



ANALYSE DU COMITÉ 21

PUBLICATION

Adaptation aux changements climatiques : quels outils pour se projeter ?



1er réseau d'acteurs
du développement durable

www.comite21.org





Résumé

Les outils climatiques sont divers et en constante évolution, grâce à l'amélioration des connaissances scientifiques. Ils permettent de réaliser des projections climatiques et d'identifier les risques pour les territoires et les activités économiques.

- L'étude du système climatique passé, l'observation de sa dynamique actuelle et la modélisation de son comportement futur permettent :
 - d'estimer les risques en cours et ceux à venir à différentes échelles, tout en sensibilisant sur la responsabilité collective de ces conséquences ;
 - offre la possibilité d'illustrer la manière avec laquelle le système climatique peut se comporter à un horizon futur déterminé au regard, c'est à dire en rupture ou en continuité, de choix de développement actuels.
- À partir de scénarios envisagés, il existe de nombreux outils et services climatiques qui :
 - visent à contextualiser les enjeux climatiques à l'échelle d'un système donné (territoire, organisation, secteur économique) et à un horizon temporel choisi ;
 - rendent compte des évolutions d'une pluralité de variables (températures, précipitations, nombre de jours de canicule ou de gel, agroclimatiques...);
 - permettent d'estimer les risques encourus à travers un aperçu de conséquences potentielles afin de faciliter les prises de décision pour s'adapter aux nouvelles contraintes ;
 - prennent de multiples formes (vecteurs d'information, référentiels chiffrés, interfaces dynamiques...) et offrent une diversification de rendus (cartographies, plateformes d'informations chiffrées, indicateurs couplés, approches qualitatives, démarches sensibles...).

Néanmoins, l'intérêt des outils et services climatiques varie selon le public cible et la pluralité d'enjeux et d'intérêts, multipliable à l'ensemble des spécificités des territoires, des organisations publiques et privées ou des activités économiques.

- Une des principales difficultés réside dans l'interprétation des résultats des modèles climatiques par les acteurs locaux afin d'en mesurer la pertinence au regard de leurs enjeux et d'être en capacité de les intégrer dans les politiques, actions ou processus d'adaptation ;
- Par ailleurs, l'étape d'opérationnalisation en actions de terrain suit une logique propre, liée à la prise de décision, qui soulève de nombreux défis :
 - arriver à déterminer des seuils de crédibilité ou de vraisemblance des risques envisagés à partir desquels les décisions de lancer des actions doivent être engagées;
 - développer une capacité à agir collectivement, que cela soit au sein d'un même territoire, d'une même organisation ou d'une même filière économique ;
 - accepter et outrepasser les inévitables incertitudes liées aux démarches de caractérisation d'impacts climatiques ;
 - acquérir la compétence de réfléchir en système afin de viser des trajectoires de transformation et de durabilité au-delà d'enjeux ultra localisés de protection aux aléas climatiques.

Ainsi, de manière incontestable, les projections climatiques sont le fruit de rigoureuses démarches scientifiques éprouvées, aujourd’hui fortes de plusieurs décennies d’expérience, et plus nous avançons dans les futurs envisagés par les premiers modèles, plus nous en observons et expérimentons, hélas, la véracité.

Cependant, même si le recours aux projections climatiques facilite les prises de décisions grâce à des aperçus de plus en plus performants, les modèles demeurent largement incomplets pour donner un portrait des réalités complexes du terrain, de ses dynamiques et de ses enjeux.

Beaucoup de travail reste à accomplir pour la prise en compte des facteurs qui ne sont pas (ou peu) modélisables et les intégrer dans des processus décisionnels menant à des trajectoires de durabilité.

Table des matières

Résumé.....2

Scénarios et projections climatiques4

 Un contexte climatique désormais reconnu et connu..... 4

 Modéliser le climat pour tenter de comprendre ses éventuels comportements futurs 4

 L’élaboration des scénarios et des projections climatiques 5

Outils, méthodes et services climatiques8

 Le défi de la traduction des projections climatiques en actions de terrain..... 8

 Des outils diversifiés pour tenter de répondre aux intérêts de chaque acteur..... 8

 L’utilisation des projections climatiques pour estimer les impacts économiques et sociaux 12

Les probabilités sont-elles essentielles pour s’adapter aux changements climatiques ?14

 À partir de quels seuils les acteurs doivent-ils agir ? 14

 Des incertitudes en cascade 16

 Sur le terrain : avec quelle intensité les projections climatiques éclairent les processus décisionnels ? 18

 Qu’en déduire ? 19

Bibliographie20



Scénarios et projections climatiques

Un contexte climatique désormais reconnu et connu

De longue date, des scientifiques ont observé le système climatique pour mieux en comprendre la dynamique. Certains ont montré la corrélation entre la teneur atmosphérique en CO₂ et la température moyenne. Avec l'exploitation progressivement massive des ressources fossiles, les chercheurs ont commencé à s'inquiéter des conséquences que cela pouvait entraîner sur le système climatique. En effet, lentement enfouies et élaborées depuis des milliers d'années dans les sous-sols, il fut logique de penser que le brutal, rapide et d'ampleur, largage dans l'atmosphère des gaz issus de la combustion de ces ressources fossiles puisse avoir un effet significatif sur le climat. Ces hypothèses se sont graduellement confirmées par des observations toujours plus précises. Aujourd'hui, le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) est le chef de file d'une communauté scientifique qui a su montrer un impact sans équivoque du nombre et des activités des êtres humains sur le système climatique, tout comme d'ailleurs les nombreux autres impacts anthropiques sur une grande partie des systèmes, des cycles et des ressources de la planète.

Parmi les nombreuses disciplines scientifiques mobilisées qui travaillent sur les changements climatiques, plusieurs s'intéressent à l'étude du système climatique passé et l'observation de son comportement actuel. Ces travaux permettent de mieux appréhender les risques à venir, tout en sensibilisant sur la responsabilité humaine de ces conséquences. De nombreuses tendances ont été décelées depuis le début de l'exploitation des ressources fossiles, au point de pouvoir désormais montrer une évolution climatique rapide et d'ampleur inédite sur l'ensemble des territoires de la Terre, conclusion principale des derniers rapports du GIEC. Cette évolution touche également l'intensité, la durée et la fréquence des événements météorologiques extrêmes, dont les impacts sur les systèmes humains et non-humains se révèlent de plus en plus coûteux en pertes humaines et dommages socioéconomiques et environnementaux. Couplés aux nombreux autres effets générés par le nombre et les activités des êtres humains, les impacts climatiques demeurent aujourd'hui l'une des menaces les plus sérieuses sur la viabilité des sociétés.

Modéliser le climat pour tenter de comprendre ses éventuels comportements futurs

En plus des études visant à améliorer les connaissances sur le comportement passé et présent du système climatique, aussi bien à l'échelle de milliers d'années que depuis le début de l'exploitation des ressources fossiles, la science du climat s'attache à analyser son comportement futur. Pour ce faire, le recours à la modélisation permet d'envisager les possibilités de trajectoires climatiques au regard (c'est à dire en rupture ou dans la continuité) des choix de développement sociétaux actuels. Ainsi, **la scénarisation climatique est l'exercice visant à formuler une pluralité plausible d'états climatiques futurs à partir d'hypothèses jouant sur la variation de facteurs socioéconomiques** qui constituent les forces motrices de l'évolution climatique actuelle (**encadré 1**). Loin d'être des « prédictions » ou des « prévisions », les scénarios climatiques sont des représentations, associées à des probabilités d'occurrence, illustrant la manière avec laquelle le système climatique pourrait se comporter à un horizon futur déterminé. Il permet ainsi de fournir un aperçu des conséquences sur le climat de choix sociétaux représentés par l'ensemble des actions et des décisions prises par tous les pays.

