements extrêmes, s'inscrit dans une dynamique d'adaptation, où les populations sont impliquées afin de continuer à vivre avec les changements sans agir sur les causes. En France, les PCS sont très adaptés au niveau local, car ce qu'ils contiennent dépend du contexte de la commune qui le met en place. En cela, il se rapproche du système américain mis en place par la FEMA, qui apporte les systèmes des pistes de sécurisations au niveau local (Hazard Mitigation Planning | FEMA.gov).

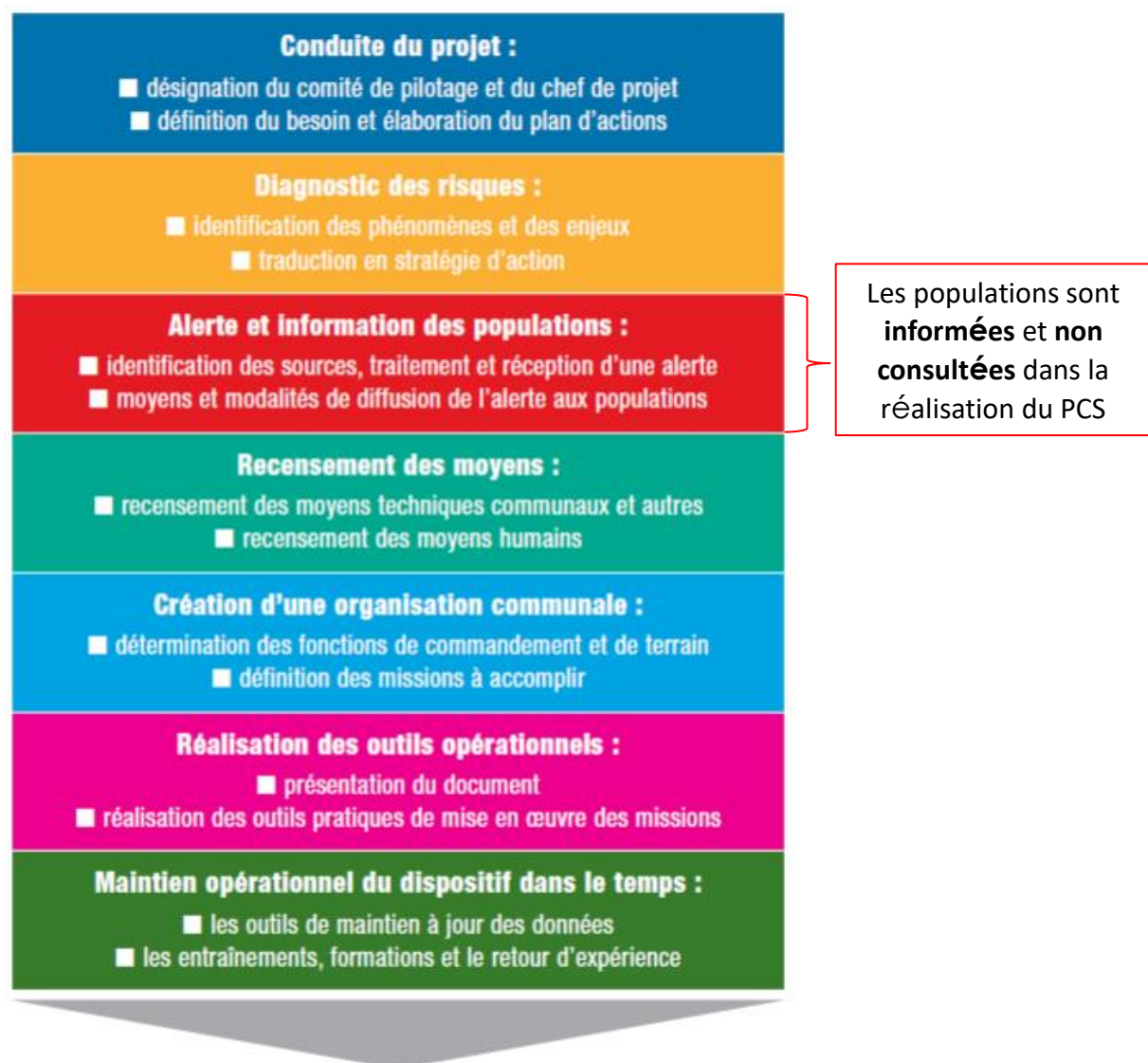


Figure 7 Etapes générales commentées de la réalisation d'un PCS

(Source : Guide Pratique d'élaboration du PCS)

Dans le domaine de l'atténuation, la communication et les politiques vont davantage porter sur la sensibilisation aux émissions de GES, comme à la ville de Saint-Basile-le-Grand dans la réalisation de son Programme Climat municipalités. En isolant les facteurs les plus importants impliqués dans l'émission des GES, la ville a pu mettre en place un plan d'action qui vise à réduire ces impacts. Ainsi, dans cet exemple, les transports étaient les plus grands émetteurs de GES à l'échelle communale. Dans le contexte local, les plans d'action se concentraient donc sur le remplacement et la réduction des moyens de transports.

Le problème des politiques, qu'elles relèvent de l'adaptation ou de l'atténuation, provient de la dynamique à laquelle elles se mettent en place par rapport au CC et à ses effets. En effet, pour laisser la possibilité de mesurer leur efficacité, les nouvelles réglementations doivent être mises en place bien en amont des effets qu'elles cherchent à endiguer ou auxquelles elles doivent préparer les populations. Il apparaît néanmoins que de nombreuses réglementations et politiques publiques ne soient mises en place que trop tard. Cela se démontre dans l'exemple de la fonte des glaces dans les régions polaires, où les décideurs politiques responsables ont de nombreuses fois dissertés sur la science du CC, mais n'ont que très peu légiféré sur le sujet. Ce manque de prise de position et de réactivité a potentiellement entraîné la situation actuelle de fonte massive (French et Scott 2009). Ainsi, pour être réellement efficace, la législation doit pouvoir avancer au même rythme, voir devancer, le CC et ses effets.

Les aménagements

Les réponses d'adaptation et d'atténuation face au CC peuvent également se présenter sous la forme d'aménagements spécifiques. Comme montré précédemment, le CC aura certainement des impacts forts sur les espaces urbains, que ce soit via l'élévation du niveau des océans ou les inondations et les périodes de sécheresse attribuées à la modification des régimes de pluie. Il est donc important que les espaces urbains, futurs foyers d'une très grande part de la population humaine mondiale d'ici à 2030 (Montgomery 2008), demeurent viables et sécurisés face aux changements globaux. Selon Blakely (2007), l'implication de l'urbanisme dans la lutte contre le CC doit « *se refléter dans les bâtiments, les rues et la configuration communautaire afin d'obtenir des cités plus soutenables pour l'environnement* ». Selon lui, une nouvelle stratégie de penser la ville est nécessaire pour correctement répondre aux enjeux du CC, en tenant compte de l'échelle de la ville et de la nature des risques.

Eviter – Résister – Céder – Préserver

La première, et plus simple idée possible basée sur la séquence ERC, serait d'éviter l'implantation de populations dans les zones d'aléa fort ou à risque élevé. Malheureusement, la nature du CC le rendant très imprévisible et un grand nombre d'espaces urbains étant déjà en place dans des zones à risques telles que les régions côtières, très attractives, rendent cette approche impossible. Il est néanmoins possible de réduire les risques en adaptant le bâti et

les installations pour qu'ils soient moins impactant sur les émissions de GES et plus résilients face aux effets du CC. C'est ce qu'illustre le travail réalisé par SETEC organisation et SETEC hydratec lors de son Etude de programmation urbaine pour un projet résilient sur un site soumis au risque de submersion marine. Dans cette étude, portant sur l'aménagement du quai Lawton Collins de la ville de Cherbourg, une nouvelle approche stratégique de résilience des bâtiments et des espaces publics est proposée. Selon la décomposition de leur travail, à court terme il convient d'Eviter le risque dans la stratégie d'aménagement tout en respectant les réglementations en vigueur. Dans ce cas précis, il s'agit de suivre une stratégie dite « classique » en réhaussant le terrain constructible, ce que l'étude juge comme « *très probablement obsolète à moyen/long terme* ». Dans un deuxième temps, à moyen terme, ils cherchent à Résister en proposant un bâtiment dont les caractéristiques imperméables, halotolérantes et bien isolé lui permettrait de subir une submersion marine ponctuelle sans être endommagé. Dans le cas de figure suivant, ils proposent un bâtiment dont le concept prend en compte un scénario extrême de submersion prolongée qui rendrait la stratégie précédente obsolète à son tour. Dans ce cas de figure, le bâti devrait Céder à l'eau en la laissant pénétrer dans ses premiers paliers. Les auteurs parlent d'une stratégie « à la vénitienne », où les dommages seraient réduits au minimum et les activités du bâtiment pourraient reprendre rapidement après le départ de l'eau.

Enfin, l'étude avance que sur le long terme, de l'évolution entre 2020 à 2100 et plus encore, il faut prendre en compte non seulement la résilience du bâti en lui-même mais également son empreinte carbone, en disant qu'il « *y aurait peu de sens de concevoir des bâtiments résilients si ces derniers, par leur bilan carbone contribuaient par effet ricochet à nourrir la dynamique de submersion* ». Ils estiment donc que les points précédents, relevant de la stratégie d'adaptation, doivent bien être complétés par une approche d'atténuation de l'impact du bâti dans l'émission de GES. Ils recommandent une approche minimaliste dans la matière utilisée pour la création du bâtiment tout en privilégiant des matériaux à faible impact carbone et des alternatives moins voire non-polluantes pour l'isolation et la conception.

