

CHANGEMENT CLIMATIQUE PASSER DES COÛTS DE L'INACTION AUX BESOINS POUR L'ACTION

Vivian Dépoues

Chef de projet Adaptation au changement climatique, IACE-Institut de l'Économie pour le Climat

Cet article analyse pourquoi il est crucial de développer la connaissance sur les ressources à mobiliser pour qu'émergent les processus d'adaptation au changement climatique en complément des nombreux travaux sur les bénéfices nets de l'anticipation. Il montre que se concentrer sur cet aspect permet de dépasser les difficultés les plus fréquemment identifiées en levant les verrous relatifs aux horizons de temps de l'analyse ou au choix des scénarios de changement climatique considérés. Adopter cette perspective demande de mieux tenir compte de la spécificité de chaque situation en considérant les coûts des premières mesures d'adaptation mais également des coûts inhérents à l'amorce du processus d'adaptation en tant que tel, liés à la mise en place des espaces de gouvernances appropriés et à la mobilisation de l'ingénierie nécessaire.

Mots clés : adaptation au changement climatique ; coût de l'inaction ; effets distributifs ; besoins de politiques publiques ; incertitudes.

Historiquement, une grande partie des travaux économiques sur l'adaptation au changement climatique a cherché à comparer les coûts de l'adaptation – elle est pensée comme une action d'anticipation pour se préparer aux effets du changement climatique – et les coûts de la non-action que représenterait notamment la matérialisation de ces impacts (Heuson, Gawel et Lehmann, 2014 ; Perthuis, Hallegatte et Lecocq, 2010 ; ECONADAPT, 2017). Très globaux, ces résultats doivent être mis en relation avec un autre pan de la littérature s'intéressant aux situations d'adaptation dans leurs particularités (voir par

exemple, Eisenack *et al.*, 2014 ; Oberlack et Eisenack, 2018). En effet, conclure à un bénéfice final net de l'anticipation ne suffit souvent pas à assurer que les conditions de déclenchement de l'action seront systématiquement réunies. Des enjeux de distribution des coûts et des bénéfices dans le temps et entre acteurs sont par exemple à prendre en compte. Cet article défend qu'en complément de l'effort de recherche sur les bénéfices nets de l'anticipation il est crucial de développer les connaissances sur les moyens à mobiliser dès aujourd'hui et dans les prochaines années, pour qu'émergent des dynamiques d'adaptation vertueuses. Comme nous l'expliquons dans la section 1, qualifier et quantifier ces besoins est une étape nécessaire pour concevoir des politiques d'adaptation ambitieuses et efficaces. Pour y parvenir nous proposons une approche qui se concentrerait sur les étapes en amont des démarches puis à raisonner sous forme de trajectoires d'adaptation. Adopter cette perspective permettrait de dépasser certaines impasses méthodologiques sur lesquelles nous revenons dans la section 2. Cette approche inviterait alors à prêter une attention particulière à trois types de besoins — de gouvernance, d'ingénierie et de viabilisation des modèles économiques adaptés — dont la prise en charge requiert des moyens spécifiques que nous détaillons dans la section 3. Nous concluons qu'une telle approche invite à être particulièrement attentif à des coûts de natures assez variées et à la cohérence des moyens à mobiliser.

1. Compléter l'argument des coûts de l'inaction en s'intéressant aux conditions d'émergence de l'adaptation

1.1. Un consensus sur les bénéfices de l'anticipation qui ne suffit pas à déclencher l'action

Une part importante de la littérature sur l'économie de l'adaptation cherche à évaluer le coût de l'adaptation (entendue comme une action d'anticipation des évolutions du climat) et à le mettre en perspective du coût de l'inaction, selon une approche classique de type analyse coûts-bénéfices.

Ces approches permettent d'aboutir à des évaluations agrégées des coûts de l'action comparés aux coûts de l'inaction en matière d'adaptation qui seraient notamment les coûts des dommages causés par les aléas climatiques. Ces évaluations sont réalisées à différentes échelles, locales, régionales ou globales, à l'échelle de toute l'économie ou de

secteurs particuliers¹ (Feyen *et al.*, 2020). Des initiatives comme le projet européen COACCH² dressent des panoramas de ces évaluations (COACCH, 2021).

Si les résultats chiffrés varient assez significativement d'une étude à l'autre – du fait des hypothèses à prendre pour rendre l'analyse possible – la plupart des études existantes tend à démontrer que les coûts de l'action sont toujours inférieurs à ceux de l'inaction. À titre d'exemple, les modélisations à l'échelle globale citées par Hallegatte *et al.* (2018) aboutissent à un résultat selon lequel les bénéfices de l'adaptation sont environ deux fois plus importants que ses coûts. Ces travaux mettent également en avant les avantages d'une action précoce, se concentrant dans un premier temps sur les mesures sans regret (*i.e.* dont les bénéfices sont avérés, peu importe la trajectoire de changement climatique effectivement suivie), les mesures combinant plusieurs bénéfices (en termes d'adaptation, de réduction de la pauvreté, etc.) et les mesures adaptables dans le temps ou robustes (*i.e.* satisfaisantes dans une grande variété de futurs climatiques possibles). Les recherches de la Commission mondiale sur l'adaptation (*Global Commission on Adaptation*, 2019) ont par exemple mis en avant les avantages de cinq catégories d'actions parmi lesquelles la mise en place d'infrastructures plus résilientes et le développement des systèmes d'alerte. Au niveau mondial, un investissement de 1 800 milliards de dollars entre 2020 et 2030 pourrait ainsi générer un bénéfice net de plus de 7 000 milliards de dollars.

Un tel chiffrage parvient à tenir compte de manière cohérente de plusieurs types de bénéfices de l'adaptation. Ces travaux de la Commission mondiale sur l'adaptation ont ainsi recours à la notion de « triple dividende » (repris par la Commission européenne dans sa stratégie d'adaptation) et incluent dans leurs calculs (i) les co-bénéfices économiques de l'adaptation, comme l'accélération de l'innovation ou l'amélioration de la productivité induites, (ii) les bénéfices sociaux et environnementaux (dans l'esprit de l'analyse socio-économique) et (iii) les pertes évitées. Cette vision est donc très englobante et reste en

1. Des modélisations économiques d'une assez grande diversité sont utilisées pour évaluer les impacts de différents scénarios de changement climatique selon les secteurs et niveaux d'analyse. Le plus souvent les analyses sont conduites à partir de modèles d'impact sectoriels dont les résultats sont utilisés dans des modèles d'équilibre économique partiel ou général pour déterminer les impacts macro-économiques.

2. CO-designing the Assessment of Climate CHange costs <https://www.coacch.eu> – consulté le 03/03/2021

revanche muette sur la façon dont se répartissent les coûts et se distribuent ces bénéfices de l'adaptation. Elle ne dit rien non plus sur ce qui permet à une action d'adaptation d'émerger ou pas. Or ces questions sont fondamentales pour comprendre quelles sont les conditions à réunir pour déclencher l'action et qui peut y être incité.