Le recours à la modélisation permet d'envisager les possibilités de trajectoires climatiques au regard, c'est à dire en rupture ou dans la continuité, des choix de développement sociétaux actuels.

Les projections climatiques forment l'étape suivante de cette démarche de scénarisation. Par le biais de modélisations numériques poussées, elles permettent d'évaluer le comportement de variables climatiques choisies à différentes échelles spatiales et à différents horizons temporels. En fournissant une estimation de l'évolution future des conditions météorologiques moyennes ou extrêmes, cet exercice permet d'étudier les probabilités d'aléas climatiques, notamment défavorables, qui peuvent en découler. *In fine*, les résultats de ces projections permettent d'estimer les niveaux avec lesquels les territoires choisis pourraient être exposés ou affectés par ces évolutions à un horizon déterminé. De manière plus précise, l'intérêt des projections climatiques réside dans l'évaluation des risques issus de l'évolution climatique encourus par les populations, les organisations ou les infrastructures qui composent ces territoires, ou pouvant affecter les activités, les ressources ou les chaînes de valeur de secteurs économiques donnés. Cet exercice est à différencier des prévisions météorologiques qui ont pour objectif de déterminer les conditions météorologiques à très court terme à une date et un lieu donné (Carbone 4, 2022).

ENCADRÉ 1. La mise en scénario du climat : de quoi parle-t-on ?

Modèle climatique : représentations numériques de la planète et des interactions entre ses différents réservoirs qui modulent le climat (l'atmosphère, les océans et les surfaces continentales) (Carbone 4, 2022).

Scénario : description plausible de la façon dont l'avenir peut se développer sur la base d'un ensemble logique et cohérent d'hypothèses sur les principales forces motrices (par ex. taux de changement technologique, prix...) et leurs interrelations. À noter que les scénarios ne sont ni des prédictions, ni des prévisions, mais sont utilisés pour fournir un aperçu des implications des développements et des actions (GIEC, 2021)*.

Projection climatique : réponse simulée du système climatique à un scénario d'émissions ou de concentrations futures de gaz à effet de serre (GES), d'aérosols et de changements dans l'utilisation des terres, généralement dérivée à l'aide de modèles climatiques. Les projections climatiques se distinguent des prévisions climatiques par leur dépendance aux scénarios d'émission/concentration/forçage radiatif utilisé, à son tour basés sur des hypothèses concernant, par exemple, les développements socio-économiques et technologiques futurs qui peuvent ou non se réaliser (GIEC, 2001)*.

Services climatiques : les services climatiques impliquent la fourniture d'informations climatiques de manière à faciliter la prise de décision. Les services comprennent un engagement approprié des utilisateurs et des fournisseurs, sont basés sur des informations et une expertise scientifiquement crédibles, disposent d'un mécanisme d'accès efficace et répondent aux besoins des utilisateurs (Hewitt et al., 2012, dans GIEC, 2021)*.

*Traduction de l'auteur.

L'élaboration des scénarios et des projections climatiques

Au fil des avancées en termes de connaissances scientifiques et de possibilités techniques et numériques, les chercheurs ont développé plusieurs méthodologies visant à déterminer les scénarios et les projections climatiques. Le 6^{ème} et dernier rapport du GIEC présente une nouvelle scénarisation climatique par rapport à son précédent rapport (2014). Appelés SSP (pour *Shared Socioeconomic Pathways*), ces cinq scénarios correspondent à des ensembles d'hypothèses de trajectoires socioéconomiques futures qui considèrent notamment l'évolution du PIB, de la

population, de l'urbanisation, de la collaboration économique ou encore des projections de développement humain et technologique, et qui décrivent des extrapolations collectives futures au regard des trajectoires historiques récentes.

Pour rendre compte de l'impact des activités humaines sur le système climatique, un niveau donné d'émissions de gaz à effet serre (GES) est ensuite associé à ces scénarios socioéconomiques SSP. La modélisation climatique permet de convertir ces scénarios d'émissions de GES en niveaux de concentrations de GES et d'en traduire l'impact sur le système climatique par le biais du « forçage radiatif¹ » qui varie selon les scénarios. Les résultats montrent alors les réponses possibles du climat suite à ce forçage radiatif à travers l'évolution de la température moyenne annuelle, traduisant le niveau de réchauffement à l'échelle mondiale. De ce fait, un scénario SSPX-Y représente une trajectoire d'émissions de GES et de réchauffement associé (**figure 1**) : ainsi, le SSP2-4.5 est une trajectoire d'émissions de GES dont les hypothèses socioéconomiques retenues (qui définissent ce scénario SSP2 appelé « tendanciel », induisant un forçage radiatif de 4.5W/m² en 2100 sur le système climatique), entraînent un niveau de réchauffement d'environ 2,7°C par rapport à la période préindustrielle.

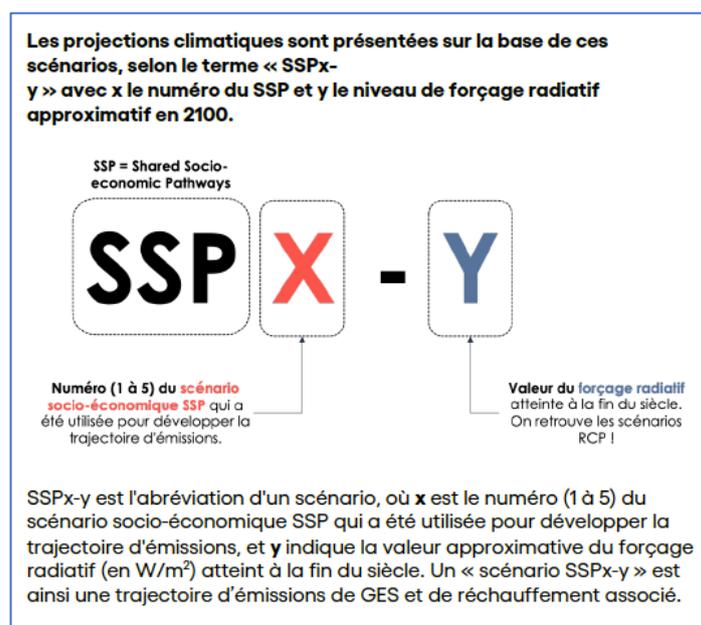


Figure 1. Présentation des projections climatiques selon un scénario socioéconomique donné et la valeur du forçage radiatif. (Source : Carbone 4, 2022)

De par l'ensemble des possibilités liées à la fois aux cinq scénarios socioéconomiques SSP auxquels sont associés les possibilités de forçage radiatif ainsi qu'aux différents modèles climatiques existants (plus d'une vingtaine), un travail de consolidation et d'harmonisation des résultats a été effectué grâce au projet d'intercomparaison des modèles couplés (CMIP). Reprenant l'aboutissement de ces travaux, le GIEC a choisi d'étudier le comportement du système climatique selon cinq scénarios, ceux-là mêmes que l'on retrouve dans le résumé pour décideurs du GIEC (**encadré 2**). Rappelons la distinction entre la crédibilité du scénario considéré et la probabilité qu'un niveau de réchauffement envisagé soit atteint. En effet, étant donné que le niveau de réchauffement

¹ De manière résumée, le forçage radiatif peut être défini comme toute variation de l'énergie transmise à l'ensemble du système Terre atmosphère, causée par des changements des facteurs de forçage. Il s'agit donc de la différence entre l'énergie radiative reçue et l'énergie radiative émise par un système climatique donné ([lien](#)). Une définition complète est disponible dans le glossaire du dernier rapport du GIEC ([lien](#)).

planétaire associé à chaque scénario correspond au niveau médian des simulations, les impacts médians d'un scénario (p. ex. le SSP5-8.5) pourraient très bien se matérialiser selon des trajectoires d'émissions de GES plus optimistes (p. ex. celles du SSP2-4.5) si le système climatique montre finalement une sensibilité plus forte aux émissions (GIEC, 2021).

