



**MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

Commission de l'économie du  
**développement  
durable**

## **Point de repère n° 5**

Adaptation aux impacts du  
changement climatique : de  
l'évaluation des dommages à la  
sélection des mesures

*A.Quinet, X.Timbeau, D.Bureau (CEDD)  
et F.Rannou (CGDD/SEVS), Juillet 2023*

*Pour établir ses avis, la Commission de l'économie du développement durable s'appuie sur l'expertise scientifique. Ces références, élaborées en toute indépendance par des experts, visent à rendre celle-ci appropriable par tous, dans sa pluralité, et informer le débat public.*

## Adaptation aux impacts du changement climatique : de l'évaluation des dommages à la sélection des mesures

Si les estimations des impacts sont plus ou moins robustes selon les domaines, l'analyse qualitative des risques climatiques est aujourd'hui bien avancée, y compris dans sa déclinaison nationale : hausse du nombre de jours de vagues de chaleur, exacerbée dans les régions les plus chaudes ; pluies extrêmes probablement plus fréquentes, notamment sur la moitié Nord du pays, et une augmentation de la fréquence des inondations ; sécheresses agricoles et hydrologiques préoccupantes ; réduction drastique du stock de neige au printemps ; étiages des cours d'eau très bas... Cependant, la projection physique ne suffit pas. Comme l'a souligné le rapport du groupe présidé par Xavier Timbeau<sup>1</sup>, il faut ensuite comprendre quels sont les systèmes exposés et quelles sont leurs vulnérabilités.

Les effets du changement climatique étant progressifs, les premiers impacts peuvent en être gérés par des mesures comportementales peu coûteuses, voire sans regret à l'horizon 2030, ou par des mesures adaptatives intégrant la prise en compte du changement climatique dans les cycles de renouvellement de certains composants ou équipements. Il existe donc toute une gamme d'actions permettant d'adapter la manière dont on exploite ou entretient les actifs et réseaux existants, sans qu'il soit nécessaire, à court terme du moins, d'engager des investissements importants.

Cependant, des approches plus anticipatrices sont également nécessaires, notamment quand le « rétrofit » des infrastructures et des bâtiments sera difficile ou quand les transformations des territoires ou des filières de production sont structurelles : végétalisation des villes pour réduire l'îlot de chaleur urbain, réduction de la pression sur les nappes souterraines, agroécologie...

Ainsi, s'agissant des vagues de chaleur, les mesures de surveillance, les gestes simples de protection et l'organisation des systèmes de soins mis en place suite à la canicule d'août 2003 ont un temps permis de contenir les problèmes. Mais, l'évolution de la chaleur estivale suggère que cela ne suffit plus : près de 33000 décès sont imputables aux chaleurs estivales sur la période 2014-2022, l'été 2022 ayant été le plus meurtrier sur cette période, avec près de 7 000 morts liées à la chaleur. Aussi bien les acteurs publics que privés doivent donc élargir le champ des solutions à considérer pour s'y préparer.

Le ministère de la Transition écologique vient de proposer un scénario de référence pour évaluer les dommages liés au changement climatique – celui d'un réchauffement de +3° à l'horizon 2100 – correspondant pour l'Europe et la France à un réchauffement de +4°, qui s'accompagne d'une augmentation de la fréquence et de l'intensité des aléas extrêmes. L'étape suivante est le développement de

---

<sup>1</sup> Rapport thématique « Dommages et adaptation » de la Commission « Pisani-Ferry-Mahfouz » sur *les incidences économiques de l'action climat*, France Stratégie 2023

l'évaluation des mesures d'adaptation, afin de les sélectionner par ordre de mérite, en termes de balance entre les bénéfices résultant de dommages évités (marchands ou non marchands) et les coûts à consentir pour obtenir ces réductions.

En effet, certaines solutions sont plus coûteuses que d'autres. Par ailleurs, ce qui compte pour prioriser et concevoir les politiques d'adaptation n'est pas l'augmentation en soi des températures ni même l'exposition à certains impacts physiques, mais leurs conséquences dommageables et les possibilités de les réduire par des mesures appropriées. Enfin, certaines solutions à envisager, en particulier celles fondées sur la nature, sont nouvelles, ce qui implique de les tester et qualifier leurs conditions de succès...

Souvent, le maillon critique des évaluations ne se situe pas au niveau de la théorie, mais plutôt de la quantification du coût des dommages associés aux différents impacts du changement climatique, ainsi que celle de leur réduction possible selon les mesures d'adaptation envisagées. A cet égard, nous ne sommes pas en avance. Le changement souhaité dans le développement des actions d'adaptation nécessite donc de lancer dès maintenant des programmes de recherche et de mobilisation de l'expertise scientifique et technique, pour :

- estimer des fonctions de dommages utilisables dans chaque contexte de risque spécifique (vagues de chaleur, épisodes extrêmes, inondations et submersions, incendies, stress hydrique...), à l'instar de ce qui a été fait après la tempête Xynthia pour évaluer les actions pour la prévention des risques d'inondations. Dans la mesure où les contextes auxquels nous devons nous préparer changent d'échelle et comportent des aspects nouveaux, le retour d'expérience sur tous les événements hors-norme est nécessaire pour cela. Il doit être organisé systématiquement, en s'assurant que toutes les dimensions, économiques, sociales et environnementales, sont couvertes,

- au-delà de la poursuite de la consolidation des résultats sur les impacts physiques des scénarios climatiques, en décliner les conséquences en termes de fréquence et d'intensité pour tous les risques déterminant directement les dommages. En effet, ce qui compte pour prioriser et concevoir les politiques d'adaptation n'est pas l'augmentation en soi des températures ni même l'exposition à certains impacts physiques, mais leurs conséquences dommageables.