Tableau de synthèse de la revue des connaissances existantes sur les coûts économiques du changement climatique et des politiques d'adaptation en Europe

Risque/secteur	Périmètre de l'analyse économique/de politique	Estimation des coûts
Littoraux et tempêtes côtières	Traitement complet des impacts économiques de l'érosion et de la submersion aux niveaux européen, nationaux et locaux. Des analyses appliquées de politiques d'adaptation incluant notamment des processus de décision en incertitude radicale (DMDU).	✓✓✓
Inondations, y compris infrastructures	Bonne couverture aux niveaux européen, nationaux et locaux en particulier pour les inondations fluviales (moins pour les inondations urbaines). Des analyses économiques appliquées de politiques d'adaptation (y compris en incertitude)	✓✓✓
Agriculture	Bon traitement économique aux niveaux européen et nationaux (en équilibre partiel et général). Quelques études économiques sur l'adaptation des exploitations agricoles et du commerce. Des analyses économiques émergentes des politiques d'adaptation du secteur.	✓✓
Énergie	Des études sur les conséquences économiques de l'évolution de la demande en énergie (chauffage, refroidissement) et de l'offre des différentes technologies (hydroélectrique, éolien, solaire, thermique). Nombreuses études économiques sur les politiques d'atténuation mais plus faible couverture des politiques d'adaptation et des impacts systémiques sur l'approvisionnement énergétique.	✓✓
Santé	Bonne appréhension des effets économiques la mortalité liée à la chaleur aux niveaux européen et nationaux. Quelques estimations pour les maladies d'origine alimentaire. Traitement moins complet des autres impacts. Des données économiques émergentes sur les politiques d'adaptation (à la chaleur).	✓✓
Transport	Quelques études européennes sur les infrastructures routières et ferroviaires (surtout sur les impacts d'événements extrêmes). Études limitées sur l'air et les effets indirects. Analyse économique limitée des politiques d'adaptation dans le secteur.	✓✓
Tourisme	Études européennes et nationales sur le tourisme balnéaire (Méditerranée) et le tourisme de ski en hiver (Alpes). Peu d'informations sur le tourisme vert et les autres types de tourisme. Faible niveau d'analyse économique des politiques d'adaptation dans le secteur.	✓✓
Forêts et pêcheries	Études limitées des impacts économiques sur l'exploitation forestière (productivité). Quelques études sur les incendies de forêt en Europe. Aucune étude économique sur les parasites et les maladies. Analyses limitées des impacts économiques sur les pêcheries marines ou d'eau douce.	✓
Gestion de l'eau	Quelques études du bilan offre-demande aux niveaux nationaux et au niveau de bassins versants (avec analyse des déficits hydriques), mais absence d'études de coûts à l'échelle européenne. Analyses limitées des impacts économiques de l'adaptation et des politiques d'adaptation intersectorielles.	✓
Entreprises, services et industries	Peu de données issues d'études quantitatives. Quelques études sur la productivité du travail. Analyse limitée des impacts économiques sur les chaînes d'approvisionnement.	✓

(suite) Tableau de synthèse de la revue des connaissances existantes sur les coûts économiques du changement climatique et des politiques d'adaptation en Europe

Risque/ secteur	Périmètre de l'analyse économique/de politique	Estimation des coûts
Analyse macro-économique	Plusieurs études paneuropéennes utilisant des modèles d'équilibre général. Faible prise en compte des effets sur les déterminants de la croissance, de l'emploi ou de la compétitivité.	✓
Biodiversité et services écosystémiques	Très peu de données scientifiques sur les impacts économiques. Les études économiques sur les politiques d'adaptation sont limitées (uniquement des études sur les coûts de restauration des écosystèmes).	x
Points de bascule climatiques	Quelques études sur les coûts d'une élévation importante du niveau de la mer en Europe (>1m). Faible couverture économique sur les autres points de bascule climatiques biophysiques.	✓/ x
Points de bascule socio-économiques	Intérêt émergent pour les points de bascule socio-économiques (migration, chocs alimentaires) mais pas d'analyse économique documentée.	x

✓✓✓ : Largement couvert par la littérature ; ✓✓ : Moyennement couvert par la littérature ; ✓ : Faiblement couvert par la littérature ; x : Constat d'un manque dans la littérature.

COACCH. 2018. « The Economic Cost of Climate Change in Europe: Synthesis Report on State of Knowledge and Key Research Gaps », *Policy brief by the COACCH project*. Editors: Paul Watkiss, Jenny Troeltzsch, Katriona McGlade. Mai 2018. Traduction de l'auteur.

1.2. Des barrières à lever pour réunir les conditions d'émergence des actions d'adaptation

Un autre pan de la littérature s'intéresse de plus près à ces aspects au travers de l'étude des barrières à l'adaptation (Eisenack *et al.*, 2014 ; Oberlack et Eisenack, 2018). Différentes typologies de barrières sont proposées : barrières à différentes étapes du cycle de vie des projets et à différents niveaux d'actions et barrières de différentes natures (économiques et financières mais également cognitives et comportementales, institutionnelles et de gouvernance). Sont ainsi discutés la prise en compte des incertitudes, la compatibilité des horizons de temps en jeu, les asymétries d'information entre acteurs, la capacité à internaliser les coûts et les bénéfices de l'adaptation dans les processus de décision, la distribution des coûts et des bénéfices, l'accès aux ressources nécessaires pour intégrer l'adaptation dans les projets, l'accès au financement pour prendre en charge les surcoûts liés à l'adaptation, la coordination entre acteurs ou encore la fragmentation des responsabilités (Sainz de Murieta, Galarraga et Markandya, 2014 ; *Climate Finance Advisors*, 2019 ; *Global Commission on Adaptation*, 2019 ; Heuson, Gawel et Lehmann, 2014 ; Moser et Ekstrom, 2010 ; Biesbroek *et al.*, 2011).

C'est souvent la forte composante collective de l'adaptation et ses effets distributifs (entre acteurs et dans le temps) qui s'avèrent problématiques. En effet, l'action ou la non-action de certains acteurs peut entraîner des conséquences directes (des externalités) sur la capacité d'adaptation d'autres acteurs (Heuson, Gawel et Lehmann, 2014 ; Schneider, 2014). La construction d'une retenue d'eau par des exploitants agricoles impacte par exemple la disponibilité de la ressource pour les autres usagers du bassin versant en aval. Par ailleurs, ceux qui sont en capacité, techniquement ou financièrement, de déployer des actions d'adaptation ne sont pas toujours ceux qui en retireront les bénéfices (Tompkins et Eakin, 2012). Quand ces bénéfices sont largement distribués, ils peuvent par ailleurs être difficiles, voire impossibles à internaliser, en tous cas sur les durées considérées dans les analyses économiques standard.

