

Cour des comptes



Chambres régionales
& territoriales des comptes

LE RAPPORT PUBLIC ANNUEL 2024

L'action publique en faveur de l'adaptation
au changement climatique

Volume 1

Sommaire

Délibéré	5
Cadre juridique, formations et rapporteurs.....	7
La situation d'ensemble des finances publiques (à fin février 2024)	13
Réponse reçue à la date de la publication	51
L'action publique en faveur de l'adaptation au changement climatique	55
Synthèse générale	57
Chapitre introductif	91
Réponse reçue à la date de la publication	131
Première partie Actions publiques transversales	135
<i>1 La place et le rôle de la recherche publique dans l'adaptation au changement climatique.....</i>	<i>137</i>
Réponses reçues à la date de la publication	167
<i>2 Accompagner l'adaptation de l'économie au changement climatique : le rôle des institutions financières et bancaires</i>	<i>181</i>
Réponses reçues à la date de la publication	215
<i>3 Aide au développement et adaptation au changement climatique : la contribution de l'Agence française de développement (AFD)</i>	<i>219</i>
Réponses reçues à la date de la publication	247
Deuxième partie Le cadre de vie et les infrastructures	253
<i>1 L'adaptation des logements au changement climatique.....</i>	<i>255</i>
Réponses reçues à la date de la publication	285
<i>2 L'adaptation des villes au changement climatique</i>	<i>289</i>
Réponses reçues à la date de la publication	315
<i>3 L'adaptation des parcs nucléaire et hydro-électrique au changement climatique.....</i>	<i>321</i>
Réponse reçue à la date de la publication	353
<i>4 L'adaptation au changement climatique des réseaux de transport et de distribution d'électricité</i>	<i>357</i>
Réponses reçues à la date de la publication	385

<i>5 L'adaptation du réseau ferroviaire national au changement climatique.....</i>	391
Réponses reçues à la date de la publication.....	417
<i>6 La prise en compte de l'adaptation au changement climatique dans la politique immobilière de l'État.....</i>	423
Réponse reçue à la date de la publication	441
<i>7 Le ministère des armées face aux défis du changement climatique</i>	443
Réponse reçue à la date de la publication	461

Délibéré

La Cour des comptes, délibérant en chambre du conseil en formation ordinaire, a adopté le présent *Rapport public annuel 2024*.

Le rapport a été arrêté au vu du projet communiqué au préalable aux administrations, collectivités et organismes concernés et des réponses qu'ils ont adressées en retour à la Cour.

Les réponses sont publiées à la suite de chaque chapitre. Elles engagent la seule responsabilité de leurs auteurs.

Ont participé au délibéré : M. Moscovici, Premier président, M. Charpy, Mmes Camby, Démier, M. Bertucci, Mme Hamayon, MM. Meddah, Rolland, Mme Mercereau, présidentes et présidents de chambre, MM. Barbé, Lefebvre, Ténier, Guérault, Machard, Guillot, Mme Pépin, M. Miller, Mme Soussia, M. Allain, Mmes Riou-Canals, Pailot-Bonnétat, MM. Marquet, Sitbon, Chastenet de Géry, Mme Roche, MM. Lion, Burckel, Ledroit, Rivoisy, Herbin, Mme Lajus, conseillers maîtres, Mmes Prost, Reynier, MM. Pelé, Keïta, Mme Buzyn, conseillers maîtres en service extraordinaire, MM. Strassel, Lejeune, Vught, Serre, Sire, Roux, présidents de chambre régionale des comptes.

Ont été entendus :

- en leur rapport, M. Rolland, rapporteur général, assisté, selon les textes examinés, de M. Giannesini, Mme Pépin, MM. Turenne, Ténier, Tricaud, Guérault, Mme Roche, MM. Boudy, Chastenet de Géry, Machard, conseillers maîtres, M. Richier, Mme Buzyn, MM. Keïta, Lalande, conseillers maîtres en service extraordinaire, M. Héritier, président de chambre régionale des comptes, MM. Vazeille, Moslonka-Lefebvre, Lafon, Lacroix, Mme Fretin-Brunet, M. Oger, conseillers référendaires, MM. Jessua, Simula, Mme Bibaoui, MM. Rolin, Causse, conseillers référendaires en service extraordinaire, Mmes Chau, Girard, vérificatrices, MM. Dumont, Dancert, premiers conseillers de chambre régionale des comptes.
- en ses observations orales, M. Gautier, Procureur général, accompagné de M. Van Herzele, Avocat général.

Le membre de la chambre du conseil dont le nom suit n'a pas pris part à la délibération sur les textes suivants :

- M. Serre, président de chambre régionale des comptes, pour les chapitres intitulés *L'adaptation des parcs nucléaire et hydro-électrique au changement climatique et L'adaptation au changement climatique des réseaux de transport et de distribution d'électricité.*

Mme Wirgin, secrétaire générale, assurait le secrétariat de la chambre du conseil.

Fait à la Cour, le 13 février 2024

Cadre juridique, formations et rapporteurs

L'article 47-2 de la Constitution confie à la Cour des comptes la responsabilité de contribuer à l'information des citoyens par ses rapports publics. Le rapport public annuel (RPA) de la Cour des comptes constitue de longue date un vecteur essentiel de cette information.

Conformément aux dispositions figurant à l'article L. 143-8 du code des juridictions financières, « *ce rapport comporte les observations et recommandations résultant de contrôles ou d'évaluations portant sur un grand enjeu de l'action publique sur lequel la Cour des comptes souhaite appeler l'attention des pouvoirs publics et contribuer à l'information des citoyens* ».

Après avoir tiré les enseignements de la crise sanitaire et de ses conséquences budgétaires, financières, économiques et sociales dans le RPA publié en 2022 et après avoir examiné dans le RPA de 2023 la performance de l'organisation territoriale de notre pays, quarante ans après les premières lois de décentralisation, le rapport public annuel de 2024 traite de l'adaptation de l'action publique au changement climatique. Comme chaque année, il comporte également un chapitre présentant la situation d'ensemble des finances publiques.

La préparation de ce chapitre initial a été assurée par la formation inter chambres (FIC) « Comptes, budget de l'État et finances publiques », présidée par Carine Camby, présidente de la première chambre de la Cour des comptes.

Le chapitre introductif, qui décrit l'articulation de la problématique de l'adaptation avec celle de l'atténuation du changement climatique (c'est-à-dire de la lutte contre le réchauffement de la Terre) et qui présente le cadre historique et juridique dans lequel s'inscrivent les politiques d'adaptation au changement climatique, aux plans international, européen et national, a été préparé par la deuxième chambre, présidée par Annie Podeur.

La préparation des 16 autres chapitres thématiques constituant le rapport public annuel de 2024 a été conduite, sous la coordination successivement de Carine Camby et d'Yves Rolland, rapporteure générale et rapporteur général du comité du rapport public et des programmes, par les six chambres thématiques de la Cour des comptes et six formations inter juridictions (FIJ) :

- La première chambre, présidée successivement par Christian Charpy et Carine Camby, a délibéré deux chapitres concernant **le rôle des institutions financières et bancaires** dans l'adaptation de l'économie et la prise en compte de l'adaptation au changement climatique dans **la politique immobilière de l'État** ;
- La deuxième chambre, présidée par Annie Podeur, a délibéré quatre chapitres sur l'adaptation au changement climatique des **parcs nucléaire et hydroélectrique**, des **réseaux de transport et de distribution d'électricité**, du **réseau ferroviaire national** et des **cultures céréalières** ;
- La troisième chambre, présidée par Nacer Meddah, a délibéré un chapitre sur la place et le **rôle de la recherche publique** dans l'adaptation au changement climatique ;
- La quatrième chambre, présidée successivement par Gilles Andréani et Christian Charpy, a délibéré deux chapitres portant sur la **contribution de l'Agence française de développement** (AFD) à l'adaptation au changement climatique dans le cadre de l'aide publique au développement et sur **le ministère des armées face aux défis du changement climatique** ;
- La cinquième chambre, présidée par Catherine Démier, a délibéré le chapitre sur **l'adaptation des logements au changement climatique** ;
- La sixième chambre, présidée par Véronique Hamayon, a délibéré le chapitre sur la protection de la **santé des personnes vulnérables face aux vagues de chaleur** ;
- Le chapitre relatif à **l'adaptation des villes au changement climatique** a été préparé par une formation inter juridictions présidée par Christophe Strassel, conseiller maître, président de la chambre régionale des comptes Grand Est, associant la Cour (deuxième et cinquième chambres) et les chambres régionales des comptes Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté, Centre-Val de Loire, Grand Est, Île-de-France, Normandie et Occitanie ;
- Le chapitre consacré à **la gestion durable de la forêt métropolitaine** a été préparé par une formation inter juridictions présidée successivement par Valérie Renet, conseillère référendaire et Emmanuel Roux, conseiller maître, présidente et président de la chambre régionale des comptes Bourgogne-Franche-Comté, associant la Cour (deuxième et quatrième chambres) et les chambres régionales des comptes Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté, Grand Est, Nouvelle-Aquitaine et Provence-Alpes-Côte d'Azur ;

- Le chapitre portant sur **la gestion du trait de côte en période de changement climatique** a été préparé par une formation inter juridictions présidée par Paul Serre, conseiller maître, président de la chambre régionale des comptes Nouvelle-Aquitaine, associant la Cour (deuxième chambre) et les chambres régionales des comptes Bretagne, Hauts-de-France, Normandie, Nouvelle-Aquitaine et Pays de la Loire ; ses conclusions se sont également nourries d'observations issues d'une enquête sur l'aménagement du littoral et les enjeux environnementaux en Méditerranée, conduite par une formation inter juridictions présidée successivement par Nacer Meddah, alors conseiller maître, président de la chambre régionale des comptes Provence-Alpes-Côte d'Azur et Valérie Renet, conseillère référendaire, présidente de la chambre régionale des comptes Occitanie, associant la Cour (deuxième chambre) et les chambres régionales des comptes Corse, Occitanie et Provence-Alpes-Côte d'Azur ;
- Le chapitre relatif à **la prévention des catastrophes naturelles liées au climat outre-mer** a été préparé par une formation inter juridictions présidée par Catherine Démier, présidente de la cinquième chambre, associant la Cour (deuxième et cinquième chambres), les chambres régionales des comptes Guadeloupe, Guyane, La Réunion, Martinique et Mayotte et les chambres territoriales des comptes Nouvelle-Calédonie, Polynésie française, Saint-Barthélemy et Saint Martin ;
- Le chapitre concernant **les stations de montagne face au changement climatique** a été préparé par une formation inter juridictions présidée par Bernard Lejeune, conseiller maître, président de la chambre régionale des comptes Auvergne-Rhône-Alpes, associant la Cour (deuxième chambre) et les chambres régionales des comptes Auvergne-Rhône-Alpes, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie et Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Avant d'être soumis à la chambre du conseil, le projet de rapport a été examiné et approuvé par le comité du rapport public et des programmes, composé de M. Moscovici, Premier président, M. Rolland, rapporteur général, Mme Podeur, M. Charpy, Mme Camby, Mme Démier, M. Bertucci, Mme Hamayon, M. Meddah, présidentes et présidents de chambre de la Cour, M. Strassel, M. Lejeune, M. Serre, Mme Daussin-Charpantier, Mme Renet et Mme Bonnafoux, présidentes et présidents de chambre régionale ou territoriale des comptes, et M. Gautier, procureur général, entendu en ses avis.

Les magistrats¹ et personnels de contrôle de la Cour et des chambres régionales et territoriales des comptes dont les noms suivent ont contribué au présent rapport en qualité de rapporteur² ou contre-rapporteur³ selon les cas :

La situation des finances publiques	
La situation d'ensemble des finances publiques (à fin février 2024)	
Rapporteurs : Emmanuel Jessua, conseiller référendaire en service extraordinaire, Olivier Vazeille, conseiller référendaire, Laurent Simula, conseiller référendaire en service extraordinaire Contre-rapporteur : Emmanuel Giannesini, conseiller maître, président de section	
Chapitre introductif	
Chapitre introductif sur l'adaptation de l'action publique au changement climatique	Rapporteur : Jean-Paul Albertini, conseiller maître, président de section Contre-rapporteur : Catherine Périn, conseillère maître, présidente de section
PREMIÈRE PARTIE : Sujets transversaux	
1. La place et le rôle de la recherche publique dans l'adaptation au changement climatique	Rapporteurs : Mathieu Moslonka-Lefebvre, conseiller référendaire, Valérie Chau, vérificatrice, Lisa Menez, <i>data scientist</i> , Baptiste Savatier, <i>data scientist</i> Contre-rapporteur : Henri Guaino, conseiller maître
2. Accompagner l'adaptation de l'économie au changement climatique : le rôle des institutions financières et bancaires	Rapporteurs : Caroline Alexis, conseillère référendaire, Déborah Dadoun, auditrice Contre-rapporteur : Julien Turenne, conseiller maître
3. Aide au développement et adaptation au changement climatique : la contribution de l'Agence française de développement (AFD)	Rapporteurs : Xavier Lafon, conseiller référendaire, Mathilde Grammont, conseillère référendaire en service extraordinaire Contre-rapporteur : Jacques Ténier, conseiller maître

¹ Les *magistrats de la Cour des comptes* comprennent les *auditeurs*, les *conseillers référendaires*, les *conseillers maîtres* et les *présidents de chambre*. Les *conseillers maîtres et conseillers référendaires en service extraordinaire* rejoignent la Cour pour une période de respectivement cinq ans non renouvelable et trois ans renouvelable une fois.

Les *magistrats des chambres régionales et territoriales des comptes* comprennent les *conseillers de chambre régionale*, les *premiers conseillers de chambre régionale*, les *conseillers-présidents de chambre régionale*, les *présidents et vice-présidents de chambre régionale*. Statutairement, les présidents et vice-présidents appartiennent au corps des magistrats de la Cour des comptes.

² Les rapporteurs ont contribué au présent rapport en effectuant les contrôles, les enquêtes et les évaluations sur lesquels la Cour a fondé ses observations et recommandations ou en élaborant les chapitres du rapport, qui synthétisent les résultats de ces travaux.

³ Les contre-rapporteurs sont chargés notamment de veiller à la qualité des travaux.

DEUXIÈME PARTIE : Le cadre de vie et les infrastructures	
1. L'adaptation des logements au changement climatique	Rapporteurs : Clarisse Mazoyer, conseillère maître, Guillaume Lacroix, conseiller référendaire, Clothilde Fretin-Brunet, conseillère référendaire, Sophie Caussemille, conseillère référendaire en service extraordinaire Contre-rapporteur : François Brottes, conseiller maître en service extraordinaire
2. L'adaptation des villes au changement climatique	Rapporteurs : Erwann Dumont, premier conseiller à la chambre régionale des comptes Grand Est, Jean-François Connan, premier conseiller à la chambre régionale des comptes Île-de-France, Henry de Saxcé, conseiller à la chambre régionale des comptes Île-de-France Contre-rapporteur : Luc Héritier, président de la chambre régionale des comptes Pays de la Loire
3. L'adaptation des parcs nucléaire et hydroélectrique au changement climatique	Rapporteurs : Jean-François Tricaud, conseiller maître, Rizlane Bibaoui, conseillère référendaire en service extraordinaire, Florence Brillaud-Claveranne, conseillère référendaire en service extraordinaire Contre-rapporteur : Antoine Guérout, conseiller maître
4. L'adaptation au changement climatique des réseaux de transport et de distribution d'électricité	Rapporteurs : Jean-François Tricaud, conseiller maître, Rizlane Bibaoui, conseillère référendaire en service extraordinaire, Florence Brillaud-Claveranne, conseillère référendaire en service extraordinaire Contre-rapporteur : Antoine Guérout, conseiller maître
5. L'adaptation du réseau ferroviaire national au changement climatique	Rapporteurs : Loguivy Roche, conseillère maître, Maud Legros, auditrice Contre-rapporteur : Antoine Guérout, conseiller maître
6. La prise en compte de l'adaptation au changement climatique dans la politique immobilière de l'État	Rapporteurs : François Richier, conseiller maître en service extraordinaire, Thierry Clappier, conseiller référendaire en service extraordinaire Contre-rapporteurs : Daniel-Georges Courtois, conseiller maître, Guillaume Boudy, conseiller maître, président de section
7. Le ministère des armées face aux défis du changement climatique	Rapporteur : Christophe Colin de Verdière, conseiller maître Contre-rapporteur : Agnès Buzyn, conseillère maître en service extraordinaire

TROISIÈME PARTIE : L'environnement naturel, les personnes et les activités	
1. La gestion durable de la forêt métropolitaine, quelle adaptation au changement climatique ?	Rapporteurs : Bertrand Rolin, conseiller référendaire en service extraordinaire, Pascal Dancert, premier conseiller à la chambre régionale des comptes Bourgogne-Franche-Comté Contre-rapporteur : Christophe Berthelot, président de section à la chambre régionale des comptes Grand Est
2. La gestion du trait de côte en période de changement climatique	Rapporteurs : Mathieu Mourton, premier conseiller à la chambre régionale des comptes Nouvelle-Aquitaine, Benjamin Chabernaud, premier conseiller à la chambre régionale des comptes Pays de la Loire, Pierre Picot, vérificateur à la chambre régionale des comptes Nouvelle-Aquitaine
3. La prévention des catastrophes naturelles liées au climat en outre-mer	Rapporteurs : Julien Oger, conseiller référendaire, Vincent Bouvier, conseiller maître en service extraordinaire, Stéphane Keïta, conseiller maître en service extraordinaire, Thomas Govedarica, premier conseiller à la chambre territoriale des comptes de Nouvelle-Calédonie, Matthieu Juving, premier conseiller à la chambre territoriale des comptes de Polynésie française Contre-rapporteur : Michel Lalande, conseiller maître en service extraordinaire
4. La protection de la santé des personnes vulnérables face aux vagues de chaleur	Rapporteurs : Frédéric Chastenet de Géry, conseiller maître, Cristiana Mitranscu, conseillère référendaire en service extraordinaire, David Causse, conseiller référendaire en service extraordinaire, Baptiste Savatier, <i>data scientist</i> Contre-rapporteur : Luc Machard, conseiller maître, président de section
5. L'adaptation des cultures céréalières au changement climatique	Rapporteurs : Vincent Berger, conseiller maître, Nathalie Reuland, conseillère référendaire, Valérie Girard, vérificatrice, François Lafont, statisticien Contre-rapporteurs : Jean-Yves Perrot, conseiller maître, Catherine Périn, conseillère maître, présidente de section
6. Les stations de montagne face au changement climatique	Rapporteurs : Nicolas Ferru, président de section à la chambre régionale des comptes Auvergne-Rhône-Alpes, Hervé Bournoville, président de section à la chambre régionale des comptes Occitanie

**La situation d'ensemble des finances
publiques (à fin février 2024)**

La situation d'ensemble des finances publiques (à fin février 2024)

PRÉSENTATION

Ouvrant chaque année le rapport public annuel de la Cour, le présent chapitre analyse la situation d'ensemble des finances publiques après deux années 2022 et 2023 caractérisées par de fortes tensions inflationnistes et un niveau élevé des prix de l'énergie, qui ont affaibli le rebond de l'économie en sortie de crise sanitaire. Les dispositifs visant à atténuer l'effet de la hausse des prix ont pris le relais des mesures de soutien et de relance mises en place à partir de 2020, repoussant la sortie du « quoi qu'il en coûte » et la résorption du déficit public.

En effet, avec un taux de croissance estimé à 0,9 % en volume, l'année 2023 a été marquée par un net ralentissement de l'activité économique. Le déficit public s'est légèrement creusé et devrait atteindre 4,9 % du produit intérieur brut (PIB), dans un contexte marqué, à la différence des deux années précédentes, par un faible dynamisme des recettes fiscales.

Les textes financiers de l'année 2024 ont été bâtis à l'automne 2023 sur un scénario macroéconomique plus favorable d'une croissance de 1,4 %, justifié alors, selon le Gouvernement, par un repli progressif de l'inflation et une diminution du taux d'épargne des ménages. Selon ce scénario, les mesures mises en place pour soutenir les ménages et les entreprises devaient refluer et les recettes fiscales progresser de nouveau à un rythme proche de celui de l'activité économique pour réduire le déficit public à 4,4 % du PIB fin 2024, en diminution de 0,5 point.

Rapidement, ce scénario macroéconomique est apparu improbable au regard des informations disponibles. Les prévisions de croissance pour 2024 des organismes nationaux et internationaux ont toutes été abaissées au cours des derniers mois, amenant finalement le Gouvernement à annoncer, mi-février 2024, une révision de sa propre prévision à 1 %, au-dessus du consensus des économistes qui se situe à 0,7 %. La moindre croissance prévue pour 2024 risque de fragiliser ab initio, voire de rendre caduque la trajectoire pluriannuelle 2023-2027 inscrite dans la loi de programmation

des finances publiques (LPFP) promulguée le 18 décembre 2023, alors même que celle-ci repoussait déjà les débuts de l'effort structurel de maîtrise des dépenses à 2025. Pour conserver l'objectif de déficit à 4,4 points de PIB en 2024, le Gouvernement a procédé à l'annulation de 10 Md€ de crédits sur le budget de l'État. Deux ans après la sortie de la crise sanitaire, la France reste ainsi l'un des pays de la zone euro dont la situation des finances publiques est la plus dégradée et dont les objectifs de rétablissement sont les plus étales dans le temps.

Après une présentation de la situation des finances publiques en 2023 et 2024, ainsi que des principaux risques qui affectent l'exercice en cours (I), la Cour analyse les enjeux liés à la trajectoire de moyen terme tracée par la loi de programmation des finances publiques 2023-2027 (II).

Les observations de la Cour reposent sur les informations disponibles au 19 février 2024.

I - Un déficit qui restera élevé en 2024, en dépit de l'extinction programmée des mesures de soutien face à l'inflation

L'année 2023 constitue une « année blanche » sur la trajectoire de réduction du déficit public. C'est en 2024 que celle-ci devait être amorcée par le repli des mesures de soutien face à l'inflation (avant un effort plus structurel repoussé à 2025). Mais l'ampleur de la baisse prévue du déficit (- 0,5 point de PIB pour atteindre 4,4 % fin 2024) est aujourd'hui remise en cause par l'assombrissement des perspectives de croissance et les incertitudes sur l'évolution des prix de l'énergie.

La présente partie souligne la dégradation de la conjoncture économique et ses conséquences sur la prévision de croissance pour 2024 (A), puis analyse l'évolution des prélèvements obligatoires (B), la dynamique des dépenses publiques (C) et leurs conséquences sur le déficit et la dette publics (D).

A - Une conjoncture qui s'est assombrie, malgré le recul de l'inflation

Depuis deux ans, le rebond de l'activité constaté en sortie de crise sanitaire a laissé la place, dans un contexte de fortes tensions inflationnistes, à une dynamique plus hésitante avec une croissance trimestrielle moyenne de 0,2 %⁴, inférieure de plus de 0,1 point à la croissance potentielle⁵ retenue par le Gouvernement dans la loi de programmation des finances publiques (LPFP) 2023-2027 (1,35 % par an, soit un rythme trimestriel supérieur à 0,3 %). La croissance du PIB s'est ainsi limitée à 0,9 % en 2023, selon la première estimation de l'Insee, contre 1,0 % prévu par le Gouvernement⁶ et après 2,5 % en 2022.

Selon le projet de loi de finances (PLF) pour 2024, la croissance devait rebondir en 2024 pour dépasser légèrement son rythme potentiel, à 1,4 %. Dès l'automne 2023, ce scénario apparaissait optimiste. Le Haut Conseil des finances publiques (HCFP) avait ainsi relevé dans son avis du 22 septembre 2023 sur le PLF pour 2024 que cette prévision de croissance était « élevée » et que « pour la totalité des postes de demande (consommation, investissement, exportations), le Gouvernement est plus optimiste que [les] organismes⁷ » qu'il a auditionnés.

Six mois après la présentation du PLF 2024, le contexte conjoncturel s'est assombri : l'environnement international s'est dégradé, en particulier dans la zone euro, comme en témoigne la révision à la baisse des prévisions de croissance de la Commission européenne en novembre 2023 puis en février 2024 ; le taux de chômage est reparti à la hausse au deuxième semestre 2023 ; les anticipations des chefs d'entreprise se sont détériorées d'après les enquêtes de conjoncture dans la quasi-totalité des secteurs. Selon l'Insee, le climat global des affaires est repassé depuis octobre 2023 sous sa moyenne historique pour la première fois depuis la sortie de crise sanitaire.

⁴ La croissance finale en 2022 (2,5 %) a été très supérieure à celle de 2023 (0,9 %). En effet, le niveau moyen du PIB en 2022 a bénéficié du fort rebond de l'activité enregistré au cours de l'année 2021. En revanche, la croissance trimestrielle moyenne (0,2 %) du PIB a été identique au cours des années 2022 et 2023 et ne traduit plus le rebond intervenu en 2021.

⁵ La croissance potentielle est le rythme de progression de l'activité économique qui peut être durablement maintenu en utilisant pleinement les capacités de production sans tensions inflationnistes.

⁶ En valeur, la différence serait plus prononcée par rapport à la prévision du Gouvernement dans le PLF 2024. Le PIB nominal a progressé de 6,3 % selon l'Insee contre 6,8 % anticipé par le Gouvernement. L'analyse des ratios de finances publiques (déficit, dette, prélèvements obligatoires, dépenses, etc.) – exprimés en proportion du PIB – présentée dans ce chapitre est faite en référence au PIB prévu dans le PLF 2024.

⁷ L'Insee, la Banque de France, l'OFCE et Rexecode.

Les prévisions de croissance des organisations nationales et internationales ont toutes été abaissées au cours des derniers mois, celle du consensus des économistes se situant depuis décembre 2023 au niveau de 0,7 %. La prévision initiale du Gouvernement étant devenue inatteignable, celui-ci a finalement annoncé, le 18 février 2024, une révision de son scénario macroéconomique avec une prévision de croissance ramenée à 1 %.

Tableau n° 1 : prévisions de croissance et d'inflation en France pour 2024 (en %)

	Croissance	Inflation*
Gouvernement (septembre 2023, PLF 2024)	1,4	2,6
<i>Consensus forecasts</i> (février 2024)	0,7	2,4
Banque de France (décembre 2023)	0,9	2,5
OCDE (février 2024)	0,6	2,7
Commission européenne (février 2024)	0,9	2,8
FMI (janvier 2024)	1,0	2,5
Gouvernement (révision février 2024)	1,0	2,6

Source : prévision des différents organismes

* Indice des prix à la consommation pour le Consensus forecasts et le PLF 2024, indice harmonisé des prix à la consommation pour les autres.

Le Gouvernement anticipe que l'inflation poursuivrait son repli amorcé au printemps 2023 sous l'effet du ralentissement des prix alimentaires et des prix des produits manufacturés. Après 4,9 % en 2023, elle atteindrait ainsi 2,6 % en 2024 selon le PLF pour 2024. Cette prévision se situe légèrement au-dessus de celle du consensus des économistes et à l'intérieur de la fourchette des organisations internationales. Des incertitudes subsistent toutefois sur l'évolution des prix de l'énergie, comme l'illustre la volatilité observée sur le cours du pétrole, dans un contexte de tensions géopolitiques au Proche-Orient.

Au-delà des prix de l'énergie, plusieurs inconnues affectent encore le scénario macroéconomique pour 2024 : les évolutions du taux d'épargne des ménages et de la productivité sur lesquelles table le Gouvernement dans son scénario, l'impact de la hausse des taux d'intérêt sur l'investissement des entreprises, dans un contexte où la politique de resserrement monétaire pourrait avoir atteint son pic, et la dynamique des exportations dans un environnement international de chocs géopolitiques.

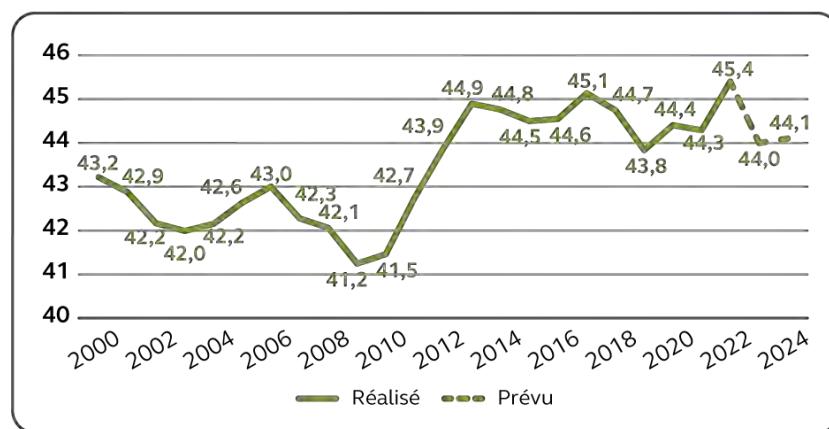
B - Des prévisions de recettes optimistes exposées à des risques

L'évolution des prélèvements obligatoires sur une année est dictée par deux mouvements distincts : celui de leur dynamique « spontanée », c'est-à-dire en fonction de l'activité et à législation inchangée, et celui des baisses ou des hausses d'impôts, correspondant aux « mesures nouvelles ».

À l'inverse de ce qui avait été constaté en 2021 et en 2022, les prélèvements obligatoires ont progressé spontanément à un rythme très inférieur à celui de l'activité en 2023. Couplée à des mesures de baisses d'impôts (- 4,2 Md€), cette atonie des recettes publiques a entraîné une diminution, inédite, de 1,4 point du ratio de prélèvements obligatoires, qui s'est établi à 44,0 points de PIB en 2023.

En 2024, d'après la loi de finances initiale, ce taux augmenterait légèrement (+ 0,1 point), en raison d'une évolution spontanée des prélèvements un peu supérieure à celle de l'activité, faisant plus que compenser les mesures nouvelles (- 0,7 Md€).

Graphique n° 1 : évolution du taux de prélèvements obligatoires sur la période de 2000 à 2024 (en points de PIB)



Source : Insee, LFI 2024

1 - Une prévision optimiste de l'évolution spontanée des prélèvements obligatoires dans le PLF 2024

En 2023, la croissance spontanée des prélèvements obligatoires (+ 4,0 %) a été nettement inférieure à celle du PIB en valeur (+ 6,8 %)⁸. L'élasticité des prélèvements obligatoires au PIB, qui rapporte leur évolution spontanée à la croissance de l'activité en valeur, aurait été de 0,6, soit un niveau très en deçà de l'élasticité moyenne de long terme, proche de 1. Cette situation contraste avec les deux années précédentes, marquées par de bonnes surprises en exécution.

Le manque à gagner constaté en 2023 par rapport à une élasticité unitaire des prélèvements obligatoires à la croissance du PIB peut être estimé, selon la Cour, à environ 33 Md€.

L'impôt sur les sociétés, dont les recettes ont chuté en 2023 de 10,7 % à législation constante, contribue à hauteur d'un tiers à cet écart. Un deuxième tiers provient d'une progression de la masse salariale inférieure à celle de l'activité, qui a pesé sur les cotisations et prélèvements sociaux ainsi que sur l'impôt sur le revenu en 2023. Enfin, le dernier tiers se partage entre, d'une part, une faible croissance spontanée de la TVA (+ 4,4 %) et, d'autre part, la baisse des droits de mutation à titre onéreux (- 20 %) sous l'effet de la chute des transactions immobilières.

De plus, l'exercice budgétaire 2023 s'est clos avec des recettes fiscales nettes sur le budget de l'Etat inférieures de 7,7 Md€ par rapport à ce qui était prévu par la loi de finances de fin de gestion.

En 2024, le Gouvernement prévoit un retour à une élasticité des prélèvements obligatoires proche de l'unité (1,1) qui s'expliquerait pour près des deux tiers par la dynamique de l'impôt sur les sociétés. Ce dernier serait en effet en forte hausse (+ 16,4 %), qu'il s'agisse des acomptes ou du solde versé, en raison de l'augmentation prévue du bénéfice fiscal moyen en 2023 (+ 14 %) sous l'effet du reflux des coûts de l'énergie.

Ces prévisions de recettes pour 2024 sont maintenant à revoir au regard de la nouvelle prévision de croissance à 1 % du PIB. Par ailleurs, à croissance donnée, la prévision de recettes de TVA apparaît élevée. Le Gouvernement fait, en outre, l'hypothèse d'une stabilité des droits de mutation à titre onéreux (DMTO) en 2024 qui est optimiste compte tenu de leur forte baisse au cours de l'année 2023 (« effet d'acquis ») et de la persistance d'une orientation à la baisse du marché immobilier. La

⁸ Ce chiffre correspond à la prévision du Gouvernement dans le PLF pour 2024. Fin janvier 2024, l'Insee a estimé la progression du PIB nominal à 6,3 % en 2023.

prévision d'évolution de la masse salariale dans les branches marchandes pour 2023 (+ 6,3 % hors prime de partage de la valeur) est, quant à elle, désormais hors d'atteinte compte tenu du ralentissement enregistré au 3^e trimestre 2023, créant un effet de base défavorable pour les recettes en 2024. Enfin, l'exécution budgétaire décevante en recettes pour 2023 (cf. *supra*) joue à la baisse sur le niveau attendu des recettes pour 2024, là aussi par un effet de base.

Il doit en outre être relevé que l'évolution heurtée des recettes anticipées en 2023 et 2024 s'explique en grande partie par les à-coups de l'impôt sur les sociétés. Alors que cet impôt ne représente que 5 % de l'ensemble des prélèvements obligatoires, la difficulté d'anticiper l'évolution de son produit a des conséquences notables sur l'ensemble des prévisions de recettes de l'État.

2 - L'arrêt des baisses d'impôt en 2024

La politique de baisse pérenne de certains impôts menée depuis 2018 a continué de produire ses effets jusqu'en 2023, avec notamment la dernière étape de la suppression de la taxe d'habitation (-2,8 Md€) et la diminution de la cotisation sur la valeur ajoutée des entreprises (CVAE, - 4,2 Md€).

Si plusieurs mesures de baisses et de hausses figurent dans la loi de finances pour 2024, celle-ci marque globalement l'arrêt des baisses d'impôt. La principale consiste en une légère diminution additionnelle de la CVAE (- 1,0 Md€), dont la suppression serait finalement étalée sur toute la période 2024-2027.

Des hausses d'impôts sont parallèlement prévues en 2024, en lien avec le repli des prix de l'énergie et avec le nécessaire verdissement de la fiscalité. Il est notamment prévu de pouvoir multiplier jusqu'à huit le tarif normal d'accise sur les gaz naturels combustibles, pour un surcroît maximal de recettes de 1,9 Md€. La réalisation effective et l'ampleur de cette recette demeurent incertaines. Parallèlement, le gel en valeur du seuil des réductions (dites « bandeaux ») des cotisations famille et maladie (auparavant exprimé en multiple du SMIC), introduit par amendement, se traduirait par un surcroît de recettes de 0,5 Md€ en 2024.

Au total, en supposant que la hausse des accises sur le gaz soit pleinement mise en œuvre, les mesures nouvelles pérennes augmenteraient les recettes publiques de 3,9 Md€ en 2024, après une diminution de 8,2 Md€ en 2023.

Les mesures temporaires de soutien face à l'inflation et l'évolution des prix de l'énergie perturbent toutefois la lecture de ces hausses et baisses d'impôts. Le repli des prix de l'énergie conduirait à réduire les gains sur les charges de service public de l'énergie⁹ (CSPE), entraînant en 2024 un recul des recettes de 2,7 Md€ par rapport à 2023. Par ailleurs, la contribution sur les rentes infra-marginales des producteurs d'électricité, finalement maintenue dans la loi de finances pour 2024, verrait ses recettes diminuer de 2,6 Md€ en 2024. Ces deux recettes demeurent toutefois fortement dépendantes de l'évolution des prix de l'électricité sur les marchés. En revanche, en dépit du repli des prix de l'énergie, l'allègement de la taxe intérieure sur la consommation finale d'électricité (TICFE) a été maintenu en 2024, réduisant les prélèvements obligatoires de 0,1 Md€ supplémentaires¹⁰.

En tenant compte de ces mesures temporaires, les mesures nouvelles de prélèvements obligatoires amputeraient les recettes à hauteur de 9,8 Md€ en 2023 puis de 1,4 Md€ supplémentaires en 2024.

Enfin, il convient de noter la nette diminution des remboursements au titre du crédit d'impôt pour la compétitivité et l'emploi (CICE), qui concerne les entreprises n'ayant pas enregistré de bénéfice imposable depuis la suppression du dispositif en 2019. Neutre sur le solde public en comptabilité nationale, elle conduit à une hausse des prélèvements obligatoires de 5,6 Md€ en 2023 et 0,7 Md€ en 2024. En intégrant cette extinction, l'impact des mesures nouvelles serait ramené à - 4,2 Md€ en 2023 et à -0,7 Md€ en 2024.

⁹ Les CSPE visent à soutenir les producteurs d'électricité à partir d'énergies renouvelables (EnR), en assurant la rentabilité de leur activité par des prix garantis dont le niveau est supérieur à celui des prix d'avant-crise. La hausse des prix de marché de l'énergie depuis fin 2021 a conduit au contraire à un prélèvement sur les producteurs d'énergie renouvelable, la différence entre les prix garantis et les prix de marché étant devenue négative. Le gain de CSPE pour les finances publiques, estimé à 8,5 Md€ pour 2023, se décompose alors en comptabilité nationale en (i) une économie en dépense par rapport à la dépense normale de CSPE liée au soutien aux EnR, évaluée à 5,8 Md€ et (ii) une recette versée à l'État par les producteurs - en raison de la différence actuellement positive entre les prix de marché et les prix garantis -, évaluée à 2,7 Md€.

¹⁰ La LFI 2024 prévoyait la faculté pour le Gouvernement d'augmenter le taux de la TICFE en 2024, mais aucune hypothèse de hausse n'avait été intégrée dans les chiffres de recettes et de solde de l'article liminaire. Le Gouvernement a relevé le taux de la TICFE au 1^{er} février, ce qui procurerait 6 Md€ de recettes supplémentaires en 2024 par rapport à la LFI 2024.

Tableau n° 2 : impact des principales mesures nouvelles sur les prélèvements obligatoires (en Md€)

	2023	2024
Suppression de la taxe d'habitation	- 2,8	
Baisse du taux d'IS	- 0,4	
Suppression pour moitié de la CVAE en 2023	- 4,2	- 0,4
Suppression de la CVAE restante étalée sur quatre ans (2024-2027)		- 1,0
Baisse de cotisation de travailleurs indépendants	- 0,6	+ 0,3
Renforcement du malus CO2		+ 0,2
Hausse du tarif normal d'accise sur les gaz naturels combustibles		+ 1,9
Gel des bandeaux famille et maladie		+ 0,5
Autres	- 0,2	+ 2,4
Total hors abaissement TICFE, CSPE et contribution sur les producteurs d'électricité	- 8,2	+ 3,9
TICFE – bouclier tarifaire	- 1,8	- 0,1
Traitements en recettes des gains sur CSPE	- 1,6	- 2,7
Contribution sur les rentes infra-marginales	+ 1,8	- 2,5
Total hors CICE	- 9,8	- 1,4
Extinction du CICE	+ 5,6	+ 0,7
Total y compris extinction CICE	- 4,2	- 0,7

Source : LFI 2024

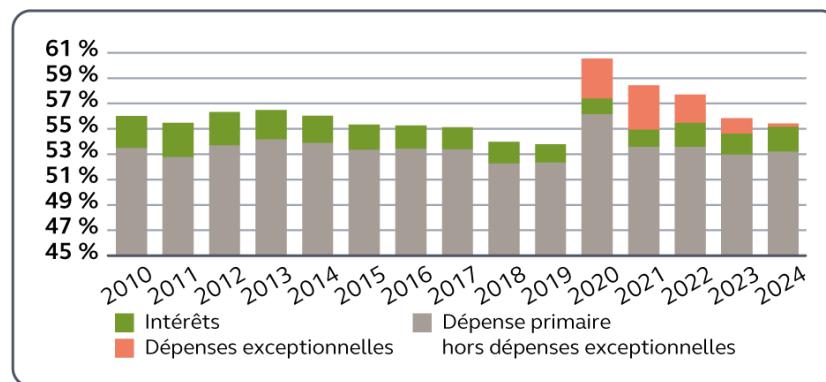
La compréhension des mesures fiscales inscrites dans la LFI 2024 est brouillée par le fait que certaines d'entre elles continuent à dépendre, en droit ou en fait, de l'évolution des prix de l'énergie. L'exercice 2024 n'en marque pas moins une rupture avec les années précédentes en portant davantage de hausses que de baisses d'impôts.

C - Des dépenses publiques qui resteraient en 2024 supérieures à leur niveau d'avant-crise

Après avoir atteint 1 522,5 Md€ en 2022, la dépense publique¹¹ a, selon les prévisions du Gouvernement, continué de croître en valeur en 2023 (+ 3,3 %) et augmenterait de nouveau en 2024 (+ 3,2 %). Cette progression est toutefois inférieure à celle de la croissance économique. Le ratio de dépense publique, exprimé en proportion du PIB, aurait reculé de 1,9 point en 2023, et baisserait de nouveau de 0,4 point en 2024. Il passerait ainsi de 57,7 points en 2022 à 55,4 points de PIB en 2024 d'après la LFI 2024 et avant prise en compte des mesures d'économies annoncées dans leur principe par le Gouvernement en février 2024.

¹¹ Dans ce paragraphe, la dépense publique est considérée hors crédits d'impôts.

**Graphique n° 2 : part de la dépense publique dans le PIB
(en % du PIB y compris crédits d'impôts)**



Source : Insee, LFI pour 2024

Ce reflux résulte du repli des mesures exceptionnelles de soutien pour faire face aux crises sanitaire et énergétique. En excluant ces mesures exceptionnelles, le poids de la dépense publique dans le PIB, qui s'est élevé à 55,5 points de PIB en 2022, baisserait de 0,9 point en 2023, mais repartirait à la hausse de 0,6 point en 2024 pour s'établir à 55,2 points de PIB. L'année 2023 aura marquée à cet égard une normalisation avec une tenue de l'exécution budgétaire sans nécessiter de loi de finances rectificative.

À l'horizon 2024, la France sortirait donc des crises qu'elle a connues depuis 2020 avec un niveau de dépense publique supérieur de plus d'un point de PIB au niveau d'avant crise (53,8 % en 2019). Cette situation illustre l'effet de cliquet de la dépense publique – spécifique à la France au sein de la zone euro – qui augmente durant une crise mais ne retrouve pas son niveau antérieur une fois la crise passée. La Cour a analysé en détail sur longue période cette tendance à la croissance de la dépense publique par poussées successives dans son rapport sur la situation et les perspectives des finances publiques de juin 2023.

1 - Une extinction progressive des dépenses de soutien face aux crises sanitaire et énergétique

Les aides d'urgence et de soutien en réponse à la crise sanitaire, très conséquentes en 2020 et 2021, ont été résiduelles en 2023. Le Gouvernement a parallèlement élaboré un plan de relance articulé autour de trois volets – la transition écologique, la compétitivité et la cohésion –, qui s'est traduit par des dépenses élevées en 2021 et 2022 et en décrue en 2023. Enfin, à partir de 2022, différentes mesures ont été prises pour

atténuer l'impact de la hausse des prix de l'énergie sur les ménages et, dans une moindre mesure, sur les entreprises¹² : après avoir été très élevé en 2022 et 2023, leur coût devrait baisser fortement en 2024.

Tableau n° 3 : coût net des dépenses de soutien face à la crise énergétique (Md€)

	2021	2022	2023	2024
Indemnité inflation	3,8			
Bouclier gaz	0,4	6,7	2,3	0,5
Bouclier électricité		11,2	15,9	2,8
Aide au paiement des factures d'électricité pour les entreprises		0,5	2,5	
Moindres dépenses SP de l'énergie*	- 1,9	- 5,8	- 5,8	- 5,6
Soutien aux ménages modestes**	0,5	1,2	1,3	
Aides sectorielles		0,9	0,1	
Remise carburants		7,9		
Aide exceptionnelle de rentrée		1,1		
Amortisseur d'électricité et garantie TPE			2,6	0,8
Autres			0,9	
Total	2,8	23,7	19,8	- 1,5
Total (% PIB)	0,1	0,9	0,7	- 0,1

* : le montant représente la moindre dépense de charges de service public de l'énergie par rapport à une situation fictive sans crise énergétique. Le signe négatif des chiffres traduit une moindre dépense de soutien aux énergies renouvelables lorsque les prix énergétiques sont élevés.

** : chèques énergie exceptionnels, chèque « fioul », chèque « bois » et indemnité carburant en 2023.
Source : ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique

Les mesures les plus coûteuses sont le plafonnement des tarifs réglementés du gaz et de l'électricité (« boucliers tarifaires »). Ces boucliers ont pesé pour environ 18 Md€ en 2022 et 2023 mais leur coût serait nettement plus faible en 2024, aux alentours de 3 Md€. La remise à la pompe, dont le coût avait atteint 7,9 Md€, a été remplacée en 2023 par une aide ciblée sur les travailleurs modestes qui utilisent leur véhicule pour aller travailler, pour un coût bien inférieur d'environ 1 Md€.

¹² La hausse des prix des combustibles fossiles (en particulier le gaz) a alors entraîné une forte augmentation des prix de l'électricité. Pour les rendre moins dépendants de la volatilité des prix des combustibles fossiles, les ministres européens de l'énergie ont trouvé un accord en octobre 2023 sur une réforme du marché européen de l'électricité.

Les dépenses de soutien face à l'inflation énergétique se sont élevées à 23,7 Md€ en 2022 et à 19,8 Md€ en 2023. En 2024, compte tenu de la forte baisse du coût des boucliers, une économie nette de 1,5 Md€ apparaîtrait, imputable aux gains de CSPE (5,6 Md€). L'impact sur les finances publiques de ces dispositifs en 2024 est toutefois encore très incertain, car fortement dépendant de l'évolution des prix de marché de l'électricité.

Au total, les dépenses exceptionnelles de soutien et de relance, après avoir atteint un pic en 2021 (87,0 Md€, soit 3,5 points de PIB), reflueraient d'environ un point de PIB par an entre 2022 et 2024. Essentiellement constituées de dépenses de relance à partir de 2024, leur volume serait alors résiduel.

Tableau n° 4 : ensemble des dépenses exceptionnelles de soutien et de relance mises en place depuis 2020 (Md€)

	2020	2021	2022	2023	2024
Crise sanitaire	70,1	61,7	14,8	3,0	1,3
Plan de relance	2,5	22,5	19,7	11,3	7,7
Crise énergétique	0	2,8	23,7	19,8	- 1,5
Total	72,6	87,0	58,2	34,1	7,5
Total (% du PIB)	3,1	3,5	2,2	1,2	0,3

Source : ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique

2 - Hors dépenses de crise, la dépense publique devrait croître rapidement en 2024

Le recul (- 1,4 %) de la dépense publique en volume¹³ en 2023 et sa progression modérée (+ 0,7 %) en 2024 attendue par le Gouvernement, procèdent très largement de l'extinction des dépenses exceptionnelles de crise. Hors ces mesures, la dépense publique aurait progressé en volume de 0,3 % en 2023, avant d'accélérer nettement en 2024 (+ 2,5 %).

Cette progression en 2024 résulterait en grande partie de la dépense des administrations centrales (État et organismes divers d'administration centrale) qui augmenterait de + 3,1 %, mais également des administrations de sécurité sociale (+ 2,0 %).

¹³ Les chiffres en volume ont été obtenus en déflatant les évolutions en valeur par l'indice des prix à la consommation hors tabac.

Tableau n° 5 : croissance de la dépense publique hors dépenses exceptionnelles en volume à champ constant

	2023	2024
Administrations publiques centrales	-1,7 %	3,1 %
Administrations de sécurité sociale	1,0 %	2,0 %
Administrations publiques locales	1,0 %	0,9 %
Ensemble des administrations publiques	0,3 %	2,5 %

Source : ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique, retraitements Cour des comptes

a) Une dépense dynamique des administrations centrales en 2024

La dynamique des dépenses des administrations publiques centrales prévue par la LFI en 2024 (+ 3,1 % en volume hors des dépenses exceptionnelles de soutien) résulte d'abord de la forte progression de la charge de la dette de l'État (+ 9,5 Md€) liée, en plus de son augmentation en volume, à la hausse des taux d'intérêt qui a renchéri le coût des titres émis ces deux dernières années.

La hausse de la dépense de l'État découle ensuite de la mobilisation de moyens importants pour financer les priorités du Gouvernement et de la quasi-absence de mesures d'économie en contrepartie.

La planification écologique bénéficie ainsi de 7 Md€ de crédits supplémentaires. Les moyens de la mission *Enseignement scolaire* progressent de 4,6 Md€, soit + 5,6 %, portés par les revalorisations salariales des professeurs dans le cadre du « Pacte enseignants ». La montée en charge des lois de programmation sectorielles, essentiellement dans le domaine régaliens (Défense, Justice, Intérieur), conduit à des dépenses supplémentaires de 5,2 Md€ en 2024. Parallèlement, l'exercice 2023 des revues de dépenses n'a débouché sur aucune mesure significative d'économie.

Enfin, les différentes mesures de revalorisation des agents publics annoncées en juin 2023, avec notamment celle du point d'indice de la fonction publique de 1,5 % au 1^{er} juillet 2023, pèsent à hauteur de 2,0 Md€ sur le budget de l'État en 2024, représentant 0,8 Md€ de plus qu'en 2023.