En particulier, ces éléments sont des prérequis pour la mise à jour des référentiels techniques, des normes et des réglementations « climato-sensibles ». S'agissant du ministère de la transition écologique, ceci implique une politique adaptée en matière de compétences sachant que celles « classiques » d'ingénieurs dans les différents domaines concernés se sont raréfiées depuis 15 ans et que ceux-ci doivent intégrer les connaissances nouvelles sur le changement climatique, notamment pour évaluer les aléas à prendre en compte.

## I- Evaluation du coût des dommages climatiques : où en est-on ?

1-Le tableau ci-dessous, extrait du rapport Timbeau (2023), constitue la première synthèse systématique des estimations de coût des dommages climatiques pour la France (métropolitaine).

Secteurs	Impacts non monétisés	Impacts monétisés	Canal de transmission	Scénario de réchauffement / horizon temporel
		1 Md €/an à horizon 2050 <i>CGAAER, 2022</i>	Dommages aux cultures liés aux aléas climatiques	Hypothèse de doublement des aléas climatiques 2050
<b>Agriculture</b>	<p><b>Blé :</b> (a) + 0,9 t/ha (+13 %) (b) +1 t/ha (+14,5 %) Forte variabilité interannuelle.</p> <p><b>Maïs :</b> (a) -0,5 à 1 t/ha (-5,7 % à -11,4 %), (b) - 1,5 t/ha (-17 %) Chiffres sous couvert d'une augmentation de l'irrigation (+40 mm pour le maïs) <i>Climator (2012)</i></p> <p>Pertes maximales quinquennales : - Prairies : de 18,5 % aujourd'hui à 25,0 % en 2050, - Blé tendre : de 4,2 % aujourd'hui à 7,4 % en 2050, - Orge : de 5,3 % aujourd'hui à 9,5 % en 2050. <i>CCR, Météo France (2022)</i></p>	-	Rendements moyens des cultures (blé, maïs)	2020-2050 (a) 2070-2100 (b)
		-	Pertes de récoltes dues aux sécheresses	RCP 8.5 2020-2050
<b>Actifs résidentiels</b>	-	143 Mds € (4,6 Mds €/an), dont 23,8 Mds € (790 M €/an) dus au changement climatique : 570 M €/an pour les sécheresses, 110 M €/an pour les submersions marines, 100 M €/an pour les inondations <i>France Assureurs (2021)</i>	Sinistres liés aux inondations, sécheresses, submersions marines	RCP 8.5 2020-2050
	5 000 à 50 000 logements concernés <i>Cerema</i>			2100
<b>Infra-structures</b>	-	22,2 Mds € (1,6 Mds €/an) <i>Carbone 4 (2021)</i>	Investissements curatifs additionnels Entretien des routes (vagues de chaleur) et des voies et tunnels ferroviaires (inondation et ruissellement)	RCP 8.5 2035-2050

<b>Tourisme (montagne)</b>	(a) Trois stations fonctionnant avec enneigement naturel dans les Pyrénées (b) une vingtaine de stations fonctionnelles avec de l'enneigement artificiel dans les Alpes ; Aucune station des Pyrénées, Baisse du manteau neigeux hivernal de 80 % <i>WWF (2021), d'après Spandre et al. (2019)</i>	-	Baisse de l'enneigement naturel	+ 2 °C (a) + 4 °C (b)
<b>Santé humaine</b>	Décès nets imputables à la température : 1 % en 2050-2059, 4 % en 2090-2099 <i>Gasparini et al. (2017), d'après Sénat (2019)</i>	Coût de mortalité : 21 Md €/an entre 2050 et 2059 <sup>1</sup> <i>Calcul des auteurs</i>	Vagues de chaleur	RCP 8.5 2050-2059, 2090-2099
	+ 119 % <i>ACPR (Onerc, 2022)</i>		Sinistralité sanitaire du moustique Aedes	2019-2050
<b>Travail (productivité)</b>		Moins de 1 % du PIB en moyenne (23 Mds €/an) (dont 0,4 % aujourd'hui) <i>Garcia-Léon et al. (2021)</i>	Perte de productivité liée aux vagues de chaleur	RCP8.5 2045-2055
<b>Puits de carbone</b>	Baisse du stockage carbone annuel dans l'écosystème forestier de 40 % <i>Roux et al. (2020)</i>			RCP 8.5 2050
	Potentiel d'écart de stockage carbone dans les écosystèmes français entre un scénario intermédiaire et un scénario à fortes émissions : +2,5 Mds de t/CO <sub>2</sub> <i>Efese (Monnoyer-Smith, 2019)</i>		Séquestration de carbone à long terme dans les écosystèmes français	RCP 4.5 vs. RCP 8.5 « A long terme »

Tableau 1 : synthèse des coûts des dommages (rapport Timbeau)

Les auteurs soulignent cependant que ces estimations sont à approfondir, en mettant en place des programmes d'études appropriés. En effet, on ne dispose pas d'analyses systématiques régulièrement actualisées pour apprécier comme il le faudrait les évolutions aux différents horizons.

Par ailleurs, certains domaines importants restent des angles morts, soit parce qu'ils demeurent peu quantifiés -cas de la biodiversité- ou parce que les références disponibles sont trop ponctuelles pour apprécier les ordres de grandeur des coûts au niveau sectoriel (agriculture, foresterie, eau).

2-Pour autant, cet état « zéro » met déjà en lumière des résultats importants.