ENCADRÉ 2. Les cinq scénarios climatiques retenus par le GIEC dans son 6^{ème} rapport :

SSP2-4.5 :

- scénario dit « tendanciel », qualifié de « business as usual » ;
- scénario avec des émissions de GES intermédiaires dont le niveau correspond à celui des Contributions Déterminées au niveau National (CDN) ;
- le rythme d'émissions ne subit pas de variations brutales majeures ;
- considéré comme le scénario le plus probable.

SSP3-7.0 et SSP5-8.5 :

- scénarios qualifiés de « pessimistes » ;
- scénarios avec des émissions de GES élevées et très élevées ;
- traduisent la continuité des tendances en termes de consommation d'énergie ;
- considérés comme probables jusqu'en 2050 et peu probables à long terme ;
- sont « sans limite » sur la disponibilité en énergies fossiles et ressources minérales.
 - NB : le SSP3-7.0 diffère sur la croissance du PIB (plus faible), la démographie élevée et un faible niveau d'éducation de la population. En cela il apparaît plus pessimiste en matière de résilience et de capacité d'adaptation face aux impacts climatiques.

SSP1-1.9 et SSP1-2.6 :

- scénarios qualifiés d'« optimistes » ;
- scénarios avec des émissions de GES très faibles et faibles, montrant des pics puis des diminutions significatives après 2020 (!) ;
- SSP1-1.9 est le scénario qui serait conforme aux engagements pris à l'Accord de Paris ;
- considérés comme des scénarios peu probables.



Outils, méthodes et services climatiques

Le défi de la traduction des projections climatiques en actions de terrain

Traduire les projections climatiques en informations interprétables qui puissent à leur tour être concrétisées en actions de terrain est un véritable défi. Ces démarches de « transfert des connaissances » scientifiques vers des actions opérationnalisables par les acteurs locaux se heurtent à plusieurs obstacles.

Le processus de traduction, c'est à dire l'étape où les « langages » utilisés par la communauté scientifique doivent être transformés afin que les publics cibles puissent en saisir la signification, est à lui seul un enjeu. L'appel à la médiation, à la facilitation ou à d'autres interfaces assurant ces mises à niveau en termes de communication est de plus en plus courant, par exemple de la part d'organisations de citoyens (souvent bénévoles) qui estiment important d'assurer cette transmission au plus grand nombre. La publication (en anglais) du 6^{ème} rapport GIEC (2021-2022) en est un bel exemple, notamment à l'échelle nationale. En effet, de nombreux résumés, synthèses graphiques ou vidéos explicatives (en français) ont vu le jour pour certains, le jour même de chacune des publications des trois tomes. Cet engouement est une nouveauté par rapport à la sortie du 5^{ème} rapport (2014) où seules quelques organisations avaient assuré cette traduction auprès du grand public (mais aussi des décideurs publics et privés), là encore marquant une amélioration par rapport à la 4^{ème} publication (2007).

Outre la progression des mobilisations autour des enjeux climatiques à l'échelle globale, notamment par une circulation d'informations facilitée par l'engouement des réseaux sociaux, nul doute qu'à l'échelle française la conférence des parties de 2015 (COP21) qui s'est déroulée à Paris a accéléré l'intérêt porté au sujet. L'émergence des Groupes d'experts sur le climat à l'échelle régionale a probablement également contribué à transposer ces questions à l'échelle régionale puis, peu à peu, au niveau local (Comité 21, 2021a), tout comme d'autres facteurs tels qu'évidemment, l'observation de plus en plus constatée d'impacts climatiques ainsi, hélas, que l'expérimentation directe par le vécu.

Des outils diversifiés pour tenter de répondre aux intérêts de chaque acteur

Après cette étape de porter à connaissances les enjeux climatiques, il convient de traduire en « matière assimilable » par les acteurs locaux afin de les rendre opérationnalisables, en particulier à travers une planification préalable par le biais de plans d'action, de projets ou de politiques. C'est à cette étape que les « outils, méthodes et services climatiques » peuvent rentrer en jeu. Prenant de multiples formes, ces outils sont autant de vecteurs, de référentiels et d'interfaces qui permettent de contextualiser les enjeux climatiques à l'échelle d'un système donné (territoire, organisation, secteur économique), et, généralement, à un horizon temporel choisi afin de rendre compte des évolutions de variables considérées et estimer les risques encourus. Les rendus sont très divers puisqu'il peut s'agir de cartographies, de plateformes d'informations chiffrées, d'indicateurs couplés ou encore d'approches qualitatives. L'utilité de ces méthodes varie selon le public cible et la pluralité d'enjeux et d'intérêts, multipliable à l'ensemble des spécificités des territoires, des organisations publiques et privées ou des activités économiques. Pour les collectivités territoriales, l'enjeu peut être de répondre aux injonctions réglementaires d'élaborer un diagnostic de vulnérabilité en préparation d'un plan climat (**encadré 3**). Il peut également s'agir plus simplement de s'inscrire dans une démarche de sensibilisation aux évolutions climatiques du territoire auprès des agents d'une organisation (publique ou privée). Par ailleurs, le devenir des ressources nécessaires à la viabilité des activités et le souci d'ajuster les plans de gestion seront au premier plan des préoccupations des

gestionnaires. Les secteurs et les filières économiques expriment souvent un intérêt marqué de mieux comprendre le comportement des différents composants qui agissent à l'échelle de la chaîne de valeur de leurs produits sous contraintes climatiques (**encadré 4**). Pour les politiques, un raisonnement en « niveau de réchauffement » permet d'élaborer les cadrages de leurs plans nationaux ou régionaux climatiques, d'envoyer à leurs parties prenantes des signaux d'une nécessaire réorganisation ou de préparer des cadres normatifs (**encadré 5**).

L'utilité de ces méthodes varie selon le public cible et la pluralité d'enjeux et d'intérêts, multipliable à l'ensemble des spécificités des territoires, des organisations publiques et privées ou des activités économiques.

ENCADRÉ 3. ClimaDiag Commune, un outil climatique à destination des territoires.

- ClimaDiag Commune, déclinaison de l'outil ClimaDiag, est un des services climatiques offerts par Météo-France qui vise à appuyer l'élaboration de politiques publiques locales face aux impacts climatiques en cours et appréhendés ;
- Basé sur les résultats de projections climatiques régionales du portail DRIAS, ClimaDiag Commune a pour objectif d'apporter une information accessible et ciblée à l'échelle de la commune ou de l'intercommunalité choisie ;
- L'information recueillie en ligne est composée d'une dizaine d'indicateurs, généraux ou ciblés selon les vulnérabilités du territoire sélectionné, présentés de manière infographique à un horizon 2050 selon quatre valeurs : la valeur de référence 1976-2005 et les valeurs hautes, médianes et basses attendues 2041-2070 ;
- Une synthèse rappelant les caractéristiques de l'échelle territoriale choisie (commune ou intercommunalité) et les indicateurs climat est téléchargeable.

En savoir plus : reprise vidéo du webinaire du 2/03/2023 du Comité 21 – [Lien](#).