Cette prévision de dépenses pour 2024 paraît entourée de plusieurs aléas. En particulier, si la baisse des prix de l'électricité sur les marchés observée depuis l'automne 2023 se poursuivait au cours des prochains mois pour retrouver le niveau d'avant crise, les économies de charges de service public de l'énergie (CSPE) – évaluées à 5,6 Md€ dans la LFI 2024 sur la base des prix de septembre 2023 – risqueraient de totalement disparaître selon l'évaluation du Haut Conseil des finances publiques (HCFP)¹⁴.

¹⁴ Avis du HCFP n° 2023-8 relatif aux projets de lois de finances et de financement de la sécurité sociale pour l'année 2024, 22 septembre 2023.

Par ailleurs, il ne peut être exclu qu'une remontée des prix des carburants liée à des tensions internationales conduise à l'adoption de nouvelles mesures de soutien.

Enfin, le Gouvernement n'a pas intégré d'hypothèse de revalorisation du traitement des agents publics, dans un contexte où l'inflation attendue en 2024 est encore significative (2,5 %) et où les revalorisations de 2022 et 2023 sont restées inférieures à la hausse des prix ces deux années. Les économies annoncées par le Gouvernement en février 2024 à hauteur de 10 Md€, non prévues en loi de finances initiale, représentent donc un défi. Les crédits correspondant ont été annulés sur le budget de l'État par décret du 21 février 2024 : il convient maintenant que les mesures qu'impliquent ces économies soient rapidement identifiées dans les différents ministères, et les conditions de leur mise en œuvre documentées.

b) Une progression soutenue des prestations sociales

Le Gouvernement prévoit une progression des dépenses des administrations de sécurité sociale de 2,0 % en volume en 2024 (hors mesures exceptionnelles), tirées par les prestations (+ 2,5 %) du fait d'une indexation sur une inflation élevée en 2023. En particulier, les pensions de retraite croîtraient de 4,2 % en volume en raison de la revalorisation des pensions de base de 5,3 % au 1^{er} janvier 2024, assise sur l'inflation en moyenne annuelle mesurée en octobre 2023.

Les dépenses de santé dans le champ de l'objectif national de dépenses d'assurance maladie (Ondam), hors dépenses liées à la crise sanitaire, progresseraient de 3,2 %, soit 0,7 point de plus que l'inflation. Cette progression serait faible au regard des tendances passées puisque, durant les années 2010, les dépenses de santé ont en moyenne augmenté de 1 point de plus que les prix. L'atteinte de l'objectif suppose donc un infléchissement important des dépenses par rapport à 2023, année marquée par une progression de 4,8 % et un dépassement de près de 3 Md€ de l'objectif voté en LFRSS, qui sera d'autant plus difficile à atteindre qu'une nouvelle convention médicale est en cours de négociation. Dans son avis du 13 octobre 2023, le Comité d'alerte de l'Ondam a relevé, à cet égard, qu'une partie significative des économies intégrées dans l'objectif pour 2024 (3,5 Md€) reste à définir ou à négocier avec les acteurs du système de santé.

En sens inverse, les prestations sociales seraient freinées par le recul des dépenses d'indemnisation du chômage (- 3,0 % en volume). Celui-ci résulterait, d'une part, de l'hypothèse retenue par le Gouvernement d'une bonne tenue du marché du travail (en dépit de la légère hausse récente du taux de chômage) et, d'autre part, des premiers effets attendus de la réforme de 2023 modulant la durée d'indemnisation en fonction de la situation du marché du travail selon le principe de « contracyclicité ».

c) Des dépenses locales tirées par l'investissement

La dépense publique locale progresserait, selon le PLF 2024, de 0,7 % en volume en 2024¹⁵. La forte croissance des investissements (+ 6,0 %)¹⁶, en raison de la position dans le cycle électoral¹⁷, compenserait le repli des dépenses de fonctionnement (- 0,4 %).

Tableau n° 6 : évolution des dépenses des administrations publiques locales en volume

	2023	2024
Dépenses de fonctionnement	- 0,1 %	- 0,4 %
dont achats	0,8 %	- 0,8 %
dont rémunérations	0,2 %	- 0,5 %
dont prestations sociales	- 2,9 %	- 0,5 %
Investissement	3,7 %	6,0 %
Total	1,0 %	0,7 %

*Source : ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique
Ce léger recul des dépenses de fonctionnement serait permis par celui des prestations sociales à la charge des collectivités locales, principalement des départements (-2,9 % en volume) et une progression contenue des achats (+0,8 % en volume). Selon ces mêmes prévisions, les dépenses publiques locales d'achats courants et de rémunérations devraient se contracter en volume en 2024 (- 0,8 % et -0,5 %). En particulier, l'absence de nouvelle revalorisation des agents publics en 2024 freinerait la dépense dans un contexte où l'inflation reste élevée.*

Ces prévisions demandent cependant à être confirmées. Les données comptables disponibles à fin 2023 suggèrent une progression plus rapide des achats, potentiellement en lien avec la hausse des prix alimentaires, et de certaines dépenses sociales comme l'allocation personnalisée d'autonomie (APA) et la prestation de compensation du handicap (PCH).

¹⁵ La progression à champ constant est un peu plus rapide (0,9 %).

¹⁶ Les données sur l'investissement excluent les investissements de la Société du Grand Paris.

¹⁷ Les dépenses d'investissement des collectivités territoriales dépendent de la proximité avec les échéances électorales locales. Les dépenses sont traditionnellement peu dynamiques l'année de l'élection et l'année suivante, et accélèrent au fil du mandat.

D - Un déficit structurel plus creusé qu'avant-crise, une dette publique proche de 110 points de PIB

1 - Après une « année blanche » en 2023, une baisse du déficit en 2024 dont l'ampleur n'est pas acquise

Après 4,8 points de PIB en 2022, le déficit public en 2023 se creuserait légèrement à 4,9 points de PIB (les comptes nationaux 2023 seront publiés fin mars 2024 par l'Insee). Le repli des mesures exceptionnelles en dépense compensant la faible élasticité des prélèvements obligatoires en recettes, cette détérioration du solde proviendrait principalement d'une croissance inférieure à la croissance potentielle avec un creusement du solde conjoncturel.

La révision de sa prévision de croissance pour 2024 n'a pas conduit la Gouvernement à modifier celle du déficit public, qu'il est toujours prévu de réduire de 0,5 point de PIB pour atteindre 4,4 points de PIB du fait de l'extinction des mesures de soutien face à l'inflation.

En 2023, le déficit public est resté principalement porté par l'État, dont le déficit s'élèverait à 5,3 points de PIB selon le Gouvernement. C'est en effet lui qui supporte la plupart des dépenses de soutien aux ménages et aux entreprises ainsi que les baisses d'impôts. Symétriquement, en 2024, l'extinction des mesures de soutien et le fort rebond des recettes d'impôt sur les sociétés feraient de l'État le principal contributeur à l'amélioration du solde public.

Les administrations de sécurité sociale (Asso) seraient excédentaires de 0,7 point de PIB en 2023 et de 0,6 point en 2024¹⁸. La légère dégradation du solde en 2024 serait principalement imputable aux effets retardés de l'inflation 2023 sur le niveau des pensions *via* leurs revalorisations.

Ces soldes positifs masquent toutefois les déficits du régime général et du fonds de solidarité vieillesse (FSV), qui s'élèveraient à 0,3 point de PIB en 2023 et 2024. Par ailleurs, la caisse nationale de retraites des agents des collectivités locales (CNRACL) contribuerait à dégrader le solde des régimes sociaux à hauteur de 0,1 point de PIB en 2023 et en 2024.

Le solde positif des administrations de sécurité sociale (Asso) est lié à celui de la caisse d'amortissement de la dette sociale (Cades), qui est structurellement excédentaire puisque ses recettes financent le remboursement en capital de la dette sociale, qui n'est pas considéré comme une dépense en comptabilité nationale. Les régimes complémentaires de retraite et l'Unedic enregistreraient également des excédents sur les deux années, en raison pour cette dernière de la bonne tenue de l'emploi et de l'effet des réformes de l'assurance-chômage.

¹⁸ Ces chiffres ne prennent pas en compte les pensions des agents de l'État, qui relèvent du budget de ce dernier.

Les administrations publiques locales (APUL), qui étaient à l'équilibre en 2022, deviendraient déficitaires (- 0,3 point de PIB en 2023 puis - 0,2 point de PIB en 2024). Cette dégradation s'expliquerait principalement par le dynamisme de l'investissement compte tenu de la position haute dans le cycle électoral communal (+ 8,5 % pour chacune des deux années hors Société du Grand Paris) et par la chute des recettes de droits de mutation à titre onéreux (DMTO). Le déficit des APUL pourrait être encore plus prononcé compte tenu du risque de sous-estimation de la baisse de ces dernières (cf. *supra*).

La conjugaison de ces éléments et les risques propres à chaque niveau d'administration publique font que la prévision de déficit pour 2024 est optimiste, voire difficilement atteignable en raison d'hypothèses encore trop favorables sur la croissance des recettes. Si le Gouvernement a pris soin d'annoncer un objectif d'économie de 10 Md€ parallèlement à la révision à la baisse de la croissance prévue pour 2024, il n'est pas certain que celui-ci suffise pour maintenir la prévision de déficit. Des risques existent également sur le coût net des mesures de soutien énergétique compte tenu de l'incertitude sur l'évolution des prix de marché, ainsi que sur la capacité à respecter une valeur particulièrement contenue de l'Ondam (hors dépenses exceptionnelles).

2 - Un déficit structurel qui excèderait toujours en 2024 son niveau d'avant-crise

Le déficit structurel, c'est-à-dire le déficit public mesuré hors effet des fluctuations conjoncturelles (cf. encadré), se résorberait à hauteur de 0,4 point en 2024 pour atteindre 3,7 points de PIB selon la LFI 2024, après une quasi-stabilité en 2023¹⁹. Cette réduction résulterait essentiellement de l'extinction des mesures de soutien face à la crise énergétique et, dans une proportion difficile à quantifier à ce stade de l'année, des mesures d'économies annoncées par le Gouvernement pour compenser l'abaissement de la prévision de croissance. Même en baisse, ce solde structurel serait toujours très éloigné de l'objectif de moyen terme (OMT) fixé à -0,4 point de PIB dans la loi de programmation des finances publiques pour les années 2023 à 2027, et resterait supérieur de 1,1 point de PIB à son niveau d'avant crise (2019).

¹⁹ Ces estimations sont basées sur l'écart de production et la croissance potentielle retenus dans le projet de loi de programmation des finances publiques 2023-2027 révisé en septembre 2023.

Solde public effectif, solde conjoncturel et solde structurel

Les évolutions du solde public sont affectées par les fluctuations de l'activité économique. Afin de mieux apprécier la situation des finances publiques, le solde « effectif » peut être corrigé de cet effet conjoncturel ainsi que des facteurs exceptionnels pour en déduire le solde « structurel ». Ce calcul se fait en plusieurs étapes :

- (i) estimation du PIB « potentiel », c'est-à-dire du PIB corrigé de la conjoncture ou encore le niveau du PIB qu'il serait possible d'atteindre de manière soutenable en utilisant pleinement les capacités de production, et calcul de l'écart entre le PIB effectif et ce PIB potentiel (rapporté au PIB potentiel), appelé écart de production (*output gap*) qui définit la position dans le cycle économique ;
- (ii) estimation de la composante conjoncturelle du solde effectif, dit solde conjoncturel, qui résulte, pour l'essentiel, du gain ou de la perte de recettes associé à cet écart de production ;
- (iii) désignation et chiffrage des mesures ponctuelles et temporaires, qui ne contribuent pas au solde structurel ;
- (iv) estimation du solde structurel par différence entre le solde effectif et la somme du solde conjoncturel et des mesures ponctuelles et temporaires.

Indépendamment des mesures de soutien, cette dégradation depuis le déclenchement de la crise sanitaire résulte aussi de baisses significatives de prélèvements obligatoires qu'aucun effort d'économie n'a compensé. Ainsi, entre 2019 et 2024, les mesures fiscales, comme la suppression de la taxe d'habitation, la convergence du taux normal d'impôt sur les sociétés vers 25 % ou la baisse de la TICFE, ont dégradé le déficit structurel de 1,6 point de PIB. Parallèlement, la dynamique de la dépense publique a excédé la croissance potentielle sur la période, de sorte qu'elle a contribué à dégrader celui-ci de 0,3 point de PIB²⁰. En sens inverse, sur cette même période, la dynamique spontanée des prélèvements obligatoires, bien supérieure à la croissance de l'activité (cf. *supra*), a contribué de manière positive à la variation du solde structurel, pour un montant estimé à 1 point de PIB²¹.

²⁰ En 2024, le ratio de dépenses publiques par rapport au PIB serait supérieur de 1,6 point à son niveau de 2019. C'est toutefois l'évolution du ratio de dépenses publiques par rapport au PIB potentiel qui est pertinente pour l'analyse de l'évolution du déficit structurel. Or, le PIB potentiel étant supérieur au PIB effectif en 2019 (écart de production de 0,9) et inférieur en 2024 (écart de production de -1,1), la dépense publique aurait nettement moins progressé depuis 2019 par rapport au PIB potentiel que ce que suggèrent les ratios par rapport au PIB effectif.

²¹ L'évolution des recettes hors prélèvements obligatoires jouerait, quant à elle, défavorablement sur le solde structurel, à hauteur de - 0,3 point de PIB, principalement en raison de la baisse tendancielle de leur part dans le PIB.

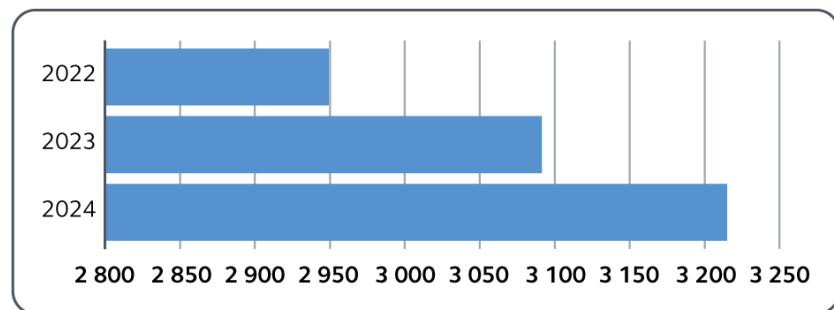
L'estimation du solde structurel reste par ailleurs entourée d'incertitudes importantes, liées notamment à l'estimation de l'écart de production (voir encadré *supra*) et aux éventuelles révisions qui pourraient être apportées aux comptes nationaux (croissance, déflateur du PIB) au moment de la publication des comptes annuels en mai 2024. Le niveau affiché du solde structurel est donc susceptible d'être révisé ultérieurement, à la baisse ou à la hausse.

3 - Des charges d'intérêts en hausse de 10 Md€ en 2024

En dépit de ces déficits élevés, le ratio de dette publique, rapporté au PIB, diminuerait de plus de deux points en 2023 pour s'établir à 109,7 points de PIB, après 111,8 points en 2022. Ce recul s'explique de manière mécanique par la forte croissance du PIB en valeur en 2023 (+ 6,8 %)²² et, de façon plus marginale, par un repli des charges d'intérêts (-3,7 Md€) par contrecoup du bond exceptionnel en 2022 lié aux obligations indexées sur une inflation alors à son pic. En valeur, la dette publique progresserait néanmoins de 140 Md€ en 2023.

En 2024, la dette publique progresserait au total de 120 Md€ tandis que le ratio d'endettement public demeurerait stable à 109,7 points de PIB. Celui-ci excèderait son niveau d'avant crise de plus de 12 points, la dette en valeur et atteignant près de 3 200 Md€, en hausse de plus de 800 Md€ par rapport à 2019. En particulier, les charges d'intérêts augmenteraient de 10 Md€ en 2024.

Graphique n° 3 : évolution prévue du niveau d'endettement public entre 2022 et 2024 (en Md€)



Source : Insee, LFI 2024

²² Selon la prévision du Gouvernement dans le PLF pour 2024 la croissance en volume serait faible en 2023 (1,0 %) mais, compte tenu de l'ampleur de l'inflation et de sa transmission aux prix de production, le prix utilisé pour valoriser le PIB – ou déflateur du PIB – progresserait de 5,7 % en 2023, conduisant à une progression du PIB en valeur de 6,8 %. Fin janvier 2024, l'Insee a estimé la progression du PIB nominal à 6,3 % en 2023 (+0,9 % en volume et +5,4 % pour le déflateur du PIB).

Compte tenu des incertitudes évoquées précédemment tant sur les recettes que sur les dépenses, le risque existe que la dette publique rapportée au PIB augmente de nouveau en 2024, retardant l'infexion indispensable au respect de la trajectoire pluriannuelle (cf. II ci-dessous).

4 - Des finances publiques particulièrement dégradées en 2024 par rapport à nos partenaires européens

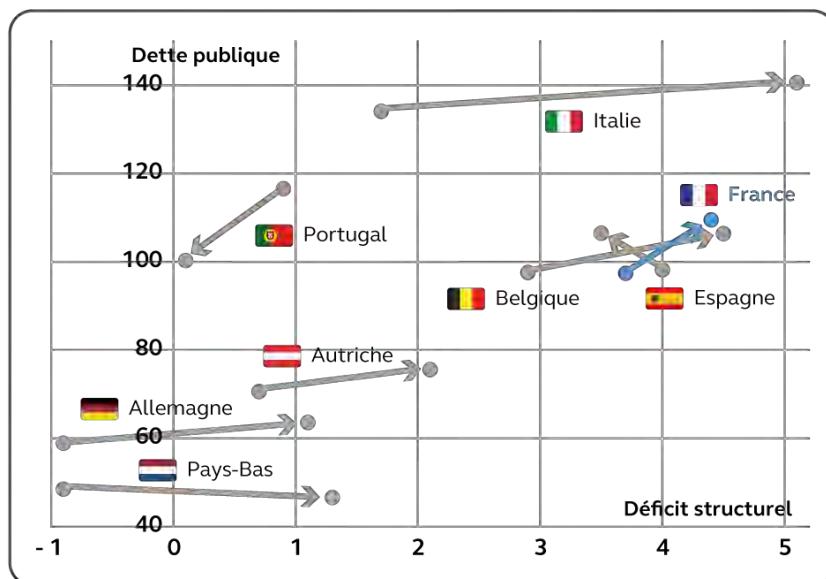
Les prévisions de la Commission européenne publiées en novembre 2023 permettent de comparer la situation des finances publiques des huit principaux pays de la zone euro (représentant près de 90 % du PIB de cette dernière) et leur évolution par rapport à leur niveau d'avant-crise.

Un groupe de pays se détache nettement, constitué de l'Allemagne, des Pays-Bas et de l'Autriche. Ces pays connaissaient une situation favorable en 2019, avec des excédents structurels pour les deux premiers et un déficit structurel inférieur à 1 % du PIB pour le dernier, qui leur ont permis de soutenir leur économie. En 2024, ils conserveraient un endettement inférieur à 80 points de PIB ainsi qu'un déficit structurel nettement sous les 3 %.

Les autres principales économies de la zone euro se caractérisent par des taux d'endettement public supérieurs à 100 points de PIB. On peut y distinguer deux catégories. D'une part, la France, la Belgique et l'Italie ont nettement creusé leur déficit structurel, qui excèderait encore 4 %²³ du PIB en 2024. La dette italienne resterait, à cet horizon, supérieure à 140 points de PIB. D'autre part, l'Espagne et le Portugal verrraient au contraire leur déficit structurel diminuer par rapport à l'avant crise. Les deux pays se distingueraient toutefois nettement par le niveau du solde (proche de l'équilibre au Portugal, déficit supérieur à 3 % en Espagne) et l'évolution du ratio de dette publique (- 16 points de PIB pour le Portugal, + 8 points de PIB pour l'Espagne).

²³ La Commission européenne prévoit pour la France un déficit structurel de 4,4 % du PIB, soit une estimation nettement supérieure à celle du Gouvernement dans le PLF 2024 (3,7 %). Cet écart résulte d'une estimation, par la Commission européenne, du PIB potentiel nettement inférieure à celle du Gouvernement.

Graphique n° 4 : évolution de la dette publique et du déficit structurel des principaux pays européens entre 2019 et 2024 (en % du PIB)



Source : prévisions d'automne 2023 de la Commission européenne

Les crises récentes ont accru la divergence entre ces groupes de pays, constituant un risque pour la cohésion de la zone euro. L'engagement d'une réelle convergence serait pourtant nécessaire compte tenu du durcissement de la politique monétaire. De fait, les conditions de financement des pays dont l'endettement est élevé se sont fortement dégradées depuis 2022 : le « spread » de l'Italie, c'est-à-dire la différence entre son taux à 10 ans et celui de l'Allemagne, a augmenté de plus de 40 points de base depuis début 2022, tandis que celui de la France a augmenté de plus de 20 points de base depuis deux ans.

**

La sortie du « quoi qu'il en coûte » décidé au cours de la crise sanitaire a été retardée par la crise énergétique, qui a mobilisé de nouveaux dispositifs massifs de soutien avec pour corollaire le maintien d'un déficit et d'une dette publique très élevés en 2023. L'année 2024 devrait voir s'éteindre l'essentiel de ces dispositifs exceptionnels, sans que l'effort en matière d'économies structurelles soit véritablement engagé par la loi de finances initiale pour 2024. C'est en étant obligé de revoir sa prévision de croissance pour 2024, en février, que le Gouvernement a annoncé de nouveaux objectifs d'économies à hauteur de 10 Md€, qui seront d'autant

plus difficiles à réaliser qu'ils interviennent en cours d'année. Réduire sensiblement les déficits, inscrire la dette publique dans une trajectoire décroissante et préserver le potentiel de croissance sont les trois objectifs posés à l'horizon de la trajectoire pluriannuelle 2023-2027. Le respect de ce triptyque est d'autant plus nécessaire que la situation des finances publiques des pays de la zone euro, et notamment de la France, ont divergé avec la crise, créant des risques accrus d'instabilité.

II - Une trajectoire de retour du déficit sous 3 % en 2027 à crédibiliser

La trajectoire présentée dans la loi de programmation des finances publiques (LPFP) pour les années 2023 à 2027 conjugue trois faiblesses : un retour tardif du déficit public sous 3 % du PIB en 2027 avec de surcroît un déficit croissant de la sécurité sociale (A), un scénario macroéconomique trop optimiste, dès 2024 (B) et des efforts de maîtrise des dépenses inédits mais non documentés et renvoyés à la période 2025-2027 (C), dans un contexte où la réforme de la gouvernance économique européenne met davantage l'accent sur la dynamique de la dépense publique (D). En annonçant des mesures d'économies parallèlement à la révision de la prévision de croissance pour 2024, le Gouvernement s'efforce d'éviter que cette trajectoire pluriannuelle ne dérape dès le début. Ce choix était nécessaire mais sa crédibilité exige désormais que ces mesures d'économies soient rapidement précisées et effectivement mises en œuvre.

A - Une trajectoire peu ambitieuse, qui entérine un déficit croissant de la sécurité sociale

À travers la LPFP pour les années 2023 à 2027, le Gouvernement a présenté une trajectoire pour ramener le déficit sous 3 % du PIB et placer la dette sur une trajectoire décroissante. Ainsi, en 2027, les déficits effectif et structurel atteindraient l'un et l'autre 2,7 points de PIB. La dette publique rapportée au PIB commencerait à refluer légèrement en 2025 et serait ramenée à 108,1 points de PIB en 2027.

**Tableau n° 7 : trajectoire pluriannuelle associée à la LPFP 2023-2027
(en points de PIB)**

	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Solde public, dont :	- 4,8	- 4,9	- 4,4	- 3,7	- 3,2	- 2,7
Solde structurel	- 4,2	- 4,1	- 3,7	- 3,3	- 2,9	- 2,7
Ajustement structurel	1,0	0,1	0,5	0,4	0,3	0,2
Dette publique	111,8	109,7	109,7	109,6	109,1	108,1

Source : LPFP 2023-2027

Le scénario macroéconomique sous-jacent à cette trajectoire est celui d'une croissance potentielle de 1,35 % et d'une croissance effective comprise entre 1,7 % et 1,8 % entre 2025 et 2027, après 1,4 % prévu initialement en 2024, qui permettrait de porter l'activité économique à son niveau potentiel en 2027 en refermant en quatre ans l'écart de production²⁴. Dans ce scénario, l'inflation fléchirait progressivement, revenant autour de 2 % en 2025 puis se stabilisant à 1,75 %.

Au-delà de l'amélioration du déficit permise par ce scénario, la trajectoire s'appuierait également sur une réduction du déficit structurel de 1,5 point de PIB entre 2022 et 2027. Celle-ci résulterait d'une faible croissance de la dépense publique primaire²⁵ (0,2 % par an en volume²⁶ sur la période 2025-2027) ainsi que du retour à la normale de la fiscalité énergétique à partir de 2025 avec la sortie du bouclier tarifaire.

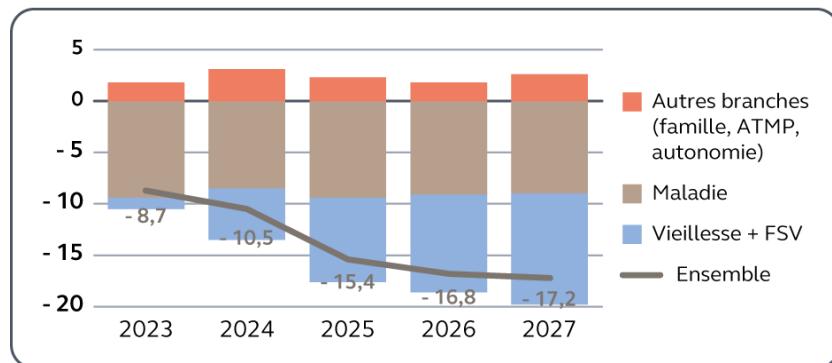
En dépit de cet effort affiché de redressement, le déficit structurel resterait très élevé en 2027, à 2,7 points de PIB, soit très au-dessus de l'objectif de moyen terme (OMT) des administrations publiques, toujours fixé à 0,4 point de PIB dans la LPFP 2023-2027.

De surcroît, à rebours de la trajectoire de finances publiques qui se redresserait sur la période 2023-2027, le déficit de la sécurité sociale se creuserait de manière continue selon les prévisions du Gouvernement. Le solde des régimes obligatoires de base et du fonds de solidarité vieillesse (FSV) se dégraderait en effet de 8,5 Md€ entre 2023 et 2027 pour atteindre un déficit de 17,2 Md€ en 2027.

²⁴ L'écart de production ou *output gap* désigne l'écart entre le PIB effectif et le PIB potentiel (rapporté au PIB potentiel). Le PIB « potentiel » correspond au niveau du PIB qu'il serait possible d'atteindre de manière soutenable en utilisant pleinement les capacités de production. L'écart de production définit ainsi la position dans le cycle économique (en haut de cycle lorsque l'écart est positif, en bas de cycle lorsque l'écart est négatif). Le Gouvernement estimant l'écart de production largement négatif en début de période (-1,2 point de PIB en 2023), son scénario implique une croissance effective plus élevée que la croissance potentielle sur la période 2024-2027 (1,65 % en moyenne contre 1,35 %).

²⁵ La dépense publique hors charges d'intérêt est appelée dépense publique primaire.

²⁶ Ce chiffre en volume est calculé à partir de l'indice des prix à la consommation hors tabac (IPCHT).

Graphique n° 5 : solde de la sécurité sociale par branche (Md€)

Source : annexe A de la LFSS pour 2024

Cette aggravation résulterait de la dégradation financière de la branche vieillesse²⁷ qui, proche de l'équilibre en 2023, serait déficitaire de 10,8 Md€ en 2027 malgré la réforme des retraites de 2023 (qui devrait néanmoins réduire le déficit de la branche de 6,3 Md€ en 2027, via de moindres dépenses de pensions mais également un surcroît de cotisations retraites). La réforme, qui conduit au recul de l'âge légal de départ à la retraite, ne compense en effet que partiellement les effets démographiques du vieillissement et de l'augmentation de la taille des générations qui partent à la retraite. En particulier, le déficit de la caisse nationale de retraites des agents des collectivités locales (CNRACL), attendu aux environs de 8 Md€ en 2027, contribuerait fortement au déficit de la branche.

Sur la période 2023-2027, la branche maladie resterait également très déficitaire à un niveau proche de 10 Md€ malgré une trajectoire de dépenses sous Ondam qui nécessitera la réalisation d'importantes économies.

La persistance sur moyenne période de déficits massifs de la sécurité sociale ne peut être justifiée dès lors que l'économie ne se trouve pas en bas de cycle comme en 2020. Les dépenses sociales sont en effet constituées de prestations aux ménages qui, lorsqu'elles ne sont pas couvertes par des impôts ou des cotisations sociales, pèsent sur les générations suivantes auxquelles incombe de rembourser la dette sociale.

Des mesures doivent par conséquent être prises pour ramener les comptes de la sécurité sociale à l'équilibre à l'horizon 2027. C'est d'autant plus indispensable que les effets du vieillissement de la population, déjà perceptibles, s'accroîtront et exercent une pression croissante sur les branches maladie, vieillesse et autonomie.

²⁷ Est ici considéré l'ensemble de la branche vieillesse et du fonds de solidarité vieillesse (FSV).

B - Un scénario macroéconomique optimiste

Indépendamment du scénario de croissance effective, qui a déjà dû être révisé pour 2024, la trajectoire pluriannuelle repose sur un scénario de croissance potentielle optimiste. Les hypothèses de croissance potentielle à 1,35 % par an à partir de 2023 qui structurent la LPFP sont supérieures aux estimations des autres institutions et organisations internationales. Le Gouvernement met notamment en avant l'impact favorable des réformes du marché du travail pour justifier ce niveau élevé. Si l'impact de la réforme des retraites sur l'emploi retenu par le Gouvernement est vraisemblable (+200 000 emplois occupés à horizon 2027), l'évaluation des effets de la réforme de l'assurance-chômage (+100 000 à 150 000 emplois à moyen terme) repose sur des hypothèses optimistes²⁸, tandis que l'effet des autres réformes n'est pas précisé.

Le Gouvernement table par ailleurs sur un retour au plein emploi qui se traduirait par une baisse du taux chômage jusqu'à son niveau le plus bas depuis plus de 40 ans. Actuellement à un niveau historiquement faible, ce dernier s'accompagne pourtant de tensions sur le marché du travail. Cette concomitance suggère que le taux de chômage est voisin de son niveau structurel et qu'une poursuite de sa diminution, déjà interrompue depuis le 3^e trimestre 2023, supposerait de nouvelles réformes d'ampleur. La Banque de France, dans ses dernières prévisions, anticipe au contraire une remontée du taux de chômage à 7,7 % fin 2024 et 7,8 % fin 2025. Faute de précisions supplémentaires sur les mesures envisagées, le retour au plein emploi affiché apparaît ainsi hypothétique.

Graphique n° 6 : taux de chômage (France entière, en % de la population active)



Source : Insee, Banque de France

²⁸ Cf. l'avis du Haut conseil des finances publiques n° HCFP-2023-7 relatif à la révision du projet de loi de programmation des finances publiques pour les années 2023 à 2027, 22 septembre 2023.

Le Gouvernement suppose également un soutien accru, par rapport à l'avant-crise, de l'investissement à la croissance potentielle, qui peut paraître optimiste dans un contexte de durcissement des conditions de financement mais aussi dans la perspective d'un déclassement accéléré des technologies intensives en carbone²⁹. La transition écologique devrait aussi peser sur les recettes liées à l'énergie³⁰, pouvant fragiliser l'hypothèse de stabilité du taux de prélèvements obligatoires à partir de 2025.

Pour ces raisons, l'estimation de la croissance potentielle par le Gouvernement à 1,35 % par an apparaît très favorable. Elle contraste en particulier avec celle de la Commission européenne, qui l'estime à 0,8 % en moyenne sur la période 2023-2027, et s'inscrit aussi au-dessus de celles de l'OCDE (1,1 %) et du FMI (1,3 %). Dans sa note sur « *La croissance potentielle à l'horizon de moyen terme* » de juillet 2022, le secrétariat permanent du HCFP privilégiait, quant à lui, « *un scénario de croissance potentielle à l'horizon de moyen terme proche de 1 % par an* ».

Parallèlement, le Gouvernement retient une estimation de l'écart de production particulièrement creusé en 2022 (- 0,9 point), nettement en deçà de celle de la Commission européenne (+ 0,2)³¹, qui apparaît difficilement conciliable avec les tensions observées aujourd'hui sur le marché du travail.

Ces hypothèses favorables sur la croissance potentielle et l'écart de production conduisent, comme il a été indiqué³², à un scénario de croissance effective élevée au cours des prochaines années, autour d'une moyenne de 1,7 % par an jusqu'à la fermeture totale de l'*output gap* en 2027³³. La révision à la baisse de la croissance effective prévue pour 2024 devrait logiquement conduire à terme à revoir le scénario de croissance potentielle.

²⁹ Cf. direction générale du Trésor, *Les enjeux économiques de la transition vers la neutralité carbone*, rapport intermédiaire, décembre 2023.

³⁰ Selon le rapport de la DG Trésor cité ci-dessus, ces recettes pourraient être inférieures de 13 Md€ à l'horizon 2030.

³¹ Elle est en revanche intermédiaire entre l'estimation du FMI (- 0,7) et celle de l'OCDE (- 1,3).

³² Plus l'*output gap* (écart de production) est négatif, ce qui correspond au diagnostic d'un creux conjoncturel, plus la croissance effective peut temporairement excéder la croissance potentielle pour résorber progressivement cet écart et revenir à une pleine utilisation des capacités de production.

³³ La révision à la hausse de 0,2 point de l'écart de production par rapport au PLPFP présenté en septembre 2022, qui justifierait une moindre croissance effective sur la période de programmation, trouve sa contrepartie dans la révision à la baisse de 0,2 point de la croissance pour 2024.

C - Une trajectoire assise sur une maîtrise de la dépense publique qui doit être mieux étayée

Le respect de la trajectoire pluriannuelle de dépense nécessitera la réalisation d'efforts considérables de maîtrise de la dépense dès 2024, contrairement à ce qui était prévu en LFI, dans un contexte de hausse sensible des charges d'intérêts qui viennent contraindre d'autant les autres composantes de la dépense publique.

Après un léger reflux en 2023 lié au contrecoup de l'effet exceptionnel de l'inflation en 2022 sur les obligations indexées, la hausse des taux d'intérêt entraîne une augmentation graduelle mais régulière des charges d'intérêts qui préemptent une part croissante de la dépense publique. Malgré un reflux récent, le taux à 10 ans a ainsi augmenté de plus de 200 points de base depuis le début de l'année 2022. La trajectoire pluriannuelle est construite sur l'hypothèse d'une légère remontée des taux d'intérêt, de 3,4 % fin 2023 à 3,5 % à partir de fin 2024. Les charges d'intérêts passeraient ainsi de 1,7 point de PIB en 2023 à 2,6 points en 2027, où elles représenteraient 84 Md€.

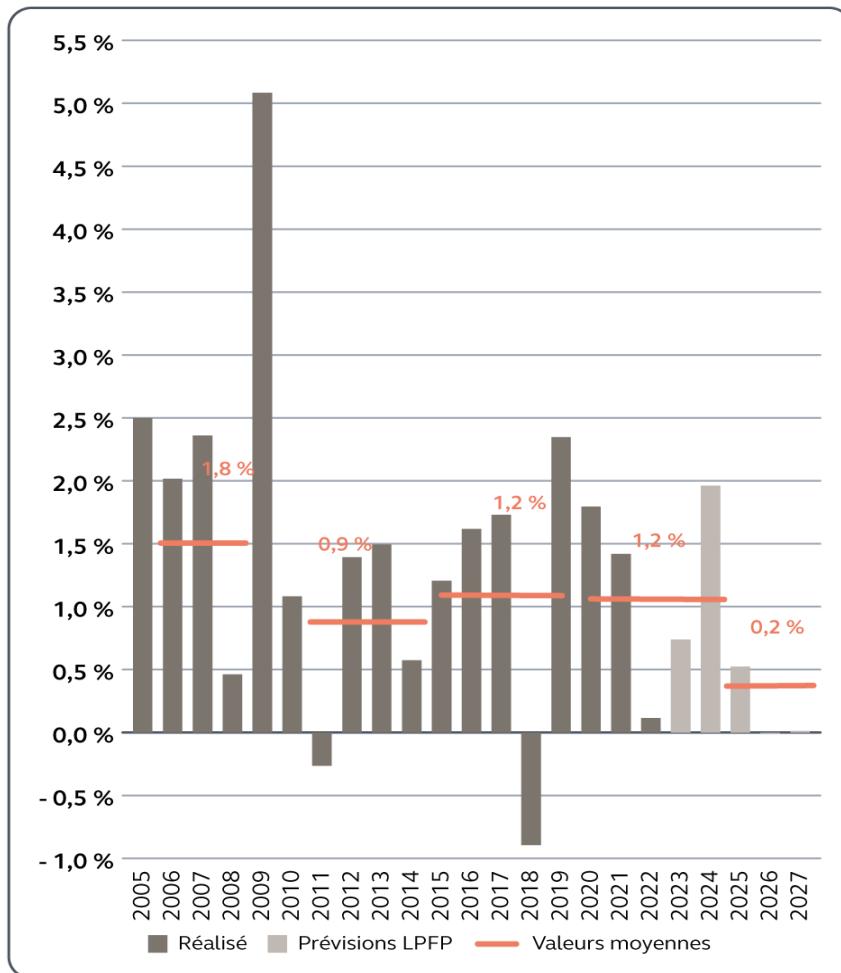
**Graphique n° 7 : charges d'intérêts
(en Md€ – ensemble des administrations publiques)**



Source : PLPFP 2023-2027 présenté en septembre 2022, LPFP 2023-2027

Hors charges d'intérêts et hors dépenses exceptionnelles, la dépense publique ne devrait, dès lors, progresser que très modérément en volume, à raison de 0,2 % en moyenne par an sur la période 2025-2027, ce qui apparaît très ambitieux au regard de la dynamique passée.

Graphique n° 8 : taux de croissance de la dépense publique (hors charges d'intérêts et hors dépenses exceptionnelles) en volume (en %)



Source : Insee, LFI 2024 et LPFP 2023-2027
 * les volumes ont été calculés à partir de l'IPC hors tabac.

La trajectoire du périmètre des dépenses de l'État serait particulièrement contrainte. Ces dernières passeraient de 496 Md€³⁴ en 2023 à 519 Md€ en 2027³⁵, affichant même une diminution de 0,4 % en volume en 2026 et en 2027. En tenant compte des lois de programmation sectorielle (Défense, Justice, Intérieur, Recherche), le recul serait encore plus marqué pour les autres ministères avec - 1,1 % en volume pour chacune de ces deux années. L'accumulation de lois de programmation sectorielle, qui couvrent actuellement 20 % du périmètre des dépenses de l'État et jusqu'à 31 % en 2027, présente ainsi le risque de rigidifier la dépense ou de reporter sur les ministères qui n'en bénéficient pas un effort peu réaliste.

La trajectoire de la LPFP suppose également une forte maîtrise des dépenses locales. Dans l'ensemble, celles-ci se contracteraient en volume de 1,9 % en 2026 et 1,0 % en 2027. Ces prévisions sont d'autant plus ambitieuses qu'elles ne sont associées à aucun mécanisme contraignant. En outre, la baisse significative des investissements prévue en fin de période n'est pas structurelle mais liée au cycle électoral communal.

Dans un contexte de vieillissement de la population faisant peser des charges croissantes en matière de santé, retraite et dépendance, les dépenses des administrations de sécurité sociale ne progresseraient en volume que de 0,5 % par an en moyenne entre 2024 et 2027. Cette modération serait notamment permise par les économies résultant des réformes des retraites (3,5 Md€ en 2027) et de l'assurance-chômage (4,2 Md€ en 2027), tandis que les prestations d'assurance-chômage resteraient contenues par le dynamisme de l'emploi. Par ailleurs, l'évolution tendancielle des dépenses dans le champ de l'Ondam étant très supérieure (évaluée à 4,6 % en valeur pour 2024), le respect de ces objectifs ambitieux nécessitera la réalisation d'économies importantes pour l'assurance maladie, au moins égales chaque année à celles prévues pour 2024 (3,5 Md€).

L'ambition du Gouvernement de parvenir à un ajustement structurel de 0,3 point de PIB en moyenne chaque année entre 2025 et 2027 suppose donc une maîtrise inédite de la dépense publique primaire, qui s'ajoute à l'effort annoncé pour 2024. Par rapport à l'évolution tendancielle des dépenses avant-crise (2015-2019), ce sont près de 50 Md€ d'économies

³⁴ La loi de finances de fin de gestion pour 2023 a ramené ce montant à 495,5 Md€ (au format 2024).

³⁵ Ce chiffre et ceux qui suivent sur le champ de l'État sont établis en comptabilité budgétaire sur le périmètre des dépenses de l'État – agrégat comprenant les crédits du budget général (hors contributions aux pensions, charge de la dette, remboursements et dégrèvements), les prélèvements sur recettes, les budgets annexes, certains comptes spéciaux, ainsi que les taxes affectées plafonnées à des tiers autres que les collectivités locales et la sécurité sociale.

qu'il faudrait réaliser d'ici 2027. Les 12 Md€ d'économies prévues pour 2025, à parité entre l'État et la sécurité sociale, qui seraient à conforter en 2026 et 2027, ajoutées à celles qui sont anticipées du fait des réformes sur le marché du travail (de l'ordre de 8 Md€ à l'horizon 2027), représenteraient ainsi moins de la moitié de l'effort nécessaire au respect de la trajectoire jusqu'en 2027. Celui-ci suppose non seulement la réalisation de ces économies mais aussi, pour un montant comparable, un net ralentissement de l'évolution spontanée des dépenses, qui n'est pas étayé à ce jour.

À ce stade, les moyens permettant de respecter cette trajectoire de dépense ne sont documentés qu'à la marge par les effets durables des réformes des retraites et de l'assurance-chômage. L'identification des économies de 12 Md€ prévues dès 2025 est, quant à elle, renvoyée à la revue annuelle des dépenses, qui devra avoir des effets bien supérieurs à ceux du premier exercice, décevant, en 2024. Pour cela, la Cour réitère les recommandations qu'elle a formulées en juin 2023³⁶ : ces revues doivent porter sur un périmètre large, s'inscrire dans la durée, être axées sur la qualité de la dépense et être sous-tendues par une volonté politique forte. Au-delà des seules revues de dépenses, l'effort d'économie nécessaire devra préserver les dépenses de nature à soutenir durablement l'activité économique et la transition écologique afin de concilier au mieux l'ajustement budgétaire et l'amélioration du potentiel de croissance.

D - Une trajectoire qui ne comprend aucune marge de manœuvre en cas de scénario moins favorable

L'analyse des hypothèses sous-jacentes à la LPFP montre que, prises dans leur ensemble, celles-ci sont soit optimistes, soit requièrent une rupture marquée par rapport à la pratique passée, notamment en termes de maîtrise de la dépense publique.

Trois conditions sous-tendent en effet la trajectoire 2023-2027 : une prévision de croissance pour 2024 élevée, qui vient d'être revue à la baisse, un scénario de croissance potentielle optimiste et un objectif de maîtrise inédite des dépenses sur la période 2025-2027. Les marges de sécurité apparaissent ainsi extrêmement faibles et toute mauvaise surprise macroéconomique dès 2024 ou toute réalisation budgétaire en deçà des ambitions affichées ferait s'écartez de la trajectoire, avec le risque d'une hausse du ratio d'endettement au cours de la période de programmation.

³⁶ Cour des comptes, *Rapport sur la situation et les perspectives des finances publiques*, juin 2023.

La Cour a quantifié les effets de trois scénarios moins optimistes portant sur chacune de ces hypothèses :

- un scénario de « croissance faible en 2024 », qui illustre l'impact spécifique sur la trajectoire d'une croissance de 0,7 % en 2024, au niveau du consensus des économistes et 0,3 point plus basse que la prévision révisée de 1 % annoncée par le Gouvernement en février 2024, les autres hypothèses de la LPFP étant conservées sur la période 2025-2027 ;
- un scénario de « croissance faible 2024-2027 », qui retient une croissance effective égale à 1 % sur la période 2024-2027³⁷ ;
- un scénario de « dépense tendancielle » dans lequel la dépense publique primaire en volume hors mesures exceptionnelles progresserait à son rythme pré-crise, soit 1,2 % par an sur la période 2025-2027, au lieu de 0,2 %. Contrairement aux deux précédents, ce scénario dépend directement des décisions prises par le Gouvernement.

L'effet sur le déficit et la dette publics de chacun de ces scénarios et de la conjugaison, d'une part, du premier et du troisième et, d'autre part, du deuxième et du troisième, figure dans le tableau ci-dessous.

**Tableau n° 8 : scénarios d'évolution du déficit et de l'endettement publics
(en points de PIB)**

	Déficit public		Dette publique	
	2024	2027	2024	2027
Trajectoire LPFP 2023-2027	4,4	2,7	109,7	108,1
Scénario 1 croissance faible 2024	4,8	3,1	111,0	110,5
Scénario 2 croissance faible 2024-2027	4,7	4,2	110,5	114,2
Scénario 3 dépense tendancielle	4,4	4,2	109,7	110,9
Scénario cumulé (1+3)	4,8	4,6	111,0	113,3
Scénario cumulé (2+3)	4,7	5,7	110,5	117,0

Source : LPFP 2023-2027, calculs Cour des comptes

Toutes choses égales par ailleurs, une croissance significativement plus faible en 2024 (0,7 %) que la prévision de la LPFP (1,4 %) déjà revue à la baisse par le Gouvernement (1,0 %), se traduirait par un déficit public de 3,1 points du PIB et un ratio de dette publique de 110,5 points de PIB en 2027, soit un niveau d'endettement supérieur de 2,4 points à la cible de la LPFP.

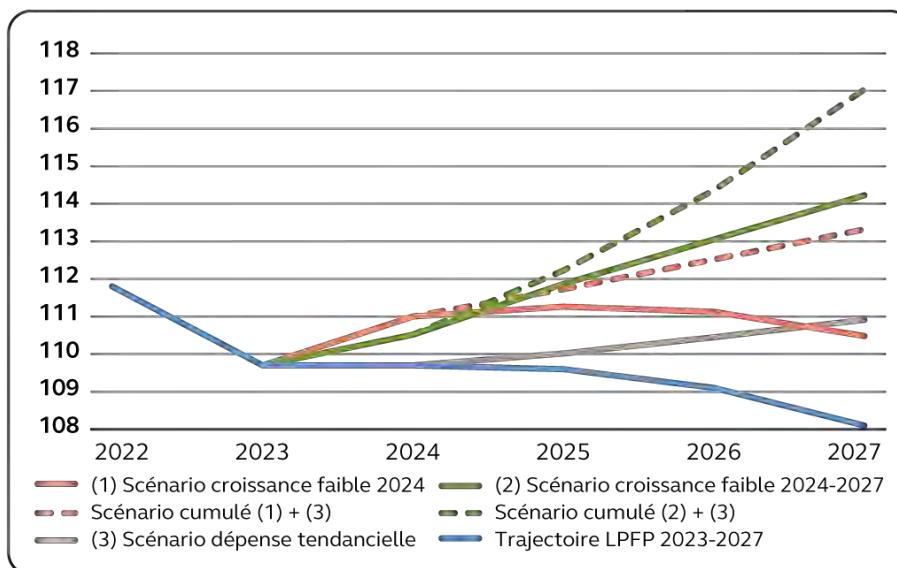
³⁷ Ce scénario repose sur l'hypothèse d'un écart de production nul en début de période ainsi qu'une croissance potentielle égale à 1 %, ce qui se traduit par une croissance effective à ce niveau jusqu'en 2027, en deçà des prévisions gouvernementales.

Le scénario d'une croissance de 1 % jusqu'en 2027, quant à lui, conduirait à un déficit de 4,2 points de PIB et à un niveau de dette en 2027 supérieur de 6 points de PIB à l'objectif.

Parallèlement, à scénario macroéconomique inchangé, une dépense publique - hors charges d'intérêts et hors dépenses exceptionnelles - qui augmenterait au même rythme qu'avant-crise (2015-2019) se traduirait en 2027 par un déficit de 4,2 points de PIB et par un ratio de dette supérieur de 2,8 points de PIB à celui de la LPFP.

Le cumul du premier et du dernier scénario porterait la dette à plus de 5 points de PIB en 2027 par rapport à la LPFP et le déficit à 4,6 points de PIB en 2027. Le cumul des deux derniers scénarios placerait la dette publique sur une trajectoire ascendante accélérée, de sorte que le ratio d'endettement atteindrait 117 points de PIB en 2027 et le déficit 5,7 points de PIB à cet horizon. Replacer la dette sur une trajectoire descendante constitue pourtant un impératif pour garantir sa soutenabilité, restaurer des marges de manœuvre et éviter une divergence accrue des finances publiques de la France par rapport à celles de ses partenaires européens.

Graphique n° 9 : scénarios d'évolution de la dette publique (en points de PIB)



Source : LPFP et calcul Cour des comptes

* Le scénario « croissance faible 2024 » suppose une croissance de 0,7 % en 2024. Le scénario croissance faible 2024-2027 retient l'hypothèse d'une croissance de 1 % jusqu'en 2027. Le scénario dépense tendancielle retient un rythme de croissance de la dépense primaire, hors mesures exceptionnelles de soutien, égal à celui de l'avant-crise. Les deux scénarios cumulés prennent en compte conjointement les hypothèses du dernier scénario avec celles du premier ou du deuxième.