Outre l'anticipation nécessaire des impacts dans les zones les plus exposées et pour les modèles agricoles ou touristiques, deux enjeux sont particulièrement pointés :

- les conséquences importantes sur le potentiel de séquestration du carbone à long terme dans les écosystèmes. Plus généralement, le contexte du changement climatique devrait conduire à réévaluer dans leur ensemble les politiques de protection de la biodiversité, compte-tenu à la fois de la vulnérabilité des

écosystèmes au changement climatique, et de la contribution que ceux-ci ou les solutions fondées sur la nature peuvent apporter en matière d'adaptation,

-et les *impacts sanitaires* évoqués en introduction, dont le coût social est évalué à plus de 20 milliards d'euros par an à l'horizon 2050-2059, à partir de la valeur *statistique* de la vie humaine actuellement en vigueur pour évaluer les politiques publiques.

3-Ces résultats apparaissent en ligne avec les travaux d'évaluation du « coût social du carbone (SCC)<sup>2</sup>» relancés aux Etats-Unis par l'administration Biden, qui ont stimulé les recherches visant à évaluer les coûts des différents dommages, en intégrant les recommandations de l'Académie des sciences américaine pour ne pas sous-estimer les enjeux.

Combinant la régionalisation progressive des impacts physiques dans les modèles climatiques permise par l'affinement de leur maille de calcul, ainsi que l'intégration des rétroactions des différents milieux et cycles géo-chimiques et l'analyse des évolutions climatiques désormais observables, ces travaux conduisent généralement à réévaluer fortement à la hausse les montants des dommages.

Accélérer les réductions d'émissions pour stabiliser la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère est donc, plus que jamais, une absolue nécessité.

Par ailleurs, la combinaison des données climatiques avec celles socio-économiques disponibles permet de mieux prendre en compte l'hétérogénéité des impacts.

La première étape de l'étude récente de Carleton et al. (2022)<sup>3</sup> sur les impacts du changement climatique sur la mortalité au niveau mondial, illustre les progrès ainsi réalisables. Celle-ci utilise les données infranationales de 40 pays pour estimer des relations entre l'âge et la mortalité et les extrapoler dans un futur avec changement climatique.

Elle met en évidence des relations température-mortalité en forme de U, les températures extrêmes augmentant les taux de mortalité, notamment pour les personnes âgées, et plus particulièrement pour les bas revenus (cf. tableau 2).

---

<sup>2</sup> Le SCC correspond au coût total des dommages induits par l'émission d'une tonne de carbone au niveau mondial

<sup>3</sup> « VALUING THE GLOBAL MORTALITY CONSEQUENCES OF CLIMATE CHANGE ACCOUNTING FOR ADAPTATION COSTS AND BENEFITS », NBER WP, n°27559

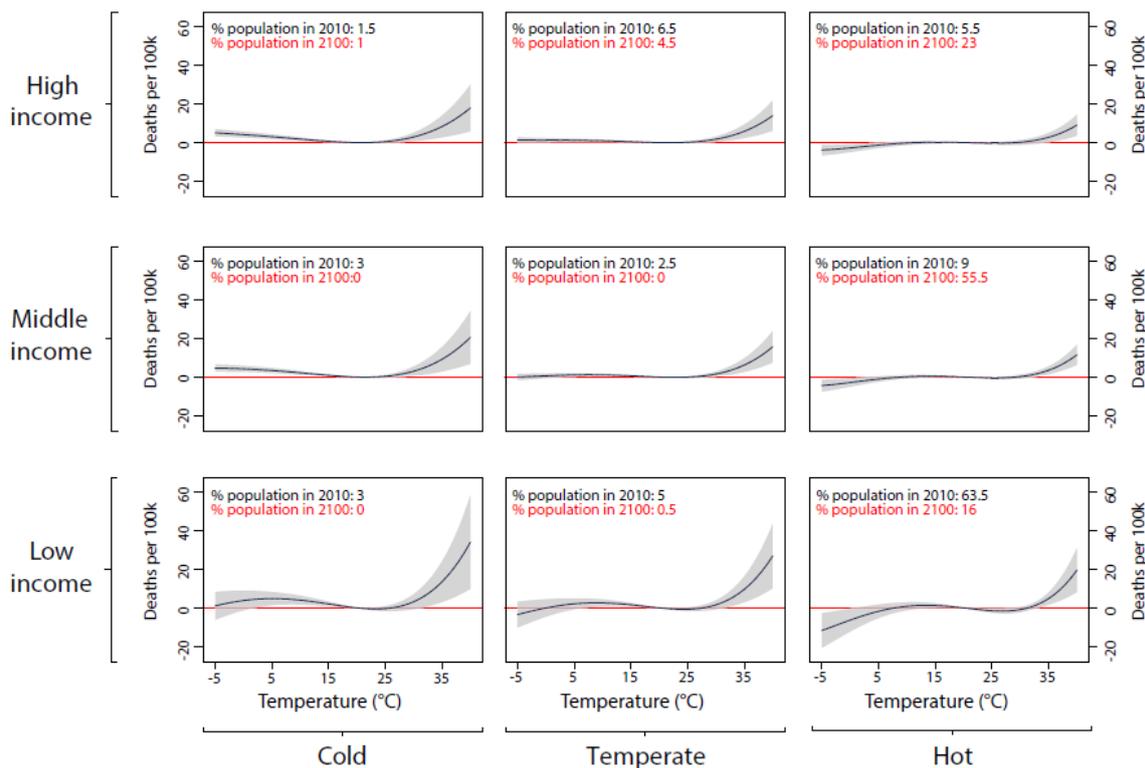


Tableau 2. Impacts sur la mortalité, selon le climat et le revenu (> 64ans)

Commence aussi à émerger le souci de soucier d'évaluer à la fois des fonctions de dommages sans adaptation, puis en intégrant les comportements d'adaptation que l'on peut anticiper dans les différents contextes (cf. tableau 3). A cet égard, il est mis en exergue des capacités d'adaptation et des impacts différenciés, les dommages étant plus lourds dans les localisations pauvres et chaudes d'aujourd'hui.