ENCADRÉ 4. OCARA, un outil climatique à destination des entreprises

- La méthode OCARA a été développée par Carbone 4 afin de faciliter l'évaluation de la résilience climatique d'une entreprise (ou d'une organisation) en se basant sur une approche holistique des impacts et en offrant une nomenclature, un cadre d'analyse et des outils d'applications simplifiés ;
- OCARA aborde la résilience climatique de l'entreprise par une démarche en trois étapes visant l'analyse de la vulnérabilité actuelle des sites et des processus de l'entreprise, l'évaluation de l'évolution climatique future et l'identification d'actions à mettre en place ;
- Des métriques sont proposées, tel qu'une matrice des risques issue de différentes notes, de sensibilité, de capacité d'adaptation, de vulnérabilité ou de niveau d'enjeu, afin de faciliter et standardiser la lecture de cadres d'analyse représentés en graphiques synthèses ;
- Utilisable en autonomie via une boîte à outils disponible en libre téléchargement, OCARA a été conçue pour tout niveau de connaissance de la problématique climatique afin de permettre de mieux appréhender le niveau de résilience de ses activités, ses sites, sa chaîne de valeur ou encore ses liens de dépendance entre objets et flux physiques.

En savoir plus : reprise vidéo du webinaire du 2/03/2023 du Comité 21 – [Lien](#).

ENCADRÉ 5. Raisonner en niveau de réchauffement.

Approche privilégiée par le Groupe II du GIEC qui travaille sur la vulnérabilité et l'adaptation aux changements climatiques, le raisonnement en niveaux de réchauffement global permet de s'affranchir des limites liées aux projections climatiques. En effet, plusieurs scénarios atteignent le même niveau de réchauffement à l'échelle globale au(x) même(s) horizon(s) temporel(s). Or, en pratique, le niveau de réchauffement guide l'évolution des aléas climatiques, notamment en termes d'intensité, de durée et de fréquence. À l'horizon 2030, les niveaux de réchauffement par horizon temporel et par scénario climatique envisagent quasiment tous un réchauffement à l'échelle globale d'environ +1,5°C mais à l'horizon 2100, les trajectoires varient fortement. Dans cette lignée, Carbone 4 recommande aux utilisateurs qui souhaitent effectuer une analyse des risques physiques d'utiliser 1) un niveau de réchauffement global de 1,5°C à court terme (2030), 2) un niveau de réchauffement global de 2°C à moyen terme (soit l'équivalent du SSP2-4.5 à horizon 2050, ou SSP4-8.5 à horizon 2040) et un niveau de réchauffement global de 4°C à long terme (2100).
(Carbone 4, 2022)

Il existe également des outils davantage ancrés au plus près des territoires ou problématiques considérées, c'est à dire qui n'utilisent pas d'interface numérique mais une approche dite « sensible ». Ces méthodes sont utilisées pour aider les collectivités ou les organisations à prendre en compte les changements climatiques sur leurs territoires ou activités par le biais de balades urbaines, d'accompagnement sur les sites (impactés ou non) ou d'observations guidées. La boussole de la résilience, les balades sensibles urbaines ou encore la boîte à outils ICU (îlot de chaleur urbain), outils développés par le CEREMA, font partie de ces méthodes qui offrent des cadres d'analyses pour faciliter la lecture que les changements climatiques entraînent sur les territoires. La boussole de la résilience, par exemple, part de six principes d'action et dix-huit leviers d'action sur lesquels les acteurs vont pouvoir co-construire des plans d'actions (figure 2). Cette approche « sensible » s'appuie notamment sur les ressentis sensoriels des participants afin d'évaluer des niveaux d'impacts climatiques sur des thématiques choisies (par ex. la santé). D'autres démarches peuvent être développées à partir de méthodes existantes afin de fournir de véritables boîtes à outils optimisées pour les contextes locaux, comme c'est le cas avec le développement de la boîte à outils de chaleur urbaine et santé développée sur le territoire de Rodez Agglomération à partir d'une méthodologie déployée par l'ADEME (CEREMA, 2022).

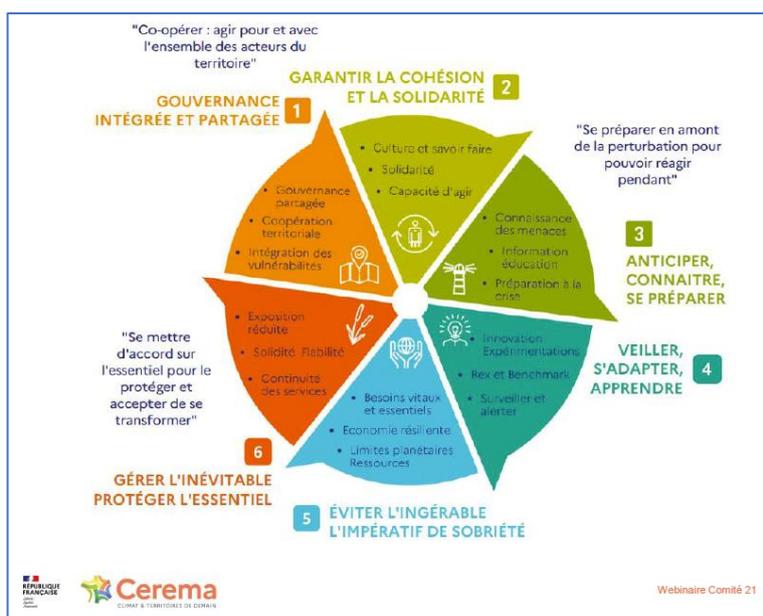


Figure 2. Les six principes d'action et les dix-huit leviers d'actions composant la boussole de la résilience. (Source : présentation de P. Lainé et C. Sabot (CEREMA), webinaire du 2/03/2023 du Comité 21, 2023 – *En savoir plus : reprise vidéo du webinaire du Comité 21 – [Lien](#)*).

Généralistes ou spécialisés, le nombre d'outils, de méthodes et de services climatiques est en progression. Dans sa publication portant sur le diagnostic des impacts climatiques à destination des entreprises à travers un recueil international d'expériences, l'ADEME a effectué un recensement qui a permis d'identifier dix-sept outils et méthodes à disposition des entreprises pour les appuyer dans la réalisation de leur diagnostic de vulnérabilité (ADEME, 2020). Chacune des méthodes est présentée selon un tableau de bord détaillant le type de ressources (méthode, outil), l'aléa climatique concerné, le secteur économique visé, les familles de méthodes (risques, vulnérabilités et/ou seuils) ainsi que les moyens humains et techniques à mobiliser pour leur mise en œuvre (figure 3). Enfin, il existe des outils spécialisés sur certaines thématiques ou secteurs économiques (encadré 6). Faisant converger les problématiques, ils ont vocation à répondre de plus en plus précise aux attentes et aux expertises de filières spécifiques (Comité 21, 2022a).



Figure 3. Recensement 2020 des outils et méthodes disponibles pour appuyer les entreprises dans leur démarche d'adaptation aux changements climatiques. (Source : ADEME, 2020).

ENCADRÉ 6. Trois exemples d'outils spécialisés**BioClimSol**

BioClimSol est un outil numérique de **diagnostic sylvo-climatique** et d'aide à la décision à l'échelle de la parcelle forestière. Il vise à aider le forestier dans la **gestion des peuplements sur pied** ou pour le **choix des essences lors d'un renouvellement** dans un contexte de changement climatique. BioClimSol permet de cartographier des « **zones de vigilance climatique** » spécifiques à chaque essence. L'important n'est pas toujours le climat moyen, mais bien plus les extrêmes climatiques auxquels est soumis un peuplement. Ces zones sont couplées à un **diagnostic de la station et du peuplement**, pour préconiser *in fine* des **recommandations sylvicoles** pour la gestion des peuplements sur pied ou des **propositions d'essences** pour les reboisements, avec **48 essences intégrées**. C'est l'ensemble du diagnostic : climat + station + peuplement qui permet ces préconisations.