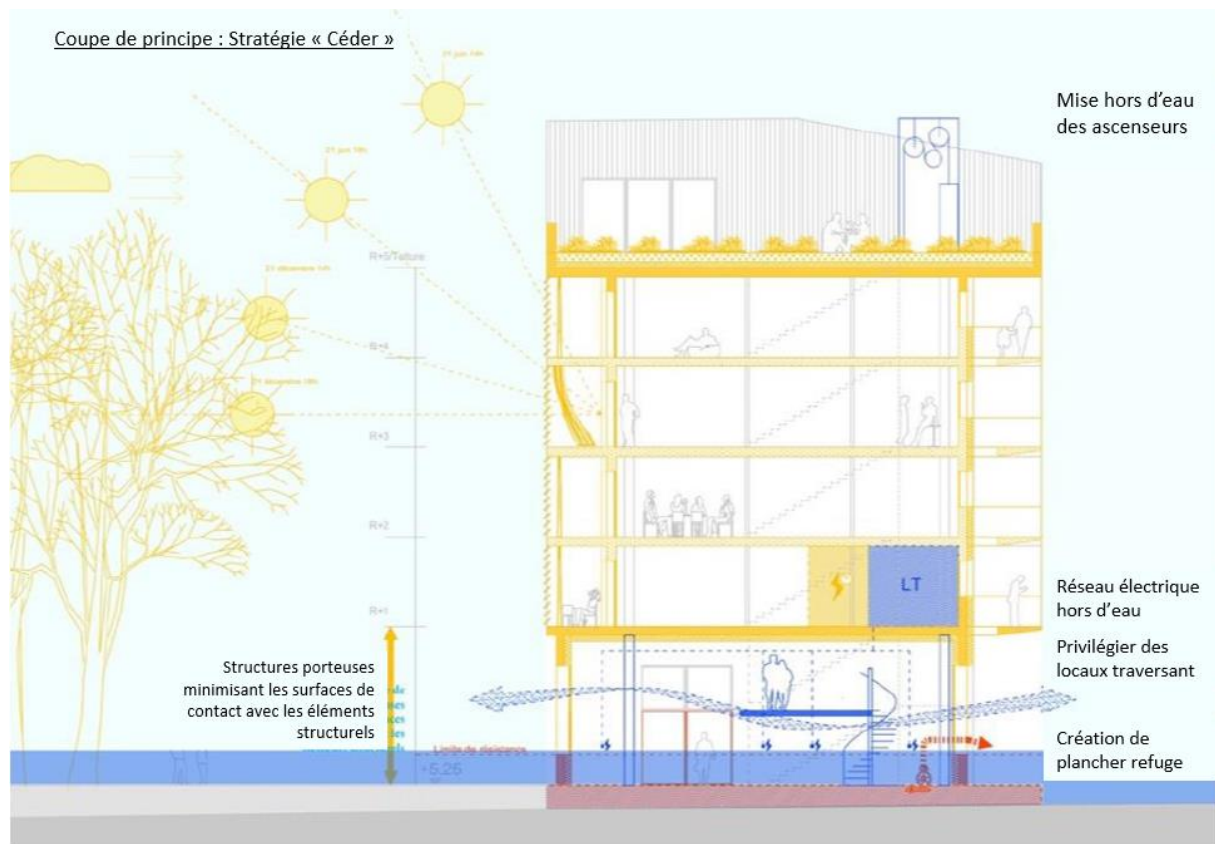


Figure 8 Coupe des principes architecturaux et techniques de résilience de stratégie ERCP

(Source : Etude de programmation urbaine pour un projet résilient sur un site soumis au risque de submersion marine de SETEC organisation pour la ville de Cherbourg)

La décision finale : entre réponse au CC et gestion de conflit

Les difficultés de la prise de décision

Dans un contexte de changements globaux aux proportions incertaines, prendre une décision fixe peut entraîner une cascade d'évènements plus ou moins grave. Mauvaise adaptation du bâti, inefficacité des systèmes de sécurité ou faible prise en compte d'évènements climatiques extrêmes dans le dimensionnement peuvent entraîner des pertes humaines et logistiques. Lors de l'étude bibliographique réalisée pour la création du présent rapport, il est apparu que les freins majeurs à l'avancée de la lutte contre le CC sont au nombre de trois. Il s'agit de l'incertitude liée à l'effet du CC, des coûts importants des moyens de lutte et de l'action des lobbies, nés du négationnisme face au CC ou à la volonté de garder les choses telles qu'elles sont, les « business as usual ».

L'incertitude

Comme il est dit dans le rapport du GIEC de 2014 portant sur les Impacts, l'adaptation et les vulnérabilités face au CC, la prise de décision dans un contexte de CC revient à prendre des mesures fixes alors que les incertitudes demeurent et que la temporalité du CC reste globalement inconnue. Ce rapport statue sur le fait que, dans un environnement incertain, une bonne approche de la gestion du risque reste l'approche dite « itérative », c'est-à-dire qui se met en place progressivement. En d'autres termes, l'approche consiste à aborder une stratégie pour faire face au CC, puis à en mesurer l'efficacité et les résultats et à l'adapter ou la changer en fonction des conclusions. Ce travail difficile peut amener les pouvoirs publics locaux à chercher de l'aide. En France par exemple, la DGFIP sert d'organisme de conseil auprès des structures de gouvernance locale (Les conseillers aux décideurs locaux : la DGFIP au service des élus | Collectivités locales). Bien qu'il n'existe pas de solution parfaite dans la lutte contre le changement climatique, des actions et des études sont menées pour prendre en compte l'incertitude dans les réponses locales et globales (Camacho 2009).

Le coût

Estimer le coût requis pour adapter un espace au CC est difficile. La dimension incertaine des effets du CC rend les coûts nécessaires pour y répondre tout aussi incertains. La balance du coût/bénéfice reste donc une priorité dans les estimations des stratégies de réponse au CC. Selon le livre Economic Aspects of Adaptation to Climate Change Costs, Benefits and Policy Instruments édité en 2008 par S. Agrawala et S. Fankhauser, des études sectorielles auraient montré que, pour certains secteurs, des adaptations ciblées et peu coûteuses pourraient entraîner de ratio coûts/bénéfices importants. Les auteurs prennent l'exemple de l'ajustement des niveaux de production des fermes, dont les coûts seraient limités mais les bénéfices en termes de compensation des émissions. Cet argument est supporté par l'étude de Hennessy et al. (2003), utilisant les données du *Irish National Farm Survey*. Les auteurs du livre supportent la thèse selon laquelle des adaptations

comportementales des populations, telle que la préservation de la ressource en eau douce en évitant le gaspillage, font partie des adaptations dont le coût serait minime mais les bénéfices environnementaux très importants sur le long terme. Cela étant, ils reconnaissent que de nombreuses adaptations vont nécessiter ce qu'ils appellent des mesures « dures », basées sur des infrastructures telles que des bassins et réservoirs d'eau de pluie, des centrales de désalinisation pour compenser la perte en eau douce dans certaines régions et des centres de traitements des eaux usées. Ils estiment également que, sur les zones côtières, les mesures de protections devront impérativement faire appel à des aménagements, comme par exemple des digues ou des murs de marée (cf. Figure 9).



Figure 9 Exemple de mur de marée au Japon en réponse aux risques accrus de tsunamis dévastateurs liés à l'élévation du niveau des océans

Ces infrastructures coûtent plus chères à mettre en place que les stratégies basées sur des changements de comportement de consommation, mais représentent souvent la seule réponse possible dans les espaces déjà impactés par les effets du CC. Les auteurs estiment que les études portant sur les coûts de l'adaptation au CC se sont focalisées sur ces aménagements « durs », délaissant les stratégies « comportementales » et créant ainsi un biais dans l'estimation des coûts de l'adaptation.

En plus d'être rédhibitoire pour les communautés locales les moins riches des pays du Nord, le coût des stratégies basées sur les infrastructures les rendent presque hors d'atteintes pour les pays pauvres, dont les faibles revenus se couplent avec une faiblesse des institutions gouvernementales, empêchant la législation nécessaire à la mise en place de stratégies

efficaces (Fankhauser et McDermott 2014). De plus, les projections liées aux effets du CC placent les pays du tiers monde, très dépendant des productions agricoles et les espaces insulaires comme les premières victimes du CC alors même qu'ils en sont les moins grands contributeurs (Schellnhuber et al. 2013).

Le coût de l'adaptation au CC est un argument qui est souvent utilisé par les détracteurs des origines anthropiques du CC observés aujourd'hui.

Le Lobbyisme

Les incertitudes et les coûts potentiellement élevés de l'adaptation aux effets du CC servent encore aujourd'hui de fer de lance pour ceux qui souhaitent que les choses restent telles qu'elles sont. L'étude de Semenza et al. de (2008) montre que, bien que l'éducation des populations semble porter ses fruits quant à amener des changements comportementaux liés à la consommation, il existe des barrières, notamment liées au contexte socio-culturel et économique, bloquant ou ralentissant ces changements de pratiques dans les populations. Pour les auteurs, pour que les changements s'appliquent efficacement dans les populations, ils doivent être accompagnés par des efforts de la part des entreprises et des gouvernements. Mais tous ne sont pas prêts à fournir cet effort.

Il apparaît que de plus en plus d'organisations non-gouvernementales de protection de la nature et de groupes professionnels d'affaires essayent d'accéder aux négociations, notamment auprès des délégations internationales siégeant à l'UNFCCC (Böhmelt 2013a), et ce dans le but d'influer sur les décisions prises par cet organisme. L'article conclut que les organismes ayant probablement le plus de capacité à influencer les prises de décisions politiques sont les groupes d'affaires et les corporations. Néanmoins, les observations faites par les auteurs vont à l'opposé de leurs préconceptions puisqu'ils constatent que les corporations semblent améliorer les efforts des gouvernements dans l'adoption de politiques écologiques. Les auteurs nuancent ce résultat en avançant que les corporations impliquées dans le lobbying des politiques du CC commencent peut-être à percevoir que les politiques de lutte contre le CC et les réglementations environnementales leur offrent davantage d'opportunités de faire des affaires que d'entraîner une perte de bénéfices personnels.

Une autre forme d'influence sur les politiques publiques de lutte contre le CC provient de la dissonance entre les consensus scientifiques et les informations relayées à ce sujet par les médias, pouvant entraîner un manque d'action concrète en terme de politique (Westerhoff et Juhola 2010) voire une forme de négationnisme quant aux origines humaines du CC et des capacités de la société à y répondre. Cette rhétorique est surtout utilisée par des acteurs politiques cherchant à rassurer les électeurs, gagnant ainsi leurs votes (Martine et Diniz Alves 2019). L'un des effets insidieux de cette transmission d'information entre monde académique, politique et population est la politisation de plus en plus marquée des chercheurs. Etant donné que les réponses possibles au CC se basent sur les recherches scientifiques, la crédibilité et la légitimité des chercheurs et de leurs productions est régulièrement remise en cause. Dans l'étude de D. Plehwe (2014), le chercheur indique qu'il existe un grand nombre de ce qu'il appelle des « cellules de réflexions » organisées en réseaux interconnectés et travaillant de

concert afin de maintenir un climat de scepticisme sur les politiques de lutte contre le CC. Il argumente que l'implication politique du monde de la recherche est aujourd'hui sans précédent et que l'effet de cette politisation tend vers une irresponsabilité du monde scientifique menant à des lobbies supportés par des expertises nées d'intérêts politiques et non scientifiques.