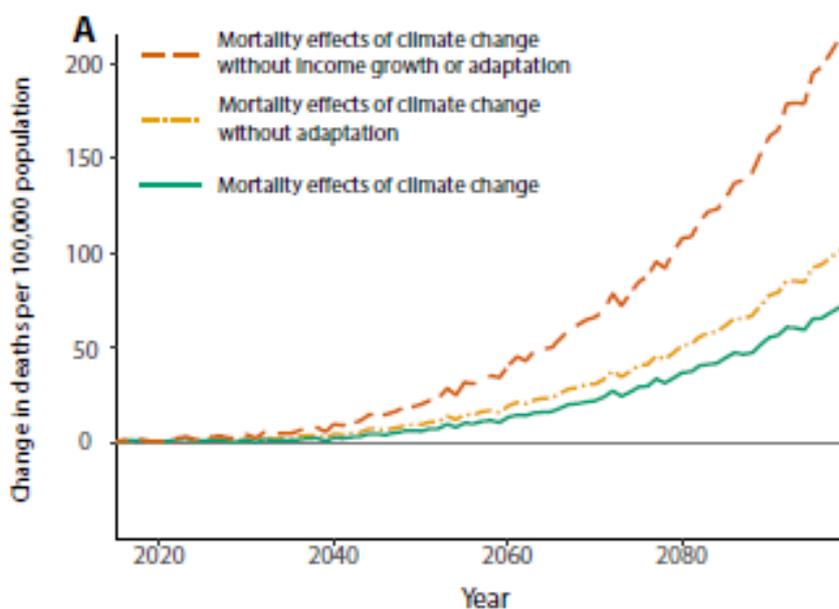


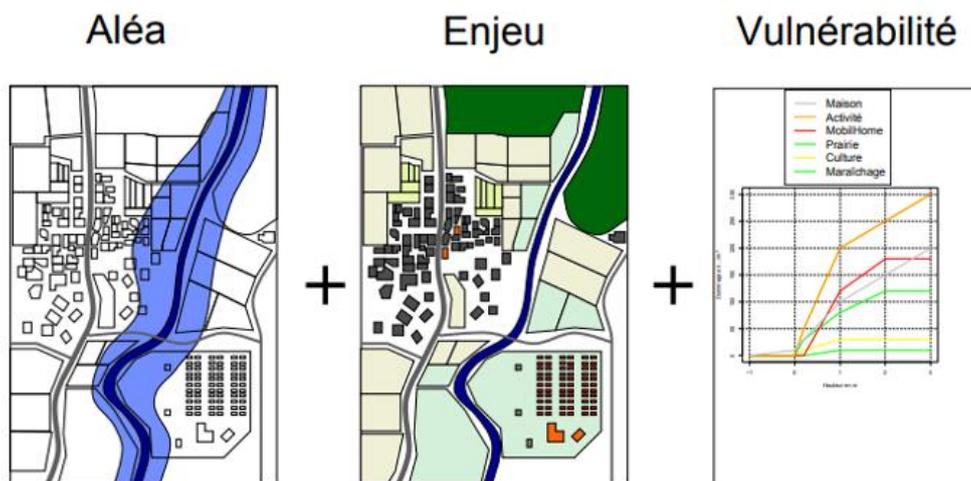
Tableau 3. Projections de mortalité sans et avec adaptation

## II- Les fonctions de dommages et leur utilisation

4-Les dommages climatiques et les coûts économiques et sociaux qui peuvent y être attribués dépendent des spécificités locales, à la fois du fait de l'exposition et de la vulnérabilité. S'agissant, par exemple, des vagues de chaleur, l'exposition à celles-ci dépend en effet de l'évolution du climat régional mais aussi de l'amplification des températures par le phénomène d'îlot de chaleur, qui dépend du contexte urbain, et la vulnérabilité de l'accès local aux ressources en eau.

En résulte, de manière générale, la nécessité d'allier la définition de cadrages stratégiques pour les différents risques (vagues de chaleur, inondations, destruction des écosystèmes, stress hydrique...) et l'évaluation, au cas par cas, des mesures au niveau local (infrastructures et équipements urbains, mais aussi organisation du travail et modes de vie). Outre le fait que l'impact du changement climatique n'est pas homogène au niveau géographique, pas même au niveau des températures<sup>4</sup>, et donc a fortiori pour les précipitations et l'hydrologie, où les incertitudes sont plus grandes, ce besoin d'études « bottom-up » résulte des considérations suivantes :