Développé par le CNPF depuis 2010, BioClimSol est construit à partir de 5 000 relevés de terrain et de plus de 100 000 arbres mesurés. BioClimSol est construit avec la participation de partenaires scientifiques et d'organismes de recherche : Département Santé des Forêts, Météo-France, INRAE, AgroParisTech, et IGN.

[Lien.](#)

CANARI

L'application CANARI-France permet une visualisation rapidement et directement en ligne de plus d'une centaine d'Indicateurs Agro-Climatiques (IAC) couvrant les besoins des différentes filières agricoles. Chaque IAC est calculable localement sur l'ensemble de la France métropolitaine pour la période du Futur Proche (période 2021-2050) et du Futur Lointain (2051-2100) selon une approche multi-modèles, permettant de cerner une plus grande variabilité des évolutions climatiques à venir. Afin d'utiliser de manière adéquate les IAC proposés par CANARI-France, il est recommandé d'être déjà initié et sensibilisé au changement climatique en agriculture. De février 2022 à mars 2023, une première version du portail CANARI réalisée par Solagro et Makina Corpus a permis aux utilisateurs de découvrir le calcul directement en ligne d'indicateurs agro-climatiques. Depuis, Météo-France et Solagro ont engagé un partenariat pour développer ensemble à partir de CANARI, un service climatique pour le secteur agricole ciblé sur le territoire national.

[Lien.](#)

BatAdapt – R4RE

Bat-ADAPT est une cartographie qui analyse les **risques climatiques** à l'emplacement du bâtiment avec des projections temporelles à 2030, 2050, 2070 et 2090. Les vagues de chaleur, les sécheresses, les inondations et les submersions marines y sont évalués. Un court questionnaire sur les caractéristiques intrinsèques du bâtiment (type de matériaux, présence de protections, etc.) caractérise la **sensibilité du bâtiment** aux différents aléas. Une **analyse croisée** des risques climatiques et de la sensibilité du bâtiment permet d'obtenir sur une échelle de 1 à 5 la **vulnérabilité** aux différents aléas en quelques clics et d'orienter vers des actions adaptatives prioritaires à mettre en place dans le bâtiment, en fonction de son profil. Un **guide technique** accompagne la cartographie afin de détailler chaque action adaptative, sa mise en place, les freins associés et les leviers pour parvenir à l'instaurer.

[Lien.](#)

L'utilisation des projections climatiques pour estimer les impacts économiques et sociaux

Bien que de nombreuses études s'attachent à évaluer les coûts économiques (directs et indirects, coûts de l'inaction...) induits par les impacts climatiques à partir des projections climatiques, l'exercice reste difficile, d'autant plus dans une perspective systémique intersectorielle qui puisse

prendre en compte les interrelations, les dépendances ou les rétro-actions entre les multiples activités économiques, et selon différentes échelles spatiales et horizons temporels. En effet, le cumul d'impacts et de conséquences faisant suite aux aléas climatiques, les vulnérabilités intrinsèques et contextuelles des systèmes (réseaux, infrastructures...), les déstabilisations de chaînes d'approvisionnement ou encore les éventuels actifs irrécupérables constituent autant de risques économiques difficilement quantifiables dans un contexte d'évolution climatique en cours marqué par les incertitudes. L'échelle locale reste pertinente pour la collecte de données qualitatives et quantitatives en termes aussi bien d'impacts et de tendances climatiques que de suivi des stratégies d'adaptation (pouvant être ou) mises en place pour y faire face. Ainsi, le maillage de ces données peut participer à dessiner une vision de la vulnérabilité à l'échelle nationale aux changements climatiques et ainsi orienter les politiques publiques. Il reste qu'un renforcement d'analyses fines des inégalités d'exposition, de capacité d'adaptation ou de vulnérabilité des activités et des populations face aux évolutions climatiques croisant celles des risques transversaux (interterritoriaux, intersectoriels) est essentiel pour parvenir à produire des ordres de grandeur des dommages potentiels à venir ([Delahais et Robinet, 2023](#))

Ainsi, l'étape de traduction des projections climatiques à l'échelle des risques et des intérêts des territoires ou activités, au plus près de l'échelle de fonctionnement de leurs dynamiques, est rendue possible par la diversité des outils climatiques offerts, qui évoluent au rythme de l'amélioration des connaissances scientifiques. Il reste que l'étape permettant la concrétisation en actions de terrain suit une logique propre, celle qui est liée à la prise de décision.



Les probabilités sont-elles essentielles pour s'adapter aux changements climatiques ?

À partir de quels seuils les acteurs doivent-ils agir ?

C'est en présentant cette question comme titre de leur publication qu'en 2004 les chercheurs S. Dessai et M. Hulme abordent un débat alors déjà engagé dans la communauté scientifique. La problématique d'origine est simple, mais pour mieux en saisir le contexte, replongeons-nous à cette époque pas si lointaine où émergeaient les enjeux d'adaptation aux changements climatiques. Après la sortie du 3^{ème} rapport du GIEC (2001), l'acceptation de l'implication humaine dans les évolutions climatiques progressait à mesure de constats récurrents d'impacts climatiques de plus en plus intenses. On commençait également à entrevoir qu'une réduction drastique des émissions de GES allait s'avérer plus complexe que prévue. En toute logique, ce sont les chercheurs en science du climat qui s'étaient intéressés en premier lieu à la problématique des changements climatiques, lesquels avaient tiré les premiers la sonnette d'alarme auprès de la communauté internationale à la suite de leurs observations et travaux de recherche. Et c'est également à travers la science du climat que les premiers modèles climatiques ont été développés, offrant là les premières possibilités d'estimer des extrapolations futures d'impacts climatiques qui allaient progressivement se régionaliser.

À partir de quel(s) seuil(s) de crédibilité ou de vraisemblance des risques envisagés la décision de se réorganiser doit-elle être prise ?

Cette approche, dite « Top-Down », résume la démarche consistant à évaluer la teneur d'impacts climatiques à venir à l'échelle la plus locale possible en partant de scénarios socioéconomiques extrapolés à l'échelle globale, suivant une logique qui tente de répondre à la question « que va-t-il arriver ? ». En s'appuyant sur des résultats issus de forces toujours plus puissantes de calculs numériques, la question reste ouverte, et plus que jamais d'actualité au fur et à mesure que le temps passe. Grâce aux outils décrits dans la partie précédente, les éléments de « réponses » à cette question prennent la forme de cartographies, de tendances graphiques ou de courbes, si ce n'est désormais, par des représentations graphiques d'artistes. Pourtant, ces « réponses » sont établies uniquement en termes de probabilités puisque le futur d'un système ne peut être envisagé qu'au gré de chaque action effectuée par ses composantes au moment présent. Plusieurs chercheurs se sont donc mis à questionner la pertinence de cette démarche : faut-il attendre que les risques envisagés dans le futur se vérifient pour pouvoir agir ? Et sinon, à partir de quel(s) seuil(s) de crédibilité ou de vraisemblance des risques envisagés la décision de se réorganiser doit-elle être prise ? Dit autrement, est-on capable d'anticiper en agissant au présent les futurs que la science s'efforce de projeter avec la plus grande fiabilité possible ? C'est pour tenter de répondre à ces questions que plusieurs chercheurs de divers horizons disciplinaires se sont mis à rassembler leurs réflexions. Le graphique présenté en **figure 4** fut l'un des premiers à préciser cette problématique, imité par la suite par de nombreux autres.