E - Une trajectoire problématique au regard des engagements européens de la France

Le 20 décembre 2023, le conseil des ministres des finances de l'Union européenne a adopté un projet de réforme de la gouvernance économique et budgétaire européenne, après plusieurs mois de négociations. Celui-ci fait désormais l'objet de discussions « en trilogue », réunissant la Commission européenne, le Conseil et le Parlement européen, avec l'objectif que les nouvelles règles puissent entrer en vigueur début 2025.

Fondées sur la nécessité de favoriser une croissance durable tout en garantissant la soutenabilité des finances publiques des États membres, en particulier ceux de la zone euro, les nouvelles règles conservent le double objectif d'un déficit inférieur à 3 % du PIB et d'une dette inférieure à 60 %. Elles conservent aussi un « volet correctif » automatique pour les pays dont le déficit et la dette se situent au-dessus de ces cibles, avec des efforts annuels minimaux globalement inchangés par rapport à la situation actuelle.

Que ce soit en vertu des règles actuelles ou futures, la levée au 1^{er} janvier 2024 de la clause dérogatoire générale prévue par le Pacte de stabilité et de croissance européen, qui a permis aux États membres de s'écartez de ses prescriptions depuis 2020, impose donc à la France de réduire son ratio d'endettement d'au moins 1 point par an et de réaliser un ajustement structurel minimal primaire de 0,4 point par an ou 0,25 point en cas de plan de moyen terme sur sept ans, jusqu'à atteindre un solde structurel de - 1,5 point de PIB.

Or, dans sa recommandation adressée mi-2023, le Conseil de l'Union européenne demandait à la France de plafonner à 2,3 % en 2024 la hausse de ses dépenses publiques nettes. Avec une croissance affichée de 2,6 %, que la Commission estime même à 2,8 %, le budget 2024 s'écarte de cette recommandation³⁸. Selon la Commission, la France est un des quatre pays de la zone euro³⁹ dont le projet de budget risque de ne pas respecter les recommandations du Conseil de 2023.

³⁸ Selon le Gouvernement, le budget présenté « s'inscrit en cohérence avec les recommandations européennes pour 2024 » dans la mesure où il correspond à un ajustement structurel primaire de 0,8 point contre 0,7 point mentionné dans la recommandation. Toutefois, c'est la valeur de l'ajustement structurel, donc en tenant compte des charges d'intérêts, qui est mentionnée dans la recommandation du Conseil et non celle de l'ajustement structurel primaire. L'ajustement structurel sous-jacent au PLF 2024 atteint 0,5 point et se situe donc 0,2 point en deçà du niveau précisé dans la recommandation du Conseil.

³⁹ Avec la Belgique, la Croatie et la Finlande.

La Commission européenne a indiqué en mars 2023 qu'elle ouvrirait des procédures pour déficit excessif au printemps 2024 sur la base des résultats de l'année 2023⁴⁰. En l'état, l'amélioration du solde structurel prévue en France entre 2023 et 2024 demeure inférieure aux exigences du Pacte de stabilité. Plus généralement, s'il s'avérait que les objectifs de finances publiques pour 2024 prévus par la loi de programmation des finances publiques ne pouvaient pas être respectés, la France serait conduite à devoir décider de mesures plus volontaristes pour tenir ses objectifs à l'horizon 2027.

⁴⁰ Communication de la Commission au Conseil, *Orientations en matière de politique budgétaire pour 2024*, 8 mars 2023.

CONCLUSION

Après une « année blanche » en 2023 en termes de réduction du déficit et de maîtrise des dépenses, les textes financiers de l'année 2024 ont été bâties sur une hypothèse de croissance trop favorable que le Gouvernement, malgré les avis du Haut Conseil des finances publiques et des organisations internationales, a maintenue jusqu'à février 2024. L'annonce récente d'une révision à la baisse de la croissance assortie d'économies en dépenses vise à préserver l'objectif de déficit public, et avec lui, l'ensemble de la trajectoire pluriannuelle de finances publiques jusqu'à 2027.

Celle-ci, déjà exigeante, apparaît problématique au regard de nos engagements européens. Avec un déficit public qui ne passerait sous les 3 points de PIB qu'en 2027 et avec une dette qui ne diminuerait que faiblement en toute fin de période, cette trajectoire est fragile et les marges de sécurité apparaissent extrêmement ténues. Toute mauvaise surprise macroéconomique, toute réalisation budgétaire en deçà des ambitions affichées aboutiraient à hausse du ratio d'endettement public au cours de la période de programmation et à un maintien du déficit au-dessus de 3 %.

La trajectoire de dépense affichée par le Gouvernement implique ainsi sur les trois dernières années de la période de programmation un très net infléchissement, qui n'a pas d'exemple dans l'histoire récente et supposerait d'engager de l'ordre de 50 Md€ d'économies entre 2025 et 2027, s'ajoutant aux 10 Md€ de réduction des dépenses de l'État annoncée en février 2024. Un tel effort est d'autant plus difficile à mettre en œuvre que la hausse des charges d'intérêts et de nombreuses lois de programmation sectorielle (Défense, Justice, Intérieur, Recherche) orientent déjà la dépense publique à la hausse, et que la transition écologique devrait mobiliser un volume croissant de financements, privés comme publics.

La situation des finances publiques de la France restera ainsi en 2024, comme en 2023, parmi les plus dégradées de la zone euro et risque d'exposer la France à des discussions difficiles avec la Commission et ses partenaires européens, que ce soit dans le cadre des règles budgétaires actuelles ou des nouvelles règles en cours de discussion.

Il est essentiel de faire preuve de sélectivité dans les dépenses et de compenser tout surcroît de dépense ou toute baisse d'impôt par des économies ou des hausses de recettes. Il sera aussi crucial d'engager des réformes ambitieuses dans certains secteurs clés pour infléchir durablement le rythme de la dépense et de faire du renforcement de la qualité de la dépense une priorité de premier rang.

Réponse reçue à la date de la publication

Réponse commune du ministre de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique et du ministre délégué chargé des comptes publics.....	52
--	----

**RÉPONSE COMMUNE DU MINISTRE DE L'ÉCONOMIE,
DES FINANCES ET DE LA SOUVERAINETÉ INDUSTRIELLE
ET NUMÉRIQUE ET DU MINISTRE DÉLÉGUÉ CHARGÉ
DES COMPTES PUBLICS**

Vous avez bien voulu nous adresser le chapitre du rapport public annuel de la Cour des comptes sur la situation d'ensemble des finances publiques, dont nous avons pris connaissance avec intérêt. Il constitue une contribution utile face à l'impératif de retour à une trajectoire de finances publiques soutenable et durable pour notre pays.

Nous partageons ainsi de nombreux points d'analyse et nous souscrivons globalement aux orientations de la Cour, en particulier sur la nécessité de redresser durablement les finances publiques tout en préservant notre potentiel de croissance à moyen terme. Certains points appellent toutefois des remarques, qui font l'objet du présent courrier, notamment sur notre action, notre ambition et nos leviers pour la période à venir.

S'agissant du scénario macroéconomique, la Cour considère que la prévision de croissance du Gouvernement pour 2024 de +1,4 % « apparaît compromise » et juge les prévisions de moyen terme « optimistes ». Le Gouvernement révise sa prévision pour 2024 de 1,4 % à 1,0 %. Cette nouvelle prévision tient compte de l'ensemble des informations disponibles : d'une part du ralentissement de l'activité au 2ème semestre 2023 plus marqué que prévu, et du contexte économique international dégradé, et d'autre part, du fait que les indicateurs récents, en particulier les climats des affaires et la confiance des ménages de l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee), suggèrent un retour de la croissance au début 2024, qui serait favorisé par la poursuite du reflux de l'inflation. Le scénario économique de moyen terme repose sur un diagnostic, largement partagé parmi les prévisionnistes, d'un écart de production négatif en 2023. Cela justifie une croissance effective temporairement supérieure à la croissance potentielle à partir de 2025, de façon à revenir en 2027 au potentiel de l'économie,

En ce qui concerne les recettes, la Cour souligne le retournement de la situation constatée en 2023 par rapport aux deux années précédentes, marquées par de bonnes surprises en exécution. Depuis le programme de stabilité pour 2022 et la loi de finances (LFI) 2023 et jusqu'à la loi de finances de fin de gestion 2023, une hypothèse d'évolution spontanée des prélèvements obligatoires bien moindre que l'activité était déjà prévue pour 2023, un contrecoup étant normal après l'évolution spontanée très dynamique de 2022. Il reste en revanche difficile de conclure à ce stade de l'année sur les prévisions pour 2024.

S'agissant des mesures en prélevements obligatoires, la Cour met en exergue l'extinction progressive des mesures temporaires relatives à l'énergie et le verdissement de la fiscalité engagés par le Gouvernement. Après les fortes baisses d'impôts du quinquennat précédent, la LFI 2024 marque davantage, d'une part, l'extinction partielle des mesures temporaires relatives à l'énergie et, d'autre part, une volonté de verdissement de la fiscalité. En particulier, la hausse de l'accise sur le gaz combustible s'inscrit dans une démarche visant à réduire l'écart de taxation (hors mécanisme exceptionnel de réduction de la fiscalité de l'électricité) entre le gaz et l'électricité. Il nous semble que cette démarche, qui participe par ailleurs à l'assainissement de nos finances publiques, pourrait être encouragée par la Cour.

Quant aux dépenses, la Cour estime que les efforts d'économies hors extinction progressive des mesures exceptionnelles sont repoussés en 2025, Il importe de revoir ce constat.

D'une part, les efforts structurels d'économies en dépense commencent à se matérialiser dès 2024, et notamment ceux tenant à la réforme de l'assurance chômage. D'autre part, des efforts importants en gestion sont prévus, matérialisés dans le décret d'annulation de 10 milliards d'euros de crédits de l'État que nous avons annoncé le 18 février 2024. Ces annulations consistent pour moitié en une réduction des dépenses transverses des ministères, et pour l'autre moitié en des réductions ciblées sur certains dispositifs de politique publique.

Enfin, s'agissant plus particulièrement des mesures de soutien sur l'énergie, après deux années de prix particulièrement élevés sur les marchés de gros du gaz et de l'électricité, et bien que la normalisation des prix de l'énergie ne soit pas encore totalement achevée, le Gouvernement a déjà procédé à une forte réduction des mesures de soutien aux ménages et aux entreprises face à la crise énergétique. À titre d'exemple, les tarifs normaux de l'accise sur l'électricité ont été réhaussés de 20 euros/MWh le 1er février 2024, afin de réduire progressivement l'intensité de l'aide sur la consommation d'électricité des ménages. De même, s'agissant des entreprises, certaines mesures de soutien sont prolongées, mais avec des paramètres de couverture allégés et pour un coût largement réduit par rapport à 2023.

Par ailleurs, le rythme de consolidation budgétaire choisi par le Gouvernement répond à la volonté de ne pas pénaliser la croissance et ainsi de ne pas reproduire les erreurs commises la décennie passée lors de la crise des dettes souveraines en zone euro. Cette consolidation progressive des finances publiques permet également les investissements nécessaires afin de relever les défis majeurs du pays dans les années à venir, que ce soit en

matière de transition écologique et numérique, d'adaptation de notre système éducatif et de formation, de défense, ou encore de renforcement de la qualité de nos services publics. Cette approche graduelle et équilibrée s'inscrit dans l'esprit des règles en cours de révision du pacte de stabilité et de croissance, qui visent à concilier soutenabilité des finances publiques et soutien à l'investissement et la croissance.

En ce qui concerne les économies à réaliser, le Gouvernement s'est fixé des objectifs conformes au respect de la trajectoire de la loi de programmation des finances publiques (LPFP). Les économies sous-jacentes aux montants arbitrés dans la trajectoire pluriannuelle impliquent de réaliser, dès 2025, un montant de 12 Md€ d'économies également réparties entre la sphère État et la sphère sociale. Contrairement à ce qui est avancé dans le projet de chapitre, ce quantum d'économies n'est pas irréaliste mais nécessite de mobiliser tous les leviers à notre disposition, de réaliser des réformes et des économies structurelles qui seront notamment documentées par les revues de dépenses menées de façon pérenne, chaque année. Pour la préparation du projet de loi de finances 2025, une nouvelle vague de revues de dépenses a déjà été lancée, à la fin de l'année 2023 et au début de l'année 2024. Par rapport à la première vague lancée en 2023, le fait qu'elle soit lancée plus en amont et avec un objectif d'économie chiffré devrait contribuer à son succès. L'objectif d'une maîtrise de la dépense plus volontariste est ainsi pleinement partagé et la réalisation de revue de dépenses par la Cour elle-même contribue à la poursuite de cet objectif commun. Si l'objectif de 12 Md€ d'économies correspond à l'objectif minimal des mesures d'économies pour chacune des années 2025 à 2027, les 50 Md€ d'économies supplémentaires à réaliser d'ici 2027 mentionnés à plusieurs reprises dans le projet de chapitre ne correspondent pas à une cible précise de la LPFP.

Enfin, s'agissant de nos engagements européens, il convient de rappeler que 2024 devrait constituer une année de transition entre les règles actuelles du pacte de stabilité et de croissance et le nouveau système en cours de négociation entre le Conseil et le Parlement européen. Le nouveau cadre ne devrait s'appliquer pleinement qu'à compter de 2025. L'année 2024 sera l'année de préparation des plans budgétaires et structurels de moyen terme, sur la base des nouvelles règles budgétaires, reposant sur une analyse de soutenabilité de la dette à moyen terme.

**L’action publique
en faveur de l’adaptation
au changement climatique**

Synthèse générale

Synthèse générale

Selon les données du service européen *Copernicus* sur le changement climatique (C3S), 2023 a été l'année la plus chaude jamais enregistrée dans le monde. La température moyenne s'est alors inscrite à un niveau supérieur de 1,48 °C à la moyenne des températures enregistrées sur la période allant de 1850 à 1900. Les données concernant la France montrent que 2022 et 2023 ont été les années les plus chaudes depuis 1850. La température moyenne s'est établie l'an dernier à 14,4 °C (après 14,5 °C en 2022), soit 1,4 °C de plus que les températures moyennes enregistrées entre 1991 et 2020.

Ces chiffres confirment s'il en était besoin l'intérêt qui s'attache à l'examen des mesures prises par les pouvoirs publics pour faire face aux conséquences du réchauffement climatique. La question de l'adaptation au changement climatique s'impose également par son ampleur. Elle intéresse en effet non seulement les décideurs et gestionnaires publics, mais également l'ensemble de nos concitoyens et des acteurs économiques, usagers et financeurs des nombreux services publics pour lesquels l'adaptation au changement climatique constitue à la fois un impératif et un défi technique et financier.

Les juridictions financières n'ont pas cherché à couvrir l'ensemble du très vaste champ de l'adaptation. Les compétences qui leur sont dévolues notamment de contrôler les comptes et la gestion des organismes publics et de s'assurer du bon emploi des fonds publics les ont naturellement conduites à retenir prioritairement des thèmes présentant d'importants enjeux financiers pour l'État, les collectivités territoriales, leurs établissements publics ou de grandes entreprises publiques.

Depuis plusieurs années, la Cour souligne, dans les publications qu'elle consacre périodiquement à la situation des finances publiques, la nécessité que les administrations publiques se préparent à financer le coût de la transition écologique. La question de l'évaluation précise du montant et de la répartition entre acteurs publics et privés de la charge du « mur d'investissements » à réaliser pour, notamment, adapter l'économie et la société aux effets du changement climatique, revêt effectivement une importance cruciale. Cependant la problématique de l'adaptation au changement climatique ne saurait être appréhendée seulement sous l'angle économique et financier. Elle impose en effet d'abord que des choix politiques soient faits, dans tous les domaines de l'action publique. C'est sous cet angle qu'ont prioritairement été conduites les seize enquêtes que la Cour et les chambres régionales et territoriales des comptes ont réalisées en 2023 pour alimenter le présent rapport.

Elles se sont d'abord intéressées à trois thèmes de portée transversale : la place et le rôle de la recherche publique dans l'adaptation au changement climatique, le rôle des institutions financières et bancaires dans l'adaptation de l'économie au changement climatique et la contribution de l'Agence française de développement (AFD) à l'adaptation des pays en développement. Les trois chapitres correspondants sont présentés dans la première partie du rapport.

Les juridictions financières se sont également intéressées à l'impact du changement climatique sur le cadre de vie des Français et sur les grandes infrastructures publiques. À ce titre, elles ont examiné la question de l'adaptation des logements et des centres urbains, ainsi que celle de l'intégration de cette problématique dans la politique immobilière de l'État. La prise en compte des conséquences du changement climatique dans la gestion, en fonctionnement et en investissement, des centrales nucléaires, des ouvrages hydroélectriques, des réseaux de transport et de distribution d'électricité et des voies ferrées, est également un enjeu majeur qui a donné lieu à des enquêtes spécifiques. A aussi été examinée la situation particulière du ministère des armées. Les sept chapitres portant sur ces thèmes sont regroupés dans la deuxième partie du rapport.

Le changement climatique a aussi des conséquences sur l'environnement naturel dans lequel vivent et travaillent nos compatriotes. Les juridictions financières ont examiné la façon dont ces effets sont anticipés et appréhendés en ce qui concerne la gestion de la forêt et celle du trait de côte, mais également dans le cadre de la prévention des catastrophes naturelles liées au climat outre-mer et de la protection des personnes vulnérables face aux vagues de chaleur. Au même titre, elles se sont penchées sur l'adaptation des cultures céréalières et des stations de montagne au changement climatique. Les six chapitres correspondants structurent la troisième partie du rapport.

Le rapport comporte par ailleurs un chapitre introductif, qui décrit l'articulation de la problématique de l'adaptation avec celle de l'atténuation du changement climatique (c'est-à-dire de la lutte contre le réchauffement de la Terre) et présente le cadre conceptuel, historique et juridique dans lequel s'inscrivent les politiques d'adaptation au changement climatique, aux plans international, européen et national.

La présente synthèse tente de dégager les principaux enseignements de cet ensemble de travaux à l'aune des grandes questions que les Français se posent lorsque le thème de l'adaptation de leur cadre de vie, de leur environnement, de leurs activités occupe l'actualité, à l'occasion notamment de catastrophes d'origine climatique dont la fréquence, l'intensité, la localisation ou l'ampleur étaient jusqu'à présent inconnues en métropole ou dans les territoires d'outre-mer (canicules, feux de forêt, cyclones, etc.).

La première question est de savoir ce qui les attend concrètement et à quel horizon : nos concitoyens veulent comprendre les ressorts et anticiper les conséquences du changement climatique sur leur vie de tous les jours.

Ils se demandent également comment les efforts à entreprendre pour s'adapter doivent être identifiés, décidés et répartis entre l'ensemble des acteurs concernés (pouvoirs publics, entreprises, ménages, associations, chercheurs, etc.) : l'adaptation ne doit pas être appréhendée seulement sous l'angle technique, c'est aussi un enjeu démocratique pour les Français.

La complexité de l'adaptation et l'importance des dépenses à consentir, alors que la situation des finances publiques reste préoccupante, amènent enfin nos concitoyens à se demander comment concevoir, financer et mettre en œuvre des solutions qui soient à la fois adaptées et soutenables : que peut-on faire d'efficace au moindre coût ? En cette matière comme dans les autres domaines de l'action publique, les Français sont de plus en plus attentifs à la qualité de la dépense publique.

En écho à ces questions, les travaux des juridictions financières soulignent la nécessité que l'action publique en faveur de l'adaptation au changement climatique soit transparente, cohérente et efficiente.

I - Le besoin de transparence

L'urgence de l'adaptation est désormais bien admise, de même que la nécessité de l'articuler avec la lutte contre le réchauffement climatique, qui ne doit pas être délaissée. Cependant le déploiement effectif de l'action publique impose de réduire autant que possible les nombreuses incertitudes qui caractérisent cette priorité, en rassemblant les données encore manquantes, en améliorant la qualité et la précision des projections et en actualisant les normes. L'information des citoyens sur les risques du réchauffement climatique et les choix à opérer constitue dans ce contexte un enjeu majeur.

A - La prise de conscience de l'urgence de l'adaptation

Le chapitre introductif montre qu'à l'urgence de la lutte contre le réchauffement climatique (l'atténuation) s'ajoute désormais celle de l'adaptation au changement climatique. La prise de conscience de cette nécessité est largement partagée, quoique souvent récente.

C'est le cas pour la politique du logement qui, en matière de transition écologique, donne depuis 2010 la priorité à la rénovation énergétique et thermique des logements. Cependant, dans ce domaine, la prise en compte des effets du changement climatique, notamment la multiplication et l'intensification des pics de chaleur, ne s'est que récemment imposée comme une priorité supplémentaire. De la même façon, la nécessité d'intégrer des actions d'adaptation au changement climatique dans la politique immobilière de l'État est maintenant reconnue mais n'a pas encore reçu de traduction concrète.

Dans d'autres domaines, cette prise de conscience est plus ancienne. La nécessité de l'adaptation a notamment été intégrée de longue date par les entreprises publiques gestionnaires de grands réseaux. Immédiatement après les tempêtes *Lothar* et *Martin*, qui ont balayé la France à la fin du mois de décembre 1999, avec des rafales de vent atteignant 200 km/h, RTE a ainsi lancé un programme de sécurisation des éléments du réseau de transport d'électricité les plus vulnérables aux événements climatiques. Les exploitants agricoles ont également cherché à adapter leurs cultures céréalières dès qu'elles ont commencé à subir les conséquences du changement climatique, il y a une vingtaine d'années.

La prise de conscience de la nécessité de l'adaptation reste en revanche embryonnaire au ministère des armées. L'exigence première d'efficacité opérationnelle des forces l'a conduit à n'entreprendre que très récemment une démarche d'identification des adaptations à apporter à ses équipements et à ses infrastructures, notamment immobilières, dans le cadre de sa stratégie « Climat & Défense », rendue publique en avril 2022. À la suite de l'accident nucléaire de Fukushima, survenu en mars 2011, le ministère des armées s'est toutefois rapidement mobilisé pour adapter les installations des bases navales de Brest et Toulon hébergeant des activités nucléaires, relatives essentiellement à la propulsion du porte-avions Charles de Gaulle, des quatre sous-marins nucléaires lanceurs d'engins et des six sous-marins nucléaires d'attaque dont est dotée la marine.

B - L'articulation de l'adaptation et de l'atténuation

La bonne compréhension de l'adaptation nécessite de bien la distinguer de l'atténuation du changement climatique – c'est-à-dire des efforts réalisés pour limiter la hausse des températures, en réduisant notamment les émissions de gaz à effet de serre. Le chapitre introductif montre que les deux priorités ne s'inscrivent pas dans les mêmes échelles de temps et d'espace. Elles ne doivent toutefois pas être opposées, mais conciliées. L'urgence nouvelle de l'adaptation résulte du fait que la lutte contre le réchauffement climatique tarde à produire ses effets : elle n'est en aucun cas la traduction d'un quelconque renoncement à l'atténuation.

La conciliation de ces deux priorités s'impose pour des raisons physiques et biologiques dans certains secteurs d'activité, comme la gestion forestière et les cultures céréalières, dont le développement régulé peut alimenter des puits de carbone et contribuer ainsi à la lutte contre le réchauffement climatique. Dans d'autres domaines, les instruments permettant de conjuguer les deux priorités sont disponibles et commencent d'ailleurs à être activés. C'est le cas, en matière de politique du logement, du dispositif « MaPrimeRénov' », d'abord conçu comme un instrument d'aide à l'amélioration de l'efficacité énergétique des logements, finançant principalement le remplacement du système de chauffage, mais qui constitue également un vecteur d'adaptation lorsqu'il favorise la mise en œuvre de rénovations globales, permettant d'en améliorer la ventilation et l'isolation, mais aussi de mettre en place des systèmes de protection solaire pour répondre aux pics de chaleur.

Une certaine confusion demeure, et est en partie entretenue, dans certains secteurs, notamment la sphère financière et bancaire. Les sociétés financières publiques et privées ont développé de nombreux instruments pour financer la transition et communiquent massivement sur le sujet. Ce foisonnement d'engagements et de produits présentés comme « verts » est toutefois insuffisamment harmonisé. En conséquence, les volumes engagés et les résultats des actions entreprises ne peuvent être rigoureusement mesurés et comparés. Par ailleurs, la prise en compte des besoins spécifiques de financement des actions d'adaptation est difficilement évaluable, les financements étant le plus souvent indissociables de l'atténuation. Cette confusion générale est propice aux risques « d'écoblanchiment » de produits qui ne financent en réalité que marginalement la transition écologique et énergétique de l'économie.

C - Les nombreuses incertitudes de l'adaptation

Le chapitre introductif souligne et plusieurs enquêtes réalisées par les juridictions financières confirment que l'intelligibilité de l'adaptation souffre de sa complexité intrinsèque, source de nombreuses incertitudes. Elles sont d'abord liées à la diversité des réponses à apporter à des échelles territoriales et à des horizons temporels différenciés.

Les enjeux de l'adaptation du littoral sont radicalement différents entre des zones, parfois mitoyennes, caractérisées les unes par un phénomène d'érosion, entraînant un recul du trait de côte, temporaire ou permanent, les autres par l'accumulation de matériaux (accrétion), qui le fait au contraire avancer. Le recueil de données et la réalisation de projections sont compliqués par la nécessité de les entreprendre à la maille géographique, souvent très fine, de ces phénomènes.

La nécessité de raisonner dans un même domaine à des échelles temporelles différencierées est également source d'incertitude. La gestion du recul du trait de côte exige ainsi de combiner des mesures d'urgence et des investissements à très long terme, dont le dimensionnement et le séquencement ne vont pas de soi. Il en va de même pour l'adaptation des logements, comme du patrimoine immobilier de l'État, des hôpitaux et des établissements sociaux et médico-sociaux, à la multiplication et à l'intensification des épisodes caniculaires, qui imposent de bien articuler des mesures d'application immédiate portant sur le parc existant et des dispositions à effet différé sur les biens à construire.

La nécessité de faire face, dans un même domaine, à plusieurs risques de nature différente, constitue une autre difficulté. Le volet relatif à la transition écologique et énergétique de la politique du logement ne doit ainsi pas seulement répondre à l'augmentation du nombre de pics de chaleur plus intenses. Il doit aussi appréhender les risques d'inondation et de retrait-gonflement des sols argileux, qui croissent également sous l'effet du réchauffement climatique. De la même façon, l'entretien et le développement des réseaux de transport et de distribution d'électricité sont confrontés à des risques de canicule, de tempête et d'inondation, qui appellent en réponse des mesures différencierées.

La gestion du trait de côte offre un exemple typique de la difficulté de l'exercice. Au risque de l'érosion, généralement progressive, inéluctable et ne menaçant pas les vies humaines, s'ajoute en effet celui de la submersion marine, c'est-à-dire d'une inondation rapide et de courte durée de la zone côtière, résultant de la conjonction de conditions météorologiques et océaniques défavorables, potentiellement meurtrière, comme l'a malheureusement montré la catastrophe provoquée en février 2010 par la tempête *Xynthia* sur le littoral Atlantique. Depuis le début des années 2010, ces différences ont conduit les pouvoirs publics à dissocier les deux phénomènes dans l'approche et la gestion juridique et financière des risques littoraux. L'imbrication et les interactions entre les deux phénomènes, constatées dans certaines zones, imposent toutefois la mise en œuvre d'une carte commune et d'actions coordonnées.

L'intensification et l'accélération des effets du changement climatique constituent dans certains domaines une autre source d'incertitude pour le calibrage et le séquençage des mesures à prendre pour y faire face. C'est le cas de la hausse de la mortalité et des destructions par incendie de la forêt métropolitaine, qui conduisent à anticiper que d'ici la fin du siècle, 30 à 50 % des territoires concernés n'offriront plus des conditions viables aux essences actuellement présentes. La rapidité des évolutions observées n'est en effet plus compatible avec celle de la

migration des espèces forestières, qui leur permettait jusqu'à présent de s'adapter sur le temps long. Le changement climatique prend ainsi de vitesse l'adaptation naturelle des forêts et nécessite donc la mise en œuvre de mesures qui n'avaient pas été jusqu'à présent anticipées.

De la même façon, le changement climatique se manifeste en montagne par une hausse des températures plus marquée qu'en plaine, et qui s'accélère depuis 2010. Les projections climatiques annoncent une accentuation du phénomène à moyen terme, avec des conséquences irrémédiables sur la fiabilité de l'enneigement et la capacité des stations à produire de la neige produite. La viabilité économique d'un grand nombre d'entre elles risque en conséquence d'être fortement compromise plus tôt que cela n'était jusqu'à présent prévu. Selon les études les plus récentes, la quasi-totalité du massif des Pyrénées et une large part de celui des Alpes présenteraient entre 2030 et 2050 une fiabilité d'enneigement trop faible pour permettre la pratique du ski alpin dans un cadre économiquement soutenable pour les exploitants.

D - Des progrès à réaliser pour améliorer les prévisions

Le déploiement de l'action publique impose de réduire autant que possible ces incertitudes nombreuses et de toute nature. Il s'agit de disposer des données indispensables pour réaliser des projections précises et sûres et d'adapter les normes applicables afin qu'elles tiennent compte de l'évolution des risques. Sur ces trois plans (données, projections, normes), les travaux des juridictions financières mettent en évidence l'ampleur des progrès à réaliser.

1 - Les données

Les données disponibles sont souvent lacunaires. Ainsi les outils de recensement et de diagnostic de l'état des quelque 200 000 bâtiments, d'une superficie totale de 95 millions de mètres carrés, qui constituent le parc immobilier de l'État, sont encore en cours de déploiement et n'offrent de données que pour les deux tiers de ce patrimoine. Les informations collectées sont par ailleurs incomplètes. Elles ne comportent notamment pas de relevés de températures, ni d'éléments sur la qualité des matériaux et l'exposition solaire des bâtiments. La définition d'une politique d'adaptation du parc immobilier de l'État impose d'améliorer la connaissance des caractéristiques d'exposition des bâtiments aux risques liés au réchauffement climatique et de les rapprocher des cartes de probabilités d'événements climatiques fournies par Météo France.

De la même façon, la connaissance des activités, constructions, équipements publics et privés menacés par le recul du trait de côte et leur estimation économique demeurent parcellaires. Elles sont pourtant indispensables à la réalisation des analyses coûts-avantages des mesures susceptibles d'être prises pour y faire face. Avant toute décision, les collectivités locales concernées doivent en effet mettre en regard le montant des biens et activités à protéger et le coût de leur protection. À l'échelle nationale, les enjeux se chiffrent en dizaine de milliards d'euros à l'horizon 2050.

L'enquête sur la protection de la santé des personnes vulnérables face aux vagues de chaleur a montré que leurs effets étaient désormais bien appréhendés en termes de surmortalité. Les conséquences de ces épisodes caniculaires sur la morbidité, c'est-à-dire le nombre de personnes malades du fait de la chaleur et les pathologies qu'elle suscite, sont en revanche insuffisamment documentées. L'amélioration des connaissances dans ce domaine est indispensable pour que la prise en charge sanitaire des personnes concernées, en particulier les personnes âgées vivant seules à domicile ou dans des établissements sociaux et médico-sociaux, mais également les personnes sans domicile, soit adaptée à leurs besoins particuliers.

La vulnérabilité des stations de montagne à la hausse des températures ne peut être appréciée uniquement sous l'angle climatique. Elle ne résulte en effet pas seulement de la fiabilité de l'enneigement, mais également d'autres facteurs, tels que le poids socio-économique de la station et la surface financière de l'autorité organisatrice, dont dépend en partie sa capacité à s'adapter. Ces données, indispensables pour évaluer la vulnérabilité des stations, sont actuellement éparses. Il est donc essentiel d'en permettre le regroupement, sous le pilotage de l'État et, *via* un observatoire national, l'accès à l'ensemble des acteurs concernés (autorités organisatrices, intercommunalités, départements, régions) pour les mettre en capacité d'élaborer les bonnes stratégies d'adaptation.

2 - Les projections

Les progrès à réaliser sont également importants en ce qui concerne les projections. La SNCF a réalisé plusieurs études pour mesurer la vulnérabilité du réseau ferroviaire national, selon deux scénarios climatiques et à deux horizons temporels distincts (2030 à 2050 et 2080 à 2100). Au-delà de ces premiers travaux, l'entreprise doit développer des outils de diagnostic et de surveillance prédictifs, en particulier pour les aléas risquant d'affecter les actifs les plus nombreux et les moins bien documentés, comme les ouvrages en terre. L'approche actuelle, qui s'appuie sur une analyse rétrospective des risques fondée notamment sur l'historique des ouvrages et les zones de fragilité repérées lors des tournées, expose en effet le gestionnaire du réseau à avoir trop souvent un temps de retard.

Pour améliorer la prévention des catastrophes naturelles d'origine climatique, le socle des connaissances fondamentales sur l'évolution du climat en outre-mer doit être amélioré. Les modèles climatiques globaux sont fondés sur une résolution de 150 km, qui n'est pas adaptée à la géographie des territoires et départements concernés. D'importants progrès ont été réalisés par Météo France. Cependant les projections réalisées restent de moindre qualité que celles concernant la métropole, alors que l'exposition aux risques des territoires ultramarins est plus importante et qu'ils présentent une vulnérabilité supérieure du fait de la concentration de la population sur le littoral et de l'importance de la part qu'y occupe l'habitat précaire.

L'élaboration de projections de recul du trait de côte est un exercice particulièrement délicat. Il est en effet difficile de prévoir la réponse des systèmes littoraux au changement climatique, notamment lorsque ces modifications sont fortes et rapides par rapport à leur capacité d'adaptation. Elles dépendent en outre de nombreux paramètres, comme la prise en compte du rôle des ouvrages de défense contre la mer ou des effets des tempêtes exceptionnelles. En dépit de ces difficultés, plusieurs approches scientifiques sont mobilisables, qui permettent par ailleurs d'intégrer aux diagnostics de risque l'élévation prévisible du niveau de la mer. Un effort de recherche et développement doit toutefois être consenti pour les fiabiliser davantage.

3 - L'actualisation des normes

Plusieurs enquêtes ont enfin mis en évidence l'importance de disposer de normes qui tiennent compte des données et projections les plus récentes.

Ainsi les normes européennes de construction des voies ferrées et des gares, auxquelles se réfèrent SNCF Réseau et SNCF Gares et connexions, n'ont pas encore été adaptées au changement climatique. Certaines de ces règles ne peuvent plus être considérées comme prévoyant des marges suffisantes. Dans l'attente de leur mise à jour, prévue par la stratégie européenne d'adaptation au changement climatique, il incombe aux gestionnaires d'infrastructures d'identifier au cas par cas, d'une part, les équipements industriels pour lesquels les exigences de sécurité ou de performance justifient d'utiliser des produits aux spécificités techniques adaptées à un environnement plus contraignant et, d'autre part, les gares que leur environnement immédiat expose à des vulnérabilités nouvelles, ce qui implique d'en renforcer la résistance.

Il leur appartient également d'actualiser les référentiels internes qui s'appliquent à certaines composantes des infrastructures. À la suite de la canicule de 2003, SNCF Réseau a ainsi relevé de 6 °C la température maximale que doivent supporter les rails. Il a plus récemment décidé de porter de - 20 °C à - 10 °C et de + 50 °C à + 60 °C les niveaux minimaux et maximaux de température que devront supporter les caténaires de nouvelle génération. Ces choix n'ont toutefois pas été examinés sous le prisme d'analyses prospectives des aléas auxquels ces composantes sont soumises.

En contrepoint, l'enquête sur l'adaptation des centrales nucléaires et des ouvrages hydroélectriques a montré que le changement climatique était largement intégré dans les référentiels et normes de sûreté des entreprises concernées, en particulier EDF et la Compagnie nationale du Rhône.

La conception des centrales actuellement en service et les dispositions relatives à la sûreté nucléaire n'ont pas, à l'origine, intégré les effets du changement climatique. Cependant les niveaux de protection retenus prenaient en compte un niveau de référence pour faire face aux agressions externes d'origine naturelle, auquel ont été ajoutées des marges supplémentaires. Les centrales en exploitation ont ainsi été conçues avec des règles et des précautions permettant de faire face à des aléas de niveau au moins centennal. Dans le cadre des réexamens périodiques de sûreté, réalisés *a minima* lors des visites décennales propres à chaque réacteur, les référentiels de sûreté sont réévalués en tenant compte du retour d'expérience national et international, de l'évolution des connaissances et des meilleures pratiques disponibles. Par ailleurs l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a lancé avec EDF une démarche d'analyse des enjeux liés à la poursuite du fonctionnement des réacteurs actuels jusqu'à 60 ans et au-delà. De la même façon, la sûreté et la sécurité des ouvrages hydroélectriques ont progressivement intégré le changement climatique.

E - Le défi de l'adhésion des citoyens

L'information des citoyens sur les risques, sur les choix à opérer, mais également sur les opportunités qu'offre l'adaptation au changement climatique, constitue également un enjeu majeur pour assurer l'adhésion de la population à la démarche.

Alors que, dans neuf cas sur dix, les feux de forêt sont d'origine humaine, l'efficacité de la lutte contre ce fléau impose de développer les dispositifs de sensibilisation du public. En 2023, l'État a ainsi rappelé aux 2,5 millions de propriétaires leur obligation légale de débroussaillage, qui est mal connue, mal comprise et peu respectée. La multiplication des oppositions locales, voire des incidents, souligne la nécessité d'organiser

dans les territoires un échange démocratique sur les bienfaits d'un entretien collectif de la forêt. Plus généralement, la diffusion d'une culture de gestion du risque de feux de forêt s'impose notamment dans les régions nouvellement touchées par le phénomène.

L'enjeu de la diffusion, dans la population, des connaissances scientifiques sur les conséquences du changement climatique et d'une culture du risque est également essentiel pour assurer l'efficacité des mesures de prévention des catastrophes naturelles liées au climat outre-mer. La mise en œuvre effective de ces mesures, parfois contraignantes et dont les bénéfices n'apparaissent qu'au fil du temps, dépend en large part de l'adhésion et de la responsabilisation individuelle des habitants. Leur perception des risques est toutefois atténuee par la fréquence peu élevée d'événements climatiques extrêmes. Il convient de l'entretenir en associant la population à la préservation de la mémoire collective de ces risques.

De la même façon, la communication vers la population générale et en direction des personnes vulnérables constitue un élément déterminant pour prévenir les conséquences sanitaires des vagues de chaleur. Elle nécessite la diffusion de messages adaptés, sur l'ensemble des supports disponibles (télévision, radio, réseaux sociaux), en amont comme pendant les épisodes de vigilance. Elle appelle également un recours plus large et fréquent à l'envoi d'alertes individualisées sur téléphone portable.

L'adhésion de la population nécessite que l'information porte enfin sur les bénéfices individuels et collectifs de l'adaptation. Ainsi, le recours accru, dans le cadre de la politique du logement, au dispositif « MaPrimeRénov » comme vecteur de financement d'opérations de rénovation globale, incluant non seulement le changement du système de chauffage, mais également l'amélioration de la ventilation, de l'isolation et de la protection solaire des logements, doit tout à la fois permettre d'en améliorer le confort pour les résidents et favoriser le recrutement, par les entreprises du bâtiment, de professionnels compétents pour réaliser ce type de travaux.

Il ressort de cet ensemble d'éléments que le déploiement efficace de mesures d'adaptation au changement climatique doit être précédé d'importants efforts pour convaincre de sa nécessité et de ses bienfaits, identifier les principaux enjeux et réduire les incertitudes. La part d'incertitude subsistante ne doit pas être paralysante : compte tenu de l'urgence de l'adaptation dans de nombreux domaines, la puissance publique doit l'accepter et agir, en fixant des objectifs cohérents avec l'état des connaissances, en déterminant une trajectoire pour les atteindre et en faisant preuve d'agilité si l'évolution des projections impose de modifier les objectifs ou d'adapter la trajectoire.

II - La nécessité de la cohérence

La cohérence nécessite de concilier les objectifs de l'adaptation au changement climatique avec ceux des nombreuses autres politiques publiques avec lesquelles elle est en adhérence ou en opposition. Elle impose également une planification adaptée, des arbitrages et une coordination des acteurs à une échelle appropriée, nationale, territoriale ou locale selon les sujets. L'État doit pour sa part fixer des objectifs et définir une trajectoire pour les atteindre.

A - La conciliation des objectifs d'adaptation avec ceux d'autres politiques publiques

Le présent rapport montre que dans de nombreux domaines, les objectifs de l'adaptation au changement climatique doivent être conciliés avec ceux d'autres politiques publiques.

Cette indispensable conciliation est particulièrement complexe lorsque le domaine concerné présente de multiples enjeux parfois contradictoires. C'est typiquement le cas de l'agriculture céréalière, dont le développement doit conjuguer des enjeux de souveraineté alimentaire, de production pour l'exportation, de transition agroécologique et de partage de la ressource en eau, qui poussent selon les cas à l'augmentation de la productivité ou à la sobriété.

Dans de nombreux domaines, les objectifs de l'adaptation doivent être articulés avec ceux du développement économique.

Ces derniers ont jusqu'à présent primé dans l'appréhension des risques du réchauffement climatique en montagne. L'objectif principal de la plupart des stations est en effet de préserver le plus longtemps possible un modèle économique, fondé sur la primauté d'activités de sport d'hiver, dont la pérennité est menacée à court ou moyen terme mais qui sont réputées générer davantage de recettes et d'emplois, et donc être plus favorables au développement économique des territoires concernés que d'autres activités s'inscrivant dans le modèle alternatif d'un tourisme dit « quatre saisons ».

Dans le même sens, les mesures à prendre pour adapter le littoral aux risques d'érosion côtière et de submersion marine peuvent être contraintes par la volonté des populations et des élus concernés d'assurer la pérennité d'activités, notamment touristiques, menacées par le recul du trait de côte. Plusieurs modes d'intervention coexistent, qui vont de la

fixation du trait de côte, par l'installation d'ouvrages de défense ou de systèmes de protection plus souples, à des mesures de recomposition spatiale, c'est-à-dire de déplacement des biens, activités et populations menacés des zones à risque vers des espaces moins exposés. Les exigences du développement économique des territoires concernés les conduisent généralement à préférer les solutions consistant à fixer le trait de côte à des opérations plus lourdes d'adaptation au recul du trait de côte par réaménagement de l'espace.

Les objectifs de l'adaptation doivent aussi parfois être conciliés avec ceux de la politique d'urbanisme. Cette articulation est également difficile.

C'est le cas en matière de protection de la forêt contre les incendies. Depuis 40 ans, la lisière des forêts s'est transformée sous l'effet de la déprise agricole, de l'urbanisation, de l'extension des zones d'habitat diffus et du développement des équipements touristiques. Or la doctrine de la sécurité civile dans la lutte contre les feux de forêt fait de la protection de l'habitat une priorité par rapport à l'attaque du feu. Près de la moitié des moyens terrestres déployés pour chaque feu de forêt est ainsi consacrée à la défense des « points sensibles » urbanisés. La mise en œuvre d'actions efficaces de lutte contre les feux de forêt impose donc que les documents d'urbanisme des communes ou de leurs groupements limitent les possibilités d'urbanisation dans les zones forestières ou les secteurs présentant des risques particuliers. Les élus concernés sont cependant souvent soumis à des pressions de sens contraire.

L'utilisation et l'occupation des sols constituent également un enjeu de premier plan dans les territoires ultramarins, qui doivent faire face à une disponibilité foncière limitée, à une pression démographique croissante sur le littoral et à la présence d'une part importante d'habitat sans droit ni titre. La dissémination de constructions dans des zones à risque (abords de ravines, embouchures de cours d'eau) peut occasionner des dégâts particulièrement importants en cas d'aléas climatiques. La prévention de ces catastrophes passe donc notamment par une rationalisation de l'urbanisme, qui nécessite des décisions courageuses.

Même en cas de péril certain, le relogement des populations installées dans des zones identifiées à fort risque est en effet entravé par l'attachement des habitants à des parcelles familiales, la présence d'un habitat informel et, plus généralement, la sensibilité de la question de l'accès au foncier, qui nourrit l'opposition de la population à des actions coercitives d'évacuation des occupants. Porteuses de mécontentement social immédiat, ces décisions sont d'autant plus difficiles à faire accepter que leurs effets et bénéfices s'inscrivent dans le temps long et ne sont donc pas immédiatement visibles au quotidien.

L'adaptation au changement climatique doit également composer avec la protection des écosystèmes, des paysages, des espaces et des ressources naturelles, en particulier la ressource en eau.

Les centrales nucléaires et ouvrages hydroélectriques ont ainsi en commun d'être dépendants de cette ressource pour l'exploitation et la sûreté des installations. Or la disponibilité de l'eau est affectée par le réchauffement climatique, dont les impacts directs et indirects sur la ressource iront grandissants (baisse des débits et augmentation des températures des cours d'eau, pressions environnementales, arbitrage sur les usages). Les conséquences de ces phénomènes sur la production ont jusqu'à présent été limitées : ils se traduisent par des indisponibilités faibles mais croissantes des centrales nucléaires et une érosion, lente mais qui s'accentue également, du potentiel de production des ouvrages hydroélectriques. Ils font toutefois peser des exigences nouvelles pour le développement des installations futures, mais également l'exploitation du parc existant.

L'adaptation des stations de montagne doit aussi tenir compte de la raréfaction de la ressource en eau. Alors que le rôle de « château d'eau » que joue la montagne est mis en danger par le réchauffement climatique, le développement par les stations d'équipements de production de neige entraîne une augmentation de la consommation d'eau. Cette évolution commence à susciter des conflits d'usage : durant l'hiver 2022-2023, des épisodes de sécheresse hivernale ont ainsi empêché l'alimentation en eau potable de certaines populations des Pyrénées-Orientales. Le code de l'environnement prévoit pourtant que le recours à l'eau doit être prioritairement consacré à la consommation humaine. La question se pose d'une adaptation de ce cadre normatif, afin de permettre aux préfets de tenir compte des évolutions à venir du climat et des perspectives de raréfaction de la ressource en eau pour l'attribution des autorisations de prélèvement.

Dans certains domaines, les enjeux sont plus naturellement conciliables.

Il en va ainsi de la conjugaison de la trajectoire d'adaptation des réseaux de transport et de distribution d'électricité et du développement de la production d'énergie renouvelable programmé au titre de la transition énergétique. En raison notamment de la dispersion des sites de production et de la nécessité de gérer les périodes de déconnexion entre l'offre et la demande, l'essor de la production d'électricité d'origine éolienne et solaire nécessite une augmentation de la taille des réseaux, ce qui accroît mécaniquement leur exposition aux risques climatiques. La conception et le dimensionnement des nouveaux ouvrages de raccordement doivent donc tenir compte de l'évolution de ces risques. Cependant les travaux nécessaires au développement de la production d'électricité renouvelable offrent aussi

l'occasion d'améliorer la résilience des ouvrages existants. Ce défi et cette opportunité imposent à RTE et Enedis de mieux articuler leurs réflexions sur l'adaptation au changement climatique et la transition énergétique.

Dans le même sens, l'efficacité de l'adaptation des logements au phénomène des pics de chaleur ne dépend pas seulement de mesures les concernant directement. Cette politique doit s'inscrire dans le cadre plus large de l'adaptation des centres urbains, qui impose notamment la mise en œuvre d'actions spécifiques pour lutter contre le phénomène des îlots de chaleur, telle que la végétalisation, instrument de rafraîchissement auquel de plus en plus de villes ont recours. La réponse au risque d'inondation nécessite aussi de conjuguer des mesures de protection des immeubles et des opérations de « désimperméabilisation » des sols conduites à l'échelle des centres urbains. S'agissant de la réponse à apporter à la multiplication et à l'intensification des épisodes de canicule, l'arbitrage entre l'installation dans les logements de systèmes individuels de climatisation électrique et le déploiement dans les centres urbains de systèmes collectifs de réseau de froid (cf. *infra*, le point III.A) illustre parfaitement la nécessité d'articuler les objectifs de la politique du logement et ceux de la politique de la ville.

B - La planification des actions à entreprendre

La cohérence de l'action publique en matière d'adaptation au changement climatique nécessite aussi une planification adaptée des actions à réaliser. Sur ce plan, les travaux des juridictions financières ont mis en évidence d'importantes marges de progrès, au niveau national comme à l'échelon territorial et local.

Au plan national, l'immobilier constitue ainsi un angle mort du plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC). Le premier PNACC, portant sur la période 2011-2015, avait correctement identifié les principaux enjeux de l'adaptation dans ce domaine. Cependant les quatre chantiers prévus au titre du volet « *Urbanisme et cadre bâti* » du plan, portant notamment sur l'adaptation des documents d'urbanisme, le développement des espaces verts, la lutte contre la canicule en ville et l'amélioration du confort du bâti dans le contexte de hausse globale des températures, n'ont pas reçu de traduction concrète autre qu'un appui à la recherche. Plus étonnamment, après cette première prise de conscience, l'enjeu immobilier n'a pas été repris et approfondi dans le deuxième plan national d'adaptation au changement climatique, portant sur la période 2018-2022. Les actions concernées ont en effet été disséminées dans des rubriques transversales portant sur « *la recherche et la connaissance* », « *l'information et la sensibilisation* » ou « *les lois, codes, normes et règlements techniques* ».