Mais, malgré ces freins dans la lutte contre le CC, il existe également des initiatives nationales et internationales d'aides aux collectivités locales pour leur permettre de s'adapter localement aux effets du CC.

Les aides financières

Le problème précédemment exposé du coût important que représente l'adaptation au CC, ainsi que la constatation d'une forte disparité entre les pays en termes de moyens financiers et d'impact local des effets du CC, les organismes gouvernementaux et les institutions internationales doivent s'impliquer financièrement pour permettre une lutte globale et efficace.

“At the local level, where action is often the most effective, local government is confronted with the complex and problematic task of planning and implementing mitigation and adaptation actions within existing budgetary constraints.”

Suivant cette citation de l'article de Trueck et al. en (2010), la limite posée par un budget local serré comme seul fond monétaire dans la lutte contre le CC est un problème. En réponse, plusieurs fonds d'organisme gouvernementaux ont été créés dans les dernières décennies. Par exemple, provenant de l'Union Européenne suivant l'initiative des Accords de Paris, l'AMCC+ est active depuis 2008 et aurait investi environ 450 millions d'euros en actions nationales et régionales. Cette somme aurait apparemment été injectée dans plus de 60 actions, principalement localisées dans les pays « les moins avancés » et les PEID. Cherchant à favoriser le dialogue entre l'UE et les pays en développement dans la lutte contre le CC, les domaines traités principalement par l'AMCC+ sont : « *l'intégration du CC dans les stratégies nationales de développement, d'accroître la résilience et de soutenir la mise en œuvre de stratégies d'adaptation et d'atténuation* » (International climate finance | Action pour le climat). Il semble nécessaire d'assurer un dialogue continu et une assistance de mise en place de stratégies de développement durable dans les pays émergents, car il apparaît que beaucoup des aides financières au développement continuent de financer des projets ayant une forte plus-value mais aussi un fort impact climatique (J. B. Smith et al. 2011).

Le FEDD vise également à soutenir le développement durable dans les pays partenaires et proches de l'UE. Les sources de ces financements semblent provenir de plusieurs secteurs cumulés ; publics, privés, bilatérales et multilatérales. Le Fond Vert pour le climat, créé en 2010, semble suivre le même but que les financements précédemment cités, c'est-à-dire aider les pays en développement à s'adapter au CC et à éviter l'augmentation de leur émission de GES.

Outre les financements vers l'extérieur, l'UE cherche également à agir à l'intérieur de ses frontières. Dans ses priorités sur la période 2019 à 2024, l'UE propose le Pacte Vert dont l'ambition est de transformer l'économie de l'Union afin qu'elle amène à une neutralité en termes d'émission de GES d'ici à 2050, dont la croissance n'impactera pas les ressources de la planète et qui assure une réponse uniforme afin de lutter contre les inégalités sociales et spatiales (Un pacte vert pour l'Europe | Commission européenne). En termes de soutien financier lié au Pacte vert, l'UE veut mobiliser au moins 100 milliards d'euros sur la période 2021-2027, à travers le « Mécanisme pour une transition juste », afin de venir en aide aux régions les plus touchées. Les financements restent globalement plus vagues pour le Pacte vert. L'ensemble de ces projets de financement semblent vouloir impliquer davantage de financeurs privés. De plus, la plupart des fonds monétaires de lutte contre le changement climatique soulevés par l'UE semblent être à destination de pays en développement, et dans une moindre mesure vers ses propres territoires. Cette disparité dans les financements pourrait s'expliquer par l'argument selon lequel les pays statistiquement les plus impactés par le CC seront les pays et régions émergentes. Néanmoins, ces financements semblent tous viser à permettre la mise en place de stratégies d'adaptations dans ces régions. Cela est cohérent, puisqu'ils ne sont pas les principaux émetteurs de GES contrairement aux pays développés auxquels les membres de l'UE font partie. Cependant, cela peut également montrer que l'UE investit principalement ses fonds dans la politique étrangère sans mettre en place des politiques fortes sur son territoire, notamment pour des stratégies d'atténuations. L'UE, sous couvert de financer la lutte contre le CC à l'international, ne semble pas se focaliser sur la réduction de son impact propre sur le CC et dans les émissions de GES.

Discussion Conclusion

La lutte contre le CC est une priorité de plus en plus marquée pour les décideurs à la fois globaux et locaux. Les acteurs locaux étant en première ligne dans cette lutte, c'est d'eux que sont attendues les innovations et les actions nécessaires pour répondre aux enjeux posés par le changement global. Mais les deux approches de lutte contre le CC, l'adaptation et l'atténuation, sont limitées tant dans leurs portées que dans leurs mises en place. Tout d'abord, les stratégies d'adaptation, visant à permettre aux populations de continuer à vivre avec les effets du CC. Comme présentées précédemment, elles sont souvent ramenées à des solutions « dures » d'aménagement et de transformations des espaces afin de les rendre plus résistants ou résilients au CC. Ces mesures sont souvent chères et doivent être mises en place dans un contexte d'incertitude. Une incertitude née de la complexité du CC global, de l'échelle ainsi que de la sensibilité des prédictions et de la pertinence à moyen ou long terme des actions visant à être entreprises. En urbanisme classique l'incertitude peut être considérée comme un invariant à tout projet (Martouzet 2018), mais dans le cadre de la lutte contre le CC, les implications et effets potentiels de cette incertitude peuvent bloquer la mise en place d'actions concrètes et préventives (Martine et Diniz Alves 2019; Baker et al. 2012). Les stratégies d'atténuation, visant quant à elles à réduire les causes du CC afin d'en limiter l'ampleur, doivent être remises en perspective, car les sources du CC sont nombreuses et leurs

interactions sont complexes. Tout d'abord, les cycles naturels de CC, tels que les cycles de Milankovitch, sont complètement hors de portée de l'action humaine à l'heure actuelle. Ainsi, les actions potentielles des stratégies d'atténuation doivent se concentrer sur le CC d'origine anthropiques et ses sources. La recherche sur le sujet de la capacité d'atténuation du CC par nos sociétés est toujours en cours en Europe (CORDIS | European Commission) et des seuils ambitieux de réduction des émissions de GES ont été créés. Mais pour le moment l'UE n'a pas réussi à tenir ses engagements, demeurant globalement au-dessus de la barre des +1,5°C maximum des Accords de Paris (EU | Climate Action Tracker ; Unfccc|Paris Agreement). Il semble donc que la mise en place d'actions déterminantes soit difficile. En effet, bien que les décideurs locaux puissent agir à la fois sur les causes, via les stratégies d'atténuations et sur les conséquences via les stratégies d'adaptations, il apparaît que 1) ces deux approches ne sont pas systématiquement explorées au niveau local et 2) les plans et aides à la mise en place de stratégies d'adaptations sont fortement majoritaires par rapport aux stratégies d'atténuations. La proportion d'aides financières des pays dits « développés » sont principalement tournés vers les pays et territoires les moins développés ou à même de pouvoir s'opposer aux effets du CC (International climate finance | Action pour le climat). Présenté comme un mouvement humain de réponse équitable face au CC, il est néanmoins spécifié que ce sont les pays partenaires et donc représentant un investissement pour l'UE, qui seront aidés par ce système. Les pays émergents sont présentés comme les plus fragiles et les plus sensibles face aux effets du CC, dont ils ressentent déjà les effets, notamment au niveau de l'agriculture dont leurs territoires sont fortement dépendants (Müller et al. 2011). Mais, la question se pose de savoir si ces financements internationaux ont réellement pour but de permettre à ces pays de résister au CC, dont ils sont les moins contributeurs, tout en suivant une stratégie de développement territoriale non-polluante ou bien n'est-ce qu'un prétexte pour déplacer la source du problème, en transformant ces pays en usine de production pour une UE de plus en plus écologique. Sur le sol des pays du Nord, une forte prévalence des stratégies visant à vivre avec les effets du CC plutôt qu'en limiter les proportions en réduisant les activités polluantes peut également être constatée. Face au changement global, les gouvernements, sous couvert de promesses et d'actions publiques de façade, ne semblent pas agir fortement sur les émissions de GES ou sur les pratiques polluantes de productions, telles que les élevages animaliers. Les études montrant les avantages liés à la réduction des productions animales dans l'atténuation des effets du CC sont nombreuses, mais malgré cela, ces mesures ne sont pas renforcées dans les pays du Nord (Gerber et al. 2013; Popp, Lotze-Campen, et Bodirsky 2010; P. Smith et al. 2013; Schmidinger et Stehfest 2012; McAlpine et al. 2009; Nijdam, Rood, et Westhoek 2012; Ripple et al. 2014; 2014). A la place de régulations fortes, les populations sont simplement invitées à faire des sacrifices et à réduire leurs impacts personnels, mais se voient toujours exposés aux mêmes opportunités de consommation de masse rapide. Ce manque de soutien de leur environnement, couplé à un manque de connaissance sur le CC, une foi ébranlée pour les figures politiques ou scientifiques d'autorités et une peur naturelle pour le changement impactant négativement le confort de vie rendent les actions des populations, pourtant de

plus en plus mobilisées dans la lutte contre le CC (Semenza et al. 2008), insuffisantes (Gifford 2011).