Ces différents travaux mettent tous en évidence l'intrication des dimensions économiques et de gouvernance (Huitema *et al.*, 2016). Ils invitent à s'intéresser de plus près aux conditions d'émergence des actions et à considérer attentivement les conséquences de la prise en compte des évolutions climatiques sur les modèles économiques.

À partir de ces résultats, nous défendons donc qu'en complément de l'effort de recherche sur les bénéfices nets de l'adaptation il est crucial de développer les connaissances sur les moyens à mobiliser à court terme pour réunir ces conditions afin qu'émergent des dynamiques vertueuses. Cela est d'autant plus important qu'à l'heure actuelle les efforts d'adaptation semblent toujours loin de l'optimum économique mis en avant par ces études, dans le monde comme en France (UNEP, 2021 ; Haut conseil pour le climat, 2021 ; Sénat, 2020).

2. Un raisonnement qui permet de dépasser les trois principaux obstacles méthodologiques à l'évaluation des coûts de l'adaptation

Le développement des analyses de type coûts-bénéfices évoquées plus haut a donné lieu à d'importants débats méthodologiques. Parmi ceux les plus souvent relevés on peut citer la difficulté à définir le scénario de référence (*i.e.* sans adaptation) par rapport auquel sont mesurés les coûts et bénéfices ; la définition du niveau d'adaptation à atteindre ; la manière dont tenir compte des incertitudes sur les évolutions du climat ou la question de l'actualisation (Hallegatte, 2006 ;

Sainz de Murieta, Galarraga et Markandya, 2014 ; Hallegatte *et al.*, 2018). Des auteurs remarquent également les limites de ces approches qui ne sont souvent pas les mieux à même de tenir compte des externalités non monétisables (Rouillard *et al.*, 2016).

Il n'est pas rare que ces éléments soient évoqués pour expliquer la difficulté à évaluer précisément les besoins d'adaptation, ce qui a pour conséquence de ralentir sa mise en œuvre opérationnelle. Pourtant, en s'intéressant d'abord aux premières étapes puis en raisonnant sous forme de trajectoires d'adaptation, il est possible de dépasser les trois principaux obstacles méthodologiques les plus fréquemment énoncés – le choix d'un horizon temporel (2.1) ; la détermination du scénario de réchauffement à considérer (2.2) et la capacité à isoler ce qui relève directement de l'adaptation (2.3) – comme nous le montrons dans cette section.

2.1. Le choix d'un horizon temporel

La première question qui se pose est celle de l'horizon temporel de l'analyse. Cette question est effectivement bloquante lorsque l'objectif est de sommer des coûts et des flux de revenus et de les actualiser sur une période – le choix de la période (et du taux d'actualisation) pouvant être déterminant du résultat. En revanche, si la question est d'abord celle des moyens à engager dès maintenant et étape par étape pour se mettre en capacité de s'adapter, alors l'obstacle s'estompe.

L'adaptation est en effet décrite plus précisément comme un processus que comme un état final. Elle est itérative et continue pour répondre à des évolutions du climat qui sont-elles mêmes continues. Au cours des prochaines décennies, l'adaptation ne consistera pas à passer d'une situation optimisée pour un état climatique stable A à une situation optimisée pour un état climatique stable B, mais bien à faire des choix adaptés à une situation de changement.

La question temporelle se résout donc moins dans l'absolu par le choix d'un horizon de référence unique que de façon relative à la décision en jeu. C'est par exemple la durée de vie de l'actif dans lequel on est en train d'investir qui doit déterminer le niveau d'adaptation à considérer puisque le défi est que cet actif soit en mesure d'assurer sa fonction de manière satisfaisante au travers de toutes les conditions climatiques qu'il va rencontrer au cours de sa vie. Plusieurs moments d'intervention opportuns peuvent donc être identifiés au fil des cycles de renouvellement des actifs et des décisions stratégiques.

L'évaluation des besoins pour l'adaptation peut donc s'envisager de manière dynamique et être séquencée sous la forme de trajectoires (cf. encadré) combinant des actions qui peuvent aller de l'ajustement jusqu'à des transformations plus structurelles au fil du temps (Haasnoot *et al.*, 2020 et 2013). Sans opposer court terme et long terme, il est possible d'amorcer maintenant des transformations difficilement réversibles ou de préférer commencer par des actions de plus court terme (par exemple renforcer une digue) tout en se donnant les moyens préparant la suite (par exemple le déplacement d'activités dans des zones moins exposées). Cela permet de se préparer à agir sans pour autant surinvestir à priori.

Encadré 1. Trajectoires d'adaptation

L'approche par trajectoires d'adaptation est une forme de « planification dynamique » au service d'un mode de gestion « souple et progressif, reposant sur une démarche d'évaluation et d'ajustement en continu des mesures d'adaptation à mesure que les connaissances se développent et que les conditions climatiques et socio-économiques évoluent » (ADEME, 2018).

Cette démarche des *adaptation pathways* est issue de différents travaux européens à la suite d'expériences comme l'adaptation de l'estuaire de la Tamise au Royaume-Uni à la hausse du niveau marin ou la gestion de l'eau aux Pays-Bas (Haasnoot *et al.*, 2020 et 2013 ; UK Environment Agency, 2011 et 2021 ; Magnan, Anisimov et Dépoues, 2020).

Comme le résume l'ADEME dans son outil TACCT qui en reprend la logique (ADEME, 2018), « l'approche par trajectoires d'adaptation reconnaît qu'il y a souvent plusieurs façons de répondre aux enjeux du changement climatique et qu'une combinaison d'actions, dont certaines sont à mettre en œuvre dès à présent et d'autres réservées pour l'avenir (en fonction de l'évolution du contexte climatique et socio-économique) constitue une manière efficace et robuste de s'adapter au changement climatique. Les trajectoires d'adaptation, qui combinent et séquencent les actions envisagées, peuvent être positionnées dans un diagramme, offrant la possibilité de visualiser les différents chemins possibles pour satisfaire aux objectifs d'adaptation aujourd'hui et sur le long terme ».

2.2. La détermination d'un scénario de réchauffement

Pour certains, il ne sera pas possible d'évaluer les besoins d'adaptation tant que l'on ne sera pas en mesure de définir précisément à quoi il faut s'adapter, c'est-à-dire à quels impacts précis du changement climatique correspond un certain niveau de réchauffement. En effet,

selon que l'on suive une trajectoire d'augmentation des températures globales moyennes de +2, +3 ou +4°C à la fin du siècle, les conséquences seront très différentes.