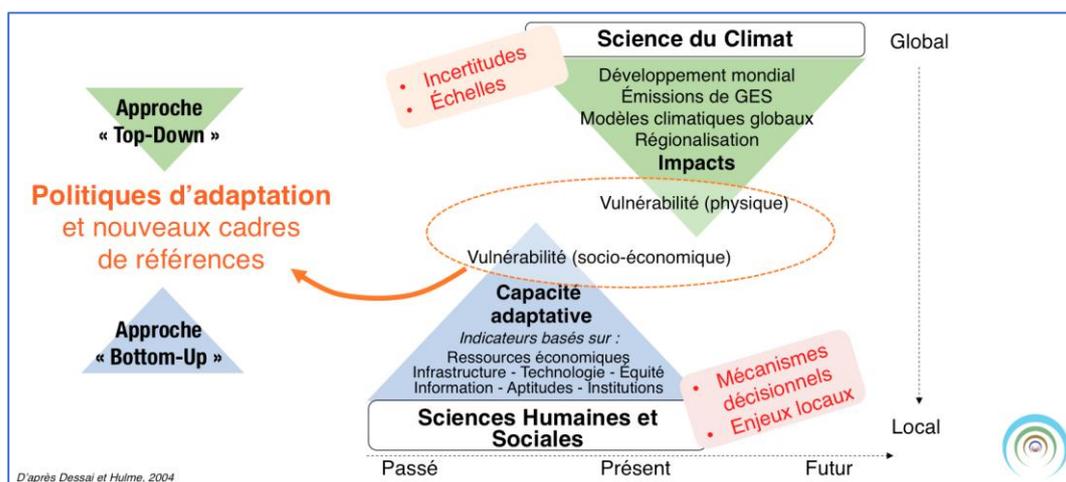


Figure 4. Synthèse graphique des approches dites « Top-Down » et « Bottom-Up » constitutives de nouveaux cadres de référence en réponse aux changements climatiques.
(Source : Abstraction Services, 2023, d'après Dessai et Hulme, 2004).

Dans ce graphique, Dessai et Hulme partagent l'idée que l'élaboration de nouveaux cadres de référence et de politiques d'adaptation, devrait résulter de la convergence des connaissances issues des modèles climatiques et de celles issues des contextes locaux. En effet, en se focalisant sur le vécu (passé) et les dynamiques en cours (présent) à l'échelle du système considéré (territoire, organisation, filière économique...), il est possible de mobiliser des connaissances qui permettent de mieux définir les contours de sa capacité adaptative. Celle-ci se précise alors à travers divers éléments propres au système, tels que le niveau de sensibilisation des parties prenantes, les ressources mobilisables ou encore l'état des infrastructures d'urgence. Une fois analysés, ceux-ci peuvent participer à identifier une vulnérabilité davantage sociale et économique. Cette approche dite Bottom-Up se révèle alors complémentaire de celle Top-Down dans le cadre d'une démarche optimale d'élaboration de stratégies d'adaptation et nécessite la mobilisation de connaissances, de concepts et d'outils en sciences humaines et sociales (SHS). Ces connaissances en SHS ont par la suite progressivement été prises en considération dans les rapports du GIEC (Comité 21, 2022b).

Les idées véhiculées derrière ce schéma s'appuient sur plusieurs faits qui nous paraissent aujourd'hui évidents, mais qui l'étaient beaucoup moins à l'époque. Tout d'abord, les changements climatiques sont le reflet d'une dynamique de changements globaux. Comme le rappellent de nombreux chercheurs en SHS travaillant sur les changements climatiques, l'aspect collectif est souligné comme le moteur même de l'adaptation, laquelle peut alors être perçue comme un processus social dynamique. En effet, puisque la capacité des systèmes à s'adapter aux changements, qu'ils soient climatiques ou environnementaux, est en partie déterminée par la capacité à agir collectivement, l'action collective est perçue comme la réponse la plus appropriée, tout simplement parce que la problématique est elle-même collective (Lorenzoni et al., 2007).

Puisque la capacité des systèmes à s'adapter aux changements climatiques est en partie déterminée par la capacité à agir collectivement, l'action collective est la réponse la plus appropriée, tout simplement parce que la problématique est elle-même collective.

Ainsi, bien que le focus sur la réduction des émissions de GES soit prioritaire pour infléchir l'évolution climatique en cours, cet effort ne saurait à lui seul résoudre les autres problématiques environnementales qui constituent de sérieuses menaces pour la viabilité des écosystèmes non-

humains et des sociétés humaines. Les changements climatiques ne peuvent ainsi être découplés des autres dynamiques en cours, toutes aussi alarmantes pour la planète. Le concept de « limites planétaires », ébauché notamment dans le retentissant rapport [Meadows \(1972\)](#), approfondi plus tardivement et plus largement diffusé ces dernières années, résume cette idée de « système terre interrelié ».

Ensuite, et dans cette lignée, l'adaptation se détermine également à travers l'exercice d'agglomération et d'analyse des connaissances sur les attributs et les dynamiques des éléments qui constituent le système considéré et ainsi, sa capacité à pouvoir se réorganiser à partir de ses propres spécificités contextuelles, géographiques ou politiques, pour faire face aux tendances, aux aléas extrêmes et aux impacts climatiques.

Enfin, l'approche « Top-Down », aussi précieuse qu'elle soit, comporte des, comme tout exercice de prospective.

Des incertitudes en cascade

Dès l'accès aux résultats des premiers modèles climatiques mis en place, il fut soulevé le fait que leurs résultats devaient être interprétés avec retenue. Imaginer que les scientifiques avaient mis au point une manière de « prévoir » le comportement du système climatique dans un futur déterminé était, et est toujours, tentant : sur les enjeux d'adaptation, les débats se focalisent souvent sur la question : « s'adapter à quoi ? » ([Richard, 2014](#)). Une abondante littérature essaye d'apporter des éléments de réponse en évoquant le rôle des modèles climatiques dans l'identification de futurs risques sans que soit suffisamment explicité qu'une part non négligeable d'incertitude est inhérente au « fonctionnement chaotique » (au sens de « dynamique non-linéaire ») du système climatique. Ainsi, les résultats ne peuvent apporter qu'une réponse partielle.

En effet, la démarche à suivre dans les choix d'une étude de modélisation est intrinsèquement subjective, l'éventail des choix s'élargit à chaque étape et crée une « cascade d'incertitudes ». Ce concept a été développé par la communauté scientifique du climat afin de décrire la manière avec laquelle les plages d'incertitude s'étendent le long de la chaîne de modélisation. Mise en graphique dès 1983 par [Schneider](#), reprise par [Viner](#) en 2001, elle fut également utilisée par [Wilby and Dessai](#) en 2010 ([figure 5](#)). Ainsi, l'utilisation de scénarios d'émissions de GES élevés ou faibles pour forcer un modèle climatique peut conduire à différentes réponses climatiques mondiales. Le choix du modèle climatique lui-même peut affecter de manière significative les sorties simulées. Les conditions initiales ou les valeurs attribuées aux paramètres du modèle peuvent également affecter les résultats issus du modèle et toutes ces incertitudes augmentent à mesure que d'autres permutations dans la chaîne de modélisation sont explorées ([Smith et al., 2018](#)). Bien évidemment, cette cascade s'applique au-delà de la science du climat à toute étude de modélisation, qu'elle soit environnementale ou économique, et s'applique aux processus passés, présents et futurs.