La planification de l'État est également peu opérante et dispersée en ce qui concerne le tourisme en montagne. Alors que la loi du 9 janvier 1985 relative au développement et à la protection de la montagne confie à l'État la responsabilité de « *prendre en compte et d'anticiper les effets du changement climatique en soutenant l'adaptation de l'ensemble des activités économiques à ses conséquences, notamment dans les domaines agricole, forestier et touristique* », les quelques mesures du PNACC 2 concernant le tourisme en montagne sont trop larges et peu opérationnelles. Le plan « *avenir montagne* » mis en place pour accompagner la réouverture des stations à la suite de la pandémie de covid-19 et accélérer la transition écologique présente aussi des insuffisances significatives. Les actions prévues sont en effet dispersées et très inégales dans leurs ambitions. La priorité ayant été donnée aux projets les plus avancés, qui n'étaient pas nécessairement portés par les territoires les plus exposés aux conséquences du changement climatique, le plan ne s'est pas montré à la hauteur des enjeux qu'impose la transition des stations les plus fragiles vers un modèle de tourisme « quatre saisons ».

Le troisième plan national d'adaptation au changement climatique, qui était en cours de finalisation lorsque le présent rapport a été publié, devra corriger ces insuffisances.

La planification rencontre également des limites à l'échelon territorial et local.

L'adaptation des villes au changement climatique s'inscrit ainsi dans un empilement de documents de planification géographiques et sectoriels mal articulés entre eux et avec le plan national d'adaptation au changement climatique. Un travail de simplification de ces documents a été engagé, qui inclut la possibilité d'en fusionner certains. Ce chantier inabouti doit être poursuivi.

La planification locale de l'adaptation du trait de côte au changement climatique est pour sa part encore incomplète. À la suite de l'adoption du premier PNACC, l'État a, dès 2012, arrêté une stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte (SNIGTC). Cette stratégie a fait l'objet sur le terrain de déclinaisons hétérogènes. À la date de parution du présent rapport, moins d'une quinzaine de communes ou groupements de communes avaient adopté une stratégie territoriale, dont 11 pour la seule Nouvelle-Aquitaine. La portée et le contenu de ces documents stratégiques, très partiellement opposables et dépourvus de cahier des charges, sont très inégaux, ce qui reflète il est vrai en partie la grande diversité des situations constatées.

Facultative, l'élaboration de stratégies territoriales et locales de gestion du trait de côte devrait être encouragée pour rompre avec la multiplication d'interventions ponctuelles, guidées par l'urgence et donc souvent dépourvues de vision à long terme. En l'état du droit, seuls un engagement accru des collectivités territoriales et une incitation forte de l'Etat, par la voie de la contractualisation, garantiront l'appropriation locale des principes de la stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte.

Alors que leur élaboration nécessite de mobiliser des moyens importants en relevés de terrain, analyses des données et expertises, les instruments de planification de la gestion forestière, qui prennent la forme de documents de gestion fixant, sur une longue période, à l'échelle de chaque domaine forestier, les programmes de coupes et de travaux à réaliser en fonction de la spécificité de la forêt, ne répondent pas non plus de manière satisfaisante aux enjeux de l'adaptation. Ces documents de gestion prédictifs se fondent en effet sur les résultats du passé et le principe de stabilité des conditions du milieu. Ils n'intègrent donc que très rarement la question de l'impact du changement climatique et, en conséquence, ne sont pas cohérents avec l'état sanitaire des massifs, qui nécessite d'adapter le programme des travaux et des coupes.

Compte tenu de l'accélération et de l'intensification des effets du changement climatique sur la forêt métropolitaine, l'ensemble des acteurs considère qu'il est désormais impossible de planifier l'exploitation forestière au-delà de cinq ans. Des expérimentations ont dès lors été lancées pour définir un autre modèle, fondé sur l'évaluation en continu de la vulnérabilité des peuplements et de l'action des forestiers sur le terrain.

La cohérence de l'adaptation des stations de montagne au changement climatique souffre pour sa part de l'absence de coordination des stratégies locales par les régions et les départements. En effet ces grandes collectivités n'utilisent pas les instruments dont elles disposent pour faire émerger une stratégie précise et opposable à l'échelle des territoires. Alors qu'elles jouent un rôle essentiel pour financer les projets d'investissement des stations, les régions se limitent à un rôle de pourvoyeur de subventions selon une logique de guichet, qui ne permet pas d'impulser une dynamique de changement auprès des autorités organisatrices. Certaines de ces grandes collectivités sont membres de plusieurs syndicats mixtes gérant des stations de montagne et disposent de participations dans des sociétés d'exploitation par l'intermédiaire de sociétés d'économie mixte. Cependant elles ne se saisissent pas non plus de ces moyens d'action pour impulser une stratégie répondant aux enjeux spécifiques du changement climatique en montagne.

La prévention des catastrophes naturelles liées au climat outre-mer nécessite une planification globale élaborée. Les évolutions climatiques, démographiques et sociales que connaissent les territoires d'outre-mer rendent les documents correspondants assez rapidement caducs. Il est donc essentiel de les actualiser périodiquement, ce qui n'est pas toujours fait avec la rigueur requise. Les services compétents de l'État ont commencé à recenser en 2023 les plans liés à la prévention et à la gestion des catastrophes naturelles, afin de les adapter à la lumière des données scientifiques les plus récentes sur les conséquences du changement climatique outre-mer.

C - Le pilotage et la coordination des acteurs

La mise en œuvre d'une planification adaptée est une condition nécessaire mais non suffisante pour assurer la cohérence de l'action publique en matière d'adaptation au changement climatique. Alors qu'interviennent de nombreux acteurs, il faut aussi un pilote qui arbitre et coordonne. Sous cet angle également, le rapport dessine une situation contrastée.

1 - Le pilotage

Dans certains domaines, le pilote opérationnel de l'adaptation n'en assume pas encore complètement la responsabilité. C'est le cas de l'État en ce qui concerne sa politique immobilière, qu'il a jusqu'à présent focalisée sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre des bâtiments. Ainsi les investissements immobiliers de l'État sont-ils principalement ciblés sur la rénovation thermique des bâtiments et les économies d'énergie. Seules quelques opérations, comme le programme de construction de 15 000 places de prison sur la période 2018-2027 et de rénovation de 12 établissements pénitentiaires construits avant 2000, comportent un volet « adaptation », concernant en l'espèce le risque de canicule.

Les gestionnaires de grands réseaux ont pour leur part élaboré une organisation et des procédures spécifiques pour appréhender les enjeux de l'adaptation au changement climatique. Ces démarches sont toutefois inégalement abouties.

Depuis le 1^{er} janvier 2020 et le passage de la SNCF au statut de société anonyme, la *holding* a mis en place un comité stratégique d'« *adaptation au changement climatique* », qui a retenu deux scénarios climatiques de référence pour la réalisation des études de vulnérabilité des réseaux et équipements de la SNCF. Toutefois, alors qu'elle a décidé de généraliser ces études, l'entreprise n'a pas encore instauré de dispositif

permettant de mesurer les avancées réalisées par ses filiales et ne leur a imposé aucune obligation de *reporting*. Par ailleurs, bien que des freins structurels au déploiement d'une politique d'adaptation demeurent, SNCF Réseau et SNCF Gares et connexions n'ont pas mis en place d'organisation spécifique en la matière.

L'objectif d'adaptation au changement climatique est intégré depuis quelques années à la politique de responsabilité sociale d'entreprise d'EDF. Cependant les épisodes climatiques de l'été 2022 l'ont conduite à accélérer la démarche. Le groupe n'anticipait en effet jusque-là l'apparition de tels phénomènes qu'à un horizon de 15 à 20 ans. Des plans d'adaptation au changement climatique ont été élaborés, notamment au sein de la direction de la production nucléaire, dont le projet « ADAPT » prévoit d'analyser à horizon 2050, site par site, les conséquences du changement climatique pour sécuriser la production. Les investissements d'adaptation résultant de ce plan sont intégrés dans le programme industriel Grand Carénage de rénovation et de modernisation des centrales nucléaires existantes, visant à prolonger la durée de leur fonctionnement. Pour les nouveaux programmes nucléaires (Flamanville 3 et EPR2), la démarche d'adaptation s'inscrit dans un plan de gestion et d'atténuation des risques dès la conception des centrales.

2 - La coordination

Dans de nombreux domaines, l'amélioration de la cohérence de l'action publique passe par un renforcement de la coordination des acteurs à une échelle appropriée, nationale, territoriale ou locale.

Les organismes publics de recherche ont bien identifié les enjeux de l'adaptation au changement climatique et apportent une expertise essentielle pour éclairer la décision (cf. *infra*, le point III.B). Cependant leur appui souffre de l'absence d'une coordination nationale, pourtant indispensable pour atténuer les inconvénients d'une gestion structurée en silos. Il convient également de mieux articuler avec l'échelon national les groupes régionaux d'experts sur le climat (Grec) qui ont été mis en place depuis une dizaine d'années dans certaines régions mais dont la qualité des travaux et le rayonnement sont inégaux.

La question de la coordination des interventions des entités du « bloc communal » constitue dans plusieurs domaines un enjeu majeur de cohérence de l'action publique.

Alors que, depuis 2015, l'obligation d'adopter un plan climat-air-énergie territorial (PCAET) incombe aux établissements publics de coopération intercommunale de plus de 20 000 habitants, de nombreuses communes continuent d'adopter des « plans climat ». Cette situation s'explique par le fait que certaines des compétences nécessaires pour mettre en œuvre l'adaptation des villes continuent de s'exercer à leur niveau. Ainsi, la rénovation thermique des bâtiments publics concerne davantage l'échelon communal que le niveau intercommunal. La gestion des crises et la prévention des risques sanitaires auxquels sont exposées les personnes vulnérables relèvent également des communes. À défaut de rationalisation de la répartition de ces compétences, la cohérence commande que les PCAET soient élaborés et que le suivi de leur mise en œuvre soit assuré conjointement par les intercommunalités et les communes qui en sont membres.

Ce besoin de coordination se fait également sentir lorsque les volets « adaptation » des PCAET adoptés par les groupements de communes définissent des politiques de prévention des risques d'inondation et de retrait-gonflement des sols argileux, de végétalisation ou d'aménagement d'espaces de fraîcheur. L'introduction de ces objectifs nécessite des arbitrages entre des politiques « historiques » (construction de logements, renouvellement urbain) et des politiques plus récentes, telles que le développement des espaces verts et la lutte contre l'artificialisation de sols. Elle exige aussi une étroite coordination entre niveaux de collectivités, par exemple lorsqu'une métropole porte la responsabilité de travaux de voirie mais que les communes membres en conservent la gestion quotidienne, y compris celle des espaces verts.

La mobilité du trait de côte doit également être traitée à une échelle pertinente, en mobilisant les moyens appropriés, dont ne dispose pas toujours une commune seule. Le législateur a donc identifié l'échelon intercommunal, en principe compétent en matière de gestion des milieux aquatiques et de prévention des inondations (GeMAPI), comme le porteur privilégié de la politique de gestion du trait de côte. Nombre de stratégies ou d'actions continuent toutefois d'être mises en œuvre au niveau communal, alors qu'elles ont des incidences sur des territoires adjacents et pourraient être mutualisées.

La responsabilité légale incombe aux propriétaires de protéger leurs biens étant rappelée, l'indispensable rationalisation du dispositif passe notamment par l'intégration de la gestion du trait de côte dans le périmètre de la GeMAPI, qui n'y est pour l'instant incluse que comme une mission facultative. Résultant d'une interprétation qui a évolué dans le temps et n'a pas été confirmée par le juge administratif, ce rattachement juridiquement fragile est en effet contesté par certains élus locaux.

La question de la gouvernance de l'adaptation des stations de montagne au changement climatique se pose dans des termes similaires. En effet, l'organisation actuelle, centrée sur l'échelon communal et des regroupements insuffisants, ne permet pas aux acteurs de la montagne de concevoir et mettre en œuvre les mesures nécessaires à l'échelle d'un territoire pertinent.

À l'image des autres grands pays du ski, la France aurait tout intérêt à promouvoir une organisation fédérant l'ensemble des acteurs concernés – collectivités locales et acteurs économiques privés – autour de projets de territoire plus vastes et d'une gouvernance élargie. Il appartient aux élus locaux, en fonction des réalités locales et des spécificités de leurs territoires, d'utiliser les outils institutionnels et les espaces de coordination disponibles - intercommunalités, syndicats mixtes, espaces valléens – et de renforcer le rôle des départements et des régions dans la gouvernance des stations. Il leur incombe également d'organiser l'insertion des acteurs économiques au travers de sociétés d'économie mixte ou dans un cadre conventionnel.

D - Le rôle de stratège de l'État

Dans certains domaines, l'État ne joue pas correctement son rôle de stratège, qui consiste notamment à fixer des objectifs et à définir une trajectoire pour les atteindre.

Ainsi pour sortir d'une logique de réponse au cas par cas et construire une stratégie d'adaptation au changement climatique, les gestionnaires d'infrastructures ferroviaires doivent pouvoir se référer à un niveau de résilience cible, partagé par les parties prenantes (autorités organisatrices de la mobilité, gestionnaires d'infrastructures, usagers), dont la définition relève de la responsabilité de l'État. Cette démarche doit conduire l'État à déterminer un niveau de disponibilité attendu du réseau ferroviaire en fonction de l'intensité des aléas rencontrés qui soit compatible avec l'objectif consistant à porter à 42 % en 2050 la part modale du transport ferroviaire. Cette cible devra symétriquement déterminer le niveau d'indisponibilité jugée acceptable du réseau, afin de concentrer les investissements sur les adaptations prioritaires.

De la même façon, il incombe à l'État de formaliser les objectifs qu'il assigne aux gestionnaires des réseaux de transport et de distribution d'électricité, à travers la réglementation et la contractualisation. Leur adaptation au changement climatique devrait en effet figurer de façon explicite dans les contrats de service public passés par l'État avec RTE et Enedis. Ce n'est pas le cas du contrat conclu le 29 mars 2022 avec RTE, qui évoque le changement climatique mais ne prévoit aucun objectif

spécifique lié à l'adaptation du réseau de transport d'électricité. Le même contrat qu'en dépit d'une recommandation réitérée de la Cour, l'État n'a toujours pas passé avec Enedis, devra comporter également des objectifs d'adaptation au changement climatique assortis d'indicateurs de résultats.

La situation est identique pour les entreprises gestionnaires du réseau et des gares ferroviaires. En effet, ni la politique publique d'adaptation au changement climatique, au travers le PNACC 2 ou le chantier « *Mieux se déplacer* » du secrétariat général à la planification écologique (SGPE), ni les documents encadrant l'action des gestionnaires d'infrastructures, comme les contrats de performance passés avec l'État, ceux conclus avec les autorités organisatrices de la mobilité ou encore la charte de l'État actionnaire responsable de l'Agence des participations de l'État (APE), ne prévoient d'objectif à atteindre ou d'obligations à satisfaire pour le secteur ferroviaire en matière d'adaptation au changement climatique.

III - L'exigence de l'efficience

Alors que le contexte d'urgence ou d'appréhension au fil de l'eau des effets du changement climatique est porteur de risques de mal-adaptation, la recherche a un rôle majeur à jouer pour proposer aux acteurs des solutions adaptées. L'arbitrage entre ces options doit être précédé d'une évaluation précise des coûts actuels et futurs de l'adaptation, qui est encore trop souvent lacunaire, voire inexistante. La réglementation et l'action sur les prix constitue par ailleurs d'importants leviers pour responsabiliser et inciter les citoyens et les entreprises à agir. Le déploiement effectif d'actions d'adaptation suppose enfin de favoriser l'appropriation par les décideurs des données, outils et solutions mis à leur disposition.

A - Un contexte parfois porteur de risques de mal-adaptation

La gestion de l'adaptation s'inscrit parfois dans un contexte d'urgence ou d'appréhension au fil de l'eau des effets du changement climatique, peu propice à l'efficacité de l'action publique.

La prévention des catastrophes naturelles d'origine climatique outre-mer souffre ainsi de la primauté de l'urgence et de la prévalence d'une logique de court terme résultant notamment de la priorité donnée à la gestion des conséquences des crises aux dépens de la prise en compte de l'aggravation des risques. Par ailleurs les décisions visant à réduire les risques futurs dus aux aléas climatiques se trouvent en concurrence avec

des mesures produisant des effets de plus court terme, notamment pour le développement économique des territoires ultramarins. Les fragilités de ces territoires, cumulées à une insuffisante sensibilisation des habitants et des élus aux risques nouveaux apportés par le changement climatique, entraînent ainsi souvent un arbitrage défavorable aux politiques de prévention et un fléchage prioritaire des investissements dans des infrastructures telles que les transports et l'assainissement, l'énergie, l'eau, le numérique ou la modernisation des logements.

De même que la priorité donnée à la préservation d'un modèle économique, comme dans le cas évoqué plus haut des stations de montagne (cf. le point II.A), ce contexte général offre un terreau favorable à la mal-adaptation, c'est-à-dire à des mesures conçues pour réduire la vulnérabilité d'un système naturel ou humain qui conduisent en réalité à l'augmenter. Ces erreurs peuvent prendre plusieurs formes : utilisation inefficace des ressources comparée à d'autres options, mesures réduisant la flexibilité des systèmes naturels ou humains et donc les marges de leur adaptation future, erreur de calibrage entraînant une sous-adaptation et nécessitant des interventions ultérieures qui auraient pu être évitées.

Dans certaines situations, le déploiement systématique ou trop poussé, par certaines stations de montagne, d'équipements de production de neige, sans tenir compte des paramètres climatiques prospectifs, peut ainsi conduire à une mal-adaptation. C'est le cas, par exemple, lorsque la station recourt à des installations de production de neige à température positive, très consommatrices d'énergie, sans tenir compte de la disponibilité de la ressource en eau. Le déploiement non raisonné de ces équipements augmente la vulnérabilité des stations, au lieu de la réduire. Il accroît en effet leur dépendance aux ressources locales en eau et fragilise les territoires en aval. La course à l'équipement en production de neige est par ailleurs coûteuse : elle représente en moyenne 13,6 % du montant total des investissements des stations de montagne, auxquels s'ajoutent les coûts de maintenance, les dépenses de fluide et les charges salariales de gestion de ces équipements. Elle menace plus particulièrement l'équilibre financier des petites stations situées à basse altitude, qui consacrent une part proportionnellement plus importante de leurs investissements à la production de neige.

La gestion du recul du trait de côte recèle également des risques de même nature. Les collectivités locales situées sur des littoraux sableux ont ainsi parfois recours à des dispositifs dits de « lutte active souple » contre l'érosion, prenant la forme d'opérations de rechargement de plage réalisées en urgence ou sans disposer du recul suffisant sur leur impact environnemental. Ce mode d'intervention ne fait que reporter l'échéance du recul du trait de côte et fausse donc l'effectivité de la « protection » qu'il procure.

Le recours trop large à la climatisation des logements en réponse à la multiplication et à l'intensification des épisodes de canicule offre un autre exemple de mal-adaptation potentielle. Outre une augmentation de la facture énergétique, le développement rapide et non régulé des moyens individuels de climatisation présente un double risque : d'une part, celui d'une hausse des émissions de gaz à effet de serre, liée à leur consommation énergétique mais aussi à la présence de fluides frigorigènes dans les climatiseurs, en raison de fuites et de l'absence de destruction ou de recyclage des gaz lorsque ces équipements ne sont plus en état de fonctionner et, d'autre part, le risque d'un accroissement des phénomènes d'îlots de chaleur urbains, le rejet d'air chaud à l'extérieur des logements climatisés suscitant une augmentation des températures qui peut atteindre localement plusieurs degrés.

Le développement de réseaux de froid urbain constitue une solution alternative mieux adaptée pour répondre aux besoins de rafraîchissement des bâtiments. En effet, ces dispositifs, qui consistent à faire circuler en circuit fermé une eau refroidie par une centrale frigorifique, qui y retourne après avoir gagné quelques degrés en rafraîchissant les bâtiments où elle est distribuée, présentent une efficacité énergétique et environnementale cinq à dix fois supérieure aux systèmes de climatisation électrique classiques. Quand ils reposent sur la technique du refroidissement naturel dans l'eau (*free-cooling*), ces systèmes permettent également de réduire les phénomènes d'îlot de chaleur urbain en évitant la dissipation de la chaleur résiduelle dans l'air ambiant de la ville.

B - Le rôle essentiel de la recherche pour trouver des solutions adaptées

Les acteurs sont parfois démunis pour choisir les solutions les plus efficaces et déterminer le calendrier de leur mise en œuvre. La recherche a un rôle majeur à jouer pour leur proposer des réponses constamment adaptées à des risques eux-mêmes évolutifs.

Le chapitre sur la place et le rôle de la recherche publique dans l'adaptation au changement climatique montre que la recherche française est performante dans le secteur des sciences climatiques, domaine essentiel pour élaborer des modèles de prévision efficaces, mais présente des faiblesses dans d'autres secteurs clés, notamment la santé et l'urbanisme. Elle doit par ailleurs se renforcer aux interfaces entre adaptation et atténuation afin d'offrir aux acteurs des solutions permettant de réduire les risques de mal-adaptation. L'amélioration de son efficacité à cet égard passe notamment par un décloisonnement des écosystèmes scientifiques, les sciences de l'atténuation étant en particulier insuffisamment connectées aux sciences du climat et de l'adaptation.

Les travaux des juridictions financières montrent que, sur le terrain, le soutien de la recherche est contrasté.

L'adaptation de l'agriculture céréalière bénéficie des apports d'un système de recherche et d'innovation public et privé complet et performant. Ce dispositif cohérent et dynamique offre aux agriculteurs céréaliers un ensemble de leviers techniques à déployer pour renforcer la résilience de leurs productions, tant face à l'évolution tendancielle du climat (plus chaud et sec) qu'aux événements extrêmes (sécheresses record, gels tardifs, fortes pluies hivernales ou printanières).

Certaines des solutions d'adaptation proposées, de nature incrémentale, consistant par exemple à avancer les dates de semis pour esquiver les périodes de trop grande chaleur ou à sélectionner des variétés dont la résistance au stress hydrique est accrue, ont commencé à être mises en œuvre. D'autres, faisant appel à des transformations systémiques beaucoup plus ambitieuses, comme la mise en œuvre de processus complexes de rotation des cultures sur longue période, sont prometteuses mais plus risquées pour les exploitants et ne sont donc encore utilisées qu'à titre expérimental. Leur déploiement à grande échelle nécessite de convaincre de leur utilité, non seulement les agriculteurs, mais également l'ensemble des acteurs économiques et politiques de l'écosystème dans lequel s'insère l'agriculture céréalière.

La recherche peine en revanche à offrir aux exploitants et aux entreprises du secteur de la forêt et du bois des solutions concrètes d'adaptation aux effets du changement climatique. L'accélération des conséquences du changement climatique sur les forêts génère de fortes attentes des propriétaires, qui s'interrogent principalement sur le choix des essences à planter et sur le traitement sylvicole à adopter. Cependant, dans ce contexte particulier, le temps long de la recherche en foresterie ne permet pas d'apporter des réponses certaines et immédiates à ces préoccupations, d'autant qu'une part minoritaire des moyens disponibles est consacrée à l'adaptation.

De la même façon, dans le secteur du logement, le manque de connaissances techniques ne permet pas pour l'instant de concevoir des solutions concrètes et soutenables pour répondre aux risques d'inondation et de retrait-gonflement des sols argileux (RGA). Il convient donc d'accélérer les projets de recherche et développement dans ces deux domaines. S'agissant plus particulièrement du risque de RGA, l'enjeu est d'expérimenter le plus rapidement possible un panel de mesures de remédiation applicables aux constructions antérieures à 2020⁴¹ et exposées à ce risque, en s'assurant qu'elles présentent un rapport coût-efficacité satisfaisant.

⁴¹ Depuis le 1^{er} octobre 2020, la vente d'un terrain constructible situé dans une zone considérée comme exposée au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux doit être précédée de la réalisation d'une étude technique pour informer l'acquéreur des surcoûts de construction liés à cet aléa.

Dans le domaine nucléaire, EDF assure une veille des innovations sur les systèmes de refroidissement des réacteurs pour faire face aux effets du réchauffement climatique. Cependant aucune innovation significative n'a jusqu'à présent été déployée sur le parc existant. Les études dont dispose l'entreprise l'ont en effet conduite à ne pas faire évoluer la conception des sources froides (stations de pompage et échangeurs associés) et à confirmer ses choix technologiques de circuit ouvert pour les centrales installées au bord de la mer et de systèmes aéroréfrigérants humides pour les réacteurs situés en bord de rivière.

Il appartient en revanche à EDF d'accroître ses efforts de recherche sur les traitements biocides que la technologie des aéroréfrigérants impose de réaliser et qui sont à l'origine de rejets d'effluents chimiques. Accélérer la recherche dans ce domaine s'avère en effet nécessaire dans la perspective d'une réduction des débits des cours d'eau, et donc d'une diminution de la dilution de ces rejets et d'une augmentation de leurs effets cumulés sur un même cours d'eau, au bord duquel plusieurs centrales dotées de cette technologie sont présentes.

C - L'enjeu de l'évaluation des coûts actuels et futurs de l'adaptation

La plupart des enquêtes conduites par les juridictions financières ont montré que l'évaluation des coûts actuels et futurs de l'adaptation est lacunaire, voire inexistante, faute de données suffisantes mais également parfois d'objectifs clairs.

C'est typiquement le cas dans le secteur du logement, où ce double défaut rend pour l'heure le chiffrage global du coût de l'adaptation du parc résidentiel impossible. Aussi aucune étude prospective n'a-t-elle été réalisée pour évaluer les dépenses correspondantes, *a fortiori* pour estimer leur répartition entre l'État, les collectivités locales, les entreprises et les ménages.

Il en va de même s'agissant du parc immobilier de l'État, dont la stratégie dans ce domaine, focalisée sur la rénovation thermique des bâtiments et les économies d'énergie, ne prévoit pas à ce jour d'actions spécifiques d'adaptation du parc au changement climatique. Ainsi les trajectoires de dépenses sur 28 ans, élaborées en 2023 par la direction de l'immobilier de l'État (DIE) et le secrétariat général à la planification écologique (SGPE), reposent sur des scénarios portant exclusivement sur la décarbonation du parc immobilier de l'État. Elles n'intègrent donc pas le coût de mesures d'adaptation des immeubles de l'État, par exemple, au phénomène des pics de chaleur.

Alors qu'elles sont plus avancées dans l'appréhension des effets du changement climatique et la mise en œuvre de mesures pour y faire face, les entreprises publiques gestionnaires de grandes infrastructures ne réalisent pas non plus d'estimations satisfaisantes de leurs coûts.

SNCF Réseau ne dispose pas d'outils fiables de suivi des pertes de recettes et des coûts occasionnés par les intempéries, en investissement comme en fonctionnement. Aussi les projections que l'entreprise réalise à moyen et long terme n'offrent-elles que des ordres de grandeur provisoires des pertes de recettes et dépenses à venir.

Le coût de l'adaptation des centrales nucléaires, des ouvrages hydroélectriques et des réseaux de transport et de distribution d'électricité aux effets du changement climatique est intégré dans le périmètre plus large de dépenses de sûreté ou d'amélioration de la performance ou de la résilience des équipements que réalisent EDF, la CNR, RTE et Enedis. Les dépenses correspondantes ne sont pas comptabilisées séparément et les entreprises ne sont donc pas à ce jour capables de chiffrer le coût de l'adaptation des infrastructures dont elles ont la charge, en fonctionnement comme en investissement. Les projections qu'elles réalisent ne couvrent pas l'ensemble du champ de l'adaptation et manquent parfois de précision.

La « vérité des prix » constitue pourtant un élément d'arbitrage essentiel pour définir et mettre en œuvre des solutions financièrement soutenables.

S'agissant par exemple de l'adaptation des réseaux de transport et de distribution d'électricité, des arbitrages doivent être faits pour que l'augmentation des dépenses ne conduise pas à un relèvement excessif des tarifs d'électricité. Cette nécessaire maîtrise des coûts de l'adaptation impose que les enjeux climatiques, actuels et futurs, soient systématiquement intégrés et anticipés dans les choix d'investissement.

L'évaluation des coûts des différents modes d'intervention susceptibles d'être retenus pour s'adapter au recul du trait de côte – qui, comme indiqué plus haut, vont de la construction d'ouvrage de défense contre la mer à la réalisation d'opérations beaucoup plus onéreuses de réaménagement de l'espace, sans toutefois exclure la mise en œuvre de simples mesures de surveillance ou d'accompagnement des processus naturels – est également indispensable pour, après rapprochement avec le montant des biens, activités et équipements menacés, dont le recensement et l'évaluation restent à faire (cf. *supra*, le point I.D), identifier la solution la mieux adaptée et, s'il faut en retenir simultanément ou successivement plusieurs, les articuler rationnellement dans l'espace et dans le temps.

Ces évaluations sont par ailleurs indispensables pour mesurer, plus précisément que jusqu'à présent, l'impact qu'aura globalement l'adaptation au changement climatique sur les finances publiques. Le rapport sur *Les incidences économiques de l'action pour le climat* produit en mai 2023, à la demande du Premier ministre, par M. Jean Pisani-Ferry et Mme Selma Mahfouz, a évalué à 67 Md€ par an à horizon 2030 les investissements supplémentaires qui devront être réalisés au titre de la transition climatique, dont 25 à 34 Md€ à la charge des administrations publiques⁴². Cette estimation inclut des dépenses d'adaptation évaluées à 3 Md€ par an, dont 1 Md€ devraient être financées sur les budgets publics. Dans une étude publiée un an auparavant, l'Institut de l'économie pour le climat (I4CE) avait évalué le coût pour l'État et les collectivités territoriales de 18 mesures d'adaptation prioritaires à 2,3 Md€ par an⁴³.

Les données disponibles n'ont pas permis d'agrégier les coûts déjà supportés, ni d'estimer le montant des dépenses à réaliser dans les seize secteurs examinés. Le présent rapport offre toutefois quelques illustrations concrètes de l'ampleur des efforts à consentir dans certains secteurs.

Ainsi, la décision récente de RTE de faire évoluer ses prescriptions de température maximale de fonctionnement des câbles aériens, en les portant de 65 à 85 °C pour les ouvrages neufs ou réhabilités, suscitera un surcoût estimé de 20 à 40 M€ sur la période 2024-2040 par rapport à une construction à 65 °C. L'entreprise estime par ailleurs à 1,5 Md€ sur la période de 2020 à 2050 les coûts liés à l'adaptation au changement climatique du réseau régional de transport d'électricité (qui joue le rôle de répartition entre les grands ouvrages de transport et le réseau de distribution).

EDF a pour sa part programmé 612 M€ de dépenses liées à l'adaptation au changement climatique du parc de réacteurs nucléaires sur la période 2022-2038. Cependant ce montant n'intègre pas le coût de ses projets d'installation de tours aéroréfrigérantes sur certaines centrales à circuit ouvert situées en bord de fleuve. Or le montant unitaire de ces équipements est important (500 M€).

⁴² Dans l'édition 2023 de son *Panorama des financements climat*, paru en novembre 2023, l'institut de l'économie pour le climat (I4CE) a relevé que cette estimation était cohérente avec le scénario provisoire de la prochaine stratégie nationale bas carbone (SNBC 3), selon lequel, chaque année entre 2024 et 2030, il faudra investir en faveur du climat 58 Md€ de plus qu'en 2022.

⁴³ I4CE, *Se donner les moyens de s'adapter aux conséquences du changement climatique en France : de combien parle-t-on ?*, juin 2022.

Certaines estimations s'inscrivent dans un spectre très large dans l'attente d'arbitrages sur les modalités, le calendrier et l'ampleur de la participation de l'État au financement des mesures à prendre. Ainsi, selon les hypothèses d'érosion et d'intervention publique retenues, le rachat de biens menacés par le recul du trait de côte pourrait mobiliser entre 140 et 800 M€ de fonds publics d'ici 2040.

S'y ajouteront des coûts de démantèlement (destruction, dépollution et renaturation) et d'éventuelle relocalisation de ces biens. Les dépenses susceptibles d'être entreprises à ce dernier titre sont à la mesure de l'importance des opérations envisageables de recomposition spatiale : une étude a évalué à 22 M€ le coût sur 20 ans de la relocalisation d'un quartier de 30 maisons individuelles et à 835 M€ celui de la relocalisation de l'ensemble d'un front de mer de 3 km comprenant 2 000 logements et 80 commerces.

D - Des leviers de responsabilisation et d'incitation à activer

L'adaptation au changement climatique ne passe pas seulement par la réalisation de dépenses nouvelles de fonctionnement et la mise en œuvre d'investissements. D'autres leviers de l'action publique doivent être activés pour responsabiliser les acteurs et les inciter à s'adapter. Il s'agit de pousser les entreprises, les ménages, les associations, à agir ou à modifier leur comportement par la réglementation, une action sur les prix des biens et services ou l'instauration de mécanismes de solidarité financière.

Le secteur du logement offre une illustration de la nécessité de combiner des mesures techniques d'adaptation du parc existant à la multiplication et à l'intensification des épisodes de canicule, à l'accroissement des risques d'inondation et à l'accentuation du phénomène de retrait-gonflement des sols argileux, avec des dispositions normatives permettant de concevoir et construire des logements répondant à ces aléas. Les travaux de la Cour ont mis en évidence de notables avancées sur la réglementation des constructions. Ainsi la nouvelle réglementation environnementale RE 2020, qui s'applique depuis le 1^{er} janvier 2022 au parc résidentiel neuf, intègre notamment un objectif d'adaptation des logements à l'augmentation des températures. Elle impose en effet le respect d'une exigence, exprimée en heures d'inconfort perçu annuellement, de ressenti des occupants à l'égard de ce phénomène.

Le secteur financier offre pour sa part un exemple de l'intérêt d'une incitation à l'adaptation par la réglementation et les prix. Dans ce domaine, le premier critère d'allocation des flux demeure la rentabilité financière, et non l'impact environnemental. Ce n'est qu'en modifiant les conditions

économiques et de financement des entreprises, afin de déplacer les curseurs de la rentabilité, qu'une part plus importante des capitaux sera orientée vers le financement de la transition écologique en général et de l'adaptation au changement climatique en particulier. Outre un contrôle plus rigoureux de l'impact environnemental des produits financiers autoproclamés «verts» (cf. *supra*, le point I.B) et un renforcement de la transparence et de l'information, cette réorientation suppose notamment d'instaurer par le biais fiscal un signal prix ou de moduler les règles techniques applicables aux produits financiers pour améliorer la rentabilité de ceux qui contribuent effectivement à l'adaptation de l'économie au changement climatique et réduire celle des produits dont la commercialisation participe en réalité de «l'écoblanchiment».

L'instauration de mécanismes de solidarité financière constitue également un levier pour associer, sur un périmètre géographique pertinent, l'ensemble des acteurs concernés par l'adaptation.

S'agissant de la gestion du recul du trait de côte, la création d'un mécanisme de solidarité, nationale ou locale, peut se justifier au regard du caractère exceptionnel des phénomènes littoraux à l'œuvre et du fait que les politiques nationales et locales d'aménagement mises en œuvre au cours des dernières décennies ont autorisé et en partie encouragé l'aménagement du bord de mer. L'acceptabilité de cette solidarité suppose toutefois qu'elle soit limitée et qu'elle s'articule avec des cofinancements privés, provenant en particulier des propriétaires qui, comme indiqué plus haut, sont responsables de la protection de leurs biens contre la mer et les ont parfois acquis en ayant connaissance des risques d'érosion ou de submersion auxquels ils sont exposés.

Comme l'ont déjà fait les inspections générales de l'environnement, de l'administration et des finances en 2019, les juridictions financières recommandent donc la création d'un fonds d'aide à la recomposition du littoral, alimenté par le produit d'une augmentation de la taxe communale additionnelle aux droits de mutation à titre onéreux perçue par les communes situées en bord de mer. Les collectivités et groupements littoraux pourraient y recourir pour financer des actions cofinancées par l'État, sous réserve d'une cible de dépenses qu'il leur appartiendrait de prendre en charge sur leurs autres ressources.

De la même façon pourrait être créé un fonds d'adaptation au changement climatique des stations de montagne qui, dans une logique de solidarité, bénéficierait exclusivement aux stations les plus menacées par les effets du réchauffement climatique et serait financé principalement par les grandes stations. Ce dispositif, abondé par une extension de l'assiette de la taxe communale sur les remontées mécaniques à l'intégralité du

chiffre d'affaires des exploitants des stations de montagne, serait en effet mécaniquement financé par celles qui bénéficient de la plus grande partie des recettes issues des activités de sport d'hiver. Sans couvrir l'intégralité du coût de la transition, il permettrait de créer un effet de levier rendant possible le financement d'actions de diversification et de déconstruction des installations obsolètes des petites stations.

E - L'appropriation par les décideurs des instruments mis à leur disposition

Le déploiement effectif, sur le terrain, de mesures ou actions d'adaptation soutenables et efficaces suppose enfin de favoriser l'appropriation par les décideurs des données, outils et solutions mis à leur disposition.

Ainsi l'adaptation de la forêt au changement climatique et l'action préventive contre les feux de forêt nécessitent de développer, au plus près des massifs, l'ingénierie et la capacité de maîtrise d'ouvrage des acteurs locaux.

Il en va de même pour l'adaptation à la mobilité du trait de côte, qui engage les territoires littoraux dans des actions et dans des projets d'une grande complexité, requérant des compétences rares. Les collectivités locales concernées se sont en partie adaptées à la très forte diminution des capacités d'ingénierie de l'État, auparavant portées par les directions départementales de l'équipement, en faisant appel aux services d'agences techniques ou d'urbanisme départementales et à des prestataires privés. Cependant ces acteurs n'offrent pas toutes les compétences dont elles ont besoin en génie côtier ou aménagement du littoral.

La transformation en 2022 du Cerema⁴⁴ en établissement public à pilotage partagé entre l'État et les collectivités territoriales va faciliter le recours par ces dernières à ses services. Cependant cet établissement n'est pas en mesure de répondre à toutes les sollicitations, très nombreuses ou portant sur l'ingénierie la plus technique, ce qui le conduit à prioriser ses interventions. Des initiatives ont été prises pour accompagner davantage les collectivités littorales, notamment par la Banque des territoires, qui a récemment mis en place des financements et des outils spécifiques. Elles devraient s'accompagner d'un recensement global de l'offre disponible afin d'apprécier son adéquation aux besoins et, s'il y a lieu, de la compléter.

⁴⁴ Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement.

L'efficience nécessite également, chaque fois que c'est possible, de mutualiser les expertises. Ainsi, compte tenu du caractère innovant de ses approches et des enjeux méthodologiques de l'adaptation dans les pays où elle intervient, il conviendrait que l'Agence française de développement partage autant que possible ses méthodes et outils, non seulement au plan international, mais également avec les acteurs de l'adaptation en France. L'Agence s'est engagée dans cette voie auprès de collectivités territoriales ayant noué des relations de coopération avec leurs pairs de pays en développement. D'autres collectivités présentant des enjeux d'adaptation similaires à ceux pour lesquels l'AFD propose des solutions pourraient également bénéficier de son expertise.

**

La question de l'adaptation au changement climatique intéresse tous les domaines de l'action publique. Elle concerne au premier chef les administrations publiques – services de l'État, collectivités territoriales, établissements publics nationaux et locaux, entreprises publiques – mais doit aussi « embarquer » l'ensemble des acteurs de la société : les ménages, les entreprises, la communauté éducative, la sphère associative, les acteurs de la recherche, etc.

Le citoyen est toutefois au centre du jeu. Rien ne peut se faire sans lui, *a fortiori* contre lui : la crise des gilets jaunes a montré que les Français entendaient fermement être associés aux décisions qui touchent directement leur existence quotidienne. Or nombre de mesures susceptibles d'être mises en œuvre pour répondre aux effets du réchauffement climatique vont modifier leurs conditions de vie, dans leurs aspects les plus essentiels : l'alimentation, le logement, les transports, les loisirs, etc.

Il faut donc les convaincre de la nécessité d'une action claire, cohérente et efficace au moindre coût, mais également des opportunités qu'offre l'adaptation pour améliorer leur qualité de vie, développer la solidarité entre les générations et les territoires, favoriser les créations d'emplois et la croissance de l'économie.

Telle est l'ambition du présent rapport.

Chapitre introductif

Chapitre introductif

PRÉSENTATION

Les juridictions financières ont décidé en 2022 de consacrer le rapport public annuel de 2024 au thème de l'adaptation de l'action publique au changement climatique.

Les efforts destinés à atténuer le changement climatique ont été largement évoqués au cours des trois dernières décennies, notamment à l'occasion de grands accords internationaux, comme le Protocole de Kyoto en 1997 et l'Accord de Paris de 2015. Les juridictions financières ont choisi d'informer les citoyens sur l'adaptation aux effets du changement climatique qui s'impose dès maintenant à l'ensemble de l'action publique. Même si la première stratégie nationale française en la matière date de 2006, cet aspect est entré plus récemment dans les préoccupations de chacun et dans le débat public.

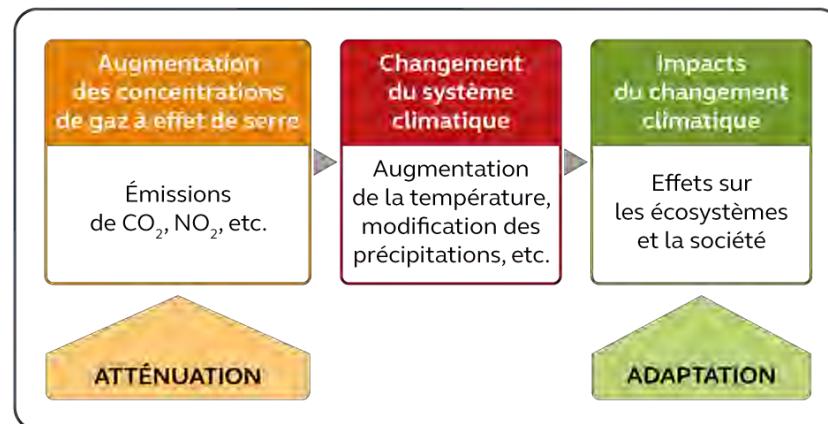
Malgré l'importance des mesures d'atténuation du changement climatique, centrées sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) qui restent l'objectif premier, les derniers rapports du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)⁴⁵ soulignent que le changement du climat est inéluctable et irréversible au cours du siècle. S'il en était besoin, l'été 2022, dont les canicules répétées, les épisodes de sécheresse, les feux de forêts, les inondations et les tempêtes ont marqué les Français, aura installé la question de l'adaptation au cœur de l'action publique. À l'urgence de l'atténuation s'est ainsi ajoutée la prise de conscience mieux partagée de la nécessité de l'adaptation.

⁴⁵ Le GIEC a été créé conjointement par l'Organisation météorologique mondiale et le Programme des Nations Unies pour l'environnement en 1988. 195 États en sont membres. Plusieurs centaines de scientifiques contribuent à ses travaux. Les évaluations du GIEC fournissent aux gouvernements des éléments scientifiques sur lesquels ils peuvent s'appuyer pour élaborer des politiques dans le domaine du climat. Elles servent de base aux négociations internationales sur le changement climatique.

Le territoire national sera affecté de façon très différenciée par le changement climatique, en métropole comme dans les outre-mer. La plupart des territoires ultra-marins sont situés en zone tropicale, marquée par des températures moyennes plus élevées et des régimes de précipitations particuliers. Leur dispersion géographique sur le globe a pour conséquence que chacun pourra être affecté différemment par des événements violents, comme les cyclones, sous l'effet du réchauffement climatique, ou par la hausse du niveau de la mer.

La définition de l'adaptation au changement climatique retenue au plan international a été précisée dans les rapports successifs du GIEC. Ce dernier définit désormais⁴⁶ l'adaptation au changement climatique comme « la démarche d'ajustement au climat actuel ou attendu, ainsi qu'à ses conséquences. Pour les systèmes humains, il s'agit d'atténuer ou d'éviter les effets préjudiciables et d'exploiter les effets bénéfiques. Pour certains systèmes naturels, l'intervention humaine peut faciliter l'adaptation au climat attendu ainsi qu'à ses conséquences ».

Schéma n° 1 : atténuation du changement climatique et adaptation au changement climatique



Source : ministère de la transition énergétique / Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (Onerc)

Avec la création récente du Secrétariat général à la planification écologique, qui en renforce le pilotage, la politique nationale d'adaptation aux effets du changement climatique relève en premier lieu des ministères en charge de l'environnement, de l'énergie et du climat, et, en leur sein, de la direction générale de l'énergie et du climat.

⁴⁶ Glossaire publié en annexe du 5^{ème} rapport du GIEC, 2014.

Ces ministères s'appuient en particulier sur quelques grands établissements publics pour l'élaboration et la mise en œuvre de cette politique : Météo France, en interaction avec les instituts spécialisés sur le climat, l'Ademe et le Cerema.

Parce que ses effets sont variés et diffus, l'adaptation de l'action publique au changement climatique concerne plus largement tous les acteurs publics : chacun des ministères, l'ensemble des collectivités territoriales et des entreprises publiques. Et elle impacte naturellement les acteurs privés, les entreprises comme les ménages et les associations.

La France a-t-elle pleinement pris la mesure de ces enjeux ? Les acteurs publics, nationaux et locaux, ont-ils correctement analysé les multiples conséquences possibles du changement climatique ? Ont-ils suffisamment modifié les politiques publiques existantes ou en ont-ils élaboré de nouvelles pour y faire face ? Sont-ils parvenus à mobiliser les acteurs économiques ?

À l'heure où le Gouvernement prépare le troisième Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) sur des bases très différentes de celles du plan précédent en termes de projections climatiques à 2030, 2050 et 2100, il est illusoire d'espérer répondre de façon définitive à ces questions. Parce que le changement climatique est lui-même progressif, et que son ampleur et ses divers effets à long terme restent aujourd'hui incertains, d'autant plus à des échelles territoriales réduites, la France et chacun de ses territoires devront eux aussi s'y adapter progressivement, tout au long de ce siècle.

Dans ce cadre, les échelles de temps ne sont d'ailleurs pas les mêmes selon les sujets. Dans certains cas, comme la prise en charge des personnes fragiles en période de canicule, c'est dès maintenant que l'action publique se trouve fortement sollicitée. Dans d'autres, comme la résistance d'infrastructures ou d'équipements nouveaux face à une hausse potentielle du niveau de la mer d'ici la fin du siècle, il s'agit d'abord d'éviter de prendre aujourd'hui de mauvaises décisions qui ne tiendraient pas suffisamment compte de ce phénomène.

De plus, la répartition des actions entre politiques d'atténuation et d'adaptation est parfois difficile : végétaliser pour capter du carbone et en même temps rafraîchir ; rénover des bâtiments tant pour limiter les besoins de chauffage l'hiver que pour se protéger de la chaleur l'été.

Néanmoins, dans la plupart des cas, les politiques d'atténuation et d'adaptation sont bien distinctes, facilitant ainsi leur identification et leur analyse ; il est ainsi possible d'examiner, secteur par secteur, si l'adaptation dans notre pays a commencé ou non à être prise en compte, dans le cadre de diverses politiques nationales et locales, et d'en apprécier les premières incidences, aux mêmes échelles territoriales. Une première appréciation des résultats, de la part tant de la Cour des comptes que des chambres régionales

et territoriales des comptes, est ainsi réalisable. Les juridictions financières ont d'ores et déjà mené plusieurs travaux en ce sens ces dernières années, consacrés par exemple au retrait-gonflement des sols argileux, à la prévention du risque d'inondation en Île-de-France, à l'adaptation du parc nucléaire et à la gestion quantitative de l'eau en période de changement climatique.

Cet exercice plus transversal est d'autant plus utile que les politiques d'adaptation vont commencer à peser sur les finances publiques nationales et locales, tout en affectant les ménages et les acteurs économiques, et que ne pas s'adapter, ou mal s'adapter, pourrait se révéler à terme bien plus coûteux.

Il s'agit donc aussi d'un enjeu important au regard de la situation des finances publiques, le financement de cette adaptation devant trouver sa place dans une trajectoire d'ensemble conciliant transition écologique et qualité de la dépense publique. Plus largement encore, c'est une question de responsabilité et de solidarité entre les générations.

Ce chapitre introductif présente les éléments communs aux seize chapitres sectoriels à suivre : l'évolution en cours du climat, dans le monde et en France et les efforts de la communauté internationale, à ce jour insuffisants, pour le limiter (I) ; la nécessité d'adaptation multiforme qui en résulte et le cadre de sa mise en œuvre en France (II).

I - Un changement climatique de plus en plus prégnant

Alors que les températures moyennes sont en hausse sur l'ensemble de la planète depuis le début du siècle dernier, les rapports successifs du GIEC éclairent ce que pourrait être l'évolution du climat au cours des prochaines décennies. La mobilisation internationale pour tenter d'atténuer le changement climatique s'avère à ce jour insuffisante pour garantir le respect des objectifs de l'Accord de Paris.