Or, si le climat jusqu'à 2050 semble en partie déjà déterminé par nos émissions passées (GIEC, 2018), celui de la deuxième moitié du siècle dépendra largement de la trajectoire d'émissions de gaz à effet de serre de l'économie mondiale et donc de l'atteinte ou pas des objectifs de l'Accord de Paris de 2015. Certaines décisions prises aujourd'hui – par exemple en termes d'aménagement ou de développement de certaines infrastructures – engageant au-delà de 2050, seront impossibles à adapter tant que l'incertitude demeure.

Ce raisonnement sous-entend que toute décision se fonde nécessairement sur une logique déterministe alors que c'est loin d'être le cas. Dans un contexte de relative certitude, on peut chercher la solution qui minimise les coûts et maximise les bénéfices pour une situation donnée. Mais dans des situations moins déterminées, d'autres critères d'optimisation sont utilisables : par exemple un critère de minimisation des regrets, consistant à chercher la solution qui sera la moins mauvaise dans un maximum d'éventualités (Colombo et Byer, 2012). Ce type de raisonnement est – formellement ou non – très largement répandu dans des domaines habitués à des contextes de fortes incertitudes. Les dirigeants publics n'attendent par exemple de certitudes sur l'évolution de la situation géopolitique pour prendre des décisions de politique étrangère.

La nouveauté n'est donc pas tant dans la capacité à composer avec des variables incertaines qu'à ranger les conditions climatiques – qui ont longtemps pu être traitées comme des constantes – dans cette catégorie. Les risques climatiques changent de nature, ils ne sont plus aussi facilement probabilisables et cela impacte la manière dont doit être conçue une infrastructure ou dimensionné un mécanisme de couverture des risques. Ces évolutions ont des conséquences, y compris en termes de ressources nécessaires pour opérer le changement de perspective, mais ne constituent pas en soi un obstacle à l'organisation de l'adaptation.

La difficulté réside dans l'ouverture à laquelle amène cette situation d'incertitude³. Il n'y a plus de meilleure réponse unique, indépendamment des préférences des décideurs et des parties-prenantes à la décision. L'attitude à privilégier dépend de ce qui est en jeu et du niveau de risque acceptable pour ces acteurs (Crozet, 2004).

Évaluer les moyens à mobiliser pour l'adaptation c'est donc aussi évaluer les moyens à mobiliser pour être en mesure de décider de l'attitude à adopter. Adopter cette perspective amène à quantifier les coûts associés à l'analyse de la situation, au choix d'options robustes (*i.e.* satisfaisantes dans une large gamme de futurs possibles) ou flexibles (réversibles ou évolutives) et enfin à la gestion du risque résiduel qui est finalement accepté. Des outils d'analyse économique existent pour chiffrer précisément ces coûts, par exemple en chiffrant des « valeurs d'options » (Marchau *et al.*, 2019 ; Dessai et Hulme, 2004 ; S. Hallegatte *et al.*, 2012 ; Dittrich, Wreford et Moran, 2016).

2.3. La spécificité et l'additionnalité des actions d'adaptation

Il n'est pas toujours simple de déterminer avec précision quels besoins émergent spécifiquement pour s'adapter aux conséquences du changement climatique, d'une part parce qu'une même action peut être entreprise pour répondre à plusieurs défis et, d'autre part, parce que même les actions dont la finalité première est l'adaptation ont souvent des cobénéfices.

Certains auteurs encouragent même à adopter une définition volontairement large en décrivant comme adaptés tous les projets pensés de manière « intelligente », en ayant tenu compte des dynamiques d'évolution multiples avec lesquelles ils vont devoir composer⁴ (Banque mondiale, 2020).

L'exercice d'attribuer un coût spécifiquement à l'adaptation est en réalité purement comptable et dépend totalement de ce que l'on souhaite évaluer. Dans la perspective qui nous occupe d'estimer quels sont les moyens à mobiliser pour l'adaptation, des questions simples peuvent guider le raisonnement. Il est par exemple possible de se demander si, prendre en compte explicitement le changement climatique fait une différence par rapport à une situation où la question ne serait pas expressément posée : est-ce que cela modifie qualitativement ou quantitativement les besoins ? De même, pour déterminer si une ressource engagée peut être considérée comme contribuant à l'adaptation, il est possible de se demander si l'existence ou non de

3. On notera que l'incertitude liée aux scénarios de réchauffement n'est qu'une des incertitudes sur le niveau de changement climatique : la non-linéarité des phénomènes climatiques et les limites des outils de modélisation en sont deux autres sources (Hawkins et Sutton, 2009 ; Henry, 2013).

4. Dans cette perspective, l'adaptation rime d'abord avec un développement « intelligent » (« rapide, inclusif et adapté »).

cette ressource fait une différence sur la capacité à faire avec le changement climatique : a-t-elle un effet sur une des composantes de l'équation du risque (l'aléa, l'exposition, la vulnérabilité ou la capacité d'adaptation) ? Des moyens peuvent être préexistants mais voir leur pertinence renforcée dans un contexte de changement climatique (*i.e.* sans ces moyens le système considéré serait moins préparé, plus vulnérable), ou totalement nouveaux, en prenant la forme d'un surcoût ou d'un coût *ad-hoc*.

3. Une approche qui invite à prêter une attention particulière à trois types de besoins pour qu'émergent des actions d'adaptation