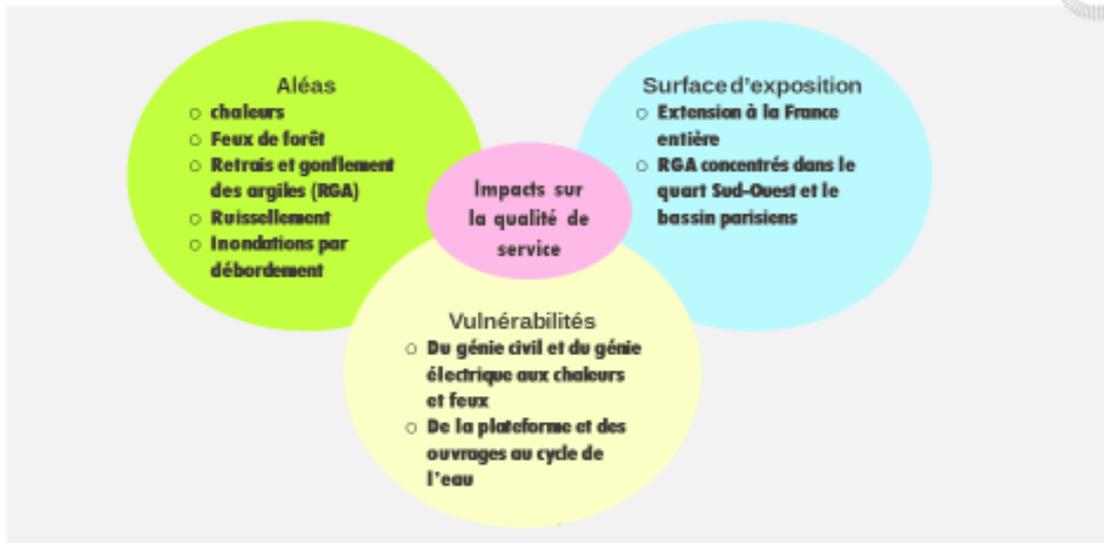
-pour le coût des dommages, ce qui va compter n'est pas l'élévation de la température en soi, mais son impact sur la fréquence et l'intensité de certains types d'évènements, souvent les extrêmes (par exemple, les inondations dans le schéma ci-dessous), dont il convient donc de qualifier précisément les caractéristiques locales,



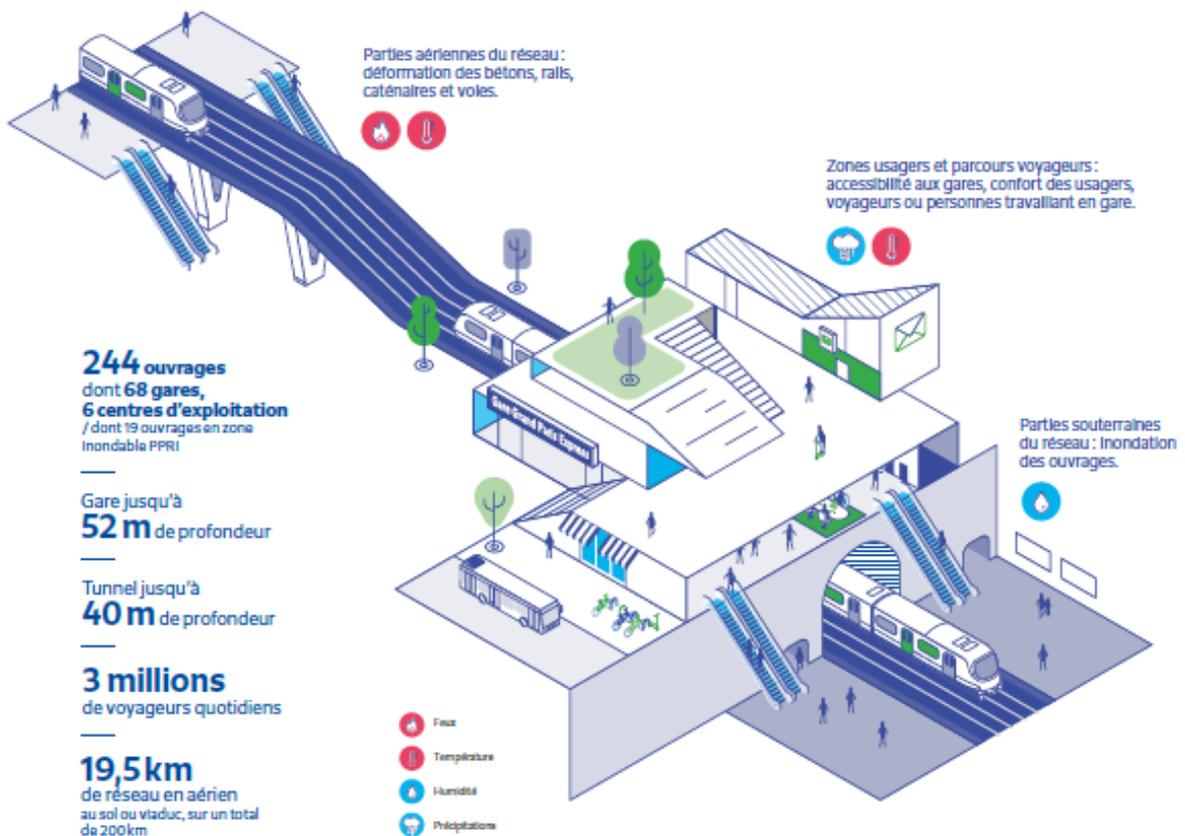
- ensuite, il faut considérer la manière dont les risques climatiques vont se combiner entre eux ou avec d'autres au sein des unités de gestion opérationnelles des agents économiques, de la maintenance aux relations avec les usagers en situation de crise. Les schémas ci-dessous l'illustrent pour les opérateurs d'infrastructures de transport public,

<sup>4</sup> On sait bien que, globalement, les pôles et les continents se réchauffent plus vite que les tropiques et les océans.

## L'ANALYSE DES PRINCIPAUX RISQUES A L'ECHELLE NATIONALE POUR SNCF-RÉSEAU



## Le Grand Paris Express face aux risques climatiques



-contrairement aux politiques d'atténuation, où l'évaluation d'une mesure peut se résumer à la confrontation d'un coût à la tonne de carbone évitée avec une valeur de référence de valeur de l'action carbone (VAC du rapport Quinet II), les bénéfices d'une mesure d'adaptation sont multiples et contingents aux contextes locaux.

- enfin, il faut prendre en compte les interactions entre les risques au niveau local et les effets en cascade potentiels en résultant, entre gestion des transports et production d'électricité, par exemple ; ou pour la disponibilité en eau, qui est un enjeu systémique affectant tous les usages à la fois (agriculture, énergie, eau potable, etc.). Une approche territoriale est donc nécessaire pour définir les mesures d'adaptation efficaces et, aussi, pour assurer une juste répartition de son coût.