Les coûts de mise en place et les incertitudes ne sont pas les seuls facteurs provoquant l'inefficacité de la lutte actuelle contre le CC. Les actions de lobbies, motivés par le profit ou par une idéologie réfutant l'impact de l'activité humaine sur le climat, semblent également expliquer pourquoi les actions et les résultats promis par les acteurs locaux ne sont pas délivrés. Il semble que de plus en plus d'entreprises et de corporations d'affaires se servent des nouvelles politiques écologiques, voire les promeuvent, car elles leur ouvrent de nouveaux marchés et leur offrent de nouveaux arguments de ventes, notamment afin d'attirer les populations cherchant à consommer moins et mieux (Delmas et Burbano 2011). Bien que les recherches tendent à montrer que, contre toutes attentes, les lobbys corporatifs semblent positivement impacter l'adoption de politiques « vertes » (Böhmelt 2013b), il est possible d'imaginer que ces lobbys n'exercent pas de pressions négatives car ils savent ces politiques insuffisantes et donc non-impactantes pour leur bénéfices, ce qui expliquerait le manque de résultats actuel. Les études portant sur la désinformation et le maintien d'un climat de scepticisme quant à la dimension anthropique du CC, notamment afin de combattre ce qui est perçu comme une menace au libre marché libérale, tendent à supporter cette hypothèse (Lewandowsky 2021).

A partir de ces constatations, il serait important de focaliser la recherche sur le lien entre la pertinence des politiques « vertes » adoucies par les corporations et les réponses véritablement nécessaires pour faire face au CC dans les plus brefs délais, notamment au niveau des localités présentes dans les zones les plus à risque, telles que les zones côtières. Il est également important de revenir sur le poids réel de l'implication des populations globales dans la lutte contre le CC. Une implication possible uniquement si la transmission de l'information scientifique portant sur le CC est renforcée afin de palier au scepticisme ambiant maintenu par les partisans du « business as usual ». Le rôle des décideurs locaux à l'avenir serait de renforcer la mise en place d'un réseau d'information robuste quant aux effets que le CC pourrait avoir sur leurs collectivités. Bien qu'insuffisant pour endiguer le CC, ce réseau d'information aurait pour effet de modifier le comportement de la population, réduisant potentiellement les émissions locales de GES dans une volonté d'atténuer les effets du CC. Ce changement de comportement de consommation des populations forcerait un changement dans les modes de productions des corporations et pourrait mener à davantage de financements privés dans les aménagements et plans de gestion du CC, visant à adapter les milieux de vies aux conditions changeantes.

Bibliographie

- « 2,5 milliards de personnes de plus habiteront dans les villes d'ici 2050 | ONU DAES | Nations Unies Département des affaires économiques et sociales ». s. d. Consulté le 25 avril 2020. <https://www.un.org/development/desa/fr/news/population/2018-world-urbanization-prospects.html>.
- « ACM Agenda 7.2 - Climate Change and Health ». 2008. <http://www.ipcc.ch/>.
- Adams, Richard M., C. C. Chen, Bruce A. McCarl, et David E. Schimmelpennig. 2001. « Climate variability and climate change: Implications for agriculture ». *Advances in the Economics of Environmental Resources* 3: 95-113. [https://doi.org/10.1016/S1569-3740\(01\)03017-6](https://doi.org/10.1016/S1569-3740(01)03017-6).
- « Adaptation and mitigation: two complementary strategies in response to climate change - CIRAD ». s. d. Consulté le 30 décembre 2020. <https://www.cirad.fr/en/our-research/research-results/2015/adaptation-and-mitigation-two-complementary-strategies-in-response-to-climate-change>.
- Agrawala, Shardul, et Samuel Fankhauser, éd. 2008. *Economic Aspects of Adaptation to Climate Change Costs, Benefits and Policy ... - OECD - Google Livres*. OECD. https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=CPHVAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA9&dq=climate+change+costs&ots=Zz825K916e&sig=sSdBOw4DnvgrlWN2jV8hrETI9cs&redir_esc=y#v=onepage&q=climate+change+costs&f=false.
- Ahuja, L. R., A. N. Sharpley, M. Yamamoto, et R. G. Menzel. 1981. « The depth of rainfall-runoff-soil interaction as determined by 32P ». *Water Resources Research* 17 (4): 969-74. <https://doi.org/10.1029/WR017i004p00969>.
- Amundsen, Helene, Frode Berglund, et Hege Westskog. 2010. « Overcoming Barriers to Climate Change Adaptation—A Question of Multilevel Governance? » *Environment and Planning C: Government and Policy* 28 (2): 276-89. <https://doi.org/10.1068/c0941>.
- « Atténuer le changement climatique: quel prix pour l'Europe? | Result In Brief | CORDIS | European Commission ». s. d. Consulté le 15 janvier 2021. <https://cordis.europa.eu/article/id/86602-climate-change-mitigation-whats-the-cost-for-europe/fr>.
- Azaïs, Céline, Antonin Amiot, et Geoffrey Clamour. s. d. « Etude de programmation urbaine pour un projet résilient sur un site soumis au risque de submersion marine ».
- Baker, Ingrid, Ann Peterson, Greg Brown, et Clive McAlpine. 2012. « Local government response to the impacts of climate change: An evaluation of local climate adaptation plans ». *Landscape and Urban Planning* 107 (2): 127-36. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.05.009>.
- « Bâtiment et changement climatique - pistes et solutions | Batir pour la planète ». s. d. Consulté le 30 décembre 2020. <https://www.batirpourlaplanete.fr/batiment-et-changement-climatique-pistes-et-solutions/>.
- Berke, Philip, John Cooper, Meghan Aminto, Shannon Grabich, et Jennifer Horney. 2014. « Adaptive planning for disaster recovery and resiliency: An evaluation of 87 local recovery plans in eight states ». *Journal of the American Planning Association* 80 (4): 310-23. <https://doi.org/10.1080/01944363.2014.976585>.
- Betsill, M. M. 2001. « Mitigating climate change in US cities: Opportunities and obstacles ». *Local Environment* 6 (4): 393-406. <https://doi.org/10.1080/13549830120091699>.
- Blakely, Edward J. 2007. « Urban Planning for Climate Change ».
- Böhmelt, Tobias. 2013a. « Civil society lobbying and countries' climate change policies: A matching approach ». *Climate Policy* 13 (6): 698-717. <https://doi.org/10.1080/14693062.2013.788870>.
- . 2013b. « Civil society lobbying and countries' climate change policies: A matching approach ». *Climate Policy* 13 (6): 698-717. <https://doi.org/10.1080/14693062.2013.788870>.
- Bosello, Francesco, et Jian Zhang. 2011. « Assessing Climate Change Impacts: Agriculture ». *SSRN Electronic Journal*, décembre. <https://doi.org/10.2139/ssrn.771245>.
- Camacho, Alejandro E. 2009. « Adapting Governance to Climate Change: Managing Uncertainty through a Learning Infrastructure ». *Emory Law Journal* 59. <https://heinonline.org/HOL/Page?handle=hein.journals/emlj59&id=3&div=&collection=>.
- « Causes of climate change | Climate Action ». s. d. Consulté le 21 décembre 2020. https://ec.europa.eu/clima/change/causes_en.
- Cawley, Mary. 2016. « Relationships between local governance and local government and the role of the State: evidence from the LEADER programme in Ireland Relations entre gouvernance et gouvernement local et le rôle de l'État: le cas du programme LEADER en Irlande ». *Noréis*, n° 241 (décembre): 33-47. <https://doi.org/10.4000/noroi.5991>.
- « Climate Change: Causes, Effects, and Solutions - John T. Hardy - Google Livres ». s. d. Consulté le 23 décembre 2020. https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=QjQboHi6hNQC&oi=fnd&pg=PR9&dq=climate+change+effects&ots=FYGBXCzeyl&sig=P_dUF-AfRYIkATTwhOlZN0MpRQM&redir_esc=y#v=onepage&q=climate+change+effects&f=false.
- Cohen, Joel E. 2016. « Population and Climate Change » 154 (2): 158-82.
- Daly, Christopher, David R. Conklin, et Michael H. Unsworth. 2010. « Local atmospheric decoupling in complex topography alters climate change impacts ». *International Journal of Climatology* 30 (12): 1857-64. <https://doi.org/10.1002/joc.2007>.