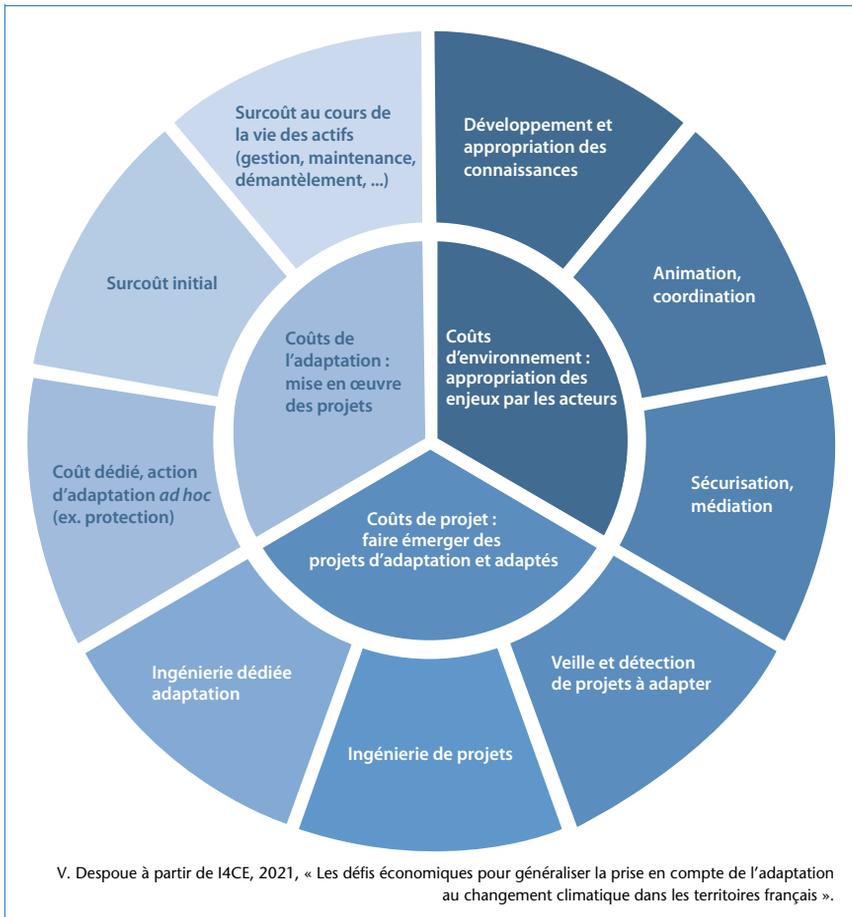
L'enjeu est donc d'abord de qualifier et de quantifier les moyens à mobiliser dès maintenant, avec le niveau de connaissance dont on dispose pour faire en sorte que la question des évolutions du climat soit posée explicitement dans les processus de décision engageant sur le long terme. Il est ensuite de définir, en fonction des préférences des acteurs⁵, quels sont les coûts de l'adaptation proprement dite (coûts de projets spécifiques dont la finalité première est l'adaptation ou surcoût pour adapter des projets qui poursuivent d'abord d'autres objectifs) et comment ces coûts peuvent s'échelonner dans le temps. En d'autres termes, il s'agit de mieux appréhender les coûts du processus d'adaptation comme on parlerait d'un processus qualité dans une entreprise et les coûts de l'adaptation elle-même comme on parlerait des coûts de la qualité.

Ce travail est nécessaire pour structurer les débats collectifs et les arbitrages sur les besoins et la répartition des ressources publiques. Il constitue également un prérequis pour établir des plans de financement de l'adaptation, à l'échelle nationale comme aux échelles territoriale et organisationnelle, et crédibiliser ainsi les feuilles de route qui commencent à émerger.

5. Le travail est faisable peu importe le niveau de consensus entre les acteurs. Dans les cas où tout le monde est d'accord sur ce qu'il faut faire et dans quel ordre il suffit de chiffrer les actions. Dans les cas plus controversés, il est d'ores et déjà possible de chiffrer les mesures sans-regret auxquelles personne ne s'oppose puis d'identifier quelles actions vont permettre d'avancer dans la discussion. L'état de controverse peut également amener à moins considérer des actions d'anticipation fortes (car elles ne rassemblent pas de consensus) et donc plus de coûts liés à la gestion au fil de l'eau ou en réaction des impacts qui n'auront pas été anticipés.

Poser systématiquement la question des évolutions du climat dans la décision structurante n'est ni évident ni immédiat. En cherchant à traduire en termes économiques les principales barrières rencontrées par les acteurs territoriaux cherchant à le faire en France (I4CE et Ramboll, 2021a et 2021b), nous avons pu établir trois grands enjeux : (3.1) un enjeu de gouvernance pour permettre l'établissement d'un environnement propice ; (3.2) un enjeu d'ingénierie pour intégrer l'adaptation dans les projets et (3.3) un enjeu de viabilisation de modèles économiques adaptés. La prise en charge de chacun de ces enjeux génère des besoins de moyens spécifiques.

Typologie des coûts théoriques de l'adaptation issue du projet Finadapter (I4CE, Ramboll 2021)



3.1. Gouvernance : établir un environnement économique et institutionnel propice à l'adaptation

Parce qu'elle nécessite d'organiser des choix collectifs en incertitude et qu'elle est potentiellement elle-même génératrice d'incertitudes – liées notamment aux manques de retours d'expériences –, qu'elle implique souvent de nombreux acteurs, déborde les cadres administratifs habituels et peut être source de tensions, voire de conflits, l'adaptation pose avant tout un défi en termes de gouvernance. Ce constat a pour conséquence une importance cruciale des espaces, temps et dispositifs institutionnels qui définissent un « environnement propice⁶ » à la structuration de projets adaptés, socialement acceptables et économiquement viables (OECD, 2015). Cet environnement propice est caractérisé par l'ensemble des conditions qui permettent aux parties-prenantes d'exprimer leurs besoins et leurs priorités, éventuellement de négocier et de s'entendre sur la stratégie à suivre.

Les caractéristiques de ce type d'environnement citées de manière récurrente par les acteurs interrogés sont : un accès à l'information facilité, l'ouverture à une diversité de parties-prenantes (et donc l'existence d'espaces d'échange et de modalités de prise de décision adaptées à cette diversité) et à la fois une flexibilité des cadres normatifs et une forme de stabilité des objectifs et des règles du jeu. L'émergence⁷ et l'entretien d'un tel environnement est aussi une source de coûts pour informer, sensibiliser puis animer la discussion. Prendre en charge ces coûts et faciliter ainsi l'émergence de projets solides est un besoin essentiel. Il s'agit notamment de coûts liés à :

- **La connaissance et l'information** pour soutenir le développement de connaissances et de prospectives partagées ainsi que l'émergence de signaux économiques, d'indicateurs communs et la capitalisation des expériences d'adaptation ;
- **L'animation** pour mobiliser les moyens – notamment humains – pour faire vivre le sujet de l'adaptation par des actions de mobilisation, d'animation des démarches, de mise en réseau et d'articulation des initiatives ;

6. *Enabling environment* pour reprendre le terme anglais fréquemment utilisé par des institutions internationales comme l'OCDE – <https://www.oecd.org/env/cc/44887764.pdf> – consulté le 10/08/2020.

7. Car ces espaces ne sont pas toujours préexistants ou ne se situent pas systématiquement aux échelles les plus pertinentes pour l'adaptation.

- **La coordination-médiation** pour prendre en charge les coûts de sécurisation d'un environnement institutionnel et juridique favorable à l'adaptation.

3.2. Ingénierie : concevoir des démarches et des projets adaptés

Une grande partie du défi de l'adaptation consiste à intégrer les évolutions du climat dès la conception des démarches et des projets qui devront composer avec leurs impacts. Il s'agit par exemple de ne plus simplement dimensionner des infrastructures à partir de données météorologiques historiques mais de tenir compte du fait qu'elles connaîtront au cours de leur vie des conditions climatiques différentes. Il s'agit également de vérifier que des choix de développement économique sont compatibles avec la nouvelle donne climatique — par exemple avec de nouvelles contraintes sur la disponibilité de la ressource en eau.