5-Cette nécessité de combiner des cadrages globaux ou transversaux avec le besoin d'évaluation spécifique et de gestion des mesures au niveau local n'est pas sans précédent. Dès les années 1950, les calculs économiques se sont développés dans des conditions assez comparables pour évaluer les projets hydro-électriques dans les différents sites susceptibles d'être équipés. La planification était ainsi décentralisée, pour tenir compte des spécificités de chaque site et des aléas hydrauliques. Mais les évaluations étaient articulées avec l'optimisation du parc d'équipements, pour apprécier la valeur des services fournis par chaque équipement dans le contexte de réseaux interconnectés et en anticiper l'évolution dans le temps ; et encadrées sur le plan méthodologique pour assurer la cohérence des évaluations (la fameuse « note bleue »).

Plus récemment, suite à la tempête Xynthia les risques de submersion et d'inondations ont été réévalués. Il a alors été décidé que, pour en réduire les dommages, les projets de prévention contre les inondations portés par les collectivités locales seraient subventionnés par le fonds de prévention des risques naturels majeurs (fonds Barnier), dans le cadre d'appels à projets lancés par l'État. Pour assurer l'efficacité de ces subventions, les collectivités doivent réaliser une évaluation socio-économique de leur projet pour en bénéficier.

Afin d'être en mesure de justifier les choix effectués entre projets sur une base commune, le Ministère en charge de la prévention des risques naturels a développé, au niveau national, une méthode d'évaluation socioéconomique de référence dont le contenu est décrit dans un guide méthodologique publié par le Commissariat Général au Développement Durable (CGDD) en 2014 puis en 2018. Cette évaluation permet de juger de la pertinence socioéconomique des projets en comparant leurs coûts et leurs bénéfices au regard des objectifs-clés de la politique nationale de prévention des inondations<sup>5</sup>. Les coûts comprennent les coûts financiers directs et les coûts des impacts négatifs du projet. Les bénéfices correspondent aux dommages évités grâce

---

<sup>5</sup> Théma. L'évaluation socio-économique des projets de prévention des inondations en France. CGDD, 2019

à la réalisation du projet. Ils sont calculés par rapport à une situation de référence sur un horizon temporel défini (généralement de 50 ans). La situation de référence correspond à une évolution prévisible du territoire en l'absence du projet à évaluer.

6-L'élément critique pour réaliser de telles évaluations est l'appréciation des dommages évités. A cette fin, des fonctions de dommages ont été établies, qui quantifient la relation entre les paramètres d'aléa (le plus souvent, hauteur d'eau et durée de submersion) et le montant du dommage. Ce modèle prend en compte les caractéristiques de l'enjeu exposé et s'appuie sur l'expertise des experts de ce type de sinistre (en termes par exemple de nettoyage, de réparation ou de remplacement pour le bâti ou de perte de valeur ajoutée pour les parcelles cultivées).

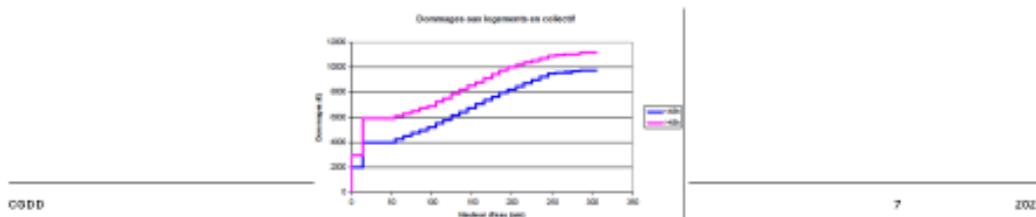
Ainsi, on peut évaluer les bénéfices liés à une mise hors d'eau certaine (par la construction d'une digue par exemple) ou probable (par exemple avec le confortement d'un ouvrage permettant une diminution de sa probabilité de rupture) et ceux liés à une diminution de la hauteur d'eau à laquelle est exposé l'enjeu.



### Exemple de fonction de dommage: logements

ie montants en € des dommages en fonction des caractéristiques de l'inondation (hauteur d'eau et durée de submersion) et pour un type de logement

Hauteur d'eau min (cm)	Hauteur d'eau max (cm)	Durée de submersion	Dommages au bâti (€2016)				Dommages au mobilier (€2016)			
			Individuel sans étage	Individuel avec étage	Logement en collectif	Sous-sol individuel	Sous-sol d'un immeuble (cave + garage)	Mobilier individuel sans étage	Mobilier individuel avec étage	Mobilier logement en collectif
0	1	1 < 48h	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
1	15	15 < 48h	4395,2	2135,0	2040,7	39,2	896,9	4157,4	2596,6	2095,6
15	25	25 < 48h	6570,5	4270,0	4031,4	76,4	1793,6	8314,6	5173,3	4198,6
25	35	35 < 48h	8570,5	4270,0	4031,4	76,4	1793,6	8314,6	5173,3	4198,6
35	45	45 < 48h	8570,5	4270,0	4031,4	76,4	1793,6	8314,6	5173,3	4198,6
45	55	55 < 48h	8570,5	4270,0	4031,4	76,4	1793,6	8314,6	5173,3	4198,6
55	65	65 < 48h	8913,9	4472,0	4325,0	76,4	1793,6	9451,1	5991,1	4860,0
65	75	75 < 48h	9257,4	4675,6	4566,6	76,4	1793,6	10587,2	6809,9	5528,4
75	85	85 < 48h	9600,8	4878,4	4812,1	76,4	1793,6	11723,6	7626,9	6196,9
85	95	95 < 48h	9944,2	5081,2	5055,7	76,4	1793,6	12859,9	8444,9	6865,3
95	105	105 < 48h	10287,7	5284,0	5299,2	76,4	1793,6	13996,1	9262,4	7533,7