A - Des effets déjà mesurables, tributaires de l'évolution des émissions de gaz à effet de serre

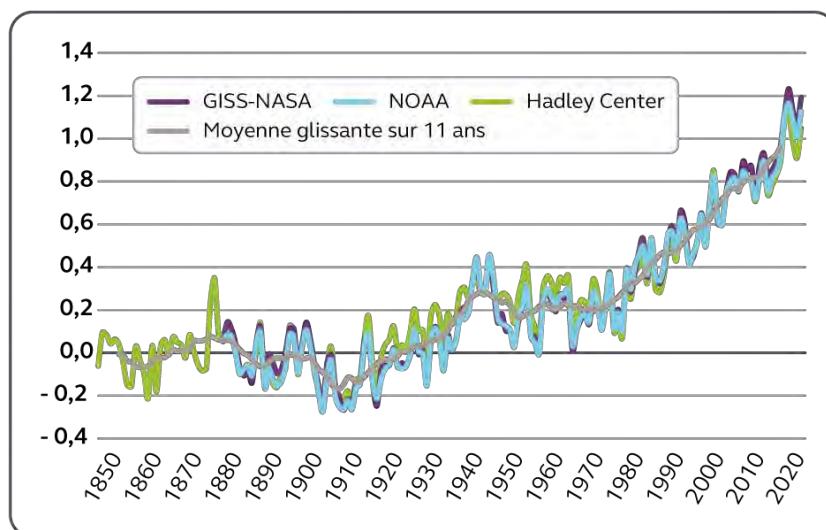
Sans remonter aux temps géologiques anciens, marqués par des changements climatiques naturels importants, la France a toujours été soumise aux variations climatiques et à des épisodes météorologiques pouvant paraître exceptionnels, qu'il s'agisse de grands froids, de canicules, d'épisodes de sécheresse, d'inondations ou de tempêtes.

Mais, avec l’ère industrielle, elle est progressivement entrée, comme le reste de la planète, dans une période de changement climatique d’origine anthropique, c’est-à-dire « *une évolution du climat venant s’ajouter à ses variations naturelles, qui est attribuée aux émissions de gaz à effet de serre engendrées par les activités humaines, et altérant la composition de l’atmosphère de la planète*⁴⁷ ».

1 - L’évolution du réchauffement climatique dans le monde

L’augmentation des températures moyennes à la surface du globe, observable depuis le début du XX^e siècle, est plus forte depuis 1980, comme le montre le graphique suivant :

Graphique n° 10 : évolution des températures moyennes mondiales depuis 1850



Source : ministère de la transition énergétique / ONERC

Le GIEC estime que la hausse moyenne pour la dernière décennie (2011-2020) a déjà atteint 1,1° C par rapport à la période 1850-1900. L’Organisation météorologique mondiale (OMM) souligne que, depuis les années 1980, chaque décennie est plus chaude que la précédente, et que les huit dernières années (2015 à 2022) ont été les plus chaudes jamais enregistrées au niveau mondial⁴⁸.

⁴⁷ Définition donnée par la Commission générale de terminologie et de néologie, publiée au [Journal Officiel du 12 avril 2009](#).

⁴⁸ *L’état du climat mondial en 2022*, OMM, avril 2023. Les températures sont enregistrées à travers le monde depuis 1850.

Les rapports successifs du GIEC ont progressivement éclairé ce que pourrait être l'évolution du climat au cours des prochaines décennies, en fonction de l'ampleur et de la rapidité des mesures d'atténuation. Le sixième rapport d'évaluation du GIEC, dont la synthèse a été publiée le 20 mars 2023⁴⁹, présente ainsi cinq scénarios d'évolution du climat d'ici 2100, en fonction de celles des émissions de gaz à effet de serre⁵⁰ pour l'ensemble du monde.

Les cinq scénarios du sixième rapport du GIEC

- SSP1-1.9 : les émissions de GES sont en baisse dès 2025 et la neutralité carbone est atteinte dès 2050.
- SSP1-2.6 : les émissions de GES sont en baisse dès 2025 mais la neutralité carbone n'est atteinte qu'en 2075.
- SSP2-4.5 : les émissions se maintiennent au rythme actuel jusqu'en 2050, puis sont divisées par quatre d'ici 2100.
- SSP3-7.0 : les émissions de GES doublent d'ici 2100.
- SSP5-8.5 : les émissions de GES doublent d'ici 2050 puis continuent à croître jusqu'en 2080 avant de se stabiliser à un niveau très élevé.

Ce sixième rapport rappelle qu'au-delà de ces cinq scénarios, des éventualités à faible probabilité telles que des effondrements de calotte glaciaire ou des changements abrupts de circulation océanique ne peuvent être exclues.

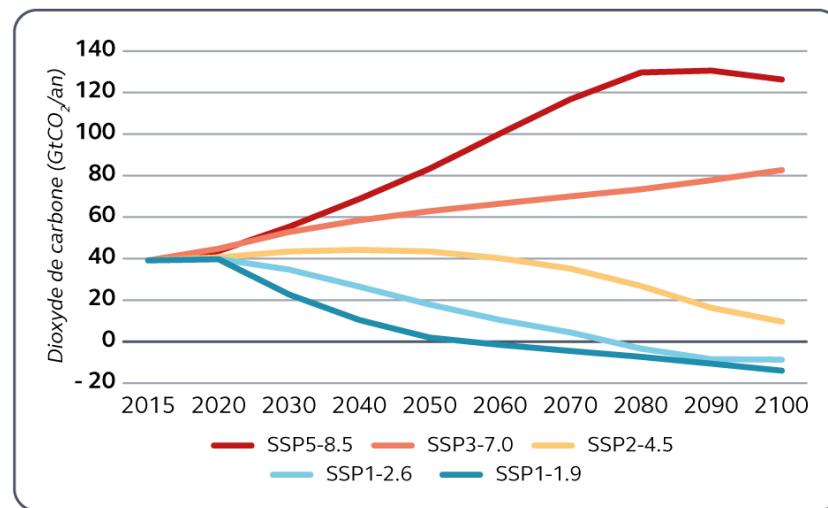
Jusqu'au quatrième rapport du GIEC, les projections climatiques étaient fondées sur les scénarios issus du *Special Report on Emissions Scenarios (SRES)* ; le cinquième rapport a retenu de nouveaux scénarios appelés « *profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP)* », le sixième, des scénarios dits « *shared socio-economic pathways* » ou SSP. Certains acteurs continuant de s'appuyer sur les scénarios du cinquième rapport du GIEC pour l'élaboration de données territorialisées en attendant leur mise à jour sur la base des scénarios du sixième rapport, la double référence aux scénarios RCP et SSP est conservée ici.

⁴⁹ [IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf](#)

⁵⁰ Les sept principaux gaz à effet de serre couverts par les traités internationaux sont, au titre de la liste initiale du Protocole de Kyoto : dioxyde de carbone (CO₂), méthane (CH₄), oxyde nitreux (N₂O), hydrofluorocarbones (HFC), hydrocarbures perfluorés (PFC), hexafluorure de soufre (SF₆) et, ajouté en 2012, trifluorure d'azote (NF₃). Leurs impacts respectifs en termes de réchauffement sont très différents. Les émissions de GES sont de ce fait présentées en équivalent CO₂.

Le graphique ci-dessous représente l'évolution des émissions pour le CO₂ correspondant à ces scénarios :

Graphique n° 11 : émissions annuelles futures de CO₂ en fonction de cinq scénarios



Source : GIEC 6^{ème} rapport, Résumé à l'intention des décideurs : « Changement climatique 2021, Les bases scientifiques physiques », B. page 14

En fonction de l'évolution des émissions de GES, le GIEC évalue, à partir de nombreux modèles climatiques, celle des températures moyennes à la surface du globe, à diverses échéances tout au long du XXI^e siècle par rapport à la période 1850-1900. Elles sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau n° 9 : évaluation des changements de température à la surface du globe pour une sélection de périodes de 20 ans et pour les cinq scénarios d'émissions considérés par rapport à la période 1850-1900

Scenario	Court terme 2021-2040		Moyen terme 2041–2060		Long terme 2081–2100	
	Meilleure estimation (°C)	Fourchette très probable (°C)	Meilleure estimation (°C)	Fourchette très probable (°C)	Meilleure estimation (°C)	Fourchette très probable (°C)
SSP1-1.9	1,5	1,2 à 1,7	1,6	1,2 à 2,0	1,4	1,0 à 1,8
SSP1-2.6	1,5	1,2 à 1,8	1,7	1,3 à 2,2	1,8	1,3 à 2,4
SSP2-4.5	1,5	1,2 à 1,8	2,0	1,6 à 2,5	2,7	2,1 à 3,5
SSP3-7.0	1,5	1,2 à 1,8	2,1	1,7 à 2,6	3,6	2,8 à 4,6
SSP5-8.5	1,6	1,3 à 1,9	2,4	1,9 à 3,0	4,4	3,3 à 5,7

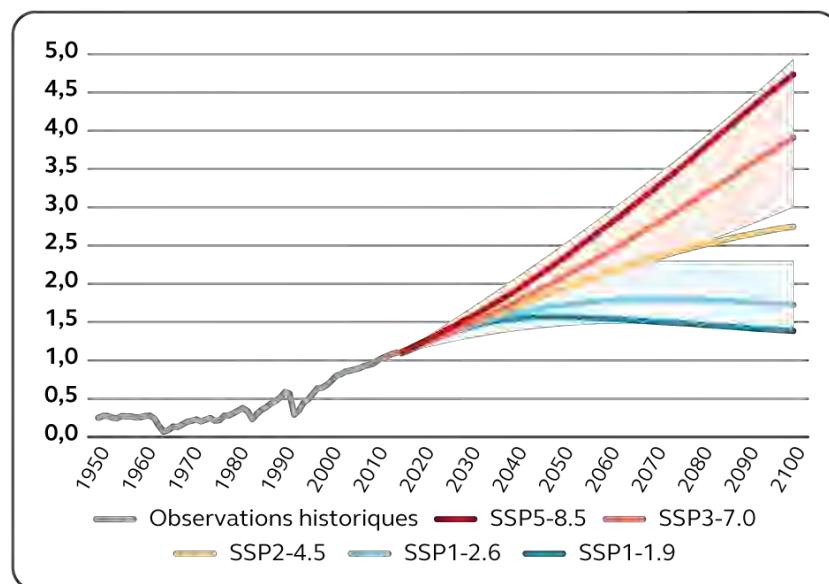
Source : GIEC 6^{ème} rapport, Résumé à l'intention des décideurs « Changement climatique 2021 - Les bases scientifiques physiques ». B.1.1 page 15

Le sixième rapport du GIEC⁵¹ montre que, même pour le scénario le plus favorable, la hausse des températures moyennes serait proche de 1,5 °C en 2050 comme en 2100. Ce niveau devrait d'ailleurs être atteint à brève échéance (potentiellement dès 2030 et en tout cas dans la période menant à 2040), quel que soit le scénario.

Il souligne surtout que le scénario intermédiaire SSP2-4.5, le plus proche des trajectoires actuelles et des engagements pris à ce jour par les États en termes de mesures d'atténuation, conduit à une hausse de 2 °C dès le milieu du siècle et proche de 3 °C en 2100.

Le graphique suivant permet de visualiser les hausses de températures auxquelles amènent à échéance 2100 chacun des cinq scénarios retenus.

Graphique n° 12 : changement de température à la surface du globe par rapport à 1850-1900



Source : GIEC 6^{ème} rapport, 2021, Changement climatique 2021, Les bases scientifiques physiques, Résumé à l'intention des décideurs, B.5.3, page 25

⁵¹ Ce sixième rapport comporte pour la première fois un atlas interactif qui présente les évolutions projetées pour chaque région de la planète en fonction des cinq scénarios.

Ce sixième rapport confirme également que dès l'obtention de la neutralité carbone, la poursuite du réchauffement pourrait être très faible, voire nulle : dans le scénario le plus favorable, celui d'une décroissance des émissions à très brève échéance, la hausse de la température moyenne serait légèrement plus faible en 2100 (+1,4 °C) qu'en 2050 (+1,6 °C). Cela souligne à la fois l'urgence et l'importance des mesures d'atténuation : s'il est possible d'espérer stabiliser le climat, ce ne sera pas aux mêmes températures selon le rythme et l'ampleur de ces mesures.

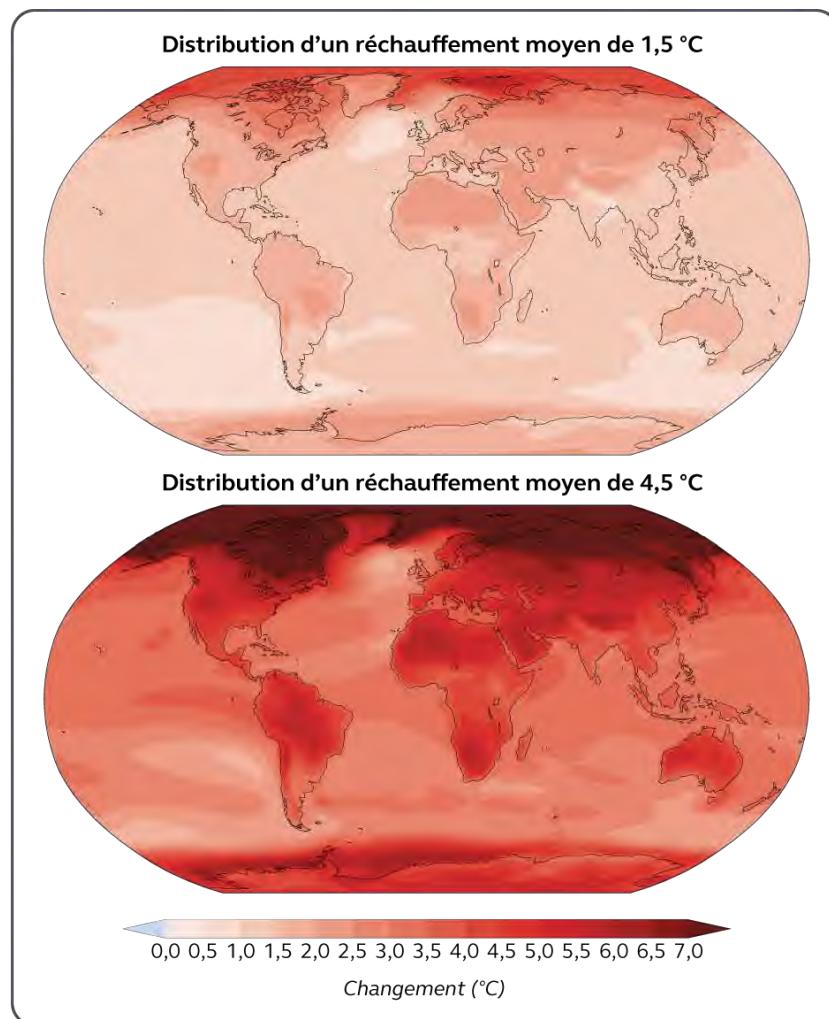
Le rapport rappelle enfin la corrélation entre la hausse des températures moyennes et celles des événements climatiques extrêmes (intensité des précipitations, extrêmes des températures, sévérité des sécheresses, etc.).

2 - Le réchauffement climatique en France

Le sixième rapport du GIEC souligne également que plus les températures moyennes augmenteront à la surface du globe, plus elles seront différencierées selon les régions. D'ores et déjà, la hausse moyenne de 1,1 °C par rapport à la période 1850 -1900 enregistrée pour la décennie 2011-2020 correspond à une augmentation différenciée d'environ 0,9 °C au-dessus des océans mais de 1,6 °C au-dessus des terres émergées. Ainsi, l'hémisphère nord, qui contient plus de terres émergées, se réchauffe davantage que l'hémisphère sud.

D'une manière générale, le GIEC constate des évolutions différencierées selon la latitude, dont il découle que la région Arctique se réchauffe deux fois plus vite que la moyenne de la planète. Les cartes suivantes illustrent ces phénomènes.

Carte n° 1 : répartition et intensité du réchauffement moyen à la fin du siècle par rapport à la période 1850-1900

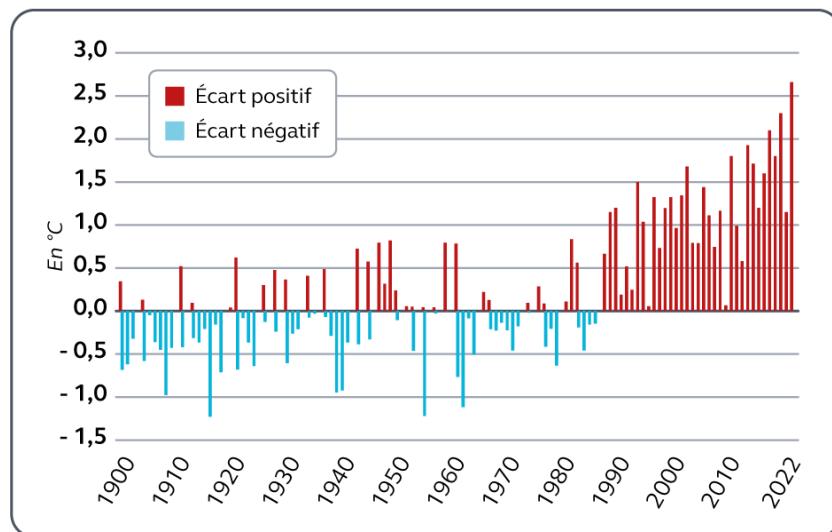


Source : travaux de la phase 6 du projet d'intercomparaison des modèles couplés (CMIP6) utilisés par le GIEC dans son 6^e rapport

En France métropolitaine, les températures évoluent et évolueront plus fortement que sur la moyenne du globe.

Selon Météo France, un net réchauffement est observable depuis une quarantaine d'années et, depuis 2010, la température moyenne annuelle a été régulièrement supérieure de 1,5 à plus de 2 °C à celle de la période 1961-1990, comme l'illustre le graphique suivant.

Graphique n° 13 : évolution de la température moyenne annuelle en France métropolitaine de 1900 à 2022



Source : Météo France. Note : L'évolution de la température moyenne annuelle est représentée sous forme d'écart de cette dernière à la moyenne observée sur la période 1961-1990 (11,8 °C)

L'augmentation de la température annuelle moyenne s'accompagne de celle de la fréquence et de l'intensité des vagues de chaleur. Selon Météo France, le territoire métropolitain subit cinq fois plus de vagues de chaleur depuis une dizaine d'années que dans les années 1980. On en dénombre ainsi 22 depuis 2010, plus qu'au cours de la période 1947-2000.

Dans ce contexte, plusieurs laboratoires spécialisés (et contribuant aux travaux du GIEC) comme ceux fédérés au sein de l'Institut Pierre-Simon Laplace, mènent des études destinées à mieux apprécier l'impact potentiel pour notre pays de différentes hypothèses de hausse moyenne des températures, dans le monde, d'ici la fin du siècle.

Ainsi, le scénario le plus favorable SSP1-1.9 entraînerait pour la France métropolitaine une hausse moyenne plus proche de 2 °C que de 1,5 °C. Pour le scénario intermédiaire SSP2-4.5, le plus proche des trajectoires actuelles, la hausse moyenne de près de 3 °C pour l'ensemble de la planète se traduirait par une hausse de l'ordre de 3,8 °C pour la France métropolitaine, selon une étude publiée en octobre 2022⁵². La situation de chaque territoire d'outre-mer sera spécifique, au regard de son positionnement géographique.

⁵² Étude d'Aurélien Ribes, Julien Boé, Saïd Qasmi, Brigitte Dubuisson, Hervé Douville et Laurent Terray, signataires et par ailleurs climatologues de Météo France et du CNRS.

Les spécificités du changement climatique dans les outre-mer

L'outre-mer français est, pour la plupart de ses composantes, situé en zone tropicale (Polynésie française, Nouvelle-Calédonie, Wallis et Futuna, La Réunion, Mayotte, Martinique, Guadeloupe, Guyane, Saint-Barthélemy et Saint-Martin). Les climats ultramarins sont ainsi très différents du climat métropolitain, avec des températures moyennes plus élevées, des régimes de précipitations particuliers et des saisons définies davantage par les périodes de pluies.

Leur situation insulaire ou en basses latitudes entraîne une forte exposition de la plupart de ces territoires à des aléas d'origine hydrométéorologique parfois violents (cyclones, tempêtes, sécheresses, etc.).

Compte tenu de la forte variabilité climatique et météorologique dans les régions tropicales, il est important d'essayer de déterminer comment ces événements violents seront affectés par le réchauffement en cours. Les principales projections mettent en évidence de fortes disparités régionales dans la zone intertropicale, avec des degrés d'incertitude encore élevés. Certains de ces territoires peuvent en outre être très affectés par la hausse du niveau de la mer.

Les régions ultramarines de plus haute latitude (Saint-Pierre-et-Miquelon, Terres australes et antarctiques françaises) font face à des tempêtes, de fortes houles et des périodes de grands froids.

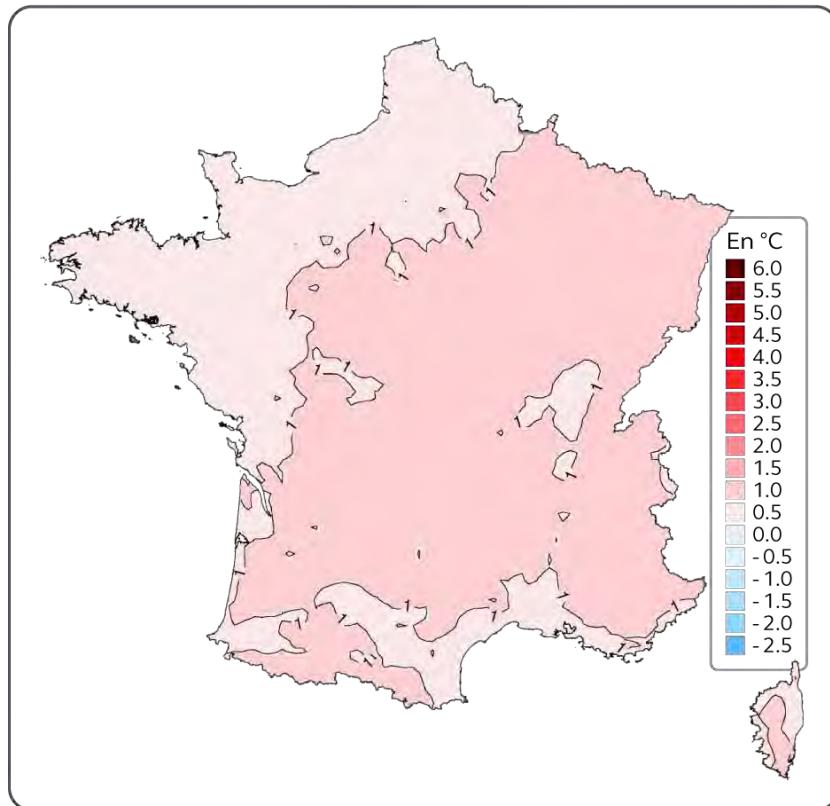
De même que l'augmentation de la température pour l'ensemble du globe se traduira de façon différenciée selon les régions du monde, celle que connaîtra en moyenne la France métropolitaine n'affectera pas de la même façon chacune de ses régions. Météo France a développé à partir de 2012 un portail, dénommé DRIAS⁵³, ouvrant accès aux données régionalisées des projections climatiques les plus récentes produites par les laboratoires de recherche sur le climat en France. Il est destiné à faciliter une meilleure appropriation, par les acteurs de chaque territoire, de l'évolution possible du climat à une échelle réduite.

Il découle des projections DRIAS 2020⁵⁴, fondées sur les scénarios du 5^{ème} rapport du GIEC, que le réchauffement devrait être plus important dans les zones de montagne (Alpes et Pyrénées) qu'en plaine, et qu'un écart entre le Sud-Est et le Nord-Ouest, de plus en plus marqué dans le temps et en fonction des scénarios d'évolution des émissions de GES, devrait être observé, avec une différence d'augmentation des températures moyennes entre les deux zones allant de 1 à 1,5 degré, comme l'illustrent les trois cartes suivantes :

⁵³ Donner accès aux scénarios climatiques Régionalisés français pour l'Impact et l'Adaptation de nos Sociétés et environnement (DRIAS).

⁵⁴ rapport-DRIAS-2020-red3-2.pdf (drias-climat.fr)

Carte n° 2 : augmentation des températures en France métropolitaine à échéance 2085 sur la base du scénario RCP 2.6 d'évolution des émissions de GES du 5^{ème} rapport du GIEC



Source : Météo France, projections DRIAS 2020

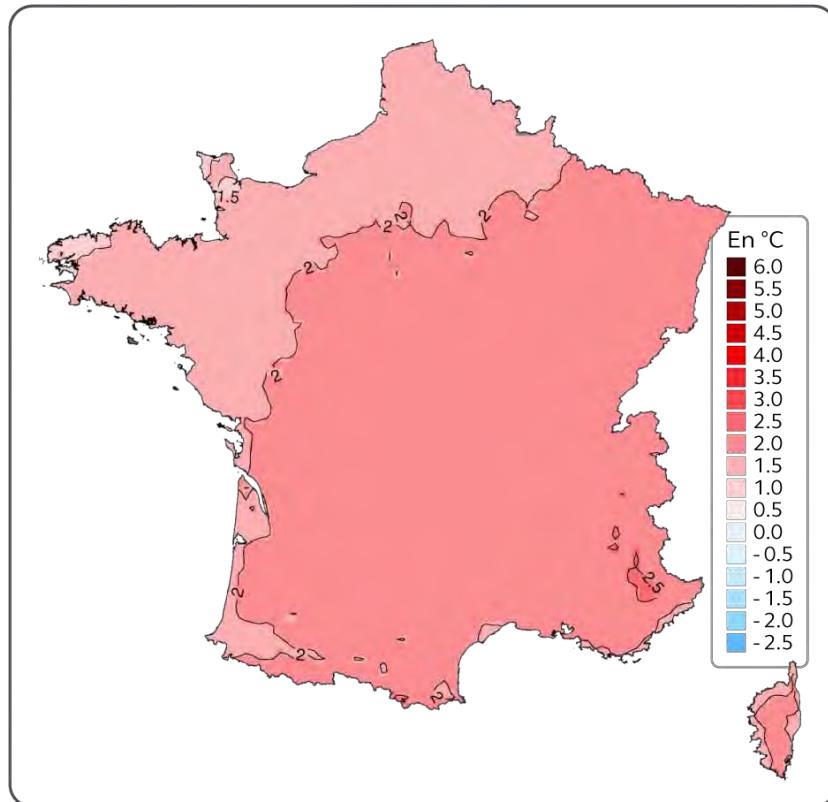
Notes de lecture :

Écart de température moyenne [°C] : différence entre la période considérée et la période de référence
Pour le RCP2.6 : Scénario avec une politique climatique visant à faire baisser les concentrations en CO₂

Horizon lointain (autour de 2085) - Moyenne actuelle

Produit multi-modèles de DRIAS-2020 : médiane de l'ensemble

Carte n° 3 : augmentation des températures en France métropolitaine à échéance 2085 sur la base du scénario RCP 4.5 d'évolution des émissions de GES du 5^{ème} rapport du GIEC



Source : Météo France, projections DRIAS 2020

Notes de lecture :

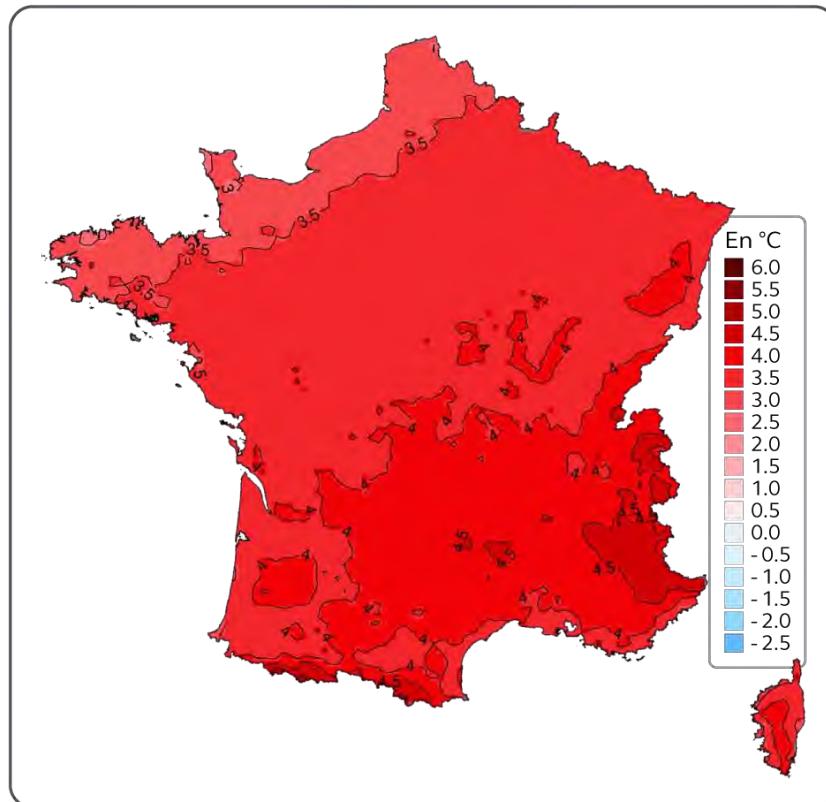
Écart de température moyenne [°C] : différence entre la période considérée et la période de référence

Pour le RCP4.5 : Scénario avec une politique climatique visant à stabiliser les concentrations en CO2

Horizon lointain (autour de 2085) - Moyenne annuelle

Produit multi-modèles de DRIAS-2020 : médiane de l'ensemble

Carte n° 4 : augmentation des températures en France métropolitaine à échéance 2085 sur la base du scénario RCP 8.5 d'évolution des émissions de GES du 5^{ème} rapport du GIEC



Source : Météo France, projections DRIAS 2020

Notes de lecture :

Écart de température moyenne [°C] : différence entre la période considérée et la période de référence

Pour le RCP8.5 : Scénario sans politique climatique

Horizon lointain (autour de 2085) - Moyenne actuelle

Produit multi-modèles de DRIAS-2020 : médiane de l'ensemble

Ces écarts de températures devraient se refléter dans l'évolution différenciée selon les régions des précipitations sur l'année, des pluies extrêmes, des vagues de chaleur, du nombre de nuits tropicales, des épisodes de sécheresse, des jours de vague de froid, de gel et des vents forts (cf. la deuxième partie ci-après).

B - Une mobilisation internationale aux effets limités

La communauté internationale s'est progressivement mobilisée d'abord pour tenter d'éviter puis, à défaut d'y être parvenue, d'atténuer le changement climatique. Trois étapes jalonnent ce processus : la Convention-cadre de 1992, le Protocole de Kyoto de 1997 et l'Accord de Paris de 2015. L'Union européenne, qui a joué un rôle important dans cette mobilisation, a traduit les accords en découlant dans des textes juridiquement contraignants pour ses membres, dont il résulte des engagements différenciés pour chacun d'eux. Pour autant, cette mobilisation internationale s'avère à ce jour insuffisante pour atteindre les objectifs de l'Accord de Paris.

1 - Les accords internationaux sur le climat

La Convention-cadre des Nations-Unies sur les changements climatiques est l'une des trois⁵⁵ « conventions de Rio » adoptées pendant le Sommet de la Terre de 1992. Entrée en vigueur en 1994, elle n'a demandé qu'aux pays développés, dits « de l'Annexe I », membres de l'OCDE ou, à l'époque, en transition vers l'économie de marché s'agissant des pays d'Europe centrale et orientale, considérés comme historiquement responsables du changement climatique d'origine anthropique, de ramener d'ici 2000 leurs émissions de GES à leurs niveaux de 1990.

Le Protocole de Kyoto, adopté en 1997 lors de la troisième conférence des parties (COP) à la Convention cadre et entré en vigueur en 2005, a rendu cette dernière plus contraignante en assignant comme objectif aux pays de l'Annexe I la réduction, entre 2008 et 2012, d'au moins 5 % par rapport à leur niveau de 1990 de leurs émissions de six gaz à effet de serre. Cet objectif a été décliné en objectifs différenciés pour les 37 pays figurant à l'Annexe I.

En 2012, à la suite de l'échec de la COP 15 de Copenhague en 2009, un amendement au Protocole de Kyoto dit « amendement de Doha » a fixé de nouveaux engagements à ces pays sur une nouvelle période allant jusqu'en 2020, en échange de l'engagement d'une négociation devant aboutir à un nouvel accord climatique de portée plus générale⁵⁶.

⁵⁵ Les deux autres étant la convention sur la diversité biologique et celle sur la lutte contre la désertification.

⁵⁶ À noter l'absence de ratification du Protocole par les Etats-Unis, le retrait du Canada en 2011 et le refus de certaines parties de prendre des engagements pour une nouvelle période.

L'Accord de Paris, fruit de ce processus de négociation, a été adopté en décembre 2015 par 196 parties, lors de la 21^{ème} conférence des parties à la Convention-cadre, la « COP 21 », et est entré en vigueur en novembre 2016. Prenant acte du changement climatique en cours, cet Accord de Paris donne comme objectif de maintenir l'augmentation de la température moyenne mondiale « *bien au-dessous de 2° au-dessus des niveaux pré-industriels et de poursuivre les efforts pour limiter l'augmentation de la température à 1,5° au-dessus des niveaux pré-industriels* ». L'objectif n'est ainsi plus d'empêcher le changement climatique mais d'en limiter l'ampleur.

Cet Accord concerne à présent toutes les parties⁵⁷ et non plus uniquement les pays dits de l'Annexe I. Cette évolution était devenue nécessaire pour qu'une politique climatique mondiale ait une chance de succès au regard de l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre de pays intermédiaires comme la Chine, devenue depuis 2006 premier émetteur mondial et désormais à l'origine de l'ordre de 30 % des émissions annuelles mondiales, comme le montre le tableau suivant pour le CO₂.

Tableau n° 10 : répartition géographique des émissions de CO₂ dans le monde, en millions de tonnes

	1990	2019	Part 2019 (%)	Évolution 1990-2019 (%)
États-Unis	5 065	5107	13,4	+ 6,3
Brésil	228	477	1,2	+109,2
UE à 27	3 821	2 939	7,7	-23,1
Dont Allemagne	1 018	703	1,8	-31,0
Dont France	390	322	0,8	-17,3
Dont Italie	430	332	0,9	-22,9
Royaume-Uni	588	365	1,0	-37,9
Chine	2 405	11 535	30,3	+379,7
Inde	600	2 597	6,8	+ 333,0
Japon	1 149	1 154	3,0	+ 0,4
Total pays de l'annexe I	15 004	13 212	34,8	-11,9
Total pays hors annexe I	7 050	23 447	61,7	+232,6
Monde	22 683	38 017	100	+67,6

Sources : ministère de la transition énergétique – Chiffres clés du climat, 2022

Nb : l'écart entre l'addition Annexe I plus hors Annexe I et le total monde provient des trafics aériens et maritimes internationaux.

⁵⁷ Les Etats-Unis ont « réintégré » l'Accord de Paris en février 2021.

L'Accord de Paris fonctionne par périodes de cinq ans : des actions climatiques de plus en plus ambitieuses sont obligatoirement présentées par chaque pays, également invité à élaborer, sur une base volontaire, des stratégies à long terme de réduction de ses émissions. À partir de 2024, chaque pays devra rendre compte des progrès réalisés. Des recommandations pourront être adressées à certains d'entre eux pour les pousser à élaborer des plans renforcés de réduction de leurs émissions. Il ne s'agit donc plus d'arrêter en amont des objectifs précis par pays mais de piloter une stratégie globale compatible avec l'objectif commun de limitation de l'ampleur du changement climatique. Les COP successives intervenues depuis l'Accord de Paris s'efforcent de mettre en œuvre l'ensemble des éléments techniques qu'il comprend, comme les financements pour les pays les plus vulnérables lors de la COP 27 de 2022.

2 - Le rôle moteur de l'Union européenne

Depuis l'origine, l'Union européenne a été motrice dans la mobilisation internationale. La France y a pris une part importante, à Kyoto et en organisant la COP 21 à Paris. À chaque étape, l'Union a pris pour elle-même des engagements de réduction élevés.

Ainsi, dans le cadre du Protocole de Kyoto, l'Union européenne et ses quinze membres de l'époque ont accepté un objectif de baisse moyenne de leurs émissions de 8 %, au-delà des 5 % prévus pour les pays de l'Annexe I. En 2012, dans le cadre de l'amendement de Doha, l'Union européenne s'est engagée à réduire ses émissions de 20 % en 2020 par rapport à 1990. L'Accord de Paris a marqué une accélération importante : l'Union européenne s'est alors engagée à réduire ses émissions de GES de 40 % par rapport aux niveaux de 1990 d'ici à 2030.

En 2019, l'Union européenne a complété cet objectif, en se donnant pour ambition d'atteindre la neutralité carbone d'ici à 2050. Pour y parvenir, elle a lancé le « Pacte vert » pour l'Europe, qui mêle déclinaisons sectorielles et plans de financement, puis a transformé l'engagement de neutralité carbone d'ici 2050 en obligation contraignante, par la « *loi européenne sur le climat* » adoptée le 24 juin 2021⁵⁸.

Celle-ci fixe un nouvel objectif intermédiaire : il s'agit désormais d'obtenir une baisse des émissions d'au moins 55 %, et non plus de 40 %, d'ici à 2030. Pour atteindre ce résultat, la Commission européenne a présenté le 14 juillet 2021 un paquet législatif dit « *Fit for 55* » d'ajustement à cet objectif de réduction de 55 %, adopté en avril 2023. Il comporte notamment un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières de l'UE.

⁵⁸ Règlement du Parlement européen et du Conseil du 24 juin 2021 établissant le cadre requis pour parvenir à la neutralité climatique, dite « *loi européenne sur le climat* ».

3 - La traduction pour la France des engagements de l'Union européenne

Dans le cadre du Protocole de Kyoto comme de l'Accord de Paris, l'Union européenne a pris un engagement global (la « bulle » européenne), réparti entre ses membres de façon différenciée. Dans un premier temps, les efforts demandés à la France sont restés limités. Il n'en est plus de même aujourd'hui.

Ainsi, en 1997, pour un objectif moyen de réduction de émissions de GES de 8 % entre 2008 et 2012 par rapport à 1990, celui de la France était de 0 %, compte tenu de son niveau relatif d'émissions par rapport à d'autres pays membres⁵⁹. Dans le même temps, l'Allemagne se voyait attribuer une baisse de 21 %, le Royaume-Uni de 12,5 %.

Puis, dans le cadre de l'amendement de Doha, la réduction moyenne de 20 % pour l'UE s'est traduite pour notre pays par un engagement de réduction de 14 % par rapport à 2005, au regard de la nécessité d'accentuer pour tous les États membres la réduction globale des émissions.

Les émissions de GES sur le territoire français ont effectivement reculé au cours des trente dernières années dans des proportions conformes aux objectifs fixés. Elles ont ainsi baissé de 20 % de 1990 à 2019, passant, en équivalent tonnes de CO₂⁶⁰, de 544 à 436 millions de tonnes⁶¹, dont pour ce dernier chiffre environ 75 % au titre du dioxyde de carbone et 13 % au titre du méthane⁶². L'empreinte carbone de la France, incluant les échanges internationaux, est quant à elle estimée à 618 millions de tonnes équivalents CO₂ en 2019 et 604 en 2021. Elle diminue depuis 2010.

Ce rythme de réduction des émissions devra s'accentuer à l'avenir. Dans un premier temps, la France s'est engagée, en cohérence avec l'Accord de Paris et au travers de la loi de transition écologique pour la croissance verte de 2015, à réduire ses émissions de GES de 40 % (comme l'engagement initial de l'UE) en 2030 par rapport à 1990. Avec la loi

⁵⁹ Du fait notamment de la part en France d'électricité décarbonée d'origine nucléaire et hydraulique, au regard d'une production d'électricité reposant encore largement à l'époque sur le charbon dans d'autres pays d'Europe.

⁶⁰ Hors prise en compte du secteur dit UTCATF (utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie) qui vient pour notre pays réduire les émissions brutes de GES au titre des puits de carbone. Ces derniers sont toutefois de moins en moins efficaces sur notre territoire ; les méthodologies de calcul pour ce secteur sont par ailleurs en cours de révision à la demande du GIEC.

⁶¹ Celles pour 2022 sont provisoirement estimées à 403,8 millions de tonnes ; celles pour 2020 et 2021 sont moins représentatives du fait de la crise sanitaire.

⁶² Ministère de la transition énergétique, *chiffres clé du climat*, édition 2022.

relative à l'énergie et au climat adoptée le 8 novembre 2019, elle s'est par la suite engagée à atteindre la neutralité carbone en 2050, conformément à l'objectif arrêté par l'UE cette même année.

La loi européenne sur le climat de 2021, réhaussant l'objectif européen à une baisse d'au moins 55 % d'ici à 2030, puis l'adoption du paquet législatif dit « *Fit for 55* » amènent à accentuer à nouveau le niveau national de réduction des émissions de GES pour 2030.

Le Haut conseil pour le climat (HCC)⁶³ a ainsi souligné, dans ses rapports annuels 2022 et 2023, que ces textes impliqueraient un renforcement de l'objectif de réduction des émissions brutes de la France à hauteur de – 50 % en 2030 par rapport à 1990. Cela nécessiterait un doublement du rythme actuel de réduction de nos émissions de GES, d'environ 9 Mt éqCO₂ en moyenne par an, à 17 Mt éqCO₂.

La Première ministre a annoncé le 22 mai 2023 retenir cet objectif de baisse de 50 % qui devrait ainsi être inscrit dans la prochaine loi de programmation pour l'énergie et le climat.

4 - Des efforts internationaux aux résultats pour l'instant insuffisants

Le Protocole de Kyoto s'est effectivement traduit par une réduction des émissions de GES des pays de l'Annexe 1 supérieure à l'objectif qui leur avait été assigné à l'échéance de 2020, pour l'essentiel grâce aux résultats obtenus par les membres de l'Union européenne (les émissions de l'UE à 27 ont diminué de 23 % entre 1990 et 2019). Dans le même temps, les émissions des pays intermédiaires ont considérablement augmenté, comme celles de l'ensemble du monde sous cet effet (cf. le tableau n° 2 ci-dessus).

Cela ne signifie pas une absence d'effort de la part de ces pays : on relève parmi des pays fortement émetteurs une diminution du niveau d'émissions de GES par point de produit intérieur brut entre 1990 et 2019 : - 66 % en Chine, - 25 % en Inde, à comparer à – 54 % aux Etats-Unis, - 56 % pour l'UE à 27 et – 49 % pour la France⁶⁴.

⁶³ Institué par le décret du 14 mai 2019, le HCC est un organisme indépendant, chargé d'évaluer la stratégie du Gouvernement en matière de climat et sa cohérence avec les engagements européens et internationaux de la France.

⁶⁴ Source : *chiffres clés du climat* 2022 précités.

Mais, comme le soulignent le GIEC et plus récemment l'ONU⁶⁵, l'addition de l'ensemble des engagements souscrits à ce jour par les parties prenantes, dont désormais les pays en développement, ne permet pas à ce stade de respecter l'ambition de l'Accord de Paris de limiter le réchauffement à 1,5 ou 2 °C supplémentaires par rapport aux niveaux pré-industriels. Il est peu probable, au regard de la brièveté des délais, que des engagements additionnels d'autres parties permettent d'enclencher dès 2025 une baisse mondiale des émissions de GES et d'obtenir une réduction pour l'ensemble du monde de 20 à 40 % en 2030, taux de diminution respectivement nécessaires désormais pour limiter le réchauffement à 2 °C et 1,5 °C.

Il n'est pas trop tard pour espérer stabiliser le climat dans le courant du siècle. Il est toutefois à craindre, selon ces rapports, que cette stabilisation intervienne à un niveau de température moyenne pour l'ensemble de la planète sensiblement plus élevé que les 1,5 à 2 °C escomptés en 2015.

Il est donc utile, pour apprécier ce à quoi il va falloir s'adapter tout au long du XXI^e siècle, d'être attentif aux scénarios du GIEC plus pessimistes que celui correspondant au respect de l'Accord de Paris, en particulier le scénario intermédiaire SSP2-4,5, le plus proche des trajectoires et engagements actuels.

II - Des politiques d'adaptation progressivement élaborées à décliner dans les territoires

Les politiques d'adaptation présentent des caractéristiques communes. Elles sont plus progressives que les politiques d'atténuation et, au regard des effets variés du changement climatique, elles sont nécessairement territorialisées. Dès la Convention-cadre de 1992, la nécessité de s'adapter à ces effets a été identifiée. Le cadre des politiques d'adaptation ne s'est toutefois développé, en France comme ailleurs, que plus récemment.

A - Une adaptation aux effets du changement climatique complexe et multiforme

Engager et mener une politique d'adaptation suppose, pour en assurer l'efficacité, de la définir, d'en apprécier les principales caractéristiques et d'en préciser les différentes démarches.

⁶⁵ Premier bilan mondial (« *Global stocktake* ») des efforts accomplis depuis 2015 pour respecter l'Accord de Paris, publié le 8 septembre 2023, en vue de la COP 28.

1 - Les caractéristiques des politiques d'adaptation

La définition de l'adaptation retenue au plan international a été progressivement précisée dans les rapports successifs du GIEC, comme cela est rappelé en introduction. Plusieurs concepts sont généralement utilisés pour caractériser les politiques d'adaptation.

Adaptation, mal-adaptation et mesures sans regret

Les démarches d'adaptation peuvent prendre plusieurs formes. On distingue ainsi :

- *l'adaptation autonome ou spontanée*, en réponse à la survenance d'un aléa climatique, sans pré-méditation explicite ;
- *l'adaptation incrémentale*, au travers de mesures ayant pour objectif principal le maintien de la nature et de l'intégrité d'un système ou d'un processus à une échelle donnée ;
- *l'adaptation transformationnelle*, qui change les éléments fondamentaux d'un système en réponse à l'évolution du climat et à ses effets.

Caractériser ces différentes formes de démarches d'adaptation permet de mieux prendre en compte ce qui peut relever des acteurs privés ou découler de l'action publique. Cela est également utile à l'élaboration de plans d'action, à l'évaluation du coût de l'adaptation et à l'appréciation de la répartition de sa prise en charge financière.

Le concept de mal-adaptation est également utilisé pour désigner un changement opéré dans les systèmes naturels ou humains qui font face au changement climatique et qui conduit de manière non intentionnelle à augmenter la vulnérabilité au lieu de la réduire. La mal-adaptation peut se traduire de différentes façons :

- *une utilisation inefficace des ressources* comparée à d'autres options d'utilisation, comme recourir à la climatisation plutôt qu'à l'isolation ;
- *une réduction des marges d'adaptation future* par des mesures réduisant la flexibilité d'un système ;
- *une erreur de calibrage* entraînant une sous-adaptation et nécessitant des interventions ultérieures qui auraient pu être évitées. Dans un contexte d'incertitude à l'égard de l'ampleur future du changement climatique, l'erreur de calibrage constitue un risque important de mal-adaptation.

Le risque de mal-adaptation est un enjeu important dans la durée pour les finances publiques nationales et locales.

Le concept de mesures sans regret est retenu face à ce risque de mal-adaptation : ces mesures permettent de réduire dans la durée la vulnérabilité au changement climatique quelles que soient les évolutions ultérieures du climat.

Sources : GIEC, Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires

Les politiques d'adaptation au changement climatique sont progressives et s'inscrivent dans des échelles de temps différentes selon les effets du changement climatique.

Ensuite, le changement climatique suppose de s'adapter à trois types de phénomènes :

- des températures globalement plus élevées ;
- des modifications physiques structurelles à long terme en découlant, comme la hausse du niveau de la mer, la fonte des glaciers et le dégel du pergélisol ;
- des événements climatiques ponctuels mais extrêmes : vagues de chaleur, sécheresses, pluies extrêmes, tempêtes, cyclones, inondations de grande ampleur, submersions, etc.

Au regard de ces phénomènes variés, les politiques d'adaptation sont nécessairement territorialisées : chaque pays, chaque région, chaque territoire doit s'adapter à l'évolution de son environnement. L'adaptation en France métropolitaine ne sera pas la même que celle de chacun des territoires d'outre-mer ; les communes littorales sont confrontées à d'autres défis, au regard de la hausse du niveau de la mer, que les communes de montagne devant faire face à la diminution de la couverture neigeuse en hiver ; les métropoles doivent affronter le phénomène des îlots de chaleur quand les zones rurales sont confrontées aux effets de la sécheresse et à la problématique du partage de l'eau.

De plus, certains territoires doivent s'adapter, à l'échelle réduite d'un département par exemple, à de multiples effets du changement climatique, dont le cumul peut fragiliser l'ensemble d'un tissu économique et social local.

Il faut en outre tenir compte de la nécessité d'assurer la résilience d'ensemble d'infrastructures connectées entre elles (par exemple, le réseau électrique et le réseau ferré), et non uniquement de chacune d'elles.

Les politiques d'adaptation sont ainsi structurellement complexes et différentes d'un territoire à l'autre. Le succès d'une politique d'adaptation à un endroit donné a globalement peu d'effet positif sur celui d'un territoire limitrophe, à chacune des échelles, même s'il peut exister des interdépendances ponctuelles entre eux, par exemple en termes de disponibilité globale des productions agricoles, ou transfrontalières notamment au regard du niveau des fleuves. Quoi qu'il en soit, aucun territoire, à aucune échelle, ne peut compter échapper à ses propres problématiques d'adaptation.

Ces caractéristiques emportent aussi des conséquences importantes pour l'appréciation des moyens budgétaires devant être mobilisés par l'ensemble des acteurs.