- « Décret n° 2017-1721 du 20 décembre 2017 portant suppression du Conseil national de sécurité civile - Légifrance ». s. d. Consulté le 12 janvier 2021. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT00036244956/>.
- Delmas, Magali A., et Vanessa Cuerel Burbano. 2011. « The Drivers of Greenwashing ». *California Management Review* 54 (1): 64-87. <https://doi.org/10.1525/cmr.2011.54.1.64>.
- Dhillon, Gurpreet S., C. M. Ajila, Surinder Kaur, Satinder K. Brar, Mausam Verma, R. D. Tyagi, et Rao Y. Surampalli. 2013. « Greenhouse gas contribution on climate change ». In *Climate Change Modeling, Mitigation, and Adaptation*, 26-61. American Society of Civil Engineers (ASCE). <https://doi.org/10.1061/9780784412718.ch03>.
- « EU | Climate Action Tracker ». s. d. Consulté le 15 janvier 2021. <https://climateactiontracker.org/countries/eu/>.
- Fankhauser, Samuel, et Thomas K.J. McDermott. 2014. « Understanding the adaptation deficit: Why are poor countries more vulnerable to climate events than rich countries? » *Global Environmental Change* 27 (1): 9-18. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.014>.
- « Français — IPCC ». s. d. Consulté le 10 janvier 2021. <https://www.ipcc.ch/languages-2/francais/>.
- French, Duncan, et Karen Scott. 2009. « International Legal Implications of Climate Change for the Polar Regions: Too Much, Too Little, Too Late ». *Melbourne Journal of International Law* 10. <https://heinonline.org/HOL/Page?handle=hein.journals/meljil10&id=639&div=&collection=>.
- Gerber, P. J., H. Steinfeld, B. Henderson, A. Mottet, C. Opio, J. Dijkman, A. Faluccci, et G. Tempio. 2013. « Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities. » *Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities*.
- Gifford, Robert. 2011. « The Dragons of Inaction: Psychological Barriers That Limit Climate Change Mitigation and Adaptation ». *American Psychologist* 66 (4): 290-302. <https://doi.org/10.1037/a0023566>.
- « Global Warming Natural Cycle — OSS Foundation ». s. d. Consulté le 17 décembre 2020. <http://ossfoundation.us/projects/environment/global-warming/natural-cycle>.
- « Global Warming vs. Climate Change | Resources — Climate Change: Vital Signs of the Planet ». s. d. Consulté le 26 décembre 2020. <https://climate.nasa.gov/resources/global-warming-vs-climate-change/>.
- Graça Carvalho, Maria da. 2012. « EU energy and climate change strategy ». *Energy* 40 (1): 19-22. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.01.012>.
- Haigh, Nardia, et Andrew Griffiths. 2009. « The natural environment as a primary stakeholder: the case of climate change ». *Business Strategy and the Environment* 18 (6): 347-59. <https://doi.org/10.1002/bse.602>.
- Harrington, Luke J., David J. Frame, Erich M. Fischer, Ed Hawkins, Manoj Joshi, et Chris D. Jones. 2016. « Poorest countries experience earlier anthropogenic emergence of daily temperature extremes ». *Environmental Research Letters* 11 (5): 055007. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/5/055007>.
- « Hazard Mitigation Planning | FEMA.gov ». s. d. Consulté le 12 janvier 2021. <https://www.fema.gov/emergency-managers/risk-management/hazard-mitigation-planning>.
- Hennessy, Thia, Paul Kelly, et James Breen. 2003. « Farm Level Adjustment in Ireland following Decoupling Workshop on Agricultural Policy Reform and Adjustment », n° January.
- Hinkel, Jochen, Robert J. Nicholls, Richard S.J. Tol, Zheng B. Wang, Jacqueline M. Hamilton, Gerben Boot, Athanasios T. Vafeidis, Loraine McFadden, Andrey Ganopolski, et Richard J.T. Klein. 2013. « A global analysis of erosion of sandy beaches and sea-level rise: An application of DIVA ». *Global and Planetary Change* 111 (décembre): 150-58. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2013.09.002>.
- Homsy, George C., et Mildred E. Warner. 2015. « Cities and Sustainability ». *Urban Affairs Review* 51 (1): 46-73. <https://doi.org/10.1177/1078087414530545>.
- « International climate finance | Action pour le climat ». s. d. Consulté le 14 janvier 2021. https://ec.europa.eu/clima/policies/international/finance_fr.
- « IPCC — Climate Change 2013 - The Physical Science Basis ». 2013. 2013. <https://www.ipcc.ch/>.
- Jasrotia, A. S., S. D. Dhiman, et S. P. Aggarwal. 2002. « Rainfall-runoff and soil erosion modeling using remote sensing and GIS technique- a case study of tons watershed ». *Journal of the Indian Society of Remote Sensing* 30 (3): 167-80. <https://doi.org/10.1007/BF02990649>.
- Kane, Sally, et Jason F. Shogren. 2000. « Linking Adaptation and Mitigation in Climate Change Policy ». In *Societal Adaptation to Climate Variability and Change*, 75-102. Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-3010-5_6.
- Lafore, Robert. 2011. « Le cadre politico-administratif local : terroirs, circonscriptions administratives et territoires ». *Vie sociale* 2 (2): 57. <https://doi.org/10.3917/vsoc.112.0057>.
- Laukkonen, Julia, Paola Kim Blanco, Jennifer Lenhart, Marco Keiner, Branko Cavric, et Cecilia Kinuthia-Njenga. 2009. « Combining climate change adaptation and mitigation measures at the local level ». *Habitat International* 33 (3): 287-92. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2008.10.003>.
- « Les conseillers aux décideurs locaux : la DGFIP au service des élus | Collectivités locales ». s. d. Consulté le 7 janvier 2021. <https://www.collectivites-locales.gouv.fr/conseillers-aux-decideurs-locaux-dgfip-au-service-des-elus>.
- Lewandowsky, Stephan. 2021. « Climate Change, Disinformation, and How to Combat It ». *Annual Review of Public Health* 42 (1).

- <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-090419-102409>.
- Locatelli, Bruno, Giacomo Fedele, Virginie Fayolle, et Alastair Baglee. 2016. « Synergies between adaptation and mitigation in climate change finance ». *International Journal of Climate Change Strategies and Management* 8 (1): 112-28. <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-07-2014-0088>.
- « Loi du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile | Vie publique.fr ». s. d. Consulté le 12 janvier 2021. <https://www.vie-publique.fr/loi/269078-loi-du-13-aout-2004-de-modernisation-de-la-securite-civile>.
- Macklin, Mark G., et John Lewin. 2015. « The rivers of civilization ». *Quaternary Science Reviews* 114 (avril): 228-44. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.02.004>.
- Mahlstein, I., R. Knutti, S. Solomon, et R. W. Portmann. 2011. « Early onset of significant local warming in low latitude countries ». *Environmental Research Letters* 6 (3): 034009. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/6/3/034009>.
- Martine, George, et José Eustáquio Diniz Alves. 2019. « Disarray in global governance and climate change chaos ». *Revista Brasileira de Estudos de População* 36. <https://doi.org/10.20947/s102-3098a0075>.
- Martouzet, Denis. 2018. *Le projet fait les acteurs*. Édité par Denis Martouzet. *Le projet fait les acteurs*. Presses universitaires François-Rabelais. <https://doi.org/10.4000/books.pufr.10205>.
- McAlpine, C. A., A. Etter, P. M. Fearnside, L. Seabrook, et W. F. Laurance. 2009. « Increasing world consumption of beef as a driver of regional and global change: A call for policy action based on evidence from Queensland (Australia), Colombia and Brazil ». *Global Environmental Change* 19 (1): 21-33. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.10.008>.
- Mitchell, J. F.B., et T. C. Johns. 1997. « On modification of global warming by sulfate aerosols ». *Journal of Climate* 10 (2): 245-67. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(1997\)010<0245:OMOGWB>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(1997)010<0245:OMOGWB>2.0.CO;2).
- Montgomery, Mark R. 2008. « The urban transformation of the developing world ». *Science*. American Association for the Advancement of Science. <https://doi.org/10.1126/science.1153012>.
- Moser, Susanne C. 2016. « Reflections on climate change communication research and practice in the second decade of the 21st century: What more is there to say? » *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change* 7 (3): 345-69. <https://doi.org/10.1002/wcc.403>.
- Müller, Christoph, Wolfgang Cramer, William L. Hare, et Hermann Lotze-Campen. 2011. « Climate change risks for African agriculture ». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108 (11): 4313-15. <https://doi.org/10.1073/pnas.1015078108>.
- Nearing, MA, F.F. Pruski, et M.R. O'Neal. 2004. « Expected climate change impacts on soil erosion rates: A review ». *Journal of Soil and Water Conservation* 59 (1).
- Nijdam, Durk, Trudy Rood, et Henk Westhoek. 2012. « The price of protein: Review of land use and carbon footprints from life cycle assessments of animal food products and their substitutes ». *Food Policy* 37 (6): 760-70. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.08.002>.
- Noin, Daniel. 1999. « La population des littoraux du monde ». *L'information géographique* 63 (2): 65-73. <https://doi.org/10.3406/ingeo.1999.2632>.
- Nordgren, John, Missy Stults, et Sara Meerow. 2016. « Supporting local climate change adaptation: Where we are and where we need to go ». *Environmental Science and Policy* 66 (décembre): 344-52. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.05.006>.
- Oh, Young-Ju, Myung-Hyun Kim, Young-Eun Na, Sun-Hee Hong, Woen-Ki Paik, et Seong-Tak Yoon. 2012. « Vulnerability Assessment of Soil Loss in Farm area to Climate Change Adaption ». *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer* 45 (5): 711-16. <https://doi.org/10.7745/kjssf.2012.45.5.711>.
- « Paleoclimatology Data | National Centers for Environmental Information (NCEI) formerly known as National Climatic Data Center (NCDC) ». s. d. Consulté le 17 décembre 2020. <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/paleoclimatology-data>.
- Pearson, Richard G. 2006. « Climate change and the migration capacity of species ». *Trends in Ecology and Evolution*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.11.022>.
- Petit, J R, J Jouzel, D Raynaud, N I Barkov, J.-M Barnola, I Basile, M Bender, et al. 1999. « Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica The recent completion of drilling at Vostok station in East ». *Nature* 399: 429-36. www.nature.com.
- Pielke, Roger A. 2004. « What is Climate Change? » *Energy & Environment* 15 (3): 515-20. <https://doi.org/10.1260/0958305041494576>.
- Pielke, Roger A., Andy Pitman, Dev Niyogi, Rezaul Mahmood, Clive McAlpine, Faisal Hossain, Kees Klein Goldewijk, et al. 2011. « Land use/land cover changes and climate: Modeling analysis and observational evidence ». *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change* 2 (6): 828-50. <https://doi.org/10.1002/wcc.144>.
- « Plan d'action 2012-2017 visant la réduction des émissions de GES pour Ville de Saint-Basile-le-Grand Version finale Programme Climat municipalités ». s. d.
- Plehwe, Dieter. 2014. « Think tank networks and the knowledge-interest nexus: The case of climate change ». *Critical Policy Studies* 8 (1): 101-15. <https://doi.org/10.1080/19460171.2014.883859>.
- Popp, Alexander, Hermann Lotze-Campen, et Benjamin Bodirsky. 2010. « Food consumption, diet shifts and associated non-CO2 greenhouse gases from agricultural production ». *Global Environmental Change* 20 (3): 451-62. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.02.001>.
- « Probability Density Function | PDF | Distributions ». s. d. Consulté le 10 janvier 2021.