Ce processus demande du temps et des compétences pour identifier les projets qu'il faut pouvoir adapter d'une part, puis effectuer le travail d'intégration de l'adaptation dans les projets d'autre part :

Des compétences nouvelles, spécifiques à l'adaptation qui n'étaient pas mobilisées avant et devront l'être pour être en mesure de traiter l'information climatique et de piloter l'adaptation (exemple l'utilisation de services climatiques, la maîtrise des méthodologies d'analyse de vulnérabilité, etc.) ;

La coordination des compétences métiers et du temps pour bien tenir compte des spécificités de chaque contexte, les conséquences du changement climatique pouvant significativement varier d'une région à l'autre et surtout la vulnérabilité étant fonction des caractéristiques de chaque situation. Les travaux sur l'adaptation tendent en effet à démontrer qu'il y aura peu de solutions génériques mais avant tout des réponses contextualisées (I4CE et Ramboll 2021) – par exemple moins de bâtiments standards et plus de conceptions bioclimatiques. Le déploiement de cette contextualisation demande du temps et de la coordination entre métiers.

Les options identifiées, souvent plurielles, amènent à modifier les manières de faire habituelles et peuvent soulever des enjeux nouveaux en termes techniques mais aussi juridiques et financiers. Les stratégies d'adaptation locales comportent par exemple souvent de multiples actions complémentaires, de natures différentes et s'échelonnant dans le temps. La manière de financer de tels bouquets en articulant des

natures de dépenses et des horizons de temps différents peut alors être un réel défi d'ingénierie financière pour des porteurs de projets.

3.3. (Sur)coûts des actions d'adaptation elles-mêmes : internalisation dans les modèles économiques ou prise en charge publique

Intégrer l'adaptation peut avoir des conséquences sur les modèles économiques des démarches et des projets. Premièrement, l'adaptation peut générer certains surcoûts (exemple le renforcement d'une structure) qui ne sont pas systématiquement associés à une proposition de valeur monétisable (ceux qui payent pour un bien, un équipement ou un service n'étant pas toujours prêts à payer plus cher pour une version de ce même bien, équipement ou service, qui serait adaptée au changement climatique⁸). Deuxièmement, l'adaptation peut impacter la rentabilité d'un projet en limitant ses perspectives de revenu, par exemple lorsqu'elle amène à privilégier des modèles de développement qui, bien que restant économiquement viables, se révèlent moins rentables à court terme que les modèles non adaptés (par exemple en préférant investir dans du tourisme « 4 saisons » en moyenne montagne plutôt que d'équiper une station d'enneigeurs artificiels). Enfin, s'il n'est pas du tout systématique que l'adaptation génère des besoins d'investissements additionnels, certaines stratégies impliquent des coûts fixes potentiellement très significatifs : coûts de gestion des risques (exemple les infrastructures grises ou vertes de protection, la constitution de réserves stratégiques, le développement d'un système d'alerte) ; de mobilisation de foncier car l'adaptation demande souvent de l'espace (exemple pour permettre une meilleure réalimentation des nappes phréatiques, accroître la place de la végétation en ville, maintenir des redondances dans le maillage des infrastructures critiques, développer de nouvelles activités agricoles ou touristiques) ou encore de prise en charge des actifs en fin de vie (exemple le démantèlement de remontées mécaniques), échoués ou qui doivent être relocalisés (par exemple sur les littoraux).

Pour que l'adaptation ait lieu il est alors nécessaire de trouver comment compenser ces impacts sur les modèles économiques. Pour cela, il n'y a pas de solution unique. Il est possible d'explorer des modèles alternatifs en cherchant par exemple de nouveaux équilibres à d'autres

8. En effet les signaux économiques incitatifs à l'adaptation restent très rares, il n'y a par exemple pas de signal prix en faveur des bâtiments résilients sur le marché immobilier français.

échelles spatiales, en répartissant autrement la valeur entre l'amont et l'aval de filières (par exemple en monétisant les économies générées lors de l'exploitation d'un bâtiment par des investissements consentis à la construction) ou en valorisant certains cobénéfices de l'adaptation. Quand il ne semble pas possible d'internaliser les coûts générés par la prise en compte de l'adaptation, une intervention publique peut s'avérer nécessaire (encadré 2).

Encadré 2.

« Les secteurs privé et public ont un rôle à jouer dans l'élaboration et la mise en œuvre des mesures d'adaptation » (GIEC, 2014)

Si une partie de l'adaptation relève des choix stratégiques et des pratiques de gestion du risque de chaque acteur économique et peut être décrite comme autonome et spontanée⁹, un consensus assez large dans la littérature scientifique reconnaît qu'une part significative ne partage pas ces caractéristiques et reposera donc sur l'intervention publique (Sainz de Murieta, Galarraga et Markandya, 2014 ; Hallegatte *et al.*, 2018).

Les situations résultantes de barrières à l'adaptation peuvent être décrites comme des défaillances de marché justifiant l'intervention publique (OECD, 2008 ; Perthuis, Hallegatte et Lecocq, 2010). Plus fondamentalement, l'adaptation dépasse le simple besoin d'ajustements à la marge. Certaines conséquences du changement climatique questionnent jusqu'à la pérennité d'installations ou d'activités sur des territoires – par exemple du tourisme de neige en moyenne montagne ou de l'installation en zones submersibles. Lorsque l'adaptation devient « transformationnelle » (Comité 21, 2020 ; Simonet, 2020 ; Kates, Travis et Wilbanks, 2012), s'adapter implique des choix collectifs¹⁰ de développement économique ou d'aménagement. Dans un contexte démocratique, ces choix, et plus encore la trajectoire dessinée pour les concrétiser, ne peuvent être que le résultat de processus de délibération au sein de structures de gouvernance partagée (Mees, Driessen et Runhaar, 2012).

Ces considérations dessinent deux besoins complémentaires d'action publique en matière d'adaptation au changement climatique (Sainz de Murieta, Galarraga et Markandya, 2014 ; Hallegatte *et al.*, 2018) :

9. C'est par exemple déjà le cas d'entreprises produisant des équipements de ski qui se diversifient vers d'autres sports d'extérieur, de gestionnaires immobiliers qui cartographient la vulnérabilité de leur parc pour intégrer l'adaptation à leur planning de travaux ou de particuliers qui choisissent d'installer des protections solaires à leur habitation.

10. La notion de choix est particulièrement importante à souligner ici : il n'y en a effet rarement qu'une seule option d'adaptation disponible mais une diversité d'attitudes possibles qui dépend notamment du niveau de risque jugé acceptable – c'est ce niveau d'acceptabilité et l'attitude collectivement privilégiée qui doit être au centre de discussions collectives.