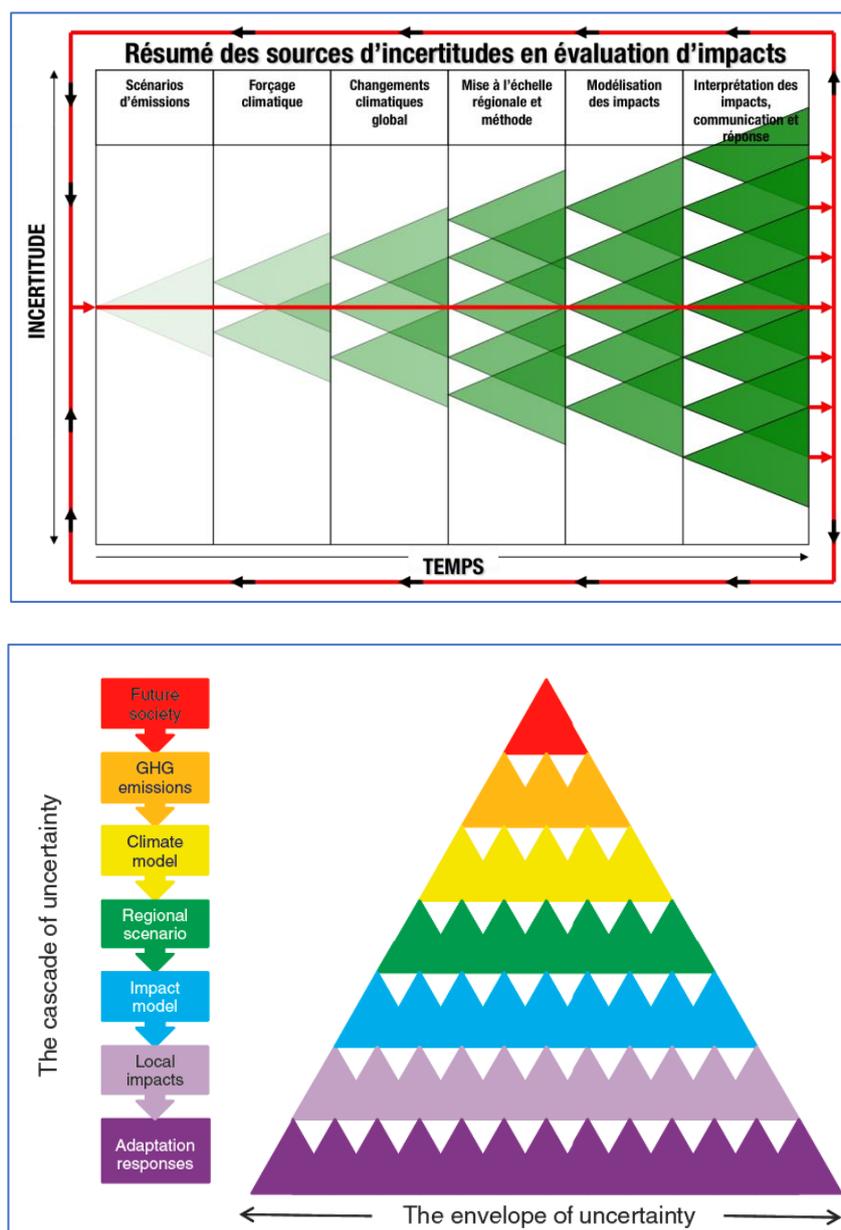


Figure 5. Cascade d'incertitudes inhérentes à la démarche de caractérisation d'impacts climatiques à partir de dynamiques et scénarios à l'échelle globale.

(Source : figure du haut : Simonet, 2005, d'après Viner, 2001 ; figure du bas : Wilby and Dessai, 2010).

Afin de maintenir la rigueur dans la démarche et la présentation des résultats, plusieurs « pare-feux » ont été mis en place par les communautés scientifiques afin de mieux cadrer les interprétations, notamment pour guider les acteurs locaux soucieux de connaître le devenir de leurs territoires, organisations ou activités. Parmi ces cadrages, notons ceux mis en place par le GIEC, qui associe les informations à un niveau qualitatif de confiance (very low, low, medium, high and very high) et un niveau quantitatif de probabilité (virtually certain, extremely likely, very likely, likely, more likely than not, about as likely as not, unlikely, very unlikely, extremely unlikely, exceptionally unlikely). Malgré toute cette rigueur, on ne peut empêcher la variété des interprétations, relevant cette fois de facteurs non pas numériques, mais humains.

Sur le terrain : avec quelle intensité les projections climatiques éclairent les processus décisionnels ?

Souvent sous-estimées, les Sciences Humaines et Sociales (SHS) jouent pourtant un rôle fondamental dans l'amélioration des connaissances liées aux dynamiques d'élaboration et de mise en place de stratégies d'adaptation aux changements climatiques (Simonet, 2012a). Intégrant peu à peu la communauté scientifique travaillant sur le climat, les chercheurs en SHS ont aujourd'hui une place reconnue dans le champ de l'adaptation aux changements climatiques. Comme évoqué plus haut, cette influence croissante s'est peu à peu concrétisée par la place croissante de leurs travaux de recherche dans les rapports du GIEC. Symbolisant cette prise en considération, le tome 2 du cinquième rapport (2014) présente pour la première fois un paragraphe intitulé « Psychology » dans le chapitre 2 « Foundations for Decisionmaking », abordant l'influence des facteurs cognitifs (perception, émotions ou encore compréhension du risque) sur la prise de décision. Cette place s'est considérablement accrue dans le tome 2 du dernier rapport (2022), notamment à travers toutes les réflexions sur la dimension « transformation » du processus d'adaptation (Comité 21, 2022b). L'une des forces principales des études en SHS dans le champ de l'adaptation aux changements climatiques réside dans la rencontre avec les acteurs locaux, ceux-là mêmes qui sont en proie aux difficultés d'interpréter les résultats des modèles climatiques, d'en mesurer la pertinence au regard de leurs enjeux et d'être confrontés à la traduction de tels résultats en termes d'élaboration de politiques, d'actions ou de processus de réorganisation.

Les attentes sont fortes envers les scientifiques qui présentent les résultats de modèles climatiques, qui sont parmi les plus écoutés. Mais sont-ils les plus entendus ?

De nombreuses études de terrain montrent que la manière dont les projections climatiques s'insèrent dans les processus décisionnels afin d'alimenter les prises de décisions à l'échelle d'un territoire ou d'une organisation s'avère difficile, notamment par ce côté incertain (Richard, 2014). De ce fait, elles font émerger plusieurs interrogations qui demanderaient davantage d'études, parmi lesquelles : les projections climatiques incitent-elles les acteurs locaux à s'engager dans une transformation de leurs activités vers une trajectoire durable ou a contrario, à conforter le maintien d'activités non durables ? Les projections climatiques ont-elles principalement pour objectif de sensibiliser et d'enclencher les débats sur le devenir d'activités ? Au regard d'observations et de retours d'expériences de terrain dans les territoires ou au sein d'organisations, les chercheurs remarquent que pour une bonne part des cas, les décisions de transformation d'activités sont prises au regard de situations dégradées déjà observées. Les décisions de transformation d'activités varient également en fonction des capacités économiques effectives. Ainsi, les enjeux liés à la gestion ou la transformation d'infrastructures (ex. station de ski) n'ayant pas la même ampleur de coûts qu'une gestion liée au vivant (ex. pâturage), les capacités et les délais de réponses face à des tendances climatiques à la dégradation de l'activité en sont également différentes.