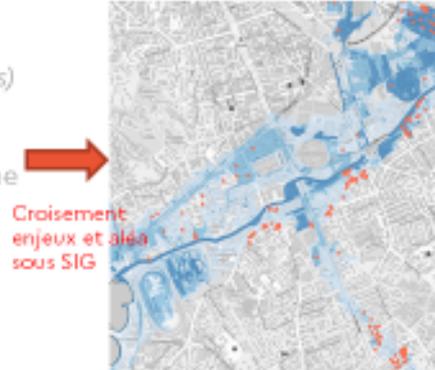


La démarche a aussi innové en considérant de multiples scénarios, ne négligeant pas d'éventuels dommages très importants dans des scénarios certes peu probables mais ne pouvant être négligés.

## Contenu de la méthode - Scénarii d'aléa

Quatre événements d'inondations sont considérés (a minima) :

- du scénario d'aléa de premiers dommages (i.e. événement le plus intense – en termes de hauteur d'eau par exemple – ne provoquant pas de dommages)
- du scénario de dimensionnement du projet (i.e. scénario d'inondation le plus intense pour lequel l'ouvrage est conçu pour protéger totalement la zone ciblée)
- d'un scénario d'aléa pour lequel l'ouvrage a un impact hydraulique limité (l'impact de la mesure devient négligeable au-delà de ce scénario d'aléa)
- d'un scénario d'aléa extrême de période de retour d'au moins 1 000 ans

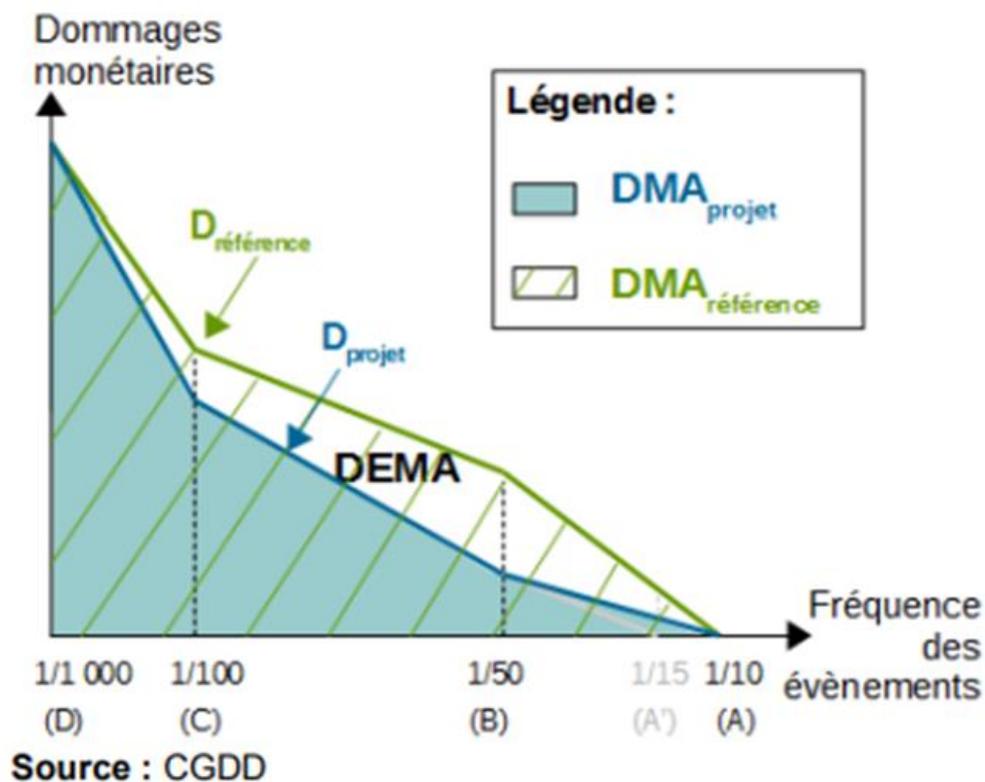


CGDD

8

2022

La combinaison des fonctions de dommages et de ces scénarii permet finalement d'évaluer les dommages moyens annuels (DMA) évités (DEMA) grâce à un ouvrage de protection contre les inondations (cf. Schéma ci-dessous, source CGDD, op.cit.).