Mener des politiques d'adaptation efficaces et cohérentes sera d'autant plus assuré qu'il sera possible d'en programmer les coûts dans la durée pour les finances publiques nationales et locales. Cette appréciation est elle-même rendue délicate par :

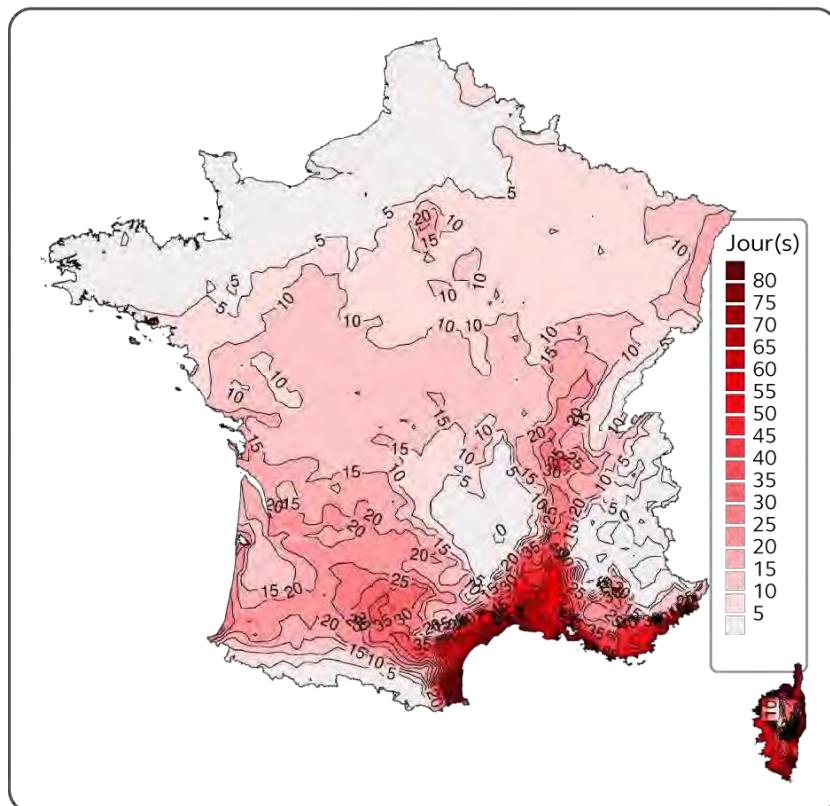
- le grand nombre et la variété des domaines affectés par le changement climatique ;
- la temporalité différente des divers effets de ce changement, globalement et par territoire ;
- et par le fait que, selon les sujets et les échéances, les politiques d'adaptation se traduiront soit par des mesures de corrections, immédiates ou étalées dans le temps et dans tous les cas coûteuses (par exemple pour réduire les températures des bâtiments ou de villes grâce à leur végétalisation ou leur meilleure isolation), soit par des décisions prenant en compte l'évolution du climat, sans entraîner de surcoût important (par exemple en évitant de construire en bord de littoral de nouveaux équipements, destinés à fonctionner encore à la fin du siècle voire au-delà, sans tenir compte de la hausse potentielle du niveau de la mer à cette échéance).

2 - Des politiques d'adaptation nécessitant une connaissance fine des vulnérabilités climatiques

Mener une politique d'adaptation à une échelle donnée suppose de disposer d'un état des lieux des vulnérabilités climatiques détaillé à ce même niveau, pour éclairer les décisions à prendre.

Le portail DRIAS développé par Météo France en lien avec les laboratoires de recherche sur le climat (cf. la première partie) montre comment les écarts d'évolution des températures selon les régions en France métropolitaine pourraient se refléter dans l'évolution différenciée des précipitations sur l'année, des pluies extrêmes, des vagues de chaleur, du nombre de nuits tropicales, des épisodes de sécheresse, des jours de vague de froid, de gel et des vents forts, en fonction des scénarios du GIEC et d'ici la fin du siècle.

Les cartes suivantes illustrent ces projections, pour le scénario intermédiaire RCP 4.5 du 5^{ème} rapport du GIEC, en ce qui concerne le nombre de nuits tropicales, de jours avec sol sec et les précipitations extrêmes.

Carte n° 5 : nombre de nuits tropicales à la fin du siècle

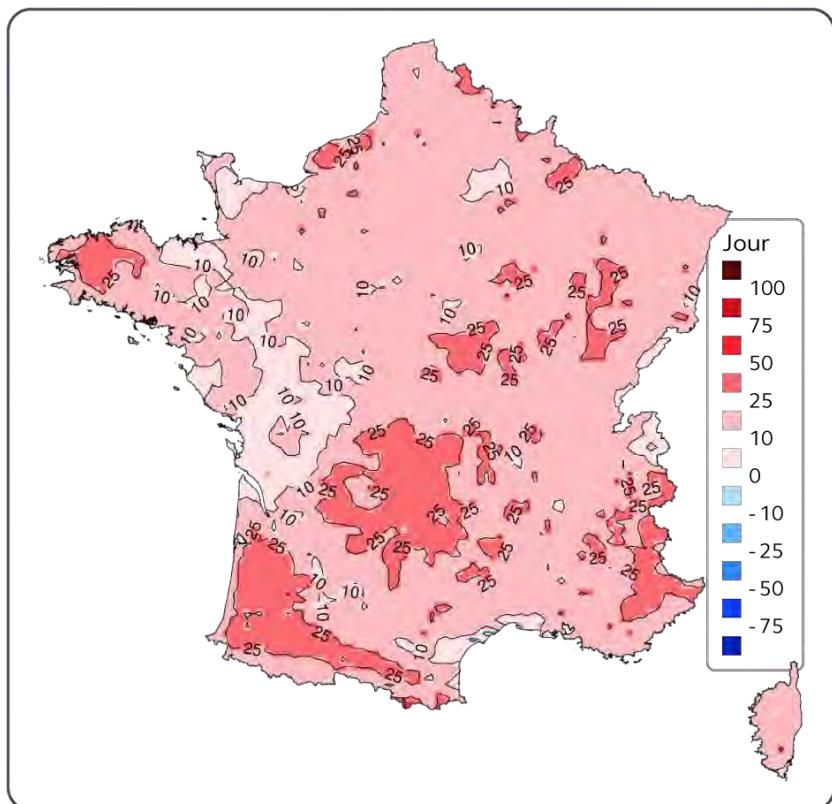
Source : Météo France, projections DRIAS 2020

Notes de lecture : on appelle « nuit tropicale » un épisode climatique où la température ne descend pas en dessous de 20 °C pendant la nuit dans les régions tempérées (donc hors des zones tropicales).

Pour le RCP4.5 : Scénario avec une politique climatique visant à stabiliser les concentrations en CO₂

Horizon lointain (2071-2100) - Moyenne actuelle

Produit multi-modèles de DRIAS-2020 : médiane de l'ensemble

Carte n° 6 : évolution d'ici la fin du siècle du nombre de jours avec sol sec

Source : Météo France, projections DRIAS 2020

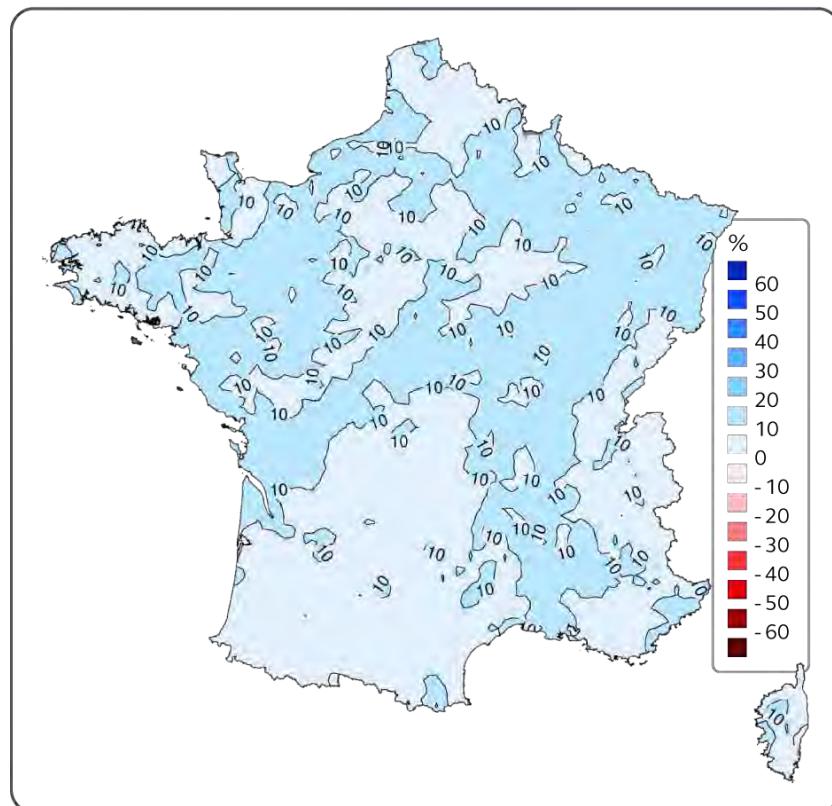
Notes de lecture :

Écart du nombre de jours avec sol sec (SWI < 0.4) : différence entre la période considérée et la période de référence

Pour le RCP4.5 : Scénario avec émissions modérées

Horizon lointain (2071-2100) - Moyenne actuelle

Produit multi-modèles : médiane de l'ensemble modèle hydrologique SIM2 forcé par l'ensemble DRIAS-2020

Carte n° 7 : évolution d'ici la fin du siècle des précipitations extrêmes

Source : Météo France, projections DRIAS 2020

Notes de lecture :

Écart relatif des précipitations extrêmes : différence entre la période considérée et la période de référence

Pour le RCP4.5 : Scénario avec une politique climatique visant à stabiliser les concentrations en CO₂
Horizon lointain (2071-2100) - Moyenne actuelle

Produit multi-modèles de DRIAS-2020 : médiane de l'ensemble

La combinaison des projections, pour chacun des effets du changement climatique, sur un territoire donné, permet ainsi d'apprécier l'ensemble des évolutions auxquelles il risque d'être confronté et de tenter de définir un ordre de priorité des actions à mener.

Toutefois, Météo France souligne que les degrés d'incertitude en termes d'ampleur de chacun de ces effets sont sensiblement plus élevés que ceux concernant l'évolution des températures en fonction des scénarios du GIEC. Leur combinaison accroît cette incertitude globale pour chaque territoire.

Aussi, malgré l'importance des travaux menés en France et des résultats déjà obtenus pour mieux appréhender les conséquences à moyen et long terme du changement climatique, il n'est pas toujours possible de disposer d'une connaissance précise des risques encourus à l'échelle d'un territoire. Les politiques d'adaptation seront durablement confrontées à cette difficulté, découlant de l'incertitude des projections climatiques. Cela peut influer sur la nature des décisions prises en termes d'adaptation, par exemple en privilégiant celles « sans regret », comme la réduction de la consommation d'eau.

Dans ce contexte, des acteurs publics ont présenté des méthodologies permettant de structurer une démarche d'adaptation à partir d'une évaluation des vulnérabilités, d'une priorisation des efforts de résilience à mener et d'un suivi des décisions adossé à des indicateurs.

Dès 2004, l'Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (Onerc) publiait ainsi un guide pour l'adaptation à l'attention des collectivités locales. Dans un rapport de 2022, l'Onerc distingue plusieurs façons d'appréhender les impacts du changement climatique, par un territoire, un écosystème d'acteurs ou encore une organisation. L'Ademe a développé plusieurs outils d'aide à la décision en matière d'adaptation. Le Cerema⁶⁶ a également présenté en 2020 le guide « *Les boussoles de la résilience* » qui a vocation à aider les collectivités locales et l'ensemble des acteurs d'un territoire à renforcer leur résilience face au changement climatique, par une meilleure anticipation des transformations à mener pour réduire à terme les vulnérabilités.

La direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) a en outre confié au Cerema le développement, en lien avec l'Ademe et Météo France, d'un centre de ressources sous forme de plateforme numérique, recensant les méthodologies, bonnes pratiques et références disponibles⁶⁷. Au total, la ressource mise à la disposition de l'ensemble des acteurs devant élaborer et mettre en œuvre des politiques d'adaptation est dès à présent substantielle.

Les politiques d'adaptation progressivement mises en œuvre s'inscrivent parfois dans des politiques de prévention des risques préexistantes, qui sont alors renforcées. Il n'est pas toujours simple, y compris pour les décideurs, d'identifier précisément ce qui aurait été entrepris de toute façon dans le cadre du renforcement tendanciel de ces politiques de prévention, de ce qui relève de la prise en compte des effets du changement climatique. Cela rend notamment plus difficile l'identification de l'impact pour les finances publiques de ces politiques d'adaptation.

⁶⁶ Le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement est un établissement public tourné vers l'appui aux politiques publiques, placé sous la tutelle du ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires.

⁶⁷ Il s'agit de l'une des mesures prévues par le PNACC 2.

Enfin, dans la mesure où les aléas climatiques s'accentueront, le renforcement des politiques de réduction des vulnérabilités ne dispensera pas de celui des dispositifs de gestion de crise, ni de débats sur la définition du niveau de sécurité visé au regard des risques identifiés. Car s'il est concevable de ne pas retenir les scénarios les plus pessimistes dans des politiques sectorielles ou locales d'adaptation, cela nécessite cependant d'assumer le risque en découlant et de mettre en place des politiques de gestion de crise pour y faire face le cas échéant.

B - L'adaptation, une nécessité bien identifiée, des cadres de mise en œuvre progressivement élaborés

Dès la Convention-cadre de 1992, la nécessité de s'adapter aux effets du changement climatique a été identifiée comme un sujet important. Le cadre des politiques d'adaptation ne s'est toutefois développé, en France comme ailleurs, que progressivement.

1 - L'adaptation, un objectif international

Dès 1992, la vulnérabilité de tous les pays du monde aux effets du changement climatique a été soulignée. La Convention-cadre a ainsi appelé à des efforts notamment en faveur des pays en développement qui peuvent ne pas avoir les moyens d'y faire face. Cinq ans plus tard, le Protocole de Kyoto a encouragé à son tour l'ensemble des Parties à élaborer « *des mesures destinées à faciliter une adaptation appropriée* » aux changements climatiques. Le 3^{ème} rapport du GIEC, publié en 2001, a posé plus fortement la question de l'adaptation au plan international.

Il a toutefois fallu attendre la COP 16, en 2010 pour que soit défini le Cadre d'adaptation de Cancun. L'Accord de Paris est ensuite venu fournir un cadre renouvelé pour le soutien financier, technique et de renforcement des capacités aux pays qui en ont besoin pour améliorer leur résilience au changement climatique.

Le 6^{ème} rapport du GIEC, dont le deuxième volet est consacré aux questions de vulnérabilité et d'adaptation, a à nouveau insisté sur la fragilité des pays en développement et souligné la nécessité que l'adaptation devienne une priorité politique de même niveau que les politiques de décarbonation. Il a également mis en évidence le fait que certaines conséquences du changement climatique sont d'ores et déjà irréversibles, par exemple pour des petits États insulaires devant organiser des déplacements de population.

Pour l'Union européenne, ce n'est qu'en 2013 qu'une première stratégie d'adaptation a été publiée. Elle a appelé à mettre en œuvre des actions aux échelles locale, régionale, nationale et européenne, en se focalisant sur les secteurs-clés les plus vulnérables et en mobilisant pour cela les fonds européens. Une seconde stratégie, « *Bâtir une Europe résiliente* », publiée en 2021, invite à accélérer et généraliser les démarches d'adaptation.

Le thème de l'adaptation est désormais largement évoqué au plan international et tend à prendre autant d'importance que celui de l'atténuation. C'est avec un décalage temporel important, dans le monde et en Europe, qu'ils ont été respectivement traités.

Dans une première période, celle de la Convention-cadre de 1992 et du Protocole de Kyoto, la réalité du changement climatique était mise en évidence, notamment la hausse des températures mais ses effets visibles étaient encore limités. Nombreux étaient alors ceux parmi les décideurs qui considéraient que le changement climatique ne commencerait à entraîner de graves conséquences que dans la seconde moitié du XXI^e siècle, laissant le temps de développer ultérieurement des politiques d'adaptation.

Dans un second temps, même après que des événements climatiques extrêmes ont commencé à se multiplier, les politiques d'adaptation ont été considérées, dans de nombreux pays et par de nombreux acteurs, comme une forme de renoncement à l'atténuation du changement climatique.

2 - Le cadre de mise en œuvre des politiques d'adaptation en France

Plusieurs étapes jalonnent la construction des politiques d'adaptation dans notre pays depuis une vingtaine d'années. Le plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) en constitue le cadre général, auquel s'ajoutent des stratégies sectorielles et des schémas territoriaux.

a) La création de l'Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (Onerc) en 2001 et l'adoption de la Stratégie nationale d'adaptation en 2006

L'Onerc, créé par la loi n° 2001-153 du 19 février 2001, a reçu comme première mission de documenter et de diffuser les données relatives à l'impact du changement climatique en France. Initialement autonome, l'observatoire a été rattaché en 2008 à la direction générale de l'énergie et du climat (DGEC). Depuis le 1^{er} juillet 2023, ses missions ont été reprises

par le bureau adaptation au changement climatique de la DGEC⁶⁸, cette dernière pilotant la politique nationale d'adaptation comme l'ensemble de la politique climatique. Cet observatoire a joué un rôle important dans la préparation, la coordination ou l'évaluation des premiers plans nationaux en matière d'adaptation.

La première stratégie nationale d'adaptation a été adoptée en novembre 2006⁶⁹. Elle a retenu neuf axes stratégiques⁷⁰ et développé quatorze analyses sectorielles ; l'ensemble était assorti de 43 recommandations qui s'adressaient, selon les cas, à l'État, à ses opérateurs, aux collectivités locales et aux acteurs économiques.

Toutefois, elle se présentait plus comme un rapport à l'attention des décideurs que comme une véritable stratégie nationale : elle insistait en conclusion sur la nécessité d'élaborer un véritable plan national d'adaptation, priorisant les actions à mener et énonçant les responsables chargés de les mener.

b) Le premier plan national d'adaptation pour la période 2011-2015

La loi n° 2009-67 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement a répondu à cet appel, en prévoyant dans son article 42 la préparation pour 2011 d'un plan national d'adaptation pour les différents secteurs d'activité.

La communauté française des sciences du climat⁷¹ a été mobilisée par le ministère chargé de l'environnement en 2010, afin de produire, sous la direction de M. Jean Jouzel, une évaluation scientifique des conditions climatiques de la France au XXI^e siècle qui puisse servir de base à l'élaboration des mesures d'adaptation de la part de l'État, des collectivité locales et des acteurs économiques. Ces travaux⁷² ont été publiés en cinq volumes successifs de 2011 à 2015 : trois d'entre eux (volumes I, II et IV) présentent des scénarios régionalisés, les deux autres (volumes III et V) portent sur les enjeux pour les côtes françaises de l'élévation du niveau de la mer.

⁶⁸ Dans le cadre d'une réorganisation de son organigramme et la transformation de son service en charge du climat en direction d'administration centrale.

⁶⁹ La Finlande avait été le premier pays d'Europe à présenter en 2005 une stratégie comparable.

⁷⁰ Développer la connaissance ; consolider le dispositif d'observation ; informer, former, sensibiliser tous les acteurs ; promouvoir une approche adaptée aux territoires ; financer les actions d'adaptation ; utiliser les instruments législatifs et réglementaires ; favoriser les approches volontaires et le dialogue avec les acteurs privés ; tenir compte de la spécificité de l'outre-mer ; contribuer aux échanges internationaux.

⁷¹ À l'époque CNRS/INSU/IPSL, LGGE, Météo France, BRGM, CEA, CETMEF, CNES.

⁷² *Le climat de la France au XXI^e siècle*, DGEC.

S'appuyant sur les premiers travaux de cette mission, le premier plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) a été adopté en juillet 2011, en même temps que le premier plan en la matière de l'Allemagne et un an avant celui du Royaume-Uni.

Couvrant la période 2011-2015, il a été d'emblée prévu qu'il fasse l'objet d'une revue à mi-parcours, en 2013, pour en vérifier l'articulation avec les schémas régionaux du climat, de l'air et de l'énergie (SRCAE) et les plans climat-énergie territoriaux (PCET)⁷³ devant être développés au titre de la loi Grenelle du 12 juillet 2010.

Conformément au souhait exprimé en conclusion de la stratégie de 2006, ce premier plan identifie 20 domaines (de l'eau au littoral et à la montagne, de la forêt à l'urbanisme, de l'énergie aux infrastructures de transport, de la santé à la biodiversité, etc.), pour lesquels quatre à six actions sont à chaque fois retenues, elles-mêmes déclinées en quelques mesures concrètes, soit 242 au total. Pour chacune d'elles, des responsables (pilotes et partenaires) sont identifiés (directions d'administration centrale et opérateurs de l'État), des échéanciers établis et des indicateurs de suivi présentés. Le coût de leur mise en œuvre était estimé à environ 170 M€.

Le rapport d'évaluation du PNACC 1 à mi-parcours, publié en décembre 2013, a présenté l'état d'avancement de chacune de ces mesures. 86 % d'entre elles avaient alors commencé à être mises en œuvre. Il était toutefois estimé que si 60 % atteindraient leur objectif, cela pourrait ne pas être le cas pour 35 % des mesures du plan. Comme prévu, cette évaluation a également analysé son articulation avec les premiers schémas ou plans adoptés par les collectivités locales, dont le rapport a souligné à la fois la forte hétérogénéité sur le fond et la forme et une prise en compte fréquente des questions d'adaptation.

Pour éclairer les objectifs et les conditions de réalisation d'un nouveau plan, le Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD)⁷⁴ a été chargé en juin 2015 de procéder à une évaluation externe du PNACC 1.

Le rapport remis en novembre 2015 souligne en premier lieu les résultats positifs du PNACC 1 : 75 % des 242 mesures retenues ont été mises en œuvre ou étaient proches de l'être complètement. Il montre aussi les progrès réalisés en termes de connaissance : les volumes IV et V du *Climat de la France au XXI^e siècle* et la diffusion des données par le portail

⁷³ Les SRCAE ont depuis lors été intégrés dans les schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) et les PCET dans les plans climat-air-énergie territoriaux (PCAET).

⁷⁴ Le CGEDD est depuis devenu l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable (IGEDD).

DRIAS permettent à chacun de constater les évolutions climatiques auxquelles la France pourrait être confrontée. Il en est de même pour les outils de planification, à travers l'élaboration d'une stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte (SNGITC) ou l'intégration de la hausse du niveau de la mer dans les plans de prévention des risques littoraux (PPRL).

Cette évaluation relève en revanche que, dans l'esprit de la stratégie de 2006, le PNACC 1 a cherché à traiter de façon trop exhaustive et insuffisamment hiérarchisée l'ensemble des aspects identifiés.

Elle préconise pour l'avenir de piloter de façon plus stratégique et transverse trois grandes priorités : la ressource en eau disponible au regard des économies d'eau incontournables dans certains sous-bassins déficitaires ; l'adaptation en zone littorale pour mieux affronter les relocalisations d'activités ; et l'adaptation des villes et de l'espace public face aux canicules. Elle recommande un pilotage plus interministériel des politiques d'adaptation.

Cette évaluation relève également une prise en compte insuffisante des enjeux spécifiques aux outre-mer, de même que le faible degré d'entraînement des acteurs en dehors de la sphère publique. Elle préconise que le PNACC suivant soit directement décliné aux niveaux régional et intercommunal, en s'appuyant pour cela sur l'amélioration régulière des analyses régionalisées de vulnérabilité.

Enfin, en termes budgétaires, elle constate l'impossibilité de vérifier, faute d'outil de suivi pertinent, si les 170 M€ estimés en 2011 ont effectivement été dépensés.

c) Le deuxième plan national d'adaptation au changement climatique pour la période 2018-2022

À l'issue d'une phase de concertation et de préparation lancée en 2016, le PNACC 2 a été adopté en décembre 2018, pour une nouvelle période de cinq ans courant jusqu'à fin 2022.

Retenant les préconisations de la mission d'évaluation du PNACC 1, il souligne d'emblée la nécessité de mieux tenir compte de la situation des outre-mer, de mieux assurer la cohérence entre ce plan national et les déclinaisons territoriales des politiques d'adaptation, de mieux prendre en compte les questions transfrontalières, d'entraîner les acteurs économiques et enfin d'en renforcer le pilotage.

Il est recentré sur six grands domaines, regroupant 29 thèmes et correspondant à 58 actions, déclinées en 389 sous-actions opérationnelles et assorties de 104 indicateurs de suivi.

Certains de ces 29 thèmes sont identiques ou proches des 20 domaines d'action du PNACC 1. On peut toutefois relever la disparition dans le PNACC 2 de sujets comme l'énergie et l'industrie, les infrastructures de transport ou la montagne qui tenaient une place importante dans le premier plan.

Comme sa préparation a été engagée dans la foulée de l'Accord de Paris de décembre 2015, le PNACC 2 est marqué par ce dernier, indiquant que la France vise une adaptation effective dès le milieu du XXI^e siècle à un climat régional en métropole et dans les outre-mer cohérent avec une hausse des températures de 2° C au niveau mondial par rapport à l'ère pré-industrielle. Il est donc fondé sur le principe de l'atteinte, par l'ensemble des Parties, des objectifs de l'Accord de Paris et n'intègre de ce fait pas l'hypothèse d'un rehaussement des températures de 1,5° C bien avant 2050. Compte tenu du succès diplomatique de la COP 21, il aurait été en effet compliqué d'adresser à la communauté internationale un message plus alarmiste. Ses conditions d'élaboration ont ainsi été sensiblement différentes de celles du PNACC 1, qui avait été préparé dans le contexte de l'échec de la COP 15 de 2009.

Un bilan à mi-parcours du PNACC 2, réalisé par le ministère chargé de l'environnement, a été présenté au début de 2022 (à moins d'un an de la fin de sa période théorique), dans la perspective de la préparation du PNACC 3. En termes quantitatifs, ce bilan notait que sur les 389 sous-actions, 106 étaient terminées, 225 en cours de réalisation et que 58 n'avaient pas encore démarré. Ce bilan, qui se présente comme un suivi dont il est difficile de tirer des enseignements généraux, ne permettait notamment pas d'apprécier la qualité de l'articulation de l'action de l'État avec les collectivités locales au travers des SRADDET et les PCAET. Cette lacune est d'autant plus regrettable que la mise en œuvre concrète du plan repose sur des politiques territorialisées.

La direction générale de l'énergie et du climat, chargée du suivi des dépenses budgétaires de l'État au titre des 58 actions de ce plan, estime leur montant cumulé à 2,9 Md€ à la fin de 2022 pour celles qui concernent le territoire national, soit une moyenne annuelle de l'ordre de 600 M€. Ce montant n'intègre pas l'aide au développement au titre de l'action internationale du PNACC, ni les dépenses d'adaptation des entreprises publiques, ni celles engagées au niveau national dans un autre cadre que le PNACC 2, comme le plan de relance, ni naturellement celles des collectivités locales. D'ores et déjà, la création du Fonds vert annoncée en août 2022 pour aider les collectivités locales à mettre en œuvre des politiques de transition écologique, dont des politiques d'adaptation au changement climatique⁷⁵, se traduit par la mise à disposition, au total, de 2 Md€ à compter de 2023⁷⁶.

⁷⁵ Ce fonds finance également des mesures de performance environnementale et d'amélioration du cadre de vie.

⁷⁶ Ce montant devrait être porté à 2,5 Md€ en 2024.

Dans son rapport annuel de juin 2022, le HCC a quant à lui estimé que les politiques d'adaptation souffrent encore en France d'un manque d'objectifs stratégiques, de suivi et de moyens pour conduire les multiples actions et politiques nécessaires et que, malgré plusieurs avancées, celles-ci ne sont pas à la hauteur des efforts d'adaptation requis. Il appelait notamment l'attention sur le fait que la viabilité tant du système d'indemnisation dit « catastrophes naturelles » pour les particuliers et les entreprises, que des régimes spécifiques d'assurance récolte et de calamité agricole pour l'agriculture, est d'ores et déjà mise en péril par le changement climatique.

Il recommandait de faire évoluer le PNACC pour qu'il prenne la forme d'une planification nationale, avec des objectifs territorialisés, assortis de moyens adéquats, et énonçait plusieurs pistes en ce sens. Il invitait à prioriser les actions d'adaptation, à l'échelle nationale mais aussi à une échelle infranationale dans la mesure où tous les territoires ne sont pas soumis aux mêmes risques ni ne disposent des mêmes ressources pour y faire face.

Dans son avis rendu le 4 mai 2023 sur la mise en œuvre du PNACC 2 en 2022, le Conseil national de la transition écologique a pris acte des avancées intervenues dans le domaine de la formation des acteurs, de l'accès aux données climatiques utiles pour l'action et de la prise en compte des projections climatiques dans les normes et référentiels techniques. Il a toutefois réaffirmé la nécessité pour tous les secteurs économiques de davantage anticiper les conséquences du changement climatique sur la continuité et la pérennité des activités.

d) La préparation du PNACC 3 dans un cadre renouvelé

La préparation du PNACC 3, dont la publication est annoncée pour l'été 2024, s'inscrit dans un cadre profondément renouvelé en termes de scénarios d'évolution du climat.

Elle a commencé en avril 2022 : la ministre de la transition écologique a demandé à cette date à l'IGEDD de réaliser une mission d'analyse comparée des principaux pays⁷⁷ ayant une expérience forte en matière d'adaptation.

Le rapport remis en décembre 2022 comporte 13 recommandations. Il préconise que la loi définisse les grandes lignes du prochain plan d'adaptation et mentionne la référence climatique à prendre en compte. Il recommande de renforcer le pilotage interministériel du PNACC et d'en confier des responsabilités explicites aux ministères et aux agences publiques. Il souligne, à nouveau, que l'échelle de l'action en matière d'adaptation est, pour la grande majorité des sujets, l'échelle locale et, constatant l'existence dans plusieurs

⁷⁷ Les pays concernés sont : l'Allemagne, l'Autriche, l'Espagne, le Royaume-Uni, les Pays-Bas, la Suisse, le Canada et le Japon.

pays d'une communauté de travail parfois installée de longue date entre l'État et les régions, appelle à un meilleur pilotage de la cohérence de la politique nationale avec les SRADDET et les PCAET.

La principale différence par rapport au PNACC 2 tient aux scénarios climatiques qu'il est envisagé de retenir pour bâtir le PNACC 3. En février 2023, le ministre de la transition écologique et de la cohésion des territoires a en effet appelé à se préparer à un réchauffement climatique de 4 °C à la fin du siècle. La consultation publique⁷⁸ lancée le 23 mai 2023 pour définir la trajectoire de réchauffement à retenir pour élaborer le prochain plan proposait deux scénarios, à + 2 °C et + 4 °C pour le territoire de la métropole. Il est suggéré de retenir le plus pessimiste des deux, plutôt que celui fondé sur le respect de l'Accord de Paris.

Constatant que les trajectoires climatiques actuelles ne correspondent pas au respect de cet Accord (Cf. partie 1), il est ainsi proposé de s'adapter à un niveau de réchauffement mondial de 1,5 °C en 2030, 2 °C en 2050 et 3 °C en 2100, soit, pour la France métropolitaine, 2 °C en 2030, 2,7 °C en 2050 et 4 °C en 2100. Cela revient à acter le caractère quasi-inévitable désormais d'une telle hausse de 2 °C dès 2030, et non 2050.

Cette consultation identifie en outre trois grands chantiers : la mise à jour des normes techniques dans tous les domaines, l'adaptation des collectivités locales et celle des filières économiques.

Comme pour les plans précédents, l'ensemble des politiques d'adaptation menées en France ne se résumeront pas au PNACC 3. Au niveau national, s'y ajoutent des stratégies sectorielles, comme la stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte ou, plus récemment, le plan de gestion des vagues de chaleur. Au niveau local, les SRADDET, les PCAET et d'autres documents de planification, comme les schémas de cohérence territoriale (Scot) ou les plans locaux d'urbanisme intercommunaux (PLUi), auront un rôle important pour leur élaboration et leur mise en œuvre.

Si la trajectoire de réchauffement menant à 4 °C devait effectivement être retenue dans le PNACC 3 lui-même, son contenu devrait alors être sensiblement différent des deux plans précédents, au regard des actions à mener à court, moyen et long terme.

Cela pourrait également se répercuter sur son enveloppe budgétaire.

Dans une étude publiée en juin 2022⁷⁹, l'Institut de l'économie pour le climat I4CE a évalué le coût de 18 mesures d'adaptation prioritaires, mais non exhaustives, à 2,3 Md€ additionnels par an pour l'État et les collectivités locales.

⁷⁸ <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/document-reference-TRACC.pdf>

⁷⁹ <https://www.i4ce.org/publication/moyens-adaptation-consequences-changement-climatique-france/>

Dans le rapport remis à la Première ministre le 22 mai 2023 sur les incidences économiques de l'action pour le climat, M. Jean Pisani-Ferry et Mme Selma Mahfouz chiffrent ce coût additionnel, avec beaucoup de prudence au regard des difficultés méthodologiques, à 3 Md€ par an, dont 1 Md€ pour les budgets publics en 2030. Ils soulignent toutefois que le coût de l'adaptation devrait augmenter entre 2030 et 2050 en même temps que les effets du changement climatique et rappelle enfin que ces montants doivent être mis en regard de ce que risquerait de coûter à terme l'absence de politique d'adaptation, dont il rappelle qu'il encore plus difficile à estimer, mais certainement sans commune mesure.

On doit surtout relever, à ce stade, l'absence de chiffrages exhaustifs et cohérents pour l'ensemble des acteurs publics. Elle découle pour une part de la difficulté méthodologique de l'exercice et pour une autre du fait que, jusqu'à présent, la plupart des acteurs n'ont généralement pas identifié les dépenses d'adaptation au changement climatique au sein d'actions plus vastes de prévention ou de programmes d'investissement.

CONCLUSION

Il est généralement considéré que les effets du changement climatique ont deux grands types d'impact, comportant à la fois des répercussions générales sur l'activité économique et des conséquences spécifiques pour certains secteurs d'activité :

- l'impact sur les grandes infrastructures, les équipements, les villes et plus généralement l'habitat (ce qui a été construit) ;*
- l'impact sur l'environnement physique et biologique (trait de côte, forêts, cultures...) et l'impact sur les personnes (en période de canicule, face à l'accentuation des risques d'incendie et d'inondation, etc.).*

La Cour a examiné 16 sujets qui se répartissent entre ces deux grandes catégories, à l'exception de trois d'entre eux, plus transversaux, présentés après cette introduction générale. Chacun de ces chapitres examine les effets découlant du changement climatique qui concernent plus spécifiquement le sujet abordé.

Ces 16 chapitres n'ont naturellement pas vocation à être exhaustifs au regard des problématiques d'adaptation. Mais, par leur nombre et par la variété des domaines examinés, ils donnent une image concrète des défis que la France doit et devra relever, de la façon dont elle s'y prépare – ou non – jusqu'à présent, et des premiers résultats de la politique nationale d'adaptation.

Réponse reçue à la date de la publication

Réponse du ministre de la transition écologique et de la cohésion des territoires	132
---	-----

RÉPONSE DU MINISTRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET DE LA COHÉSION DES TERRITOIRES

Par courrier en date du 18 octobre 2023, vous avez souhaité nous transmettre le rapport public annuel 2024, annonçant que celui-ci serait entièrement consacré à l'adaptation de l'action publique au changement climatique. Je salue la qualité des travaux menés par la Cour des comptes, qui permettent, de manière transparente, de poser les bases du débat public que nous devons avoir autour de la préparation de notre pays aux impacts du changement climatique et des moyens à y consacrer.

Adaptation de l'action publique au changement climatique

La France prend et continuera de prendre toute sa part dans l'objectif de réduire les émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES) qui demeure la priorité absolue. Les émissions françaises ont ainsi déjà baissé de 25 % en 2022 par rapport à 1990 et les plafonds indicatifs annuels du second budget carbone ont tous été respectés, selon les dernières données provisoires du CIT EPA. Par ailleurs, dans le contexte de rehaussement de l'objectif européen de réduction des émissions de GES de 40 % brut à - 55 % net en 2030 par rapport à 1990, la France s'est fixée en 2022, dans le cadre du chantier de planification écologique engagé par le président de la République, l'objectif d'une réduction brute de ses émissions de GES d'au moins - 50 % en 2030 par rapport à 1990, et de l'ordre de - 55 % en net (en prenant en compte le secteur des terres et forêts). La France vise également à réduire son empreinte carbone, en tenant compte des émissions importées.

Toutefois, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) indique que, quel que soit le scénario d'émissions de GES, le réchauffement mondial atteindra 1,5 °C par rapport à l'ère préindustrielle dès le début des années 2030. Les scénarios qui permettraient de limiter le réchauffement mondial à 2 °C impliquent de très fortes réductions des émissions mondiales de GES d'ici 2030 alors qu'il est observé qu'elles continuent d'augmenter. Ainsi, les politiques en place et les engagements des États conduisent à un réchauffement mondial d'environ 3 °C d'ici 2100 par rapport à l'ère préindustrielle, ce qui correspond à un réchauffement moyen de 4 °C en France métropolitaine. Dans un objectif de protection des Français, il est indéniablement du devoir du Gouvernement de prendre acte de cette réalité et d'anticiper les impacts d'un tel niveau de réchauffement.

C'est ce scénario réaliste que j'ai souhaité soumettre aux Français lors d'une consultation publique qui s'est tenue du 23 mai au 15 septembre dernier. 1 124 contributions ont été reçues dont 31 d'institutions et collectivités (services et opérateurs de l'État, régions, fédérations d'entreprises...), témoignant d'un intérêt certain de nos compatriotes pour les

questions liées au changement climatique et d'une forte adhésion à l'idée de fixer une trajectoire de réchauffement de référence pour préparer la France aux impacts du changement climatique. Les contributions reçues montrent également que, face à l'augmentation de la fréquence des événements climatiques extrêmes, aux records de température battus année après année, aux Inondations dévastatrices et aux incendies majeurs de forêt, les Français ont pris conscience de la réalité du changement climatique pour notre territoire et de la nécessité de se préparer à l'aggravation de ces impacts.

En mai dernier, le Conseil national de la transition écologique avait également émis, à l'unanimité, un avis favorable sur ce scénario, preuve que les différentes parties prenantes qui le composent souhaitent agir avec pragmatisme face au réchauffement climatique.

J'ai donc décidé que l'hypothèse d'un réchauffement qui se poursuit pour atteindre progressivement 4 °C d'ici 2100 par rapport à l'ère préindustrielle en France métropolitaine sera le scénario sous-tendant l'élaboration en cours du troisième plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC 3).

Afin d'identifier les impacts qui seront associés à cette poursuite du réchauffement et les mesures qui seront nécessaires pour les limiter au maximum, Météo France a décliné cette trajectoire de réchauffement de référence pour la France. Depuis le 20 septembre dernier, les données sont disponibles pour les différents horizons temporels de la trajectoire à une maille de 8 km par 8 km. Le BRGM a également été missionné pour déterminer la hausse du niveau de la mer correspondante pour les côtes françaises. Ces résultats permettront d'alimenter les travaux de mise à jour des nombreuses normes et référentiels techniques comprenant une composante climatique tels que les plans de prévention des risques naturels. Ils permettront également à chaque collectivité de connaître les évolutions attendues du climat sur son territoire.

Je souhaite que ce PNACC 3 comprenne des mesures concrètes, alliant pragmatisme et ambition, et que nous construisions un modèle de résilience de notre société, tout en évitant la mal-adaptation. Si l'atténuation demeure au cœur de nos efforts pour contrer le changement climatique, il est désormais tout aussi crucial de nous adapter. Le défi est de taille mais c'est collectivement, en sortant du déni face à la réalité du changement climatique, que nous saurons nous montrer à la hauteur des enjeux et des attentes, légitimes, des Français.

Dans ce cadre de référence, vous trouverez ci-après les réponses qu'appelle votre rapport dans les différents champs de politiques publiques sectorielles.

Première partie

Actions publiques transversales

1. La place et le rôle de la recherche publique dans l'adaptation au changement climatique
2. Accompagner l'adaptation de l'économie au changement climatique : le rôle des institutions financières et bancaires
3. Aide au développement et adaptation au changement climatique : la contribution de l'Agence française de développement (AFD)

1

La place et le rôle de la recherche publique dans l'adaptation au changement climatique

PRÉSENTATION

Qu'il s'agisse de la production de connaissances, de la mobilisation de l'expertise en appui à la décision ou du développement de solutions, la recherche exerce un rôle clé dans l'adaptation au changement climatique.

L'accumulation des connaissances sur le climat à compter des années 1960 a permis à la communauté scientifique d'alerter préococement les décideurs sur les risques climatiques. Les Nations-Unies ont fondé en 1988 le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), qui synthétise les travaux scientifiques afin d'éclairer l'action. La communauté française des sciences du climat, très structurée, a activement contribué aux projections climatiques qui fondent les analyses du GIEC.

Le GIEC organise ses travaux en trois groupes de travail qui reflètent la structuration de la recherche française et sont respectivement consacrés aux sciences du climat (groupe 1), aux risques, aux vulnérabilités et à l'adaptation au changement climatique (groupe 2) et à l'atténuation de ce changement (groupe 3). En mobilisant des méthodes diversifiées (voir encadré), la Cour a pu s'appuyer sur les travaux recensés par ces trois groupes afin de retracer la place, les moyens et les rôles de la recherche publique française dans l'adaptation au changement climatique.

La place et le rôle de la recherche dans l'adaptation au changement climatique s'inscrivent dans un continuum (voir le schéma n° 1). La recherche en adaptation cible des enjeux directement liés à l'adaptation au changement climatique. La recherche pour l'adaptation recouvre cette recherche en adaptation ainsi que l'ensemble des infrastructures, données et connaissances climatiques qui constituent le socle indispensable pour nourrir tous les travaux sur l'adaptation et éclairer l'action. Les recherches sur l'atténuation ont aussi été abordées, notamment pour identifier les recherches aux interfaces entre adaptation et atténuation, qui sont cruciales pour limiter la mal-adaptation.

En matière de recherche pour l'adaptation, la France joue un rôle de premier plan sur la scène internationale. Des disparités sont toutefois observées entre secteurs et territoires. Même s'ils peuvent être fédérés dans le cadre de projets ponctuels, les laboratoires français apparaissent très spécialisés, avec une faible intégration des enjeux de durabilité, ce qui pourrait accroître le risque de mal-adaptation causé par une vision fragmentaire des freins et des solutions (I).

La recherche française pour l'adaptation dispose de moyens significatifs, tant sur le plan humain et financier qu'en termes d'infrastructures. Ces ressources, cruciales pour préparer l'avenir, sont toutefois confrontées à d'importantes tensions (II).

Apportant une expertise scientifique riche et diversifiée pour éclairer la décision, la recherche publique française innove également en proposant de nombreuses solutions. Parmi ces solutions, les services climatiques constituent une base essentielle pour permettre aux acteurs de se projeter. L'impact des retombées de la recherche pourrait cependant être renforcé par une meilleure visibilité ainsi que par une gouvernance renforcée (III).

Les méthodes employées pour dresser le panorama de la recherche dans l'adaptation au changement climatique

En l'absence de système d'information spécifique, et avec le concours des acteurs de la recherche française, et plus particulièrement de l'agence nationale de la recherche (ANR), la Cour a développé des méthodes pour analyser la performance et les moyens de la recherche pour l'adaptation.

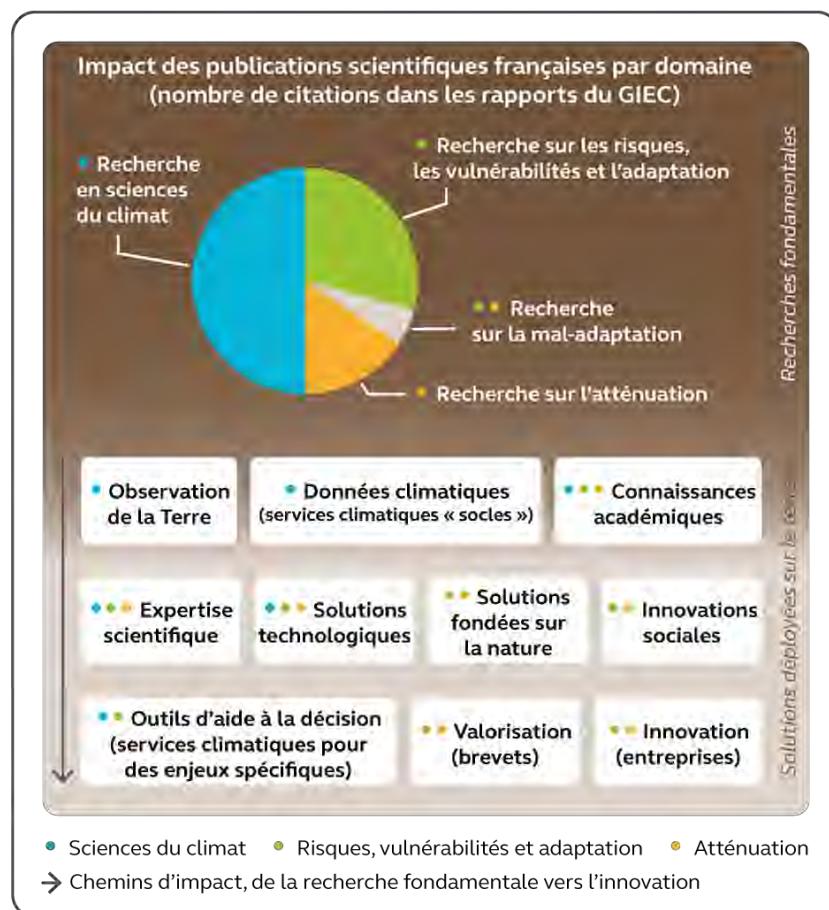
Elle s'est appuyée sur plus de 40 000 citations de publications scientifiques évoquées dans les rapports du 6^{ème} cycle du GIEC. Ces citations ont fait l'objet d'un travail d'harmonisation et de croisement avec des jeux de données ouverts de la recherche française⁸⁰. Des analyses sémantiques ont également été réalisées qui permettent, même si elles sont moins fiables que le suivi des citations du GIEC, de reconstruire des séries longues, notamment pour retracer les financements dans la durée.

Pour permettre l'utilisation de ces méthodes à d'autres enjeux de durabilité, notamment sur la biodiversité et les services écosystémiques, suivis par la plateforme intergouvernementale scientifique et politique (IPBES), les outils mobilisés sont présentés sur le site de la Cour sous forme d'un cahier méthodologique, de données ouvertes et d'éléments de code source.

En complément de ces méthodes quantitatives, la Cour a recueilli des éléments auprès des grands financeurs et opérateurs de l'État impliqués dans la recherche pour l'adaptation. Des entretiens ont également été conduits auprès d'environ 70 personnes, y compris au sein des autres États membres de l'Union européenne.

⁸⁰ En complément des citations du GIEC, les données ouvertes mobilisées sont notamment l'outil bibliographique Hal du CNRS ainsi que le répertoire national des structures de la recherche du ministère chargé de la recherche. Afin de pouvoir apprécier la portée des analyses réalisées sur la base de ces données ouvertes, la Cour s'est appuyée sur l'outil InCites (payant). L'excellente couverture de Hal sur le périmètre étudié a pu être vérifiée pour les citations du GIEC à travers une collaboration avec l'ANR qui dispose d'un accès aux données brutes de « *Web of Science* ».

Schéma n° 2 : place et rôle de la recherche dans l'adaptation



Source : Cour des comptes

Les sciences du climat (en bleu) œuvrent activement à des solutions génériques pour l'adaptation telles que l'observation de la terre et la mise à disposition de données, la mobilisation de l'expertise nécessaire pour faciliter l'appropriation de projections climatiques ou encore la conception de services climatiques avec les secteurs concernés. Les recherches dans le domaine des risques, des vulnérabilités et de l'adaptation (en vert) recouvrent un champ immense de disciplines, telles que les sciences de l'environnement, les sciences du climat ou encore les sciences humaines et sociales. Au-delà des nombreuses connaissances nouvelles et de l'expertise qu'elles développent, ces recherches contribuent à une large palette de solutions ciblées pour l'adaptation. Quant à l'atténuation (en jaune), elle contribue à l'adaptation dans le sens où elle permet de réduire le risque de mal-adaptation lorsque des approches intégrant adaptation et atténuation sont développées de façon globale.

I - La France au premier plan mondial en sciences du climat, une place plus modeste sur l'adaptation et l'atténuation

La recherche française s'illustre dans les sciences du climat et, dans une moindre mesure, dans les domaines de l'adaptation et de l'atténuation (A). Des disparités sont observées selon les secteurs et territoires (B). Le potentiel des recherches est entravé par des cloisonnements (C).

A - La place des travaux français à l'international

Forte d'un héritage qui remonte au début du XIX^e siècle, la France joue un rôle pivot dans les sciences du climat. Elle dispose de deux grandes modélisations de la Terre qui permettent des simulations sur l'évolution du climat et font autorité en la matière : le modèle développé par l'Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL) en Île-de-France et celui du Centre national de recherches météorologiques (CNRM) de Météo France, en liaison avec la société Cefacs à Toulouse.