L'ampleur des enjeux liés, par exemple, à d'importants investissements nécessitant une planification étalée dans le temps, peut être contrariée par la présentation de résultats de modèles climatiques concluant à la non-viabilité de l'activité à un horizon déterminé à quelques décennies. Les acteurs peuvent alors se réfugier dans des réactions de déni et de colère ou réagir aux menaces présentées en s'orientant vers des stratégies d'adaptation s'avérant plus coûteuses, en impacts secondaires ou au niveau financier, qu'une réelle transformation ou un abandon pur et simple. Les décisions peuvent ainsi varier en fonction des intérêts en place. *In fine*, les mêmes projections climatiques peuvent tout à fait être brandies par les uns pour justifier la poursuite d'exploitation d'activités et au

contraire mises en avant par les autres pour faire cesser les impacts défavorables issus de ces mêmes activités (par ex. sur la biodiversité). Ainsi, des acteurs militant pour des trajectoires (parfois radicalement) différentes peuvent s'appuyer sur les mêmes études, ce que [Simonet et Salles \(2014\)](#) expriment ainsi au sujet de leurs travaux portant sur la gestion de l'eau sur les territoires de la Garonne : « *loin de modifier les rapports de force entre les acteurs du territoire de Garonne moyenne, les changements climatiques entrent dans le champ de la négociation pour consolider les positions et les intérêts en place* ».

Qu'en déduire ?

La progression technique des modèles climatiques des dernières décennies est impressionnante. Elle permet aujourd'hui des extrapolations fines de trajectoires climatiques futures plausibles et plus nous avançons dans les futurs envisagés par les premiers modèles, plus nous en observons et expérimentons, hélas, la véracité dans nos quotidiens. Malgré toutes les incertitudes inhérentes à la démarche, les projections climatiques sont le fruit d'une rigoureuse démarche scientifique éprouvée, aujourd'hui forte de plusieurs décennies d'expérience. Cependant, même si les projections climatiques peuvent aider à « éclairer les décisions » à travers ces aperçus, elles demeurent largement incomplètes pour donner un portrait des réalités complexes du terrain, de ses dynamiques et de ses enjeux, lesquelles restent le cœur du succès (ou de l'échec) de la mise en place d'actions d'adaptation aux changements climatiques. Beaucoup de travail reste à accomplir pour la prise en compte des facteurs qui ne sont pas (ou peu) modélisables et les intégrer dans des processus décisionnels menant à des trajectoires de durabilité. Par ailleurs, l'étape de traduction des projections climatiques pour en faciliter l'interprétation par les acteurs locaux ne prend pas suffisamment en compte les limites cognitives auxquels on peut se heurter lorsque les informations présentées engendrent, comme c'est le cas avec les changements climatiques, une forte dose d'anxiété ([Comité 21, 2021b](#)). Ainsi, même si les résultats des projections climatiques demeurent un outil pertinent à l'échelle des acteurs locaux, il semble incontournable que les décisions qui résultent de leurs éclairages doivent intégrer les dynamiques de transformation déjà en cours à l'échelle des territoires et des organisations afin de pleinement positionner l'adaptation aux changements climatiques aux côtés des autres évolutions socioéconomiques actuelles ([Dépoues et Dhénain, 2022](#)). Nul doute que cet aspect inclusif sera considéré dans l'élaboration actuelle du 3^{ème} Plan National d'adaptation au changement climatique (PNACC).



Bibliographie

ADEME, 2020. *Diagnostic des impacts du changement climatique sur une entreprise – Recueil international d’expériences*. [Lien](#).

Carbone 4, (2022). *Les scénarios SSP : décryptage et recommandations d’utilisation pour une démarche d’adaptation au changement climatique*. [Lien](#).

CEREMA, (2022). *Diagnostic des îlots de chaleur urbains sur le territoire de Rodez Agglomération et propositions de solutions opérationnelles d’aménagement pour y remédier*. [Lien](#).

Comité 21 (2022a). *Guide sectoriel de l’adaptation aux changements climatiques*. [Lien](#).

Comité 21 (2022b). *Décryptage du rapport spécial du GIEC sur l’adaptation (WGII AR6)*. [Lien](#).

Comité 21 (2021a). *Les groupes locaux d’experts sur les changements climatiques (GLEC) : un levier de l’action des territoires*. [Lien](#).

Comité 21, (2021b). *Sommes-nous cognitivement équipés pour faire face aux changements climatiques ?* [Lien](#).

Delahais, A. et Robinet, A. (2023). *Coûts de l’inaction au changement climatique en France : que sait-on ?* Document de travail de France Stratégie.

Dépoues, V. et Dhenain, S. (2022). *Dynamiques d’adaptation au changement climatique en France et modèles économiques des projets territoriaux: Penser ensemble de multiples transformations en cours*. *Prospective et stratégie*, (0), 37-50. [Lien](#).

Dessai, S. and Hulme, M. (2004). *Does climate adaptation policy need probabilities?* [Lien](#).

Giaccone, L. (2023). *S’adapter à +2 °C ou +4 °C ? Scénarios, projections et politiques d’adaptation*. [Lien](#).

IGEDD, (2023). *Mission de parangonnage sur les politiques d’adaptation au changement climatique*. [Lien](#).

Institut Montaigne, (2022). *Du risque à la résilience : s’adapter collectivement ?* [Lien](#).

IPCC, (2022). *WGII – AR6 - Climate change 2022: impacts, adaptation and vulnerability*. [Lien](#).

Lorenzoni, I., Pidgeon, N. F., Nicholson-Cole, S., Whitmarsh, L. (2007). *Barriers perceived to engaging with climate change among the UK public and their policy implications*. *Global Environmental Change* 17(3-4): 445-459. [Lien](#).

Meadows D., Meadows, D., Randers, J. Behrens W., (1972). *The Limits to Growth*, New York, Universe Books.

Météo-France, (2023). Bilan annuel 2022 - Synthèse. [Lien](#).

Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires (MTECT), (2023). *Avoir une trajectoire climatique pour la France : Christophe Béchu accélère la mise en oeuvre de la nouvelle politique d'adaptation au changement climatique*. [Lien](#).

Richard E., (2014). *L'action publique territoriale à l'épreuve de l'adaptation aux changements climatiques : un nouveau référentiel pour penser l'aménagement du territoire ?* Thèse de doctorat, Université François Rabelais, Tours. [Lien](#).

Schneider, SH (1983). *CO2, Climate and Society: A Brief Overview*. In: Chen RS, Boulding E and Schneider SH (eds.) *Social Science Research and Climate Change: An Interdisciplinary Appraisal*. Dordrecht: Springer Netherlands. [Lien](#).

Simonet, G. et Salles, D. (2014). *Eau et changement climatique en Garonne moyenne : L'adaptation en négociation*. *Sud-Ouest Européen*, vol. 37. [Lien](#).

Simonet, G. (2012). *L'apport des sciences humaines et sociales – Dossier changement climatique*. *La jaune et la rouge*, n°680. [Lien](#).

Smith, K., Wilby, R. L., Broderick, C., Prudhomme, C., Matthews, T., Harrigan, S., Murphy, C. (2018). *Navigating cascades or uncertainty – As easy as ABC? Not quite...* *J. Extreme Events*, vol. 5:1.

Wilby, RL and Dessai S (2010). *Robust adaptation to climate change*. *Weather*, 65: 180–185.

Reprises vidéos du Cycle 2023 Adaptation aux changements climatiques » du Comité 21 :

- Webinaire du 2/03/2023: Les outils d'opérationnalisation de l'adaptation pour les territoires et les organisations – [Lien](#).
- Webinaire du 20/04/2023: Quels scénarios climatiques pour se projeter ? – [Lien](#).

Rédaction : Guillaume SIMONET (Abstraction Services).
Coordination : Frédérique LELLOUCHE et Bettina LAVILLE (Comité 21).



Comité 21
62 bis rue de Mouzaïa
75019 Paris
Tél : 01 55 34 75 21
comite21@comite21.org

www.comite21.org