- https://www.probabilitycourse.com/chapter4/4_1_1_pdf.php.
- Qu, Xin, et Alex Hall. 2006. « Assessing Snow Albedo Feedback in Simulated Climate Change ». http://www-pcmdi.llnl.gov/ipcc/model_.
- « Réchauffement climatique : quelles conséquences sur l'eau ? | Centre d'information sur l'eau ». s. d. Consulté le 25 novembre 2020. <https://www.cieau.com/eau-transition-ecologique/enjeux/rechauffement-climatique-les-consequences-sur-leau/>.
- « Représentation cartographique de l'eau sur Terre : une petite bulle à préserver ». s. d. Consulté le 28 décembre 2020. https://www.notre-planete.info/actualites/3393-eau_Terre.
- Ripple, William J., Pete Smith, Helmut Haberl, Stephen A. Montzka, Clive McAlpine, et Douglas H. Boucher. 2014. « Ruminants, climate change and climate policy ». *Nature Climate Change*. Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/nclimate2081>.
- Rochester, M. G. 1970. « Polar Wobble and Drift: A Brief History ». In , 3-13. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-010-3308-4_1.
- Roig, Charles. 1968. « Planificateurs et planification aux États-Unis ». *L'Actualité économique* 44 (1): 81. <https://doi.org/10.7202/1003000ar>.
- Samson, J., D. Berteaux, B. J. McGill, et M. M. Humphries. 2011. « Geographic disparities and moral hazards in the predicted impacts of climate change on human populations ». *Global Ecology and Biogeography* 20 (4): 532-44. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00632.x>.
- Sarewite, Daniel, Roger A. Pielke, et Radford Byerly, éd. 2000. *Prediction: Science, Decision Making, and the Future of Nature*. Island Pre. https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=OOnxEU-deAUC&oi=fnd&pg=PA361&dq=decision+making+and+the+future+of+nature+understanding+and+using+predictions&ots=F5qYIR_get&sig=hl4TmKOYNEHC2SEnJVTGvWDDbhw#v=onepage&q&f=false.
- Schellnhuber, H. J., B. Hare, O. Serdeczny, M. Schaeffer, S. Adams, F. Baarsch, S. Schwan, et al. 2013. « Turn down the heat: climate extremes, regional impacts, and the case for resilience. » *Turn down the heat: climate extremes, regional impacts, and the case for resilience*.
- Schleussner, Carl Friedrich, Tabea K. Lissner, Erich M. Fischer, Jan Wohland, Mahé Perrette, Antonius Golly, Joeri Rogelj, et al. 2016. « Differential climate impacts for policy-relevant limits to global warming: The case of 1.5 °c and 2 °c ». *Earth System Dynamics* 7 (2): 327-51. <https://doi.org/10.5194/esd-7-327-2016>.
- Schmidinger, Kurt, et Elke Stehfest. 2012. « Including CO2 implications of land occupation in LCAs-method and example for livestock products ». *International Journal of Life Cycle Assessment* 17 (8): 962-72. <https://doi.org/10.1007/s11367-012-0434-7>.
- Semenza, Jan C., David E. Hall, Daniel J. Wilson, Brian D. Bontempo, David J. Sailor, et Linda A. George. 2008. « Public Perception of Climate Change. Voluntary Mitigation and Barriers to Behavior Change ». *American Journal of Preventive Medicine*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2008.08.020>.
- Small, Christopher, et Robert J Nicholls. 2003. « A Global Analysis of Human Settlement in Coastal Zones ». *Source: Journal of Coastal Research*. Vol. 19. <https://about.jstor.org/terms>.
- Smith, Joel B., Thea Dickinson, Joseph D.B. Donahue, Ian Burton, Erik Haites, Richard J.T. Klein, et Anand Patwardhan. 2011. « Development and climate change adaptation funding: Coordination and integration ». *Climate Policy* 11 (3): 987-1000. <https://doi.org/10.1080/14693062.2011.582385>.
- Smith, Pete, Helmut Haberl, Alexander Popp, Karl Heinz Erb, Christian Lauk, Richard Harper, Francesco N. Tubiello, et al. 2013. « How much land-based greenhouse gas mitigation can be achieved without compromising food security and environmental goals? » *Global Change Biology*. <https://doi.org/10.1111/gcb.12160>.
- Stern, Nicholas. 2007. « The Economics of Climate Change: The Stern Review ». Google Livres. 2007. https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=U-VmlrGGZgAC&oi=fnd&pg=PA1&ots=9fm1-viqlc&sig=XYeHXrSevhnnFPkuC_1-w3uv_sE&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.
- Trueck, Stefan, Wylie Bradford, Ann Henderson-Sellers, Supriya Mathew, S Trück, W Bradford, A Henderson-Sellers, et al. 2010. « Assessing climate change adaptation options for local government ». <https://www.researchgate.net/publication/301893453>.
- « Un pacte vert pour l'Europe | Commission européenne ». s. d. Consulté le 14 janvier 2021. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_fr.
- Unfccc. s. d. « Paris Agreement French ».
- . s. d. « United Nations Framework Convention on Climate Change ».
- Wan, Kevin K.W., Danny H.W. Li, Wenyan Pan, et Joseph C. Lam. 2012. « Impact of climate change on building energy use in different climate zones and mitigation and adaptation implications ». *Applied Energy* 97 (septembre): 274-82. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.11.048>.
- Westerhoff, Lisa, et Sirkku Juhola. 2010. « Science-policy linkages in climate change adaptation in Europe ». *International Journal of Climate Change Strategies and Management* 2 (3): 222-41. <https://doi.org/10.1108/17568691011063024>.
- Woodward, Alistair, Kirk R. Smith, Diarmid Campbell-Lendrum, Dave D. Chadee, Yasushi Honda, Qiyong Liu, Jane Olwoch, et al. 2014. « Climate change and health: On the latest IPCC report ». *The Lancet*. Lancet Publishing Group. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60576-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60576-6).
- Wu, Zhuoting, Hongjun Zhang, Crystal M. Krause, et Neil S. Cobb. 2010. « Climate change and human activities: A case study in Xinjiang, China ». *Climatic Change* 99 (3): 457-72. <https://doi.org/10.1007/s10584-009-9760-6>.
- « 2,5 milliards de personnes de plus habiteront dans les

- villes d'ici 2050 | ONU DAES | Nations Unies
Département des affaires économiques et
sociales ». s. d. Consulté le 25 avril 2020.
[https://www.un.org/development/desa/fr/news/
population/2018-world-urbanization-
prospects.html](https://www.un.org/development/desa/fr/news/population/2018-world-urbanization-prospects.html).
- « ACM Agenda 7.2 - Climate Change and Health ». 2008.
<http://www.ipcc.ch/>.
- Adams, Richard M., C. C. Chen, Bruce A. McCarl, et David
E. Schimmelpfennig. 2001. « Climate variability and
climate change: Implications for agriculture ». *Advances in the Economics of Environmental
Resources* 3: 95-113.
[https://doi.org/10.1016/S1569-3740\(01\)03017-6](https://doi.org/10.1016/S1569-3740(01)03017-6).
- « Adaptation and mitigation: two complementary
strategies in response to climate change - CIRAD ». s. d. Consulté le 30 décembre 2020.
[https://www.cirad.fr/en/our-research/research-
results/2015/adaptation-and-mitigation-two-
complementary-strategies-in-response-to-
climate-change](https://www.cirad.fr/en/our-research/research-results/2015/adaptation-and-mitigation-two-complementary-strategies-in-response-to-climate-change).
- Agrawala, Shardul, et Samuel Fankhauser, éd. 2008.
*Economic Aspects of Adaptation to Climate Change
Costs, Benefits and Policy ... - OECD - Google Livres*.
OECD.
[https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=CPH
VAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA9&dq=climate+chang
e+costs&ots=Zz825K916e&sig=sSdBOw4DnvgrlW
N2jV8hrETI9cs&redir_esc=y#v=onepage&q=climat
e+change+costs&f=false](https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=CPHVAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA9&dq=climate+change+costs&ots=Zz825K916e&sig=sSdBOw4DnvgrlWN2jV8hrETI9cs&redir_esc=y#v=onepage&q=climate+change+costs&f=false).
- Ahuja, L. R., A. N. Sharpley, M. Yamamoto, et R. G.
Menzel. 1981. « The depth of rainfall-runoff-soil
interaction as determined by 32P ». *Water
Resources Research* 17 (4): 969-74.
<https://doi.org/10.1029/WR017i004p00969>.
- Amundsen, Helene, Frode Berglund, et Hege Westskog.
2010. « Overcoming Barriers to Climate Change
Adaptation—A Question of Multilevel
Governance? » *Environment and Planning C:
Government and Policy* 28 (2): 276-89.
<https://doi.org/10.1068/c0941>.
- « Atténuer le changement climatique: quel prix pour
l'Europe? | Result In Brief | CORDIS | European
Commission ». s. d. Consulté le 15 janvier 2021.
[https://cordis.europa.eu/article/id/86602-
climate-change-mitigation-whats-the-cost-for-
europe/fr](https://cordis.europa.eu/article/id/86602-climate-change-mitigation-whats-the-cost-for-europe/fr).
- Azaïs, Céline, Antonin Amiot, et Geoffrey Clamour. s. d.
« Etude de programmation urbaine pour un projet
résilient sur un site soumis au risque de
submersion marine ».
- Baker, Ingrid, Ann Peterson, Greg Brown, et Clive
McAlpine. 2012. « Local government response to
the impacts of climate change: An evaluation of
local climate adaptation plans ». *Landscape and
Urban Planning* 107 (2): 127-36.
[https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.05.00
9](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.05.009).
- « Bâtiment et changement climatique - pistes et solutions
| Batir pour la planète ». s. d. Consulté le 30
décembre 2020.
[https://www.batirpourlaplanete.fr/batiment-et-
changement-climatique-pistes-et-solutions/](https://www.batirpourlaplanete.fr/batiment-et-changement-climatique-pistes-et-solutions/).
- Berke, Philip, John Cooper, Meghan Aminto, Shannon
Grabich, et Jennifer Horney. 2014. « Adaptive
planning for disaster recovery and resiliency: An
evaluation of 87 local recovery plans in eight
states ». *Journal of the American Planning
Association* 80 (4): 310-23.
<https://doi.org/10.1080/01944363.2014.976585>.
- Betsill, M. M. 2001. « Mitigating climate change in US
cities: Opportunities and obstacles ». *Local
Environment* 6 (4): 393-406.
<https://doi.org/10.1080/13549830120091699>.
- Blakely, Edward J. 2007. « Urban Planning for Climate
Change ».
- Böhmelt, Tobias. 2013a. « Civil society lobbying and
countries' climate change policies: A matching
approach ». *Climate Policy* 13 (6): 698-717.
<https://doi.org/10.1080/14693062.2013.788870>.
- . 2013b. « Civil society lobbying and countries'
climate change policies: A matching approach ». *Climate
Policy* 13 (6): 698-717.
<https://doi.org/10.1080/14693062.2013.788870>.
- Bosello, Francesco, et Jian Zhang. 2011. « Assessing
Climate Change Impacts: Agriculture ». *SSRN
Electronic Journal*, décembre.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.771245>.
- Camacho, Alejandro E. 2009. « Adapting Governance to
Climate Change: Managing Uncertainty through a
Learning Infrastructure ». *Emory Law Journal* 59.
[https://heinonline.org/HOL/Page?handle=hein.jo
urnals/emlj59&id=3&div=&collection=](https://heinonline.org/HOL/Page?handle=hein.journals/emlj59&id=3&div=&collection=).
- « Causes of climate change | Climate Action ». s. d.
Consulté le 21 décembre 2020.
https://ec.europa.eu/clima/change/causes_en.
- Cawley, Mary. 2016. « Relationships between local
governance and local government and the role of
the State: evidence from the LEADER programme
in Ireland Relations entre gouvernance et
gouvernement local et le rôle de l'État : le cas
du programme LEADER en Irlande ». *Noréis*, n° 241
(décembre): 33-47.
<https://doi.org/10.4000/noroi.5991>.
- « Climate Change: Causes, Effects, and Solutions - John T.
Hardy - Google Livres ». s. d. Consulté le 23
décembre 2020.
[https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=QjQb
oHi6hNQC&oi=fnd&pg=PR9&dq=climate+change+
effects&ots=FYGBXCzeyl&sig=P_dUF-
AfRYIkATTwhOlZNOMpRQM&redir_esc=y#v=onep
age&q=climate+change+effects&f=false](https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=QjQboHi6hNQC&oi=fnd&pg=PR9&dq=climate+change+effects&ots=FYGBXCzeyl&sig=P_dUF-AfRYIkATTwhOlZNOMpRQM&redir_esc=y#v=onepage&q=climate+change+effects&f=false).
- Cohen, Joel E. 2016. « Population and Climate Change »
154 (2): 158-82.
- Daly, Christopher, David R. Conklin, et Michael H.
Unsworth. 2010. « Local atmospheric decoupling in
complex topography alters climate change
impacts ». *International Journal of Climatology* 30
(12): 1857-64. <https://doi.org/10.1002/joc.2007>.
- « Décret n° 2017-1721 du 20 décembre 2017 portant
suppression du Conseil national de sécurité civile -
Légifrance ». s. d. Consulté le 12 janvier 2021.
[https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT0
0036244956/](https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT00036244956/).
- Delmas, Magali A., et Vanessa Cuerel Burbano. 2011.
« The Drivers of Greenwashing ». *California*