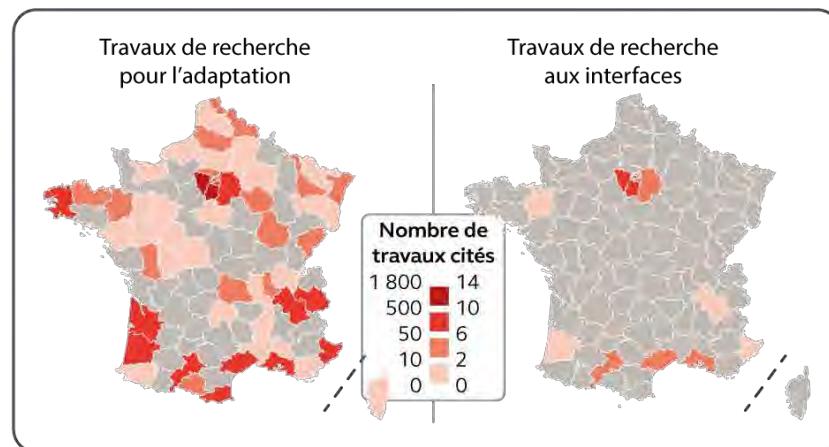
Les analyses réalisées par la Cour à partir des travaux du GIEC indiquent que la France rayonne au plus haut niveau dans le domaine des sciences du climat. Elle se situe entre le 4^e et le 5^e rang mondial suivant les sources, alors qu'elle est 6^e sur le plan scientifique général. Son poids dans les publications mondiales citées par le GIEC est compris entre 9,4 % et 14 %, ce qui est plus élevé que pour l'ensemble des disciplines (4,5 %). Son poids dans le domaine des risques, des vulnérabilités et de l'adaptation (entre 5,5 % et 8,4 %) se situe également au-dessus de la moyenne, avec toutefois un retrait de quatre places sur la période 2011-2021 par rapport à 1999-2010. La recherche française pour l'atténuation est en revanche moins développée : elle représente entre 2,9 % à 6 % des citations du GIEC, ce qui la positionne entre le 10^e et 11^e rang.

B - Une recherche nationale marquée par d'importantes disparités sectorielles et territoriales

1 - Une concentration des forces sur quelques territoires

Les sciences du climat sont concentrées en Île-de-France, ainsi qu'autour de Toulouse et de Grenoble. Les sciences couvertes par le deuxième groupe du GIEC, dont la recherche en adaptation, sont regroupées en Île-de-France, à Toulouse et à Montpellier. Des pôles secondaires existent, notamment en Nouvelle-Aquitaine. Au total, les travaux relatifs à la recherche pour l'adaptation sont assez répartis (voir carte n° 1, sur la gauche).

Carte n° 8 : répartition métropolitaine des forces scientifiques concernées par les enjeux d'adaptation.



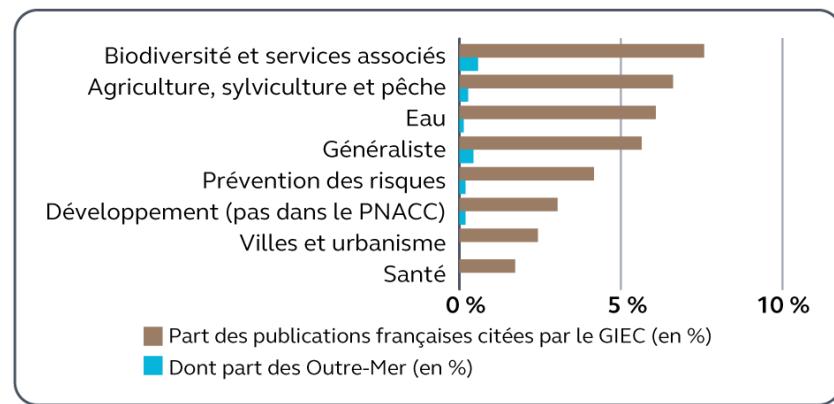
Source : analyses Cour des comptes d'après les citations du GIEC (6e cycle) croisées avec Hal

2 - Une recherche dont l'impact est inégal, avec des insuffisances en ce qui concerne la santé et les milieux urbains

L'impact des sciences françaises du climat est très élevé quelle que soit la problématique abordée. En revanche, la recherche relative aux risques, aux vulnérabilités et à l'adaptation présente un rayonnement variable selon les secteurs et les territoires (voir les graphiques n° 1 et n° 2 ci-dessous).

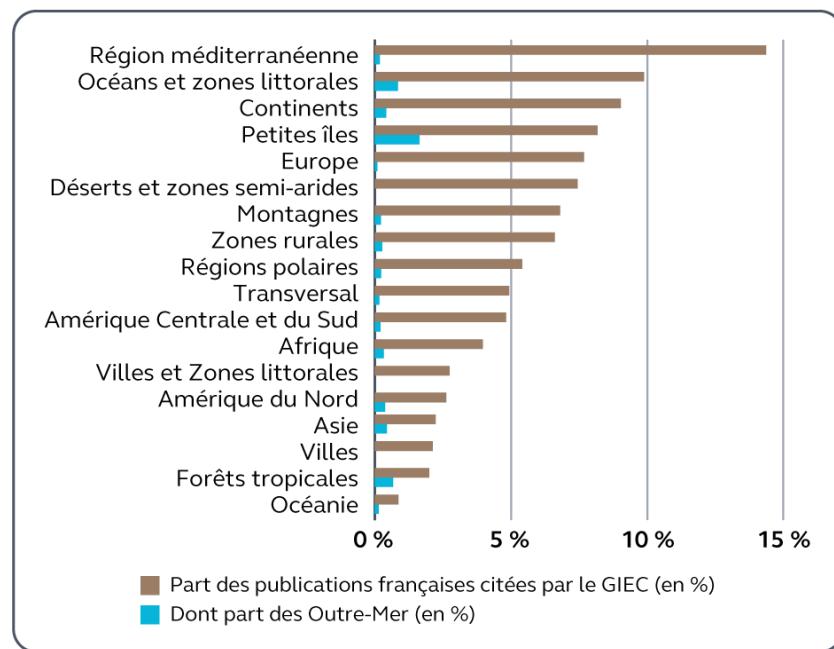
Les travaux français figurent au plus haut niveau international dans les domaines de la biodiversité et des services écosystémiques, des zones méditerranéennes et des zones littorales et insulaires. La France est également bien positionnée sur les enjeux agricoles, forestiers et liés à l'eau. Son positionnement est en revanche insuffisant dans les secteurs de la santé, de l'urbanisme et des villes, ainsi que dans le domaine du développement.

Graphique n° 14 : impacts des travaux français relatifs à l'adaptation suivant les secteurs (% des citations pour le monde)



Source : analyses Cour des comptes d'après les citations du GIEC (6^{ème} cycle) croisées avec Hal

Graphique n° 15 : impacts des travaux français relatifs à l'adaptation suivant les territoires (% des citations pour le monde)



Source : analyses Cour des comptes d'après les citations du GIEC (6^e cycle) croisées avec Hal

En dépit des risques majeurs auxquels ils sont confrontés, les territoires d'outre-mer sont peu représentés, sauf dans quelques secteurs et types de territoires. Sous l'impulsion d'une structure de recherche métropolitaine dynamique⁸¹, la recherche *sur* les outre-mer est bien développée pour les territoires insulaires. En revanche, sa faible présence *dans* les outre-mer risque de freiner l'appropriation des connaissances et des solutions pour l'adaptation. Une analyse ciblée sur les sites universitaires ultramarins montre que les forces de recherche mobilisées sur les enjeux d'adaptation sont mieux représentées à La Réunion et en Guyane que dans les autres territoires ultra-marins.

Des projections climatiques régionalisées pour les outre-mer doivent être mises en œuvre rapidement afin de dynamiser la production scientifique française portant sur ces territoires et mieux répondre aux enjeux d'adaptation auxquels ils sont confrontés.

C - Un potentiel entravé par des cloisonnements

1 - De nombreux laboratoires impliqués, souvent de façon diffuse

À l'aune des citations du GIEC, il apparaît que sur les 3 451 laboratoires de recherche français, au moins 7 % ont contribué à des travaux pour l'adaptation et au moins 3 % plus directement sur des enjeux d'adaptation.

Ces chiffres reflètent la forte implication de la communauté française. Le niveau d'implication pour l'adaptation demeure cependant variable, une poignée de laboratoires concentrant la majeure partie des citations du GIEC concernant la France. Ce phénomène prévaut dans le groupe des sciences du climat. L'exemple le plus emblématique est donné par le laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE)⁸², qui concentre à lui seul près de 26 % de la totalité des citations tous secteurs confondus et 45 % pour le premier groupe. Les forces du deuxième groupe sont réparties entre un plus grand nombre de laboratoires. Le troisième groupe, plus petit pour la France comparativement aux deux autres groupes, se caractérise par un niveau de concentration intermédiaire, avec quelques laboratoires franciliens très visibles à l'international.

⁸¹ Il s'agit du laboratoire « Littoral ENvironnement et Sociétés » (LIENS), placé sous la tutelle conjointe du CNRS et de La Rochelle Université, qui a porté une étude financée par l'ANR et dont les travaux, abondamment cités par le GIEC, sont consacrés aux petites îles confrontées au changement climatique, avec une approche globale des risques d'érosion, de submersion et de dégradation des récifs coralliens.

⁸² Le LSCE, rattaché à l'IPSL, est placé sous la tutelle conjointe du CEA, du CNRS ainsi que de l'université de Versailles-Saint-Quentin-en-Yvelines.

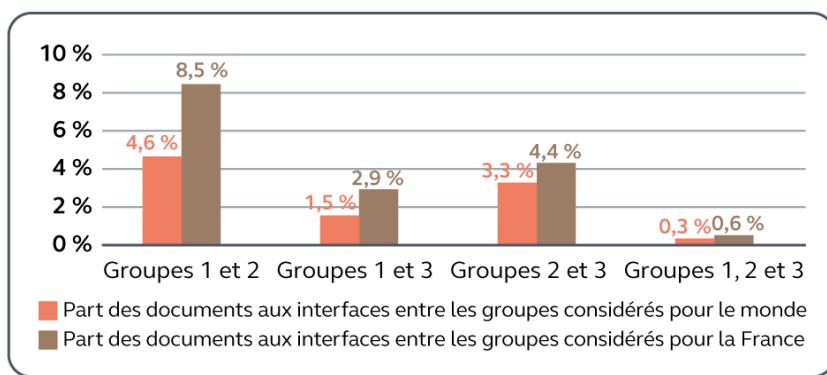
2 - Des sciences humaines et sociales sous-représentées

Les travaux français cités par le GIEC suivent des structurations disciplinaires contrastées. Le groupe 1 est dominé par les sciences du climat et le groupe 2 par les sciences de l'environnement, avec un poids important des sciences du climat, des sciences du vivant et, dans une moindre mesure, des sciences humaines et sociales (SHS). Ces dernières prévalent uniquement dans le groupe 3 sur l'atténuation. Elles sont très peu représentées dans la recherche pour l'adaptation, ce qui est susceptible de fragiliser les trajectoires de transition.

3 - Des interfaces insuffisantes entre adaptation et atténuation, avec des risques de mal-adaptation

Les écosystèmes scientifiques demeurent cloisonnés (voir graphique n° 3). Seule l'articulation entre les sciences du climat (groupe 1), d'une part, et les risques, les vulnérabilités et l'adaptation (groupe 2), d'autre part, est davantage développée en France. Les sciences de l'atténuation (groupe 3) apparaissent déconnectées des deux autres groupes, notamment de celui sur l'adaptation. Cette faiblesse, qui n'est pas propre à la France, renforce les risques de mal-adaptation. Il existe toutefois des exceptions qui peuvent être détectées avec la méthode employée par la Cour (voir III). Les rares forces scientifiques aux interfaces sont concentrées en Île-de-France (voir *supra* la carte n° 1, sur la droite).

Graphique n° 16 : une recherche pour l'adaptation structurée en silos



Source : analyse par la Cour des comptes des citations croisées entre groupes du GIEC
Clé de lecture : le groupe 1 couvre les sciences du climat, le groupe 2 les risques, les vulnérabilités et l'adaptation, et le groupe 3 l'atténuation. À titre d'exemple, la mention « Groupes 1 et 2 » présente la part des travaux cités conjointement par les groupes 1 et 2. Si l'approche ici employée ne reflète pas l'ensemble des travaux interdisciplinaires, elle permet notamment d'estimer la part des travaux qui couvrent tant les enjeux d'adaptation que ceux relatifs à l'atténuation.

4 - Des opérateurs polarisés sur les sciences du climat

Même si certains acteurs étrangers font figure d'exception, tels que l'université de Wageningen aux Pays-Bas ou le *Potsdam institute for climate impact research* en Allemagne, les analyses de la Cour indiquent que les partenaires internationaux des travaux français sont dans l'ensemble cloisonnés entre sciences du climat, adaptation et atténuation. Avec une spécialisation marquée de ses opérateurs de recherche dans les sciences du climat, la France n'échappe pas à ce cloisonnement. Les vingt premiers opérateurs français de la recherche en adaptation sont tous spécialisés dans les sciences du climat, à l'exception de l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (Inrae), de l'université de Montpellier et de l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer), spécialisés dans les risques, vulnérabilités et l'adaptation, ainsi que du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad), seul opérateur spécialisé dans le domaine de l'atténuation.

Même s'ils peuvent être fédérés dans le cadre de projets, les opérateurs et laboratoires français apparaissent spécialisés par discipline ou par secteur.

II - Des moyens à conforter dans la durée

La performance de la France dans le cadre de la recherche pour l'adaptation et, dans une moindre mesure, de la recherche en adaptation, s'explique par les moyens déployés (voir tableau de synthèse ci-dessous). Les moyens financiers consentis sont importants (A) mais cet effort risque d'être altéré par les tensions pesant sur les viviers scientifiques (B) ainsi que par le manque de pérennité des infrastructures de recherche (C).

Tableau n° 11 : moyens de la recherche pour l'adaptation (en M€).

Nature des moyens	Montants estimés en M€ par an
Projets de recherche (1/3 union européenne, 1/3 agence nationale de la recherche et 1/3 investissements d'avenir)	81
Moyens humains (hors organismes de recherche)	129
Infrastructures de recherche (fonctionnement)	149
Total recherche pour l'adaptation (estimation basse)	359
Total dépenses de la recherche publique tous secteurs confondus (source : MESR, pour 2020)	18 100
Part de la recherche pour l'adaptation (en %)	Au moins 2 %

Source : synthèse et estimations Cour des comptes

Les montants des projets pluriannuels ont été normalisés par le nombre d'années concernées afin d'obtenir une moyenne annuelle. Les données relatives aux personnels des organismes de recherche ne peuvent être produites en raison de lacunes dans les systèmes d'information.

A - Des moyens financiers importants mis en œuvre

À l'échelle mondiale, l'Union européenne (UE) constitue le deuxième financeur des travaux cités par le GIEC⁸³. L'Agence nationale de la recherche (ANR) se situe en 17^{ème} ou 18^{ème} position⁸⁴. Pour ce qui concerne la France, l'UE et l'ANR sont les deux premiers financeurs. L'ANR finance la production de connaissances nouvelles, selon le deuxième plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC). Les investissements d'avenir, qui soutiennent la recherche orientée vers des applications plus concrètes, jouent également un rôle important.

1 - Des succès enregistrés dans les appels à projets européens

Sur l'ensemble de la période 2015-2022, pour la France, l'Allemagne, l'Espagne, l'Italie et les Pays-Bas, la recherche pour l'adaptation représente 4 % des projets financés par l'UE⁸⁵. S'agissant de la recherche en adaptation, le ratio est de 2 %⁸⁶ du budget total de l'UE pour la recherche et

⁸³ Derrière la *National Science Foundation* américaine.

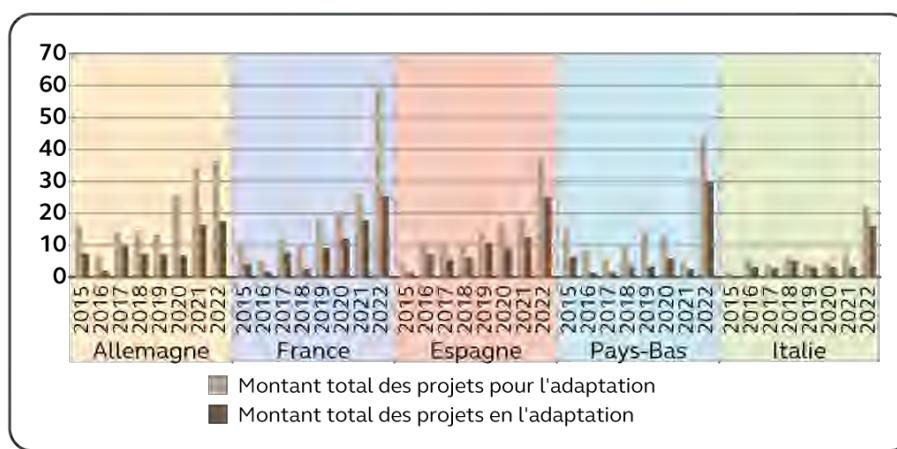
⁸⁴ L'ANR serait 17^{ème} d'après InCites et 18^{ème} d'après les données de la base *Web of Science* communiquées par l'ANR, avec des retraitements pour écarter les synonymes.

⁸⁵ 723 projets pour l'adaptation sur un total de 19 178 projets lauréats, correspondant à 619,63 M€ de subventions de l'UE à rapporter à un total de 16 825,53 M€. Le concours moyen d'une subvention européenne dans le domaine de la recherche pour l'adaptation s'élève donc à 857 000 € par projet lauréat.

⁸⁶ 384 projets d'un montant total de 328,38 M€ financés par l'UE.

développement. La tendance est à l'augmentation des financements (voir le graphique n° 4 ci-dessous). Pour l'ensemble des pays analysés, les taux de sélection sur ces thématiques sont plus élevés que la moyenne, ce qui indique que ces dernières sont soutenues en priorité par la Commission. D'après une étude réalisée par la Cour des comptes européenne, bien que la Commission ait adopté des objectifs de financement ambitieux pour le climat, la cible est encore loin d'être atteinte⁸⁷.

Graphique n° 17 : financements européens consacrés à la recherche sur l'adaptation (en M€)



Source : analyses de la Cour d'après les jeux de données européens du MESR

S'agissant des projets européens lauréats en matière de recherche pour l'adaptation, la France (161,05 M€) est première *ex aequo* avec l'Allemagne (161,06 M€), devant l'Espagne (121,69 M€), les Pays-Bas (113,72 M€) et l'Italie (55,68 M€). En matière de recherche en adaptation, la France se situe en première position parmi les cinq pays étudiés (80,52 M€, contre 77,24 M€ pour l'Espagne, 74,54 M€ pour l'Allemagne, 54,26 M€ pour les Pays-Bas et 36,49 M€ pour l'Italie). S'agissant des taux de sélection, la France est première pour les projets en adaptation et deuxième pour les projets pour l'adaptation, derrière les Pays-Bas.

⁸⁷ Cour des comptes européenne, Rapport spécial 09/2022 : « *Climate spending in the 2014-2020 EU budget- Not as high as reported* ». Voir : https://www.eca.europa.eu/EN/publications/SR22_09.

2 - Un financement national déclinant pour la recherche en adaptation

Au niveau national, la recherche sur projets pour l'adaptation est notamment soutenue par l'ANR. Sur la période de 2012 à 2022, les financements alloués à la recherche pour l'adaptation ont augmenté. La mise en œuvre de la loi du 24 décembre 2020 de programmation pour la recherche pour la période de 2021 à 2030, qui a accru le budget de l'ANR à compter de 2021, a un effet notable, pour la recherche pour l'adaptation comme pour l'ensemble des recherches soutenues. Pour 2023, les crédits d'intervention de l'ANR sont en hausse de 7,4 % par rapport à 2022, ce qui pourrait permettre de mieux financer la recherche pour l'adaptation.

D'après l'analyse d'une base de données de l'ANR, dont la cohérence a été vérifiée par la Cour, la recherche pour l'adaptation et la recherche en adaptation représentent respectivement 3,9 % et 1,4 % du budget de l'agence. Le deuxième PNACC (2018 – 2022) n'a pas eu d'effet additionnel par rapport au premier PNACC (2011 – 2015). L'accroissement des financements de l'ANR est de + 9,6 % pour la recherche pour l'adaptation, contre + 18,1 % pour tous les domaines. Les financements spécifiques dans le domaine de l'adaptation ont même diminué entre les deux plans nationaux. Les recherches sur les risques climatiques sont restées globalement stables. Seules les recherches relatives au climat ont augmenté à un rythme plus soutenu.

Les financements de l'ANR sont attribués en proportion du nombre de projets déposés dans le cadre de comités d'évaluation. Dans la mesure où il n'existe pas de comité d'évaluation spécifique pour l'adaptation, les financements sur ce sujet, apparaissent limités. Le soutien de l'agence à la recherche pour l'adaptation était proportionnellement plus élevé sur la période de 2010 à 2012. À cette période, le programme « *gestion et impacts du changement climatique* » (GICC) était encore actif et permettait de mettre en œuvre des soutiens ciblés, en complément des projets financés par l'ANR, ce qui a pu jouer un rôle structurant.

La recherche en adaptation doit faire l'objet d'incitations spécifiques pour renforcer les communautés scientifiques concernées et leurs liens.

3 - Des financements exceptionnels dans le cadre des investissements d'avenir (France 2030)

En complément de ses propres appels à projets, l'ANR gère également les crédits dévolus à la recherche des programmes d'investissements d'avenir (PIA), devenus France 2030. Ces programmes financent une recherche davantage tournée vers des applications. L'essentiel des fonds du PIA relatifs à l'adaptation ont été concentrés sur la période du premier PNACC, à hauteur de 270 M€, contre 126 M€ pour le deuxième PNACC.

Parmi les instruments du PIA, seule l'action « *Make our planet great again* » (Mopga) est décrite avec précision par le deuxième PNACC. Sur le total de 30 M€ de subventions prévues, on peut estimer entre 13,2 M€ et 24,6 M€ celles consacrées à la recherche pour l'adaptation. Lancés récemment, certains projets Mopga ont d'ores et déjà conduit à des publications citées par le GIEC. Ce bilan intermédiaire devra être actualisé.

De nouveaux instruments, appelés programmes et équipements prioritaires de recherche (PEPR, voir encadré), devraient accroître les fonds consacrés à la recherche pour l'adaptation et ciblés davantage sur les forces que sur les faiblesses du système de recherche français. Cette approche, si elle n'est pas contrebalancée par des approches plus intégrées, pourrait accroître le risque de mal-adaptation.

Les « PEPR » : de nouvelles perspectives financières pour l'adaptation, une reproduction de silos sectoriels

Dans le cadre de France 2030, les programmes et équipements prioritaires de recherche (PEPR) financent la recherche suivant des priorités politiques. Pas moins de 11 PEPR représentant un montant de 483,2 M€, soit 16,1 % de l'enveloppe affectée à l'ensemble des PEPR (3 Md€), se trouvent, selon les acteurs interrogés, dans le périmètre de la recherche pour l'adaptation.

Sur ces 11 PEPR, huit sont copilotés par le CNRS et sept par l'Inraé, les deux grands opérateurs spécialisés respectivement dans les sciences du climat et l'adaptation. Ces acteurs copilotent conjointement quatre PEPR. Un seul est copiloté par les trois principaux opérateurs spécialisés en sciences du climat, adaptation et atténuation (CNRS, Inrae et Cirad). À titre d'illustration, les PEPR Traccs⁸⁸ et SVA⁸⁹ s'inscrivent dans le périmètre direct de la recherche pour l'adaptation et vont contribuer à développer des solutions technologiques pour l'adaptation (services climatiques et végétaux optimisés respectivement).

Aucun PEPR n'est ciblé sur des enjeux d'adaptation de façon intersectorielle et globale.

⁸⁸ PEPR Traccs (51 M€ sur huit ans, copiloté par le CNRS et Météo-France), dont « *l'enjeu est de transformer les méthodes de modélisation du climat en améliorant notre compréhension des impacts et des risques, pour développer les services dans le domaine climatique et répondre aux attentes sociétales d'adaptation et de résilience* ». Voir : <https://www.insu.cnrs.fr/fr/PEPR-TRACCS>

⁸⁹ PEPR « *Sélection variétale avancée (SVA) face aux changements climatiques* » (30 M€ sur huit ans, copiloté par l'Inraé, le Cirad, l'IRD, le CNRS ainsi que des écoles d'agronomie), qui vise notamment à adapter l'agriculture au changement climatique en mobilisant les techniques de sélection variétale. Voir : <https://www.inrae.fr/actualites/accelerer-transitions-agroecologique-alimentaire-3-programmes-equipements-prioritaires-recherche>

B - Des viviers scientifiques en tension

Les financements dévolus à la recherche sur projet, qui constituent une part importante des ressources, ne les résument pas pour autant. Il convient d'y ajouter les financements récurrents apportés par le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche et les opérateurs pour les infrastructures ainsi que les personnels permanents. Ces derniers sont indispensables pour porter la recherche sur projet, mobiliser les infrastructures pour produire des connaissances et des solutions nouvelles et, *in fine*, proposer une expertise de qualité aux acteurs. Les personnels de recherche permanents sont également indispensables pour encadrer les jeunes talents de demain⁹⁰.

1 - Des personnels permanents en diminution

L'analyse d'une partie importante des viviers scientifiques concernés par la recherche pour l'adaptation, au sein des sites universitaires, montre que les effectifs stagnent tant pour les sciences du climat (- 2 % entre 2010 et 2021) que pour la recherche relative aux risques, vulnérabilités et à l'adaptation (- 1 % sur la même période). Une tendance inquiétante est relevée pour les jeunes enseignants-chercheurs (maîtres de conférences, à hauteur de - 6 % et - 4 % sur les deux périmètres), dont la dynamique de recrutement est inférieure à celle des enseignants-chercheurs confirmés (professeurs des universités, à concurrence de + 7 % et + 5 %).

2 - Après une phase de croissance, une stagnation de la formation des jeunes talents de la recherche pour l'adaptation

Les thèses dans le domaine de la recherche pour l'adaptation en général et de la recherche en adaptation en particulier ont connu une très forte progression depuis le début des années 2000 (croissance de 231 % et de 364 % respectivement entre 2000 et 2010). La progression dans ces domaines a été largement supérieure au taux de croissance moyen des thèses, toutes disciplines confondues (+ 15 % sur la même période). La forte dynamique observée est cependant à l'arrêt depuis 2017-2018.

Au regard des besoins croissants d'expertise dans le domaine de l'adaptation, les viviers scientifiques sont sous-dimensionnés, avec des fragilités identifiées à court terme (chercheurs permanents) comme à long terme (jeunes talents formés par la recherche).

⁹⁰ Formation par la recherche de docteurs qui vont ensuite s'insérer dans la recherche ou dans d'autres secteurs.

C - Des infrastructures cruciales dont le financement dans la durée demeure incertain

La recherche pour l'adaptation nécessite de mobiliser d'importantes infrastructures de recherche pour fournir les données de base nécessaires aux travaux scientifiques, qu'il s'agisse de données d'observation du système Terre dans toutes ses composantes, de données simulées à partir de ressources computationnelles (voir encadré) ou encore de données expérimentales pour évaluer les impacts du changement climatique.

Les supercalculateurs, outils clés pour les simulations du climat

L'infrastructure Climeri-France permet la production de simulations climatiques de référence à différentes échelles géographiques. Elle intègre les modèles de l'Institut Pierre Simon Laplace (IPSL) et de Météo-France et facilite l'exploitation des simulations relatives à l'évolution du climat.

Climeri-France regroupe des moyens de calcul pour la réalisation des simulations, en s'appuyant notamment sur le grand équipement national de calcul intensif (Genci) et de Météo France, des moyens de stockage des données ainsi que des ressources humaines. Le coût complet de cette infrastructure est estimé à 12 M€ par an, dont environ 6 M€ de coût de calcul et stockage au Genci. Les publications associées sont hors-normes car elles associent un très grand nombre d'auteurs et de financeurs. Abondamment citées, elles constituent le socle scientifique du GIEC.

Les supercalculateurs de Météo-France sont également employés pour prédire l'évolution du climat à l'échelle de la France par des méthodes qui permettent de régionaliser les dernières prédictions mondiales⁹¹. Ces nouvelles projections ont vocation à actualiser Drias Climat⁹², le portail français de référence pour les données sur l'évolution du climat.

Certaines infrastructures de recherche sont financées par le programme 172 *Recherches scientifiques et technologiques pluridisciplinaires de la Mission interministérielle recherche et enseignement supérieur* (Mires). La plupart sont financées sur les fonds propres des organismes de recherche, ce qui peut poser des problèmes de pérennité.

⁹¹ Ribes et co-auteurs, « An updated assessment of past and future warming over France based on a regional observational constraint », *Earth System Dynamics*, 2022.

⁹² Drias signifie « Donner accès aux scénarios climatiques Régionalisés français pour l'Impact et l'Adaptation de nos Sociétés et environnement ».

Le coût de fonctionnement des infrastructures de recherche pour l'adaptation est estimé à au moins 137 M€ par an⁹³, sans intégrer le coût de Climeri France (estimé à 12 M€ par an).

De nombreuses infrastructures clés sont confrontées à des problèmes de vieillissement, sans financement identifiés pour les moderniser.

III - Un appui de la science à la société qui souffre d'une absence de coordination nationale

Les scientifiques apportent une expertise clé pour éclairer la décision. Il subsiste des lacunes induites par des initiatives locales qui évoluent en ordre dispersé. L'articulation entre les services et opérateurs de l'État et les collectivités territoriales doit être renforcée. La recherche innove et propose une palette large de solutions et de services pour l'adaptation. En dépit des progrès, la diffusion des services et autres solutions pourrait être dynamisée. Pour atténuer l'effet d'une gestion structurée en silos, la gouvernance des actions de recherche doit être réorganisée. La mise en œuvre du prochain plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) devrait être l'occasion de mettre en place une coordination renforcée entre les acteurs.

A - Le rôle crucial mais inégalement assumé de l'expertise scientifique pour l'aide à la décision

Les moyens déployés en faveur de la recherche pour l'adaptation ont permis de constituer des viviers scientifiques structurés, qui apportent une expertise indispensable pour éclairer les politiques d'adaptation, ainsi que les choix d'investissements à toutes les échelles géographiques.

⁹³ Estimation basse puisque que de nombreux coûts, notamment en termes de ressources humaines associées au fonctionnement des infrastructures, n'ont pas été précisés de façon systématique par les acteurs interrogés par la Cour.

1 - La présence d'experts français au sein du GIEC constitue un atout majeur pour l'appui à la décision

L'expertise scientifique en matière de recherche pour l'adaptation intervient à tous les échelons, au premier chef à travers le GIEC, dont les travaux éclairent les politiques climatiques conduites par la quasi-totalité des acteurs publics. La France est formellement représentée au GIEC par la direction générale de l'énergie et du climat (DGEC), rattachée à la fois au ministre de la transition écologique et de la cohésion des territoires et au ministre de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique.

De par leur rayonnement, les experts français présents au GIEC ont un rôle important dans l'aide à la décision à tous les échelons (international, national, territorial). La hiérarchie observée en matière de positionnement des experts français au sein du GIEC est en cohérence avec les analyses portant sur les travaux scientifiques cités par cette instance, ce qui souligne l'intérêt pour les États de renforcer leur capacité de recherche pour être en mesure de peser en matière d'expertise au niveau international. Accroître la présence française, avec des experts spécialisés conjointement dans l'adaptation et l'atténuation (groupes 2 et 3 du GIEC), devrait constituer une priorité de long terme pour le 7^{ème} cycle du GIEC, qui a débuté en 2023.

2 - Les groupes régionaux d'experts sur le climat : des dispositifs territoriaux à mieux articuler avec l'échelon national

Depuis une dizaine d'années, en réponse à l'urgence climatique, des interfaces science-société visant à éclairer la décision au plus près des enjeux territoriaux ont été mises en œuvre. Ces instances, qui proposent une expertise adaptée aux enjeux locaux, sont aujourd'hui connues sous la dénomination de groupes régionaux d'experts sur le climat (Grec).

Les Grec apportent une expertise scientifique complémentaire de celle des opérateurs nationaux tels que Météo-France, l'Ademe et le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema). Ces derniers proposent aux collectivités territoriales des solutions pour l'adaptation, avec toutefois une approche davantage ciblée sur des outils et des offres de services structurées. Ces acteurs ont eux-mêmes également recours à l'expertise scientifique pour assurer la qualité de leurs services.

Au total, il existe dix Grec. Leur répartition territoriale est hétérogène. Cinq régions métropolitaines ainsi que les territoires d'outre-mer en sont dépourvus, à l'exception de la Guadeloupe. De statuts hétérogènes, ces

groupes sont inégalement reconnus⁹⁴. Certains ont la particularité d'être adossés à des entités de recherche, ce qui apporte un cadre permettant de légitimer l'expertise.

Au total, quel que soit leur niveau de maturité, les Grec ne présentent pas une structuration institutionnelle comparable au GIEC et ne s'appuient pas toujours sur l'état de l'art scientifique. Le GIEC a ainsi publié un avis indiquant que deux Grec se revendiquant d'être des « GIEC » régionaux⁹⁵ n'avaient aucunement été approuvés par l'instance internationale.

Le statut de ces groupes devrait être harmonisé au niveau national, le cas échéant sous le pilotage des régions. Un label pourrait être créé, dont l'obtention serait conditionnée au respect d'un cahier des charges permettant de s'assurer de la qualité de leur expertise. En phase avec ses missions, qu'il exerce tant au niveau national qu'auprès des collectivités territoriales, le Haut conseil pour le climat (HCC), qui regroupe de nombreux scientifiques de la recherche pour l'adaptation, aurait vocation à définir le cahier des charges de ce label et à évaluer les structures susceptibles d'en bénéficier.

Le ministère chargé de la transition écologique pourrait assurer le secrétariat de la procédure de labélisation et animer le réseau des Grec pour favoriser la mise en cohérence de l'expertise française. Des synergies pourraient être recherchées, par exemple pour réaliser des expertises coordonnées pour les territoires confrontés à des risques climatiques similaires. Le HCC pourrait également solliciter le réseau des Grec pour renforcer la dimension territorialisée de ses avis, dans une perspective comparative.

Au total, une meilleure gouvernance de l'expertise territoriale favoriserait les synergies dans un contexte où les tensions sur les viviers concernés sont croissantes. Une articulation entre l'État et les collectivités territoriales en matière de recours à l'expertise permettrait d'éviter des redondances dans les études sur des sujets communs (zones urbaines, littorales, de montagnes, etc.).

⁹⁴ Le rayonnement a été mesuré à travers une mesure du nombre de citations des sites web portés par les Grec.

⁹⁵ Le « *GIEC des Pays de la Loire* » et le « *GIEC-normand* ».

B - Quelques exemples de contributions de la recherche française à un panel de solutions pour l'adaptation

1 - Des solutions complémentaires

La recherche française, en fonction de la spécialisation des laboratoires, innove et propose de nombreuses solutions pour l'adaptation. Pour répondre à un besoin spécifique exprimé par un acteur, un secteur ou un territoire spécifique, un processus d'intégration est nécessaire, pour proposer un ensemble cohérent de solutions. Ce processus d'intégration prend la forme d'une expertise collective, d'un conseil ou d'une prestation de service, et peut également être prévu par des projets de recherche.

a) *Les solutions technologiques*

Parmi les solutions technologiques, les portails de données climatiques de référence ainsi que les services climatiques, plus structurés et offrant des réponses d'adaptation opérationnelles, constituent un socle numérique souvent indispensable pour toutes les autres recherches et solutions. De nombreuses autres solutions technologiques sont développées pour l'adaptation de secteurs spécifiques, par exemple pour maintenir le rendement des cultures⁹⁶, renforcer l'habitabilité des bâtiments par des matériaux plus adaptés ou encore préserver la santé des populations par la découverte de molécules qui réduisent les risques infectieux aggravés par le climat, comme dans le cas du paludisme. Le développement de ces solutions se traduit par des dépôts de brevets ainsi que des entreprises innovantes issues de la recherche.

Les brevets peuvent être retracés aisément car leur classification comporte une catégorie concernant spécifiquement l'adaptation. Une étude du haut conseil d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur⁹⁷, fondée sur un suivi analogue, a conclu que la France dépose 6,2 % des demandes de brevets liées à l'évolution du climat et se situe au sixième rang mondial. Les dernières données de l'Office européen des brevets indiquent que la France dépose 4,8 % des demandes liées à l'évolution du climat, avec un niveau plus faible pour l'adaptation (4,2 %) que pour l'atténuation (4,9 %). Le nombre de brevets visant conjointement des objectifs d'adaptation et d'atténuation est faible, mais la France parvient à faire mieux que sa moyenne générale (5,4 % contre 4,8 %).

⁹⁶ À titre d'illustration, de nombreuses techniques de sélection génétique permettent de sélectionner des plantes résistantes au stress thermique (voir par exemple le PEPR « Sélection variétale avancée (SVA) face aux changements climatiques » déjà évoqué au point II.C).

⁹⁷ Voir : https://publication.enseignementsup-recherche.gouv.fr/eestr/FR/EESR15_R_53/la_position_scientifique_et_technologique_de_la_france_dans_la_recherche_sur_l_environnement/.

Plusieurs entreprises innovantes avec une forte composante de recherche et développement ont été identifiées. Une analyse sémantique a été préalablement appliquée aux données ouvertes mises à disposition par l'Ademe. Au total, 17 projets financés ont été recensés, sur un total de 1 174, soit 1,4 % des projets. La réponse de l'Ademe a permis de confirmer cet ordre de grandeur et de reconnaître les projets concernés par le périmètre de l'enquête.

À titre d'exemple, la start-up Mycophyto, issue de l'Inrae et de l'Université Côté d'Azur⁹⁸, porte le projet MycoAgri financé par l'Ademe. Ce projet vise à développer et commercialiser des solutions de mycorhization, c'est-à-dire de symbioses entre des plantes et des champignons microscopiques, pour la vigne et la rose. L'objectif est d'accroître la surface racinaire des plantes, afin qu'elles offrent une meilleure résistance à la sécheresse et aient moins besoin d'intrants (engrais, eau).

b) Les solutions fondées sur la nature

Les solutions fondées sur la nature (SFN) constituent un ensemble de méthodes de gestion des écosystèmes visant à améliorer ou à tout le moins préserver les services qu'ils rendent à l'homme et à l'environnement, notamment en matière d'adaptation au changement climatique. Des exemples de réalisations concrètes dans ce domaine sont donnés par le projet « *Pathways for transformation in the Alps* » (Portal)⁹⁹, porté par un chercheur du CNRS rattaché au laboratoire d'écologie alpine de Grenoble¹⁰⁰.

Portal a conduit à la mise en place d'une plateforme d'initiatives alpines en matière de solutions fondées sur la nature¹⁰¹. Cette carte pourrait inspirer de nouvelles voies d'adaptation pour les territoires de montagne, très exposés aux risques climatiques. Le PEPR « *Biodiversité et solutions fondées sur la nature : innover avec la nature pour créer des impacts positifs pour la biodiversité, la société et l'économie* » (Solubiod), porté par le CNRS et l'Inraé, propose des approches scientifiques nouvelles sur les SFN.

⁹⁸ Voir <http://mycophyto.fr/>.

⁹⁹ <https://anr.fr/ProjetIA-19-MPGA-0009>. Ce projet a été financé par le programme MOPGA évoqué au point II.

¹⁰⁰ Laboratoire sous tutelle de l'université Grenoble Alpes, de l'U=université Savoie Mont Blanc et du CNRS.

¹⁰¹ <https://portal.osug.fr/>

c) Les innovations sociales

Les innovations sociales incluent des travaux diversifiés, tels que les scénarisation avec les acteurs d'un territoire donné de trajectoires d'adaptation mobilisant par exemple les solutions fondées sur la nature (voir encadré) ou les modalités comparées de gouvernance des politiques d'adaptation¹⁰². Elles portent également sur la manière même de conduire les recherches dans le domaine de l'adaptation, par exemple à travers la démarche de « recherche-action »¹⁰³.

Ces recherches favorisent les échanges entre des acteurs dont les intérêts peuvent diverger afin d'identifier des solutions pour l'adaptation les plus consensuelles, et donc susceptibles d'être appropriées et déployées à large échelle. Les innovations sociales sont portées par les sciences humaines et sociales, dont l'implication reste limitée dans le périmètre du 2^{ème} groupe du GIEC, qui couvre l'adaptation (I).

Un exemple de projet de recherche participatif pour renforcer l'adaptation dans les Alpes en mobilisant des innovations sociales

Les socio-écosystèmes comprennent des éléments sociaux ainsi que des éléments biophysiques étroitement associés. Par la qualité de vie qu'ils apportent aux populations, les socio-écosystèmes contribuent à l'adaptation au changement climatique¹⁰⁴. Dans les années à venir, le renforcement de l'adaptation par les solutions fondées sur la nature va nécessiter d'importants changements dans les pratiques qui sous-tendent les nombreuses interactions entre l'homme et son environnement¹⁰⁵.

Dans un tel contexte, la construction de voies d'adaptation avec les acteurs des territoires concernés représente un enjeu stratégique. Ce processus repose sur des innovations sociales, telles que la formalisation de scénarios d'adaptation et l'emploi de jeux sérieux. Dans le cadre du projet « *Mountain paths* », les acteurs du Pays de la Meije, situé dans les Alpes, en bordure du massif des Écrins, ont ainsi été invités à concevoir une vision souhaitée pour leur territoire en 2040 et à réfléchir aux stratégies et modalités d'action pour y parvenir. Ce projet, coordonné par une chercheuse du CNRS, a notamment été financé par l'ANR et des fonds PIA.

¹⁰² Bauer et co-auteurs, « *The governance of climate change adaptation in 10 OECD countries: challenges and approaches* », *J. of Environmental Policy & Planning*, 2012.

¹⁰³ Compos et co-auteurs, « *Climate adaptation, transitions, and socially innovative action-research approaches* », *Ecology and Society*, 2016.

¹⁰⁴ Voir : Enora Bruley et co-auteurs, « *Actions and leverage points for ecosystem-based adaptation pathways in the Alps* », *Environmental Science and Policy*, 2021 (<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.07.023>).

¹⁰⁵ Synthèse du projet de recherche participatif « *Mountain paths* », étude de l'adaptation basée sur les écosystèmes dans les Alpes (laboratoire d'écologie alpine).

2 - Un déploiement de services climatiques à accélérer

Les projections climatiques développées par les sciences du climat constituent le socle indispensable aux stratégies de planification et d'investissement. Pour pouvoir répondre à des besoins opérationnels, ces données complexes doivent être associées à des études appliquées à des secteurs et territoires spécifiques, à la sollicitation d'expertises scientifiques « à la carte »¹⁰⁶ ou à des services climatiques ciblés (voir encadré ci-dessous).

Un exemple de recherche française pour réduire le risque de mal-adaptation engendré par une climatisation à grande échelle

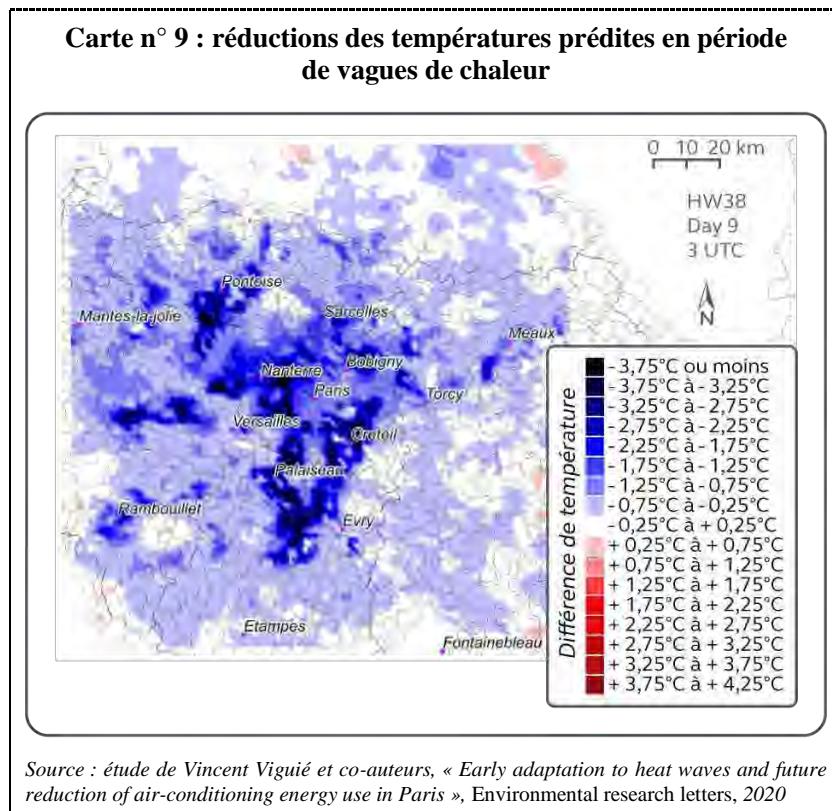
Un cas type de mal-adaptation consisterait à déployer à large échelle la climatisation pour réduire l'impact des vagues de chaleur. Cette solution aurait deux conséquences néfastes : d'une part, elle augmenterait les rejets de CO₂, ce qui renforcerait les impacts du changement climatique ; d'autre part, elle accroîtrait la température à l'extérieur des bâtiments, ce qui comporterait des dangers pour les personnes vulnérables exposées. Dans l'optique de réduire ce risque de mal-adaptation pour la région parisienne, cette problématique a été analysée par une étude française citée dans les rapports du GIEC pour les enjeux tant d'adaptation que d'atténuation¹⁰⁷.

Dans cette étude, les auteurs ont simulé un scénario de climatisation utilisée en ville de façon combinée avec trois actions d'adaptation : la création de parcs ; l'isolation des bâtiments et l'utilisation de matériaux réfléchissants ; la mise en œuvre de recommandations efficaces pour une utilisation modérée de la climatisation.

D'après les simulations, cette approche permettrait une adaptation efficace (voir la carte ci-dessous indiquant les réductions des températures prédictes en période de vagues de chaleur) tout en réduisant d'environ 60 % les gaz à effet de serre émis par rapport à une situation de mal-adaptation qui se bornerait à utiliser la climatisation à grande échelle sans mettre en œuvre les autres solutions d'adaptation.

¹⁰⁶ Voir par exemple le rapport de la Cour consacré à l'adaptation au changement climatique du parc des réacteurs nucléaires, qui indique qu'EDF mobilise les projections issues des deux grands modèles climatiques français et sollicite régulièrement l'expertise scientifique pour orienter sa planification stratégique.

¹⁰⁷ Voir l'étude de Vincent Viguié et co-auteurs, « *Early adaptation to heat waves and future reduction of air-conditioning energy use in Paris* », *Environmental research letters*, 2020 (<https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab6a24>). Cette étude est citée conjointement dans les rapports des groupes 2 et 3 du GIEC compétents respectivement en matière d'adaptation et d'atténuation (voir I).



Les services climatiques sont en pleine expansion et permettent de fournir une information dans un format numérique approprié à l'aide à la décision¹⁰⁸. Trois types de services climatiques peuvent être distingués :

- les portails de données harmonisées, principalement portés par les acteurs des sciences du climat ;
- les outils de diagnostic et d'aide à la décision pour des secteurs, territoires et enjeux spécifiques, souvent développés aux interfaces entre les sciences du climat et les nombreuses disciplines scientifiques qui analysent les risques, les vulnérabilités et l'adaptation ;
- les plateformes qui centralisent des informations sur les enjeux d'adaptation et recensent des portails de données et des outils de diagnostic et d'aide à la décision, ainsi que d'autres solutions.

¹⁰⁸ Voir par exemple l'article relatif aux services climatiques proposé par Vautard et al. dans la perspective de l'Onerc de mars 2022 (<https://www.vie-publique.fr/rapport/284298-la-prospective-au-service-de-l-adaptation-au-changement-climatique>).

Au total, la recherche publique française joue un rôle significatif dans 39 services. Le rayonnement de ces services peut être évalué car ils sont associés à des sites internet publiquement accessibles.

a) Des portails de données ouvertes stratégiques

Deux de ces services concentrent l'essentiel du rayonnement sur le web : Drias Climat¹⁰⁹, lancé en 2012, et le service de Copernicus concernant le changement climatique (C3S)¹¹⁰, lancé en 2020. Ces deux services offrent notamment des données climatiques de référence ouvertes et gratuites, sans lesquelles les autres recherches et services relatives aux enjeux climatiques ne pourraient se développer.

La France, pays moteur pour les services climatiques

Piloté par Météo France, Drias Climat a été lancé en 2012 avec le soutien du ministère chargé de la transition écologique. Ce portail de données de référence bénéficie d'un rayonnement élevé. Au sein de l'Union européenne, les centres de recherche français sont bien intégrés dans les dynamiques des services climatiques européens. Le programme européen d'observation de la Terre Copernicus a été mis en œuvre en 2013. Il constitue le plus grand fournisseur de données spatiales au monde et comprend à ce jour six services permettant d'apporter une valeur ajoutée à ces données, dont un service concernant le changement climatique (C3S). La France est le deuxième pays utilisateur du C3S. L'Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL) et le laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE) constituent les premiers contributeurs de ce service. La France participe également aux programmes de recherche financés par l'Union européenne. Seize des 26 projets de développement de services climatiques de la « *Joint Programming Initiative « Connecting Climate Knowledge for Europe »* (JPI-Climate) comprennent ainsi une équipe française et trois d'entre eux sont coordonnés par un organisme français.

¹⁰⁹ <https://www.drias-climat.fr/>

¹¹⁰ <https://climate.copernicus.eu/>

b) Des services en progression, avec des disparités importantes

À compter de 2018, le nombre de services climatiques déployés a fortement augmenté, notamment grâce à une « convention services climatiques »¹¹¹ signée pour période 2017-2020 entre le ministère chargé de la transition écologique et le CNRS, visant à soutenir le développement de ces services. Malgré cette progression quantitative, le rayonnement sectoriel de ces services apparaît limité, sauf dans le domaine du tourisme avec *ClimSnow* (voir encadré). Peu de services concernent les enseignants et les particuliers, alors même que ceux qui existent ont un rayonnement plus élevé que les services bénéficiant à d'autres acteurs.