- **Un besoin de coordination** d'une part pour garantir que la somme des actions d'adaptation entre les acteurs et dans le temps soit la plus bénéfique possible en termes collectifs. Répondre à cet enjeu passe par la création d'un environnement propice à l'adaptation (*i.e.* mise en place d'incitations, de normes, de standards, le partage d'informations, etc.) et par la structuration de la gouvernance nécessaire pour que soient faits les grands choix collectifs quant à l'attitude à adopter face aux conséquences du changement climatique ;
- **Un besoin de prise en charge de certaines actions d'adaptation** lorsque celles-ci prennent la forme de biens publics. Il s'agit notamment de la production d'infrastructures ou de services qui conditionneront la capacité de l'économie à faire avec les changements climatiques.

Pour y parvenir, tous les outils classiques de l'action publique peuvent être mobilisés (OECD, 2015) : la provision d'information, la mise en place d'incitations (par exemple fiscales), la régulation ou encore des outils de financement (prise en charge directe de certaines actions, mandat confié à des agences publiques, partenariats public-privé, instruments de partage des risques, etc.).

4. Conclusion : au-delà des montants, prendre au sérieux des besoins de différentes natures

En résumé, la connaissance des gains économiques que l'on peut attendre des mesures d'adaptation par rapport à l'inaction est insuffisante pour déclencher l'action au niveau souhaité. Plutôt que d'évaluer de plus en plus précisément combien s'adapter pourrait avoir coûté en 2050 ou 2100 (ce qui soulève de nombreux obstacles méthodologiques), nous défendons dans cet article l'argument que la priorité est de développer les connaissances sur les conditions à réunir dès maintenant pour qu'émergent les processus d'adaptation. Il s'agirait de considérer en priorité les premières étapes le long de trajectoires d'adaptation laissant différentes orientations encore ouvertes. Se concentrer sur cet aspect permet de dépasser les difficultés les plus fréquemment identifiées en levant les verrous relatifs aux horizons de temps de l'analyse ou au choix des scénarios de changement climatique considérés. Cela demande de tenir compte des coûts des premières mesures d'adaptation elles-mêmes (nouveaux investissements et surcoûts éventuels pour adapter des opérations courantes) mais également des coûts inhérents à l'amorce du processus d'adaptation en tant que tel, liés à la mise en place des espaces de gouvernance appropriés et à la mobilisation de l'ingénierie nécessaire.

Prendre au sérieux l'importance de l'existence d'un environnement propice à l'adaptation, des phases de préparation de projets ou de démarches adaptées comme de la viabilisation de modèles économiques adaptés invite à être attentif à des actions de natures très différentes nécessitant des moyens adaptés. Ceux nécessaires au développement de la connaissance, à des actions d'animation et de formation, à la veille, au suivi et au pilotage de systèmes (une ville, une forêt, un barrage...) dans des conditions de changement climatique ainsi qu'à l'expérimentation ou à la gestion des risques s'avèrent tout aussi importants que ceux liés à de nouveaux investissements.

Chacun de ces besoins (de connaissances, de temps, de compétences comme d'investissements) peut se traduire en besoin de moyens financiers. Les dépenses à engager pourront être incommensurables en volume mais toutes déterminantes et interdépendantes pour l'adaptation. En effet, les actions d'adaptation trouvent souvent leur efficacité dans la cohérence de leur combinaison : des infrastructures améliorées de stockage et de distribution de l'eau ne pouvant par exemple être totalement efficaces que couplées à un suivi fiable de l'état hydrologique du bassin et donc à une bonne connaissance prospective de l'évolution de la ressource disponible.

Certaines de ces dépenses seront préexistantes et pourront être reconsidérées (en termes de dimensionnement, de pertinence, de définition de la performance) dans un contexte de changement climatique, d'autres seront parfaitement nouvelles.

Une part significative de ces besoins seront des besoins récurrents incluant des dépenses de fonctionnement et en particulier des coûts en termes de ressources humaines (mobilisation d'expertise sur des missions nouvelles ou croissantes). Il s'agira souvent de dépenses transversales qui dépasseront les champs thématiques des politiques climatiques et environnementales. L'adaptation posant aussi (et peut-être même d'abord et surtout) des questions d'aménagement, d'équipement ou encore de développement économique pouvant entraîner des besoins de politiques industrielles.

Références

- ADEME, 2018, « Construire des trajectoires d'adaptation au changement climatique du territoire – Guide méthodologique ».
- Banque mondiale, 2020, « Adaptation Principles : A Guide for Designing Strategies for Climate Change Adaptation and Resilience ».
- Biesbroek Robbert, Judith Klostermann, Catrien Termeer et Pavel Kabat, 2011, « Barriers to climate change adaptation in the Netherlands », *Climate Law*, vol. 2, n° 2, pp. 181-99. <https://doi.org/10.1163/CL-2011-033>.
- Climate Finance Advisors, 2019, « Driving Finance Today for the Climate Resilient Society of Tomorrow ».
- COACCH, 2021, « The Economic Cost of Climate Change in Europe Synthesis Report on State of Knowledge and Key Research Gaps ».
- Colombo Andrew F. et Philip H. Byer, 2012, « Adaptation, Flexibility and Project Decision-Making with Climate Change Uncertainties », *Impact Assessment and Project Appraisal*, vol. 30, n° 4, pp. 229-41. <https://doi.org/10.1080/14615517.2012.731189>.
- Comité 21, 2020, « S'adapter aux changements climatiques : propositions pour une transformation accélérée des territoires et des organisations ».
- Crozet Yves, 2004, « Calcul économique et démocratie : des certitudes technocratiques au tâtonnement politique », *Cahiers d'économie politique*, n° 2, pp. 155-72.
- Dessai Suraje et Mike Hulme, 2004, « Does Climate Adaptation Policy Need Probabilities? », *Climate Policy*, vol. 4, n° 2, pp. 107-28. <https://doi.org/10.1080/14693062.2004.9685515>.
- Dittrich Ruth, Anita Wreford et Dominic Moran, 2016, « A Survey of Decision-Making Approaches for Climate Change Adaptation: Are Robust Methods the Way Forward? », *Ecological Economics*, n° 122 (février), pp. 79-89. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.12.006>.
- ECONADAPT, 2017, « The Costs and Benefits of Adaptation ».
- Eisenack Klaus, Susanne C. Moser, Esther Hoffmann, Richard J. T. Klein, Christoph Oberlack, Anna Pechan, Maja Rotter et Catrien J. A. M. Termeer, 2014, « Explaining and Overcoming Barriers to Climate Change Adaptation », *Nature Climate Change*, vol. 4, n° 10, pp. 867-72. <https://doi.org/10.1038/nclimate2350>.
- Feyen L., J. C. Ciscar, S. Gosling, D. Ibarreta, A. Soria, European commission et Joint Research Centre, 2020, *Climate Change Impacts and Adaptation in Europe: JRC PESETA IV Final Report*. https://op.europa.eu/publication/manifestation_identifier/PUB_KJNA30180ENN.
- GIEC, 2014, « Changements climatiques 2014 : incidences, adaptation et vulnérabilité ». Contribution du Groupe de travail II au cinquième, *Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*, GIEC, Genève.