- Management Review* 54 (1): 64-87.
<https://doi.org/10.1525/cmr.2011.54.1.64>.
- Dhillon, Gurpreet S., C. M. Ajila, Surinder Kaur, Satinder K. Brar, Mausam Verma, R. D. Tyagi, et Rao Y. Surampalli. 2013. « Greenhouse gas contribution on climate change ». In *Climate Change Modeling, Mitigation, and Adaptation*, 26-61. American Society of Civil Engineers (ASCE).
<https://doi.org/10.1061/9780784412718.ch03>.
- « EU | Climate Action Tracker ». s. d. Consulté le 15 janvier 2021.
<https://climateactiontracker.org/countries/eu/>.
- Fankhauser, Samuel, et Thomas K.J. McDermott. 2014. « Understanding the adaptation deficit: Why are poor countries more vulnerable to climate events than rich countries? » *Global Environmental Change* 27 (1): 9-18.
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.014>.
- « Français — IPCC ». s. d. Consulté le 10 janvier 2021.
<https://www.ipcc.ch/langues-2/francais/>.
- French, Duncan, et Karen Scott. 2009. « International Legal Implications of Climate Change for the Polar Regions: Too Much, Too Little, Too Late ». *Melbourne Journal of International Law* 10.
<https://heinonline.org/HOL/Page?handle=hein.journals/meljil10&id=639&div=&collection=>.
- Gerber, P. J., H. Steinfeld, B. Henderson, A. Mottet, C. Opio, J. Dijkman, A. Falcucci, et G. Tempio. 2013. « Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities. » *Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities*.
- Gifford, Robert. 2011. « The Dragons of Inaction: Psychological Barriers That Limit Climate Change Mitigation and Adaptation ». *American Psychologist* 66 (4): 290-302.
<https://doi.org/10.1037/a0023566>.
- « Global Warming Natural Cycle — OSS Foundation ». s. d. Consulté le 17 décembre 2020.
<http://ossfoundation.us/projects/environment/global-warming/natural-cycle>.
- « Global Warming vs. Climate Change | Resources — Climate Change: Vital Signs of the Planet ». s. d. Consulté le 26 décembre 2020.
<https://climate.nasa.gov/resources/global-warming-vs-climate-change/>.
- Graça Carvalho, Maria da. 2012. « EU energy and climate change strategy ». *Energy* 40 (1): 19-22.
<https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.01.012>.
- Haigh, Nardia, et Andrew Griffiths. 2009. « The natural environment as a primary stakeholder: the case of climate change ». *Business Strategy and the Environment* 18 (6): 347-59.
<https://doi.org/10.1002/bse.602>.
- Harrington, Luke J., David J. Frame, Erich M. Fischer, Ed Hawkins, Manoj Joshi, et Chris D. Jones. 2016. « Poorest countries experience earlier anthropogenic emergence of daily temperature extremes ». *Environmental Research Letters* 11 (5): 055007.
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/5/055007>.
- « Hazard Mitigation Planning | FEMA.gov ». s. d. Consulté le 12 janvier 2021.
<https://www.fema.gov/emergency-managers/risk-management/hazard-mitigation-planning>.
- Hennessy, Thia, Paul Kelly, et James Breen. 2003. « Farm Level Adjustment in Ireland following Decoupling Workshop on Agricultural Policy Reform and Adjustment », n° January.
- Hinkel, Jochen, Robert J. Nicholls, Richard S.J. Tol, Zheng B. Wang, Jacqueline M. Hamilton, Gerben Boot, Athanasios T. Vafeidis, Loraine McFadden, Andrey Ganopolski, et Richard J.T. Klein. 2013. « A global analysis of erosion of sandy beaches and sea-level rise: An application of DIVA ». *Global and Planetary Change* 111 (décembre): 150-58.
<https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2013.09.002>.
- Homsy, George C., et Mildred E. Warner. 2015. « Cities and Sustainability ». *Urban Affairs Review* 51 (1): 46-73.
<https://doi.org/10.1177/1078087414530545>.
- « International climate finance | Action pour le climat ». s. d. Consulté le 14 janvier 2021.
https://ec.europa.eu/clima/policies/international/finance_fr.
- « IPCC — Climate Change 2013 - The Physical Science Basis ». 2013. 2013. <https://www.ipcc.ch/>.
- Jasrotia, A. S., S. D. Dhiman, et S. P. Aggarwal. 2002. « Rainfall-runoff and soil erosion modeling using remote sensing and GIS technique- a case study of tons watershed ». *Journal of the Indian Society of Remote Sensing* 30 (3): 167-80.
<https://doi.org/10.1007/BF02990649>.
- Kane, Sally, et Jason F. Shogren. 2000. « Linking Adaptation and Mitigation in Climate Change Policy ». In *Societal Adaptation to Climate Variability and Change*, 75-102. Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-3010-5_6.
- Lafore, Robert. 2011. « Le cadre politico-administratif local : terroirs, circonscriptions administratives et territoires ». *Vie sociale* 2 (2): 57.
<https://doi.org/10.3917/vsoc.112.0057>.
- Laukkonen, Julia, Paola Kim Blanco, Jennifer Lenhart, Marco Keiner, Branko Cavric, et Cecilia Kinuthia-Njenga. 2009. « Combining climate change adaptation and mitigation measures at the local level ». *Habitat International* 33 (3): 287-92.
<https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2008.10.003>.
- « Les conseillers aux décideurs locaux : la DGFIP au service des élus | Collectivités locales ». s. d. Consulté le 7 janvier 2021. <https://www.collectivites-locales.gouv.fr/conseillers-aux-decideurs-locaux-dgfip-au-service-des-elus>.
- Lewandowsky, Stephan. 2021. « Climate Change, Disinformation, and How to Combat It ». *Annual Review of Public Health* 42 (1).
<https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-090419-102409>.
- Locatelli, Bruno, Giacomo Fedele, Virginie Fayolle, et Alastair Baglee. 2016. « Synergies between adaptation and mitigation in climate change finance ». *International Journal of Climate Change Strategies and Management* 8 (1): 112-28.