ClimSnow, un service climatique phare pour l'aide à la décision

Issu d'une collaboration scientifique entre Météo France et l'Inrae¹¹², *ClimSnow* est conduit en association avec Dianeige, un cabinet privé spécialisé dans l'aménagement des stations touristiques de montagne.

Ce service permet d'évaluer l'évolution de l'enneigement sous l'effet du changement climatique. Il a notamment été appliqué aux stations des Alpes et des Pyrénées pour prédire l'évolution de l'enneigement dans ces régions, sur différents horizons de temps¹¹³.

Également employé pour des expertises payantes détaillées sur demande des acteurs concernés (exploitants de domaines skiables et collectivités locales), *ClimSnow* produit des avis sur la capacité des stations de ski à maintenir leur exploitation et propose des recommandations en stratégie touristique et en infrastructures.

Même s'il n'est pas toujours employé à bon escient par les acteurs¹¹⁴, *ClimSnow* est un exemple rare de service climatique qui intègre à la fois, d'une part, des outils de diagnostic fondés sur une modélisation de haut niveau et des données ouvertes et, d'autre part, un accompagnement « à la carte » vers des solutions d'adaptation concrètes.

¹¹¹ <https://convention-services-climatiques.lsce.ipsl.fr/>

¹¹² CNRM et LESSEM respectivement.

¹¹³ Source : figure tirée de François et collègues (2022), 35^{ème} colloque annuel de l'association internationale de climatologie (AIC).

¹¹⁴ Voir, dans le présent rapport, le chapitre sur *L'impact du changement climatique sur les acteurs du tourisme en montagne*.

*c) Une visibilité insuffisante pour la recherche appliquée
et les solutions issues de la recherche*

Le réseau d'acteurs associé aux services climatiques impliquant la France s'est principalement structuré autour des grands acteurs français des sciences du climat ainsi que du portail Drias Climat. Certains Grec y sont bien positionnés.

Un centre de ressources pour l'adaptation, prévu dans le cadre du deuxième PNACC, a été mis en œuvre par le ministère chargé de la transition écologique, le Cerema, l'Ademe et Météo-France. La fréquentation de ce centre atteint les 10 000 visiteurs uniques mensuels, en hausse de 15 % sur une année. Cependant, malgré cette dynamique, son rôle structurant apparaît pour l'heure secondaire dans le réseau des services climatiques. Une analyse comparée avec l'homologue européen du centre français confirme cette faible reconnaissance pour le portail français. Le rayonnement relatif de Drias Climat apparaît bien plus important (voir le tableau n° 2 ci-dessous).

Tableau n° 12 : comparaison du rayonnement de services climatiques clés pour la France et l'Union européenne

Nature du service et indicateurs associés	Service français	Service homologue de l'Union européenne (UE)
Plateforme d'information	adaptation-changement-climatique.gouv.fr	climate-adapt.eea.europa.eu
Rayonnement	109	1 353
Ratio France / UE		8,1 %
Portail de données harmonisées	drias-climat.fr	climate.copernicus.eu
Rayonnement	1 129	2 752
Ratio France / UE		41,0 %

*Source : rayonnement (nombre de citations des sites web) calculé avec Ubersuggest en juin 2023.
La France représente environ 17 % du PIB de l'Union en 2019¹¹⁵, ce qui apporte une valeur de référence pour interpréter les ratios présentés ci-dessus*

Quelles que soient les évolutions qu'envisagent les tutelles, la plateforme proposée par la France pour orienter les stratégies d'adaptation pourrait jouer un rôle plus central en incluant une identification plus exhaustive des projets de recherche et acteurs, ainsi qu'une hiérarchisation des services proposés sur la base de retours des utilisateurs et de statistiques d'usage.

¹¹⁵ https://france.representation.ec.europa.eu/qui-sommes-nous/la-france-dans-lue_fr

C - Un pilotage interministériel à mieux structurer

En complément de ses attributions au sein du GIEC, le ministère chargé de la transition écologique coordonne le PNACC. À ce titre, le deuxième PNACC prévoit que le ministère chargé de la transition écologique copilote avec le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche le volet « connaissance et information » de ce plan d'actions, en lien avec les autres ministères et opérateurs. En effet, nombre d'actions prévues ont été mises en œuvre en silo. Le cas le plus emblématique concerne les concours financiers de l'ANR, agence qui soutient essentiellement la recherche fondamentale. Or ce modèle de financement n'a pas permis d'orienter préférentiellement les moyens en faveur de la recherche en adaptation.

L'ANR et le ministère chargé de la transition écologique réalisent bien des travaux en commun, mais uniquement pour retracer *a posteriori* les financements consacrés à la recherche en adaptation. Cette dernière, par définition interdisciplinaire¹¹⁶ voire transdisciplinaire¹¹⁷, est plus difficile à valoriser pour les chercheurs. Les incitations des institutions scientifiques (modalités de financement, de recrutement, de publication et d'évaluation) restent dominées par le modèle de l'excellence disciplinaire. Cette modalité de recherche doit faire l'objet d'un pilotage et d'une orientation spécifique pour favoriser la structuration d'une communauté scientifique regroupant plusieurs secteurs et dynamiser la production de connaissances, d'experts et de solutions pour l'adaptation.

Des outils et modalités de pilotage efficaces pour stimuler ce type de recherche existent, notamment dans le secteur agricole¹¹⁸ ainsi que dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et de l'aménagement du territoire¹¹⁹. Cependant, hormis quelques collaborations fructueuses entre secteurs, les modèles d'innovation à la française demeurent largement structurés par secteur et donc par portefeuille ministériel. Les nouveaux programmes et équipements prioritaires de recherche, déployés sous l'égide du secrétariat général pour l'investissement, tel que le projet Traccs pour les services climatiques, ne font pas exception à ce modèle.

¹¹⁶ On parle d'interdisciplinarité lorsqu'une même recherche est conduite par des chercheurs de disciplines différentes.

¹¹⁷ Une recherche est transdisciplinaire lorsqu'elle est conduite entre des chercheurs académiques et des acteurs non-académiques.

¹¹⁸ L'Inraé a précisé que, pour le monde agricole, un ensemble d'acteurs, de projets et d'outils permet de faciliter le passage de la production de connaissances aux déploiements d'innovations sur le terrain, en liaison avec les acteurs concernés.

¹¹⁹ Le ministère chargé de la transition écologique est doté d'un réseau scientifique et technique d'opérateurs spécialisés, dont Météo-France, l'Ademe et le Cerema, qui facilitent le passage à l'échelle et la traduction des savoirs issus de la recherche vers les applications opérationnelles.

L’élaboration et la mise en œuvre d’une stratégie nationale de recherche portant sur les enjeux d’adaptation par le MESR et qui viendrait en appui du PNACC plus généraliste porté par le MTE serait de nature à dynamiser ce champ de recherche et à mieux orienter les financements, notamment dans le cadre des PEPR.

Au total, une telle stratégie de recherche ciblée sur les enjeux d’adaptation doit être portée par le ministère de l’enseignement supérieur et de la recherche. Une plus grande coordination entre les acteurs devra être recherchée dans l’optique du prochain plan national d’adaptation au changement climatique.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La recherche française pour l’adaptation rayonne au premier plan mondial, en particulier dans les sciences du climat et la recherche relative aux services écosystémiques, aux zones méditerranéennes, littorales et aux petites îles. Elle est également bien positionnée sur les enjeux agricoles, forestiers et liés à l’eau. En revanche, elle est confrontée à des fragilités scientifiques dans les secteurs de la santé, de l’urbanisme et des villes, ainsi que dans le domaine du développement, avec un sous-dimensionnement dans les outre-mer, et sur les enjeux liés à la mal-adaptation. En outre, cette recherche demeure cloisonnée entre secteurs.

Les succès français s’expliquent par le bénéfice d’importants moyens déployés sur le temps long, avec toutefois des risques liés à des ressources humaines en tension croissante, des financements insuffisamment ciblés sur la recherche en adaptation ainsi que des problématiques de financement des infrastructures de recherche. Certains viviers scientifiques, parfois très sollicités, pourraient ne pas être capables de répondre à une demande croissante, malgré la hausse des financements « exceptionnels » disponibles dans ces domaines. Au total, les moyens mobilisés pourraient se révéler rapidement insuffisants au regard des besoins induits par la transition.

Sous l’impulsion des principaux acteurs des sciences du climat ainsi que des instituts de recherche sectoriels, des services climatiques numériques commencent à être déployés dans une optique d’adaptation, avec toutefois un rayonnement contrasté. La visibilité de ces services, comme de l’ensemble bien plus large de solutions pour l’adaptation et de l’expertise scientifique française, souffre de lacunes et pourrait être dynamisée. La gouvernance de la recherche pour l’adaptation pourrait être renforcée, en articulant mieux l’échelon national avec les initiatives locales foisonnantes mais qui progressent en ordre dispersé.

La Cour formule les recommandations suivantes :

1. *produire une stratégie nationale de recherche en matière d'adaptation en appui au plan national d'adaptation au changement climatique (ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche) ;*
 2. *rééquilibrer les moyens en faveur de la recherche en adaptation, en particulier sur la santé, les villes, les outre-mer et les domaines partagés entre adaptation et atténuation (ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires) ;*
 3. *créer un label pour les groupes régionaux d'experts sur le climat et les inscrire au sein d'un réseau coordonné par le ministère de la transition écologique (ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires, haut conseil pour le climat) ;*
 4. *mettre en place des tableaux de bord de la recherche ainsi qu'une cartographie de l'expertise accessible à l'ensemble des acteurs pour l'adaptation au changement climatique et les autres enjeux scientifiques liés au climat et à la biodiversité (ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires) ;*
 5. *hiérarchiser les services climatiques, outils qui proposent une aide à la décision sur la base de projections climatiques, en fonction de leur usage et des retours des utilisateurs (ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires).*
-

Réponses reçues à la date de la publication

Réponse du ministre de la transition écologique et de la cohésion des territoires	168
Réponse de la ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche .	168
Réponse du secrétaire général du Secrétariat général pour l'investissement (SGPI).....	172
Réponse de la présidente du Haut conseil pour le climat.....	173
Réponse du Président-directeur général de l'Agence nationale de la recherche	176

Destinataires n'ayant pas d'observation

Monsieur le président-directeur général du Centre national de la recherche scientifique (CNRS)
Madame la présidente-directrice générale de Météo France

Destinataire n'ayant pas répondu

Madame la ministre de la transition énergétique

**RÉPONSE DU MINISTRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE
ET DE LA COHÉSION DES TERRITOIRES**

L'État mobilise des capacités d'observation, d'expertise et de recherche. L'alignement de ces différentes composantes est nécessaire comme le soulève la Cour des comptes, sans oublier également l'innovation, l'enseignement, et l'aspect territorial.

Si la ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche assure un pilotage général, je partage la préoccupation d'une recherche en soutien aux politiques publiques. Les organismes sous tutelle de mon ministère ont ainsi un positionnement axé sur la recherche et sur l'expertise au service de l'action ; à titre d'exemple, Météo France, acteur référent pour les données et services climatiques, le Cerema sur la réduction des vulnérabilités et pour un développement territorial plus résilient, ou l'Université Gustave Eiffel (UGE) qui travaille sur l'adaptation soutenable des villes et des territoires.

Vous soulignez la contribution de plusieurs programmes de recherche (PEPR), bénéficiant du soutien de France 2030, aux questions d'adaptation. Cela tient à la nature du sujet au carrefour d'enjeux très diversifiés, technologiques mais aussi sociétaux, par exemple sur des problématiques comme la résilience des sociétés ou l'adaptation urbaine. Je serai attentif à ce que mon ministère puisse tirer des enseignements enrichis du croisement entre ces différents travaux.

**RÉPONSE DE LA MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE**

À titre liminaire, je remercie la Cour des comptes pour le travail, approfondi et original par sa méthode, qu'elle a conduit sur un sujet devenu majeur en matière de politique publique. Si la recherche a clairement été à l'origine du diagnostic précoce du changement climatique, elle permet également, grâce aux études prédictives et aux scénarios qu'elle élaboré, d'en anticiper les effets négatifs et les risques qu'il fait courir à notre société et plus largement à l'humanité. Comme le souligne à juste titre le rapport de la Cour, la recherche doit jouer un rôle particulier dans l'identification des enjeux, la quantification des phénomènes et la recherche de solutions pour faire face à des situations que l'on sait inévitables.

Le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche (MESR) salue la grande qualité du travail présenté dans ce chapitre du rapport public annuel 2024. Ce travail repose sur des analyses originales et poussées de la bibliométrie associée aux rapports du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), qui constitue un concentré de l'expertise scientifique mondiale sur le climat. Ces méthodes d'analyse, développées avec l'Agence nationale de la recherche (ANR) et alimentées par les bases de données nationales, permettent de mieux qualifier au niveau international la place de la recherche française dans les sciences du climat et dans les domaines de l'adaptation et de l'atténuation. Elles permettent d'identifier les régions les plus actives, les thématiques les moins bien représentées, les travaux à conduire aux interfaces.

Devant l'intérêt de ces développements, mon département ministériel a d'ores et déjà pris l'initiative d'examiner, avec la Cour et l'ANR, dans quelle mesure ces méthodes d'analyse pourraient être utilisées pour constituer un outil de suivi régulier de la production scientifique française dans les différents champs de la recherche sur le climat, voire également sur la biodiversité.

Le panorama global des travaux réalisés que produit l'enquête de la Cour montre que notre système national de recherche se situe au meilleur niveau international, en fournissant notamment une contribution, significative en termes de qualité et visible en termes d'impact, aux rapports produits par le GIEC.

Je partage les conclusions de la Cour quant au rayonnement exceptionnel des recherches françaises sur le climat, la biodiversité, l'agronomie, l'hydrologie et la foresterie. Par contre, les domaines de la santé et de l'urbanisme associés au changement climatique apparaissent malheureusement en retrait.

S'il a émis des réserves sur la méthodologie employée pour qualifier la recherche dite « aux interfaces », le MESR partage également le diagnostic sur le cloisonnement persistant entre les domaines et sur le risque important de mal adaptation pouvant en résulter. Il y a lieu également de constater le déficit de recherches en sciences humaines et sociales, qui devraient pourtant être motrices sur des sujets portant sur l'identification des vulnérabilités, la mise au point de solutions en matière d'adaptation et d'atténuation qui soient comprises et mises en œuvre par tous les acteurs de la société. L'interdisciplinarité, fondement de la science de la durabilité, est essentielle.

En réponse à l'analyse de la Cour expliquant l'évolution du financement par l'ANR de la recherche en adaptation par l'arrêt du programme « gestion et impacts du changement climatique », il convient de noter que l'ANR continue cependant de financer les projets d'excellence, initiés par les chercheurs, dont certains peuvent cibler la question de l'adaptation.

Par ailleurs, le programme France 2030 finance des programmes de recherche exploratoires, proposés par des chercheurs, ou bien adossés à des stratégies nationales d'accélération, et proposés dans ce dernier cas par l'ensemble d'une filière. Au titre de France 2030, 22 programmes et équipements prioritaires de recherche (PEPR) contribuent à la transition écologique :

- 3 d'entre eux sont strictement dédiés au climat et sont financés à hauteur de 156 M€ ;*
- 8 d'entre eux sont consacrés à l'atténuation du changement climatique et sont financés à hauteur de 451 M€ ;*
- les 11 restants traitent de ces deux thèmes ainsi que de l'adaptation au changement climatique, et sont financés à hauteur de 432 M€.*

La Cour prend l'exemple de l'évolution du financement par l'ANR de projets dédiés à l'adaptation pour noter que le plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) n'a pas eu l'effet escompté sur la programmation de l'Agence. Elle estime que la recherche pour l'adaptation et en adaptation doit être co-pilotée par les ministères en charge de l'environnement et de la recherche. Il est avéré que le PNACC, du fait de sa logique sectorielle et de sa dimension opérationnelle, ne constitue pas un cadre pertinent pour la programmation de la recherche. Il pourrait cependant mieux identifier les questions posées à la recherche pour permettre son déploiement opérationnel.

Le secrétariat général pour l'investissement a apporté, ces dernières années, un appui programmatique et financier majeur aux thématiques stratégiques de l'Etat, parmi lesquelles le climat dans toutes ses dimensions, en incluant les questions liées à l'adaptation et à l'atténuation, figure largement. Les PEPR apportant les connaissances qui seront produites au titre des contributions attendues de la recherche pourront être identifiés dans le PNACC 3 en vue de répondre aux questions qu'il explicite.

Dans la continuité de la publication du rapport commandé par la ministre à monsieur Philippe Gillet, l'animation et la programmation de la recherche sur les thématiques à enjeux sociétaux, comme l'adaptation au changement climatique, vont être confiées à des agences de programme. Le Président de la République a annoncé la création le 7 décembre dernier de ces agences, qui seront hébergées par les principaux organismes nationaux de recherche.

Au-delà de ces considérations, je souhaite porter à votre connaissance mes remarques sur les 4 recommandations qui me sont adressées.

La recommandation n°1 préconise de « produire une stratégie nationale de recherche en matière d'adaptation, en appui au plan national d'adaptation au changement climatique ».

Comme indiqué ci-dessus, les différents PEPR produisant des connaissances en appui à l'adaptation au changement climatique seront explicitement cités dans le PNACC 3 et l'expertise ainsi développée pourra être mobilisée en tant que de besoin. C'est une première façon pour la recherche de venir en appui au PNACC.

En ce qui concerne l'orientation de la recherche sur ce thème, le Président de la République a confié au centre national de la recherche scientifique le rôle d'agence de programme sur le thème climat, biodiversité et sociétés durables. L'agence aura pour mandat de définir les thèmes de recherche prioritaires à retenir dans la programmation sur ces thématiques, incluant l'adaptation au changement climatique, et d'en piloter la mise en œuvre le cas échéant. C'est dans ce nouveau cadre de programmation que la production d'une feuille de route nationale portant sur la recherche sur le changement climatique pourra être proposée.

La recommandation n°2 invite à « rééquilibrer les moyens en faveur de la recherche en adaptation, en particulier sur la santé, les villes, les outre-mer et les domaines partagés entre adaptation et atténuation ».

Le programme Solutions pour la ville durable et bâtiments innovants est un PEPR qui porte sur l'adaptation de la ville en mentionnant clairement les enjeux liés à la santé.

La nouvelle agence de programme portée par le CNRS, évoquée ci-dessus, ainsi que l'agence de programme consacrée à la santé portée par l'Institut national de la santé et de la recherche médicale, constituent le cadre pour faire émerger des projets relevant de ces deux domaines.

La recommandation n°3 suggère de « créer un label pour les groupes régionaux d'experts sur le climat et les inscrire au sein d'un réseau coordonné par le ministère de la transition écologique ».

Le MESR pourra apporter son appui au ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires si celui-ci décide d'étudier la mise en œuvre de cette proposition en lien avec le haut conseil pour le climat.

La recommandation n°4 incite à « mettre en place des tableaux de bord de la recherche ainsi qu'une cartographie de l'expertise accessible à l'ensemble des acteurs pour l'adaptation au changement climatique et les autres enjeux scientifiques liés au climat et à la biodiversité ».

La stratégie nationale bas carbone, le plan Climat et Biodiversité du MESR, le PNACC 3 comprennent un axe « production de connaissances » destiné à faire progresser notre compréhension du climat, de son évolution en termes de risques, ainsi que des possibilités de l'atténuer tout en s'adaptant à ses conséquences inéluctables. Le suivi de ces actions via un tableau de bord complet est malaisé à concevoir du fait des échelles de temps différentes qui sont inhérentes à la recherche et à sa valorisation (environ 5 ans sont nécessaires pour une publication).

Toutefois, les développements méthodologiques de la Cour pourraient être utilisés pour mettre au point une cartographie des thématiques à suivre dans la durée, avec un dispositif bibliométrique associé, afin de pouvoir rendre compte des connaissances produites. Une étude de faisabilité permettra de voir quelles suites pourraient être effectivement données à ce projet de cartographie. La cartographie de l'expertise relève plus probablement du réseau scientifique et technique (réseau des opérateurs de recherche en environnement) animé par le ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires.

RÉPONSE DU SECRÉTAIRE GÉNÉRAL DU SECRÉTARIAT GÉNÉRAL POUR L'INVESTISSEMENT (SGPI)

La Cour dénombre 11 Programmes et équipements prioritaires de recherche dans le périmètre de la recherche pour l'adaptation (PEPR). Dans les faits, ce sont 20 PEPR qui sont particulièrement en lien avec les questions de transition et d'adaptation, avec une approche transversale qui évite précisément les silos disciplinaires évoqués dans le rapport, dont vous trouverez le détail en annexe.

Ces nombreux projets financés sont complétés par des actions de soutien à la prématuration et maturation, entre autres, dans les domaines de la mobilité, de la décarbonation de l'industrie, des énergies renouvelables avec des enveloppes moyennes de 20 M€ par projet.

Par ailleurs, le SCPI finance une action de « recherche à risque », qui vise à améliorer les moyens de détection et d'accélération des découvertes scientifiques inédites, et à soutenir des travaux de recherche dont le potentiel applicatif, plus large qu'initialement prévu, nécessite une réponse rapide et sur mesure. Cette enveloppe financière de 500 M€ d'euros contribue pour une part à la création, au sein des organismes nationaux de recherche, d'agences de programme. Leur objectif répond à un certain nombre de remarques formulées dans le rapport, notamment le besoin de

pilotage national de programmes de recherche, jugés stratégiques car à fort impact sociétal et/ou relevant d'un intérêt souverain, en priorité dans des domaines pour lesquels le renforcement de la coordination entre les acteurs de recherche, d'une part, et entre ministères pour clarifier le mandat donné par l'État, d'autre part, est essentiel. Citons ainsi :

- *l'agence de programme « climat, biodiversité et sociétés durables », portée par le CNRS (en lien avec l'IFREMER et l'IRD) en charge de mieux comprendre, et mieux prédire le fonctionnement du Système Terre et de traiter le climat, la biodiversité et les sociétés humaines comme des systèmes couplés (avec notamment la question de l'acceptabilité des solutions émergentes face au changement climatique) ;*
- *l'agence de programme « agriculture, alimentation durable, forêt et ressources naturelles », portée par l'INRAE,*
- *l'agence de programme « énergies décarbonées », portée par le CEA.*

Enfin, mentionnons qu'à travers le levier « écosystèmes d'enseignement supérieur, de recherche et d'innovation » de France 2030, nous soutenons de manière structurelle les établissements de recherche et universités, avec des dispositifs de type « Initiatives d'excellence » (Idex), « Initiatives Science / Innovation / Territoires / Économie » (Isite), « Excellence sous toutes ses formes », permettant de financer sur des programmes au temps long la recherche fondamentale, dont une partie croissante se consacre aux enjeux de la transition environnementale. Le montant dédié à cet axe, hors PEPR et Recherche à Risque, s'élève à 4 Md€ dans le budget de France 2030.

RÉPONSE DE LA PRÉSIDENTE DU HAUT CONSEIL POUR LE CLIMAT

En réponse à votre saisine du 23 novembre 2023, et conformément aux articles L 143-6 et R 143-13 du code des juridictions financières, vous trouverez ci-après la réponse du Haut conseil pour le climat sur le projet de chapitre « la place et le rôle de la recherche publique dans l'adaptation au changement climatique » destiné à figurer dans le rapport public annuel 2024 de la Cour des comptes. Pour en faciliter la lecture, les différents aspects sont regroupés par catégories.

Observation et série de données

La constitution de longues séries de données est essentielle pour la fiabilité du suivi des impacts, la réalisation et la calibration de projections climatiques ciblées. En général, trop peu d'attention est accordée aux enjeux et besoins d'observations et d'observatoires en complément de la modélisation. Répondre au besoin en observations générales ou thématiques pourrait être souligné comme facteur clef d'amélioration de la représentativité des diagnostics et des projections que ce soit au niveau des impacts physiques ou des vulnérabilités générales ou sectorielles.

Évaluation des vulnérabilités et des besoins d'adaptation

L'établissement de diagnostics de vulnérabilité de manière systématique pour couvrir l'ensemble du territoire national en métropole et outre-mer devrait combler le manque d'état des lieux national qui fasse le point sur les tendances observées, impacts, évaluations des modèles, projections d'impacts et risques, impacts évités par l'adaptation, pertes et dommages etc.... De tels rapports nationaux sont faits dans d'autres pays (ex. USA). Ils permettent un suivi des pertes et préjudices et des besoins d'adaptation à différentes échelles pour constituer un référentiel. Pour l'établissement d'un tel état des lieux en France, le CNRS/INSU, dans un contexte de financement national déclinant, apparaît comme un acteur légitime pour structurer la recherche sur l'adaptation en prolongement de son action structurante en matière de sciences du climat. Des financements régionaux sont aussi à examiner pour parvenir à établir des diagnostics s'appuyant sur des connaissances scientifiques évolutives de pointe et mobilisant les différentes disciplines concernées en sciences du climat et au-delà.

Ressources humaines

Si les principaux atouts dont dispose la France sont reflétés dans le chapitre, il nous semble important cependant d'attirer l'attention sur les inquiétudes relatives à la faiblesse de recrutements déplorée par plusieurs directeurs de laboratoire et récemment relayée par la presse. En amont des enjeux de recrutement, l'offre de formation en adaptation de niveau M2 est à considérer pour s'assurer de la pertinence des thématiques traitées en formation initiale au regard des besoins d'adaptation identifiés (en complément de la partie B2).

Aide à la décision et services climatiques

« Le rôle crucial mais inégalement assumé de l'expertise scientifique pour l'aide à la décision » doit englober les aspects climatiques et socio-économiques et être régulièrement mis à jour avec les éléments d'impact actualisés à des fins de traduction de la recherche pour renforcer l'aide à la décision publique comme privée. Le volet vulnérabilité est souvent une faiblesse de la démarche française qui met l'accent sur exposition et aléas. En prolongement des actions de recherche, le développement d'une offre de services de consultance en capacité de tirer pleinement parti des résultats et produits de la recherche constitue une dimension importante pour traiter largement les besoins d'adaptation.

Moyens financiers

Une recherche pertinente sur l'adaptation doit s'appuyer sur les connaissances de pointe, évolutives, issues de la partie recherche fondamentale en sciences du climat à continuer à renforcer. Il faut aussi déployer des moyens supplémentaires essentiels dans les différents domaines d'impact notamment, la sécurité civile ou l'aménagement du territoire. « Rééquilibrer les moyens » ne doit pas conduire à diminuer les ressources de certains pour augmenter celles des autres.

Méthode d'analyse

Le suivi des participations françaises aux conférences internationales sur l'adaptation reflète aussi la visibilité internationale de la recherche française. Le socle numérique mériterait d'être articulé avec la feuille de route « numérique et planification écologique » pilotée au SGPE.

Points de formulation

(Encadré du C/ Des infrastructures cruciales dont le financement dans la durée demeure incertain) il est préférable d'utiliser « projections mondiales » plutôt que prédictions. L'utilisation du terme de « représentativité » plutôt que « hiérarchie » pour parler du positionnement des experts français serait plus appropriée.

Éléments pouvant être mieux mis en lumière

Le premier point est relatif au périmètre des disciplines identifiées qui a tendance à sous-estimer les dimensions d'aménagement du territoire, de développement durable, de prévention des risques, de gestion de crise et de gouvernance traditionnellement traités en France dans les sciences géographiques, les sciences économiques, sciences de gestion, sociologie

et sciences politiques. Ce biais rend peu visible les contributions d'acteurs français de la recherche sur l'adaptation reconnus internationalement comme l'IRD, l'IDDRRI les laboratoires de géographie ou encore le BRGM pour les questions de sol et de littoral. Une fois le périmètre d'examen élargi, une comparaison des efforts de recherche en France avec les pays comparables serait pertinente. La politique européenne de recherche sur l'adaptation gagnerait à être mieux décrite.

Le deuxième point manquant se situe au niveau des initiatives territoriales, tant au niveau d'observatoires locaux ou thématiques (ex. GREC, périmètres et rôles très hétérogènes à évaluer, co-production de connaissances ? évaluation collective et transparente ? appropriation par les collectivités territoriales ?) que de structures transposant le fonctionnement du GIEC à une échelle géographique dédiée (ex. MEDECC pour le pourtour méditerranéen).

Le troisième point consisterait à approfondir la question de la maladaptation qui mériterait un développement plus précis (cf. sur les canicules et vagues de chaleur focalisé sur les zones urbaines denses sans aborder les demandes d'électricité supplémentaires à mettre en cohérence avec une stratégie énergétique), et d'autres exemples notamment liés aux digues (BRGM).

Enfin, le dernier point concerne plus largement les questions de transition juste et le besoin de recherche sur la gouvernance de l'action climatique pour mieux protéger les plus vulnérables notamment en matière d'accès à la ressource en eau en période de tension persistante, ou encore en matière de gestion et prévention des risques

RÉPONSE DU PRÉSIDENT-DIRECTEUR GÉNÉRAL DE L'AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE

Je vous remercie pour la communication du projet de chapitre destiné à figurer dans le rapport public annuel 2024 de la Cour des comptes, chapitre relatif à la place et au rôle de la recherche dans l'adaptation au changement climatique.

Je tiens à souligner la qualité du travail effectué par la Cour ainsi que la qualité des interactions établies entre la Cour et l'ANR sur les aspects méthodologiques pour permettre à la Cour de développer des méthodes pour analyser la performance et les moyens de la recherche française pour l'adaptation au changement climatique.

Concernant l'ANR, la Cour relève à juste titre que « sur la période de 2012 à 2022, les financements alloués à la recherche pour l'adaptation ont augmenté ». Compte tenu des engagements de la loi de programmation de la recherche, concernant notamment le préciput et le financement du programme Carnot, la part affectée à l'appel à projets générique est passée de 758,2 M€ en 2022 à 761 M€ en 2023, soit une augmentation de 0,8 %.

Dans le paragraphe suivant, il conviendrait de corrélérer les évolutions mentionnées par la Cour aux périodes analysées, qui ne sont pas précisées, et ne peuvent en aucun cas concerter l'année 2023, dont les résultats ne pouvaient être connus lors de l'examen effectué.

Le Cour indique que « les financements de l'ANR sont attribués en proportion du nombre de projets déposés, dans le cadre de comités d'évaluation ». L'ANR ne conteste pas ce constat d'une situation passée résultant d'un contexte budgétaire contraint. Lorsque les taux de sélection sont inférieurs à 20 %, comme c'est le cas également à l'ERC, les agences de financement appliquent généralement des taux de sélection identiques pour les différents comités de sélection. L'augmentation des moyens attribués à l'ANR avec la LPR permet de faire évoluer cette approche.

La Cour en déduit ensuite que « dans la mesure où il n'existe pas de comité d'évaluation spécifique pour l'adaptation, les financements sur ce sujet sont mécaniquement réduits ». Cette assertion est discutable, pouvant laisser sous-entendre que si un comité avait été dédié à l'adaptation, des projets de moindre qualité scientifique auraient ainsi pu être financés. Un comité dédié ne serait en outre pas forcément adapté à la nécessaire interdisciplinarité et au fait que, comme le souligne la Cour, la recherche sur l'adaptation au changement climatique doive s'inscrire dans un continuum de recherche qui se matérialise par différents comités thématiques ou différents instruments de financement, et impliquer des approches très diverses et des domaines technologiques très différents.

L'ANR adhère au constat énoncé par la Cour selon lequel « la recherche en adaptation doit faire l'objet d'incitations spécifiques pour renforcer les communautés scientifiques concernées et leurs liens ». Ces incitations reposent sur des actions internationales, européennes, nationales et régionales et s'inscrivent dans plusieurs niveaux d'actions mises en place par l'ANR :

Soutenir les équipes françaises dans les *consortia* de recherche internationaux

L'ANR assure depuis un an la coprésidence du Belmont Forum (avec RCN, agence de financement norvégienne). Créé en 2009 à l'initiative de la NSF américaine, le Belmont Forum est un consortium international d'agences de financement d'une trentaine de pays, jouant un rôle incitatif important pour soutenir les recherches sur les changements globaux, en particulier le changement climatique. Le Belmont Forum a soutenu plus de 150 projets de recherche, impliquant un millier de scientifiques de 90 pays, privilégiant des approches intégrées, notamment sur les impacts et les adaptations au changement climatique.

Jouer un rôle moteur dans les partenariats européens

Les partenariats d'Horizon 2020 et aujourd'hui d'Horizon Europe sont basés sur des collaborations entre la Commission européenne et les agences nationales de financements. L'ANR est notamment associé aux partenariats de long terme entre l'Europe et l'Afrique et impliquée dans une douzaine de nouveaux « partnerships », qui intègrent largement la thématique de l'adaptation au changement climatique.

Soutenir l'excellence au niveau national

À travers deux leviers :

- *Mise en œuvre des programmes de France 2030 (levier « directed-programmes ») : comme souligné par la Cour, 11 PEPR concernent les recherches relatives au changement climatique, en particulier l'adaptation au changement climatique.*
- *Soutien aux jeunes chercheurs/jeunes chercheuses et projets collaboratifs interdisciplinaires (levier « investigator-driven projects ») : 80 % des projets du plan d'action s'inscrivent dans au moins l'un des 17 objectifs du développement durable des Nations-Unis et un tiers, très interdisciplinaires, sont spécifiquement orientés sur les grandes transitions (sciences de la durabilité, transitions environnementales et écologiques, transitions énergétiques, one health...).*

Organiser des partenariats et cofinancements régionaux pour répondre aux spécificités locales

Comme le souligne la Cour, une dimension essentielle concerne la déclinaison régionale de la recherche et de l'expertise pour répondre aux spécificités locales, en associant les différentes parties prenantes (collectivités, associations...). Une attention particulière, peu évoquée par

la Cour, doit être apportée aux régions ultramarines. Après une mobilisation de la recherche sur des problématiques ultramarines liées aux adaptations au changement climatique, notamment sur les Sargasses, associant et cofinancée par l'Ademe, les collectivités territoriales de Martinique et de Guyane, la région Guadeloupe, une première action a été suivie d'un deuxième appel élargi à des agences de financements partenaires de l'ANR (l'agence brésilienne Facepe, Connacyt du Mexique et NWO des Pays-Bas). Un programme portant sur la biodiversité et les aires maritimes protégées dans l'Océan indien a été mis en place et coordonné par l'ANR, cofinancé par l'AFD et associant la National Research Foundation d'Afrique du sud, la National Research Foundation du Kenya, le Mozambique National Research Fund et la Tanzanian Commission for Science and Technology et ouvert aux équipes des Comores, de Madagascar et de l'île Maurice.

Cette logique de mobilisation de l'expertise scientifique et de la recherche pour répondre à des spécificités régionales en métropole constitue également une priorité de l'agence. Un programme portant sur les impacts du changement climatique sur les écosystèmes régionaux mis en place en 2023 par l'ANR, en partenariat avec la région Pays de la Loire et la région Normandie, portant sur les adaptations aux inondations par crues des cours d'eau, la dégradation de la qualité de l'eau, les impacts locaux de l'élévation du niveau de la mer.

Concernant les financements exceptionnels dans le cadre des Investissements d'avenir devenus France 2030, la Cour note que les financements ont été concentrés sur la période du premier PNACC (270 M€) plutôt que sur le second (126 M€). Il convient de noter que ces montants correspondent à des autorisations d'engagement et non à des crédits de paiement. Ainsi, tous les projets financés lors du premier PNACC étaient encore actifs lors du second et ont donc reçu une partie de leur financement après 2015, date de la fin du premier PNACC.

2

Accompagner l'adaptation de l'économie au changement climatique : le rôle des institutions financières et bancaires

PRÉSENTATION

En 2015, l'Accord de Paris sur le climat a reconnu à la fois le rôle prépondérant du secteur financier dans la transition vers une économie plus durable, et l'enjeu prioritaire de l'adaptation au changement climatique. Il a introduit, dans son article 2, l'objectif d'orientation des flux financiers vers des actifs « à faible émission de gaz à effet de serre », afin d'atténuer le réchauffement climatique, et « résilients », c'est-à-dire capables de s'adapter aux conséquences du changement climatique.

L'Union européenne et la France ont progressivement adopté un cadre d'action pour inciter les institutions financières (banques, sociétés d'assurances, gestionnaires d'actifs) à atteindre ces objectifs. Les acteurs financiers sont désormais soumis à un encadrement réglementaire fondé sur des exigences de transparence, qui les incite à financer, accompagner et investir dans des projets favorables à la transition écologique et à l'adaptation – et, a contrario, à exclure à terme les secteurs qui y sont les plus défavorables. Une approche prudentielle, poursuivant les mêmes objectifs, est mise en œuvre en parallèle, à la demande de la Banque centrale européenne et des superviseurs nationaux. Ce cadre d'action est en cours d'appropriation par les acteurs : toutes les conditions d'application n'en sont pas encore définies et les risques « d'écoblanchiment » demeurent élevés.

Les sociétés financières publiques et privées ont déployé de nombreux instruments pour financer la transition et communiquent massivement sur le sujet. Toutefois, ce foisonnement d'engagements et de produits « verts » est insuffisamment harmonisé. En conséquence, les volumes engagés et les résultats des actions entreprises ne peuvent être rigoureusement mesurés et comparés sur la période récente. La prise en

compte des besoins spécifiques de financement des actions d'adaptation est difficilement évaluable, ces financements étant le plus souvent indissociables de l'atténuation. Les données disponibles tendent néanmoins à montrer que la (ré)allocation des flux financiers vers la transition de l'économie est d'ampleur très limitée, le premier critère d'allocation des flux demeurant la rentabilité financière, et non l'impact environnemental.

La Cour identifie trois leviers d'action pour accentuer le financement de la transition et de l'adaptation : une définition et un contrôle plus rigoureux de l'impact environnemental des produits financiers autoproclamés « verts », l'amélioration de la rentabilité des projets de transition et d'adaptation – en agissant sur la réglementation et sur les curseurs économiques et financiers sous-jacents à ces projets – et, enfin, l'intégration des enjeux de financement dans la gouvernance et le pilotage des politiques publiques de l'adaptation.

Au terme d'une enquête auprès d'institutions financières françaises publiques et privées, d'acteurs de la finance durable, d'instituts de recherche, de ministères, de superviseurs et de régulateurs, le présent chapitre examine l'évolution du cadre réglementaire et prudentiel de l'action des institutions financières (I), analyse l'action des institutions financières publiques et privées pour le financement de la transition et de l'adaptation (II) et identifie les leviers pour renforcer l'orientation des flux financiers vers l'adaptation de l'économie (III).

I - Un cadre d'action en évolution, une attention récente aux enjeux d'adaptation

Le cadre d'action des banques, fonds d'investissement et sociétés d'assurances comporte deux volets : d'une part, un encadrement réglementaire, en cours de définition et d'appropriation par les acteurs aux niveaux national et européen ; d'autre part, une approche par les risques, qui progresse sous l'égide des superviseurs bancaires et assurantiels (banques centrales et Autorité de contrôle prudentiel et de résolution – ACPR).

A - Un encadrement réglementaire ambitieux mais perfectible, en cours d'appropriation par les acteurs

Depuis l'Accord de Paris en 2015, plusieurs textes européens et nationaux ont été adoptés pour suivre et encadrer l'activité des institutions financières en matière environnementale. Ils poursuivent un objectif de transparence, supposant que l'effet réputationnel incitera ces entités à réorienter les flux financiers vers la transition écologique de l'économie. La transition écologique est ici entendue comme le ou les processus de transformation de la société vers un modèle plus écologique, intégrant les objectifs d'atténuation et d'adaptation au changement climatique. Elle inclut la transition des systèmes de production, de distribution et de consommation sur un territoire donné.

1 - Une réglementation non stabilisée

L'encadrement européen a profondément évolué à la suite du Plan d'action de l'Union européenne (UE) sur la finance durable de 2018, renouvelé en 2021, dont l'objectif principal visait à orienter les flux de capitaux vers des investissements durables¹²⁰.

Les activités économiques favorables à l'environnement sont définies et classées selon des critères communs en application de la taxonomie européenne adoptée en juin 2020¹²¹ : relever de l'une des 90 catégories économiques éligibles définies par la Commission, contribuer substantiellement à l'un des six objectifs environnementaux¹²², ne pas causer de préjudice important à l'un des cinq autres objectifs tout en offrant des garanties sociales minimales. Sur ce fondement, les institutions financières devront, à partir de 2024, publier la part d'activités durables dans leur encours (sociétés d'investissement), bilan (établissements de crédit) ou portefeuille de souscription (assurances).

¹²⁰ Règlement 2020/852 du 18 juin 2020, règlement délégué 2021/2139 du 4 juin 2021 et règlement délégué 2022/1214 du 9 mars 2022 (Taxonomie) ; règlement 2019/2088 du 27 novembre 2019 (SFDR), directive 2022/2464 du 14 décembre 2022 (CSRD). Ces textes sont complétés par un acte délégué (MIFID II) applicable depuis août 2022.

¹²¹ Les conditions d'application sont encore en cours de définition.

¹²² Atténuation du changement climatique, adaptation au changement climatique, utilisation durable et préservation des ressources aquatiques et marines, transition vers une économie circulaire, prévention et réduction de la pollution, protection et restauration de la biodiversité et des écosystèmes.

Le règlement européen *Sustainable Finance Disclosures Regulation* (SFDR), entré en vigueur en mars 2021, définit les exigences de transparence à l'égard des produits financiers. Les gestionnaires d'actifs doivent désormais distinguer, parmi les produits durables, ceux faisant la promotion des caractéristiques environnementales ou sociales (dits « article 8 » en référence à l'article du règlement) et ceux poursuivant un objectif d'investissement durable, à la définition plus restrictive (dits « article 9 »). La législation française prévoyait dès 2015 des informations supplémentaires concernant l'alignement sur les objectifs de l'accord de Paris et les objectifs internationaux en matière de biodiversité¹²³.

La directive européenne *Corporate sustainability reporting directive* (CSRD) vise à normaliser, préciser et élargir le champ de publication des données extra-financières de toutes les entreprises, en tenant compte de leur taille, afin que les investisseurs et le grand public disposent d'informations comparables et fiables. Le Groupe consultatif pour l'information financière en Europe (EFRAG), composé de normalisateurs comptables nationaux, de fédérations professionnelles européennes ou encore d'organisations non gouvernementales, est chargé de conseiller la Commission dans la conception de ce cadre de *reporting*, qui remplacera celui de 2014¹²⁴. La directive CSRD introduit des changements majeurs, en définissant les contours de ce que devrait être un plan de transition de l'entreprise¹²⁵ et en exigeant la transparence sur l'existence de ce dernier. Le texte consacre la logique de la *double matérialité* : l'entreprise devra à la fois examiner l'incidence de la dégradation des conditions environnementales sur son activité et mesurer l'impact de son activité sur ces mêmes conditions. Enfin, le champ des entreprises concernées dans l'Union européenne est élargi de 11 700 à plus de 50 000 entreprises.

Le travail de l'EFRAG se développe parallèlement à celui de la fondation IFRS¹²⁶, qui a initié en 2021 la conception d'un socle mondial de normes de durabilité, l'ISSB (*International Sustainability Standards Board*). Contrairement aux normes européennes, qui sont contraignantes, l'ISSB est facultatif pour les États, qui peuvent choisir de l'intégrer ou non dans leur réglementation. Ce socle de normes se veut plus simple d'utilisation, car moins exhaustif que la directive CSRD. Il est surtout moins ambitieux car il n'intègre pas de critère de double matérialité. L'interopérabilité avec les normes européennes est un enjeu crucial pour les sociétés financières françaises.

¹²³ Article 173 de la loi de 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

¹²⁴ Directive 2014/95/UE du 22 octobre 2014.

¹²⁵ Le plan de transition devra décrire les actions mises en œuvre par l'entreprise pour assurer la compatibilité de son modèle et de sa stratégie avec la transition vers une économie durable, les objectifs de l'accord de Paris et de neutralité climatique d'ici à 2050 et, le cas échéant, l'exposition à des activités liées aux énergies fossiles.

¹²⁶ *International Financial Reporting Standards*, référentiel comptable produit par l'*International Accounting Standards Board - IASB*.

Ces évolutions récentes sont en cours d'appropriation par les acteurs. Le règlement SFDR sur les produits financiers ne s'applique que depuis début 2021. La publication de l'alignement des activités des sociétés financières avec les objectifs d'atténuation et d'adaptation de la taxonomie commencera en 2024 et la directive CSRD sur le *reporting* extra-financier des entreprises sera progressivement mise en œuvre à partir de 2024, avec des entrées en vigueur différées jusqu'à 2029 pour les petites et moyennes entreprises.

2 - Un cadre peu contraignant qui pourrait gagner en cohérence et en lisibilité

Pour amplifier la réorientation des flux financiers et leur alignement avec les objectifs climatiques, le cadre réglementaire européen accroît les exigences de transparence. Son efficacité dépend de l'effet de signal de l'information extra-financière et de sa bonne appropriation par les acteurs.

Plusieurs limites aux effets de cette réglementation sur le financement de l'adaptation peuvent déjà être identifiées. Tout d'abord, alors que l'adaptation est désormais un objectif climatique de l'UE au titre de la taxonomie, les activités fléchées par le texte comme servant cet objectif recoupent à 88 % les activités liées à l'atténuation. Par ailleurs, la taxonomie fixe plutôt un cap pour l'avenir en définissant les actifs «verts foncés»¹²⁷, sans prendre véritablement en compte la dynamique de transition de l'économie. Elle est très restrictive à ce stade, puisque les 90 activités éligibles ne représentent que 3 % du produit intérieur brut (PIB) européen. Les taux d'alignement publiés par les sociétés financières devraient être très faibles dans les premières années de leur mise en œuvre, induisant de potentiels effets désincitatifs même pour les acteurs les plus engagés. C'est pourquoi la Plateforme sur la finance durable, composée d'experts conseils de la Commission, préconise la mise en œuvre d'une «taxonomie de transition»¹²⁸, en ligne avec de nombreux acteurs.

Lacunaire sur certains points, la réglementation est foisonnante sur d'autres, en laissant aux acteurs une marge d'interprétation qui nuit à sa cohérence. La classification des produits financiers au titre de l'article 8 («socialement et environnementalement responsables») ou de l'article 9 («investissement durable») du règlement SFDR augmente le risque d'écoblanchiment, et fait apparaître un besoin de clarification : le texte, peu

¹²⁷ Se dit des actifs les plus favorables à l'environnement définis par la taxonomie.

¹²⁸ Platform on sustainable finance, *The extended environmental taxonomy: Final Report on taxonomy extension options supporting a sustainable transition*, mars 2022.

prescriptif, s'appuie sur des concepts insuffisamment définis comme celui d'« investissement durable ». Ainsi, selon une étude de Novéthic¹²⁹ financée par l'Agence de la transition écologique (Ademe) et la Caisse des dépôts et consignations (CDC) et publiée en décembre 2022, sur 195 fonds auto-classifiés « article 9 » représentant un encours de 72 Md€, seule une vingtaine s'engageait à une part minimum d'investissement durable. L'Autorité des marchés financiers (AMF) ainsi que la direction générale du Trésor plaident pour la définition de seuils minimaux de durabilité pour ces deux types de fonds.

La confusion est accrue par l'absence d'articulation entre le règlement SFDR et la taxonomie. La définition de la durabilité diffère selon les deux textes, si bien qu'un produit financier peut être considéré comme durable au titre du règlement SFDR sans effectuer aucun investissement dans des activités alignées sur la taxonomie. La Commission a annoncé une évaluation de ce règlement avant sa probable révision, afin notamment d'améliorer son articulation avec la taxonomie et d'harmoniser les définitions.

Enfin, l'articulation entre les exigences européennes et nationales peut s'avérer complexe. La loi du 8 novembre 2019 relative à l'énergie et au climat impose depuis 2019 la publication d'informations supplémentaires par les sociétés financières françaises. La Cour recommande d'établir un tableau de correspondance clair et simple d'utilisation entre ces différents cadres, afin d'en faciliter l'application.

3 - D'importants enjeux opérationnels et coûts associés à la mise en œuvre

Les sociétés financières et non financières font face à de nombreux défis opérationnels dans l'application des nouvelles règles. D'une part, les coûts moyens par entreprise, résultant de la préparation de la directive CSRD, pourraient évoluer entre 40 000 € et 320 000 € ; les coûts moyens annuels d'audit pourraient s'élever entre 67 000 € et 540 000 €¹³⁰. Ces montants sont vraisemblablement surévalués, car calculés sur la base de la première proposition, très détaillée, de l'EFRAG. Ils n'en demeurent pas moins significatifs. D'autre part, la réglementation nécessitera de faire évoluer les systèmes d'information des sociétés pour industrialiser le traitement des données.

¹²⁹ Novéthic (média en ligne sur l'investissement socialement responsable, filiale du groupe Caisse des dépôts), *SFDR : les débuts poussifs du marché des fonds « article 9 », 2022*.

¹³⁰ CEPS-Milieu, étude commanditée par l'EFRAG, novembre 2022.

La mise en conformité sera d'autant plus complexe à court terme que les calendriers des obligations de *reporting* ne sont pas synchronisés. Les sociétés financières doivent fournir depuis 2021 des données agrégées sur la durabilité de leur portefeuille, sur la base d'informations standardisées qui ne seront publiées par les entreprises qu'à partir de 2024. Ces sociétés font enfin face à des besoins massifs de formation et de recrutement dans le domaine de la finance durable et de la transparence.

B - Une prise en compte du risque climatique amorcée sous l'impulsion des superviseurs

1 - L'identification du risque climatique : une protection des bilans indispensable au financement de l'adaptation