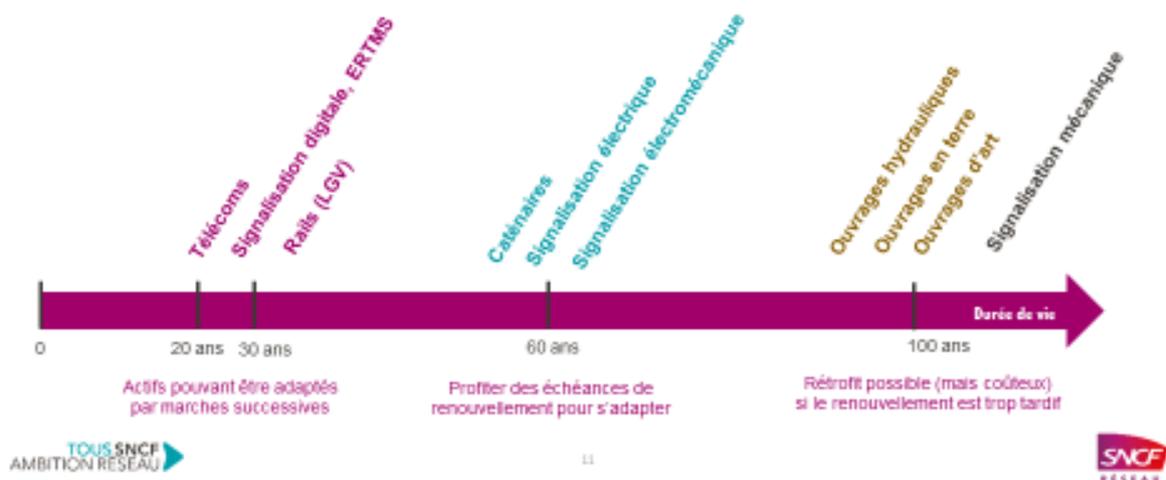


7-L'évaluation des stratégies d'adaptation au changement climatique introduit cependant des complications nouvelles, compte-tenu :

- des incertitudes et des horizons à prendre en compte, qui ne permettent pas de définir les probabilités des événements à partir de l'observation du passé,
- de la nécessité de considérer aussi les impacts sur les écosystèmes,
- et de s'assurer que les critères utilisés prennent bien en compte les flexibilités disponibles (cf. schéma ci-dessous pour SNCF-réseau), mais sans retarder les transformations structurelles à anticiper, ou risquer d'accroître la vulnérabilité à terme au lieu de la réduire (ce qu'il est convenu d'appeler la maladaptation).

#### Stratégie d'adaptation et cycles de renouvellement des actifs

(d'après SNCF-Réseau)



Dans tous les cas, l'établissement de fonctions de dommages pour les différents risques concernés demeure un prérequis d'une démarche d'évaluation des politiques d'adaptation. En effet, sélectionner les mesures par ordre de mérite apparaît nécessaire dans tous les domaines : sanitaire, transformation des villes, incendies de forêts, agriculture, gestion du grand cycle de l'eau, bâtiments, infrastructures de réseaux...

8- En particulier, ce sera un point de passage obligé pour la mise à jour des référentiels techniques, des normes et des réglementations climato-sensibles, identifiée à juste titre comme un des chantiers à ouvrir rapidement dans le document de consultation sur la « TRACC » (cf.encadré). Il appartient notamment aux réseaux scientifiques et techniques des différents ministères (transition écologique, agriculture, systèmes de

santé) de mener ce travail, en commençant donc par l'évaluation systématique de fonctions de dommages.

S'agissant du ministère de la transition écologique, ceci implique une politique adaptée de recrutement et de formation des compétences. En effet, il faut pour cela disposer de personnels ayant les compétences « classiques » d'ingénieur dans les différents domaines concernés de la réglementation technique, complétées par l'intégration de l'évolution des connaissances sur le changement climatique, pour évaluer l'évolution des aléas à prendre en compte, et plus généralement sur l'environnement, pour anticiper les conflits d'objectifs.

Les premières se sont raréfiées du fait que le ministère en avait moins besoin depuis 15 ans, du fait de son retrait des activités de maîtrise d'œuvre et que les enjeux d'appui à la maîtrise d'ouvrage n'ont été reconnus que récemment. Les secondes sont nouvelles et nécessitent donc de développer des partenariats avec la recherche.

**Extrait de la Consultation sur la trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (Tracc). Chantier n°1 : évolution des référentiels**

**De très nombreux secteurs d'activités s'appuient sur des référentiels, des normes ou des réglementations techniques permettant de spécifier le cadre à respecter pour exercer leurs pratiques, construire, gérer et entretenir leurs réseaux, infrastructures, matériels. Beaucoup de ces référentiels ont une composante climatique, c'est-à-dire qu'ils spécifient les conditions climatiques dans lesquelles doivent pouvoir fonctionner nominalement les matériels, les infrastructures ou les processus contribuant à ces activités. Il peut s'agir par exemple de plages de température extérieure, d'intensité de précipitation, de force de vent, de débit d'une rivière, de poids de la neige sur les toits, de niveau de la mer ou de hauteur des vagues. On trouve ces référentiels et réglementations techniques à composante climatique notamment pour les secteurs suivants : bâtiment, urbanisme, transports, production et transport d'énergie, réseaux et infrastructures, prévention des risques naturels.**

Dans le passé, ces référentiels et réglementations techniques étaient établis sur la base de la climatologie locale, déduite des données climatiques observées ou analysées sur une période idéalement des 30 dernières années. Les effets du changement climatique étant désormais clairement visibles, il n'est plus raisonnable de s'appuyer uniquement sur des référentiels et réglementations ne tenant pas compte du changement climatique déjà constaté, ni même des changements futurs pour les activités s'appuyant sur des infrastructures ou des matériels de longue durée de vie. Par exemple, les travaux du GIEC indiquent que, à l'échelle mondiale, pour chaque degré de réchauffement, l'intensité des pluies extrêmes augmente d'environ 7%. A titre d'illustration, s'adapter à + 3°C de réchauffement mondial impliquerait donc que tous les réseaux pluviaux soient conçus de manière à évacuer environ 20% de pluie en plus que sous le climat passé. (...)

Pour les infrastructures les plus critiques, par exemple nécessaires pour l'accès des secours au territoire en cas de crise, l'approvisionnement en énergie du territoire, la desserte et l'approvisionnement des territoires insulaires, le niveau de prise en compte des phénomènes peu probables mais à fort impact, tels que des changements importants dans les précipitations, des changements brusques de la circulation océanique ou un effondrement de calottes glaciaires (qui entraînerait une élévation beaucoup plus importante et plus rapide du niveau de la mer) devra être particulièrement étudié. Les interdépendances entre les infrastructures devront également être prises en compte.