- <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-07-2014-0088>.
- « Loi du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile | Vie publique.fr ». s. d. Consulté le 12 janvier 2021. <https://www.vie-publique.fr/loi/269078-loi-du-13-aout-2004-de-modernisation-de-la-securite-civile>.
- Macklin, Mark G., et John Lewin. 2015. « The rivers of civilization ». *Quaternary Science Reviews* 114 (avril): 228-44. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.02.004>.
- Mahlstein, I., R. Knutti, S. Solomon, et R. W. Portmann. 2011. « Early onset of significant local warming in low latitude countries ». *Environmental Research Letters* 6 (3): 034009. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/6/3/034009>.
- Martine, George, et José Eustáquio Diniz Alves. 2019. « Disarray in global governance and climate change chaos ». *Revista Brasileira de Estudos de População* 36. <https://doi.org/10.20947/s102-3098a0075>.
- Martouzet, Denis. 2018. *Le projet fait les acteurs*. Édité par Denis Martouzet. *Le projet fait les acteurs*. Presses universitaires François-Rabelais. <https://doi.org/10.4000/books.pufr.10205>.
- McAlpine, C. A., A. Etter, P. M. Fearnside, L. Seabrook, et W. F. Laurance. 2009. « Increasing world consumption of beef as a driver of regional and global change: A call for policy action based on evidence from Queensland (Australia), Colombia and Brazil ». *Global Environmental Change* 19 (1): 21-33. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.10.008>.
- Mitchell, J. F.B., et T. C. Johns. 1997. « On modification of global warming by sulfate aerosols ». *Journal of Climate* 10 (2): 245-67. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(1997\)010<0245:OMOGWB>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(1997)010<0245:OMOGWB>2.0.CO;2).
- Montgomery, Mark R. 2008. « The urban transformation of the developing world ». *Science*. American Association for the Advancement of Science. <https://doi.org/10.1126/science.1153012>.
- Moser, Susanne C. 2016. « Reflections on climate change communication research and practice in the second decade of the 21st century: What more is there to say? » *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change* 7 (3): 345-69. <https://doi.org/10.1002/wcc.403>.
- Müller, Christoph, Wolfgang Cramer, William L. Hare, et Hermann Lotze-Campen. 2011. « Climate change risks for African agriculture ». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108 (11): 4313-15. <https://doi.org/10.1073/pnas.1015078108>.
- Nearing, MA, F.F. Pruski, et M.R. O'Neal. 2004. « Expected climate change impacts on soil erosion rates: A review ». *Journal of Soil and Water Conservation* 59 (1).
- Nijdam, Durk, Trudy Rood, et Henk Westhoek. 2012. « The price of protein: Review of land use and carbon footprints from life cycle assessments of animal food products and their substitutes ». *Food Policy* 37 (6): 760-70. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.08.002>.
- Noin, Daniel. 1999. « La population des littoraux du monde ». *L'information géographique* 63 (2): 65-73. <https://doi.org/10.3406/ingeo.1999.2632>.
- Nordgren, John, Missy Stults, et Sara Meerow. 2016. « Supporting local climate change adaptation: Where we are and where we need to go ». *Environmental Science and Policy* 66 (décembre): 344-52. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.05.006>.
- Oh, Young-Ju, Myung-Hyun Kim, Young-Eun Na, Sun-Hee Hong, Woen-Ki Paik, et Seong-Tak Yoon. 2012. « Vulnerability Assessment of Soil Loss in Farm area to Climate Change Adaption ». *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer* 45 (5): 711-16. <https://doi.org/10.7745/kjssf.2012.45.5.711>.
- « Paleoclimatology Data | National Centers for Environmental Information (NCEI) formerly known as National Climatic Data Center (NCDC) ». s. d. Consulté le 17 décembre 2020. <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/paleoclimatology-data>.
- Pearson, Richard G. 2006. « Climate change and the migration capacity of species ». *Trends in Ecology and Evolution*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.11.022>.
- Petit, J R, J Jouzel, D Raynaud, N I Barkov, J.-M Barnola, I Basile, M Bender, et al. 1999. « Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica The recent completion of drilling at Vostok station in East ». *Nature* 399: 429-36. www.nature.com.
- Pielke, Roger A. 2004. « What is Climate Change? » *Energy & Environment* 15 (3): 515-20. <https://doi.org/10.1260/0958305041494576>.
- Pielke, Roger A., Andy Pitman, Dev Niyogi, Rezaul Mahmood, Clive McAlpine, Faisal Hossain, Kees Klein Goldewijk, et al. 2011. « Land use/land cover changes and climate: Modeling analysis and observational evidence ». *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change* 2 (6): 828-50. <https://doi.org/10.1002/wcc.144>.
- « Plan d'action 2012-2017 visant la réduction des émissions de GES pour Ville de Saint-Basile-le-Grand Version finale Programme Climat municipalités ». s. d.
- Plehwe, Dieter. 2014. « Think tank networks and the knowledge-interest nexus: The case of climate change ». *Critical Policy Studies* 8 (1): 101-15. <https://doi.org/10.1080/19460171.2014.883859>.
- Popp, Alexander, Hermann Lotze-Campen, et Benjamin Bodirsky. 2010. « Food consumption, diet shifts and associated non-CO2 greenhouse gases from agricultural production ». *Global Environmental Change* 20 (3): 451-62. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.02.001>.
- « Probability Density Function | PDF | Distributions ». s. d. Consulté le 10 janvier 2021. https://www.probabilitycourse.com/chapter4/4_1_1_pdf.php.
- Qu, Xin, et Alex Hall. 2006. « Assessing Snow Albedo Feedback in Simulated Climate Change ». http://www-pcmdi.llnl.gov/ipcc/model_.
- « Réchauffement climatique : quelles conséquences sur l'eau ? | Centre d'information sur l'eau ». s. d.

- Consulté le 25 novembre 2020. <https://www.cieau.com/eau-transition-ecologique/enjeux/rechauffement-climatique-les-consequences-sur-leau/>.
- « Représentation cartographique de l'eau sur Terre : une petite bulle à préserver ». s. d. Consulté le 28 décembre 2020. https://www.notre-planete.info/actualites/3393-eau_Terre.
- Ripple, William J., Pete Smith, Helmut Haberl, Stephen A. Montzka, Clive McAlpine, et Douglas H. Boucher. 2014. « Ruminants, climate change and climate policy ». *Nature Climate Change*. Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/nclimate2081>.
- Rochester, M. G. 1970. « Polar Wobble and Drift: A Brief History ». In , 3-13. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-010-3308-4_1.
- Roig, Charles. 1968. « Planificateurs et planification aux États-Unis ». *L'Actualité économique* 44 (1): 81. <https://doi.org/10.7202/1003000ar>.
- Samson, J., D. Berteaux, B. J. McGill, et M. M. Humphries. 2011. « Geographic disparities and moral hazards in the predicted impacts of climate change on human populations ». *Global Ecology and Biogeography* 20 (4): 532-44. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00632.x>.
- Sarewite, Daniel, Roger A. Pielke, et Radford Byerly, éd. 2000. *Prediction: Science, Decision Making, and the Future of Nature*. Island Pre. https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=OOnxEU-deAUC&oi=fnd&pg=PA361&dq=decision+making+and+the+future+of+nature+understanding+and+using+predictions&ots=F5qYIR_get&sig=hl4TmKOYNEHC2SEnJVTGvWDDbhw#v=onepage&q&f=false.
- Schellnhuber, H. J., B. Hare, O. Serdeczny, M. Schaeffer, S. Adams, F. Baarsch, S. Schwan, et al. 2013. « Turn down the heat: climate extremes, regional impacts, and the case for resilience. » *Turn down the heat: climate extremes, regional impacts, and the case for resilience*.
- Schleussner, Carl Friedrich, Tabea K. Lissner, Erich M. Fischer, Jan Wohland, Mahé Perrette, Antonius Golly, Joeri Rogelj, et al. 2016. « Differential climate impacts for policy-relevant limits to global warming: The case of 1.5 °c and 2 °c ». *Earth System Dynamics* 7 (2): 327-51. <https://doi.org/10.5194/esd-7-327-2016>.
- Schmidinger, Kurt, et Elke Stehfest. 2012. « Including CO2 implications of land occupation in LCAs-method and example for livestock products ». *International Journal of Life Cycle Assessment* 17 (8): 962-72. <https://doi.org/10.1007/s11367-012-0434-7>.
- Semenza, Jan C., David E. Hall, Daniel J. Wilson, Brian D. Bontempo, David J. Sailor, et Linda A. George. 2008. « Public Perception of Climate Change. Voluntary Mitigation and Barriers to Behavior Change ». *American Journal of Preventive Medicine*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2008.08.020>.
- Small, Christopher, et Robert J Nicholls. 2003. « A Global Analysis of Human Settlement in Coastal Zones ». *Source: Journal of Coastal Research*. Vol. 19. <https://about.jstor.org/terms>.
- Smith, Joel B., Thea Dickinson, Joseph D.B. Donahue, Ian Burton, Erik Haites, Richard J.T. Klein, et Anand Patwardhan. 2011. « Development and climate change adaptation funding: Coordination and integration ». *Climate Policy* 11 (3): 987-1000. <https://doi.org/10.1080/14693062.2011.582385>.
- Smith, Pete, Helmut Haberl, Alexander Popp, Karl Heinz Erb, Christian Lauk, Richard Harper, Francesco N. Tubiello, et al. 2013. « How much land-based greenhouse gas mitigation can be achieved without compromising food security and environmental goals? » *Global Change Biology*. <https://doi.org/10.1111/gcb.12160>.
- Stern, Nicholas. 2007. « The Economics of Climate Change: The Stern Review ». Google Livres. 2007. https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=U-VmlrGGZgAC&oi=fnd&pg=PA1&ots=9fm1-viqlc&sig=XYeHXrSevhnnFPkuC_1-w3uv_sE&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.
- Trueck, Stefan, Wylie Bradford, Ann Henderson-Sellers, Supriya Mathew, S Trück, W Bradford, A Henderson-Sellers, et al. 2010. « Assessing climate change adaptation options for local government ». <https://www.researchgate.net/publication/301893453>.
- « Un pacte vert pour l'Europe | Commission européenne ». s. d. Consulté le 14 janvier 2021. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_fr.
- Unfccc. s. d. « Paris Agreement French ».
- . s. d. « United Nations Framework Convention on Climate Change ».
- Wan, Kevin K.W., Danny H.W. Li, Wenyan Pan, et Joseph C. Lam. 2012. « Impact of climate change on building energy use in different climate zones and mitigation and adaptation implications ». *Applied Energy* 97 (septembre): 274-82. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.11.048>.
- Westerhoff, Lisa, et Sirkku Juhola. 2010. « Science-policy linkages in climate change adaptation in Europe ». *International Journal of Climate Change Strategies and Management* 2 (3): 222-41. <https://doi.org/10.1108/17568691011063024>.
- Woodward, Alistair, Kirk R. Smith, Diarmid Campbell-Lendrum, Dave D. Chadee, Yasushi Honda, Qiyong Liu, Jane Olwoch, et al. 2014. « Climate change and health: On the latest IPCC report ». *The Lancet*. Lancet Publishing Group. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60576-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60576-6).
- Wu, Zhuoting, Hongjun Zhang, Crystal M. Krause, et Neil S. Cobb. 2010. « Climate change and human activities: A case study in Xinjiang, China ». *Climatic Change* 99 (3): 457-72. <https://doi.org/10.1007/s10584-009-9760-6>.

Directeur de recherche :

Vincent ROTGE

Dorian NEUTRE

PFE/DAE5

UIT/ADAGE

2020-2021

Titre : Mesures urbaines d'adaptation et d'atténuation face au Changement
Climatique : Un compromis entre besoins, moyens et freins

Résumé : (250 mots environ)

Dans un contexte incertain de changement climatique global, les décideurs doivent faire face à la nécessité de protéger leurs populations sans pour autant savoir quoi faire pour cela. Disposant d'un budget limité, ils doivent relever le défi d'évoluer dans un environnement où le changement climatique est abordé avec austérité, lorsqu'il n'est pas simplement ignoré. Ce rapport tente d'explorer le changement climatique comme un obstacle que les décideurs doivent surmonter, avec les freins et leviers propres à leurs environnements politiques et socio-économiques. De l'évaluation des risques au choix final de la stratégie à adopter, les décideurs cheminent tant bien que mal au milieu des agendas multiples et des influences des lobbies afin de préserver leurs populations.

Mots Clés : changement climatique – stratégie d'atténuation – stratégie d'adaptation – décideurs locaux – espaces urbains