- GIEC, 2018, « Rapport Spécial : Réchauffement planétaire de 1,5°C ».
- Global Commission on Adaptation, 2019, « Adapt now: A Global Call for Leadership on Climate Resilience ».
- Haasnoot, Marjolijn, Maaïke van Aalst, Julie Rozenberg, Kathleen Dominique, John Matthews, Laurens M. Bouwer, Jarl Kind, et N. LeRoy Poff, 2020, « Investments under Non-Stationarity: Economic Evaluation of Adaptation Pathways », *Climatic Change*, vol. 161, n° 3, pp. 451-63. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02409-6>.
- Haasnoot Marjolijn, Jan H. Kwakkel, Warren E. Walker et Judith ter Maat, 2013, « Dynamic Adaptive Policy Pathways: A Method for Crafting Robust Decisions for a Deeply Uncertain World », *Global Environmental Change*, vol. 23, n° 2, pp. 485-98. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.12.006>.
- Hallegatte S., Ankur Shah, Casey Brown, Robert Lempert et Stuart Gill, 2012, « Investment Decision Making Under Deep Uncertainty – Application to Climate Change », *SSRN Scholarly Paper*, ID 2143067, Rochester (NY), Social Science Research Network. <https://papers.ssrn.com/abstract=2143067>.
- Hallegatte Stéphane, 2006, « L'évaluation économique des dommages du changement climatique », *La Météorologie*, n° 52, pp. 38-47. <https://doi.org/10.4267/2042/20054>.
- Hallegatte Stéphane, Carter Brandon, Richard Damania, Yunziyi Lang, John Roome, Julie Rozenberg et Tall Arame, 2018, « The Economics of (and Obstacles to) Aligning Development and Climate Change Adaptation. A World Bank Group contribution to the Global Commission on Adaptation ».
- Haut Conseil pour le Climat, 2021, *Rapport annuel 2021*.
- Hawkins Edward et Rowan Sutton, 2009, « The Potential to Narrow Uncertainty in Regional Climate Predictions », *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 90, n° 8, pp. 1095-1108. <https://doi.org/10.1175/2009BAMS2607.1>.
- Henry Claude, 2013, « Incertitude scientifique et incertitude fabriquée », *Revue économique*, vol. 64, n° 4, pp. 589-98.
- Heuson Clemens, Erik Gawel et Paul Lehmann, 2014, « State of the Art on Economics of Adaptation », In *Routledge handbook of the economics of climate change adaptation*, Routledge.
- Huitema Dave, William Neil Adger, Frans Berkhout, Eric Massey, Daniel Mazmanian, Stefania Munaretto, Ryan Plummer et Catrien C. J. A. M. Termeer, 2016, « The Governance of Adaptation: Choices, Reasons, and Effects. Introduction to the Special Feature », *Ecology and Society*, vol. 21, n° 3, art.37. <https://doi.org/10.5751/ES-08797-210337>.
- 14CE et Ramboll, 2021a, « Défis rencontrés par 5 démarches territoriales qui cherchent à être à la hauteur des enjeux d'adaptation ».

- I4CE et Ramboll, 2021b, « Les défis économiques pour généraliser la prise en compte de l'adaptation au changement climatique dans les territoires français ».
- Kates R. W., W. R. Travis et T. J. Wilbanks, 2012, « Transformational Adaptation When Incremental Adaptations to Climate Change Are Insufficient », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 109, n° 19, pp. 7156-61. <https://doi.org/10.1073/pnas.1115521109>.
- Magnan Alexandre K., Ariadna Anisimov et Vivian Dépoues, 2020, « Changement Climatique : penser Les « trajectoires » de l'adaptation », *The Conversation*, 2020.
- Marchau Vincent A. W. J., Warren E. Walker, Pieter J. T. M. Bloemen et Steven W. Popper, 2019. *Decision Making under Deep Uncertainty: From Theory to Practice*, Cham, Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-05252-2>.
- Mees Heleen L. P., Peter P. J. Driessen et Hens A. C. Runhaar, 2012, « Exploring the Scope of Public and Private Responsibilities for Climate Adaptation », *Journal of Environmental Policy & Planning*, vol. 14, n° 3, pp. 305-30. <https://doi.org/10.1080/1523908X.2012.707407>.
- Moser S. C. et J. A. Ekstrom, 2010, « A Framework to Diagnose Barriers to Climate Change Adaptation », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 107, n° 51, pp. 22026-31. <https://doi.org/10.1073/pnas.1007887107>.
- Oberlack Christoph et Klaus Eisenack, 2018, « Archetypical Barriers to Adapting Water Governance in River Basins to Climate Change », *Journal of Institutional Economics*, vol. 14, n° 3, pp. 527-55. <https://doi.org/10.1017/S1744137417000509>.
- OECD, 2008, *Aspects économiques de l'adaptation au changement climatique: coûts, bénéfiques et instruments économiques*, Paris, Éditions OCDE.
- OECD, 2015, « Climate Change Risks and Adaptation?: Linking Policy and Economics », Paris.
- Perthuis Christian de, Stéphane Hallegatte et Franck Lecocq, 2010, « Économie de l'adaptation au changement climatique », *Note du Conseil économique pour le développement durable*, février.
- Rouillard Josselin, Jenny Tröltzsch, Manuel Lago, Anil Markandya, Elisa Sainz de Murieta et Ibon Galarraga, 2016, « Distributional objectives and non-monetary metrics ».
- Sainz de Murieta Elisa, Ibon Galarraga et Anil Markandya, 2014, « Introduction to the economics of adaptation to climate change », In *Routledge handbook of the economics of climate change adaptation*, Routledge.
- Schneider Tina, 2014, « Responsibility for Private Sector Adaptation to Climate Change », *Ecology and Society*, vol. 19, 2, art. 8. <https://doi.org/10.5751/ES-06282-190208>.

- Sénat, 2020, « Rapport d'information fait au nom de la délégation aux collectivités territoriales et à la décentralisation sur l'ingénierie territoriale et l'agence nationale de la cohésion des territoires ».
- Simonet Guillaume, 2020, « De l'ajustement à la transformation?: vers un essor de l'adaptation?? » *Développement durable et territoires*, vol. 11, n° 2 (juillet). <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.17511>.
- Tompkins Emma L. et Hallie Eakin, 2012, « Managing Private and Public Adaptation to Climate Change », *Global Environmental Change*, vol. 22, n° 1, pp. 3-11. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.09.010>.
- UK Environment Agency, 2011, « Thames Estuary 2100 project ».
- UK Environment Agency, 2021, « Thames Estuary 2100: 10-Year Review monitoring key findings ».
- UNEP, 2021, « Adaptation Gap Report 2020 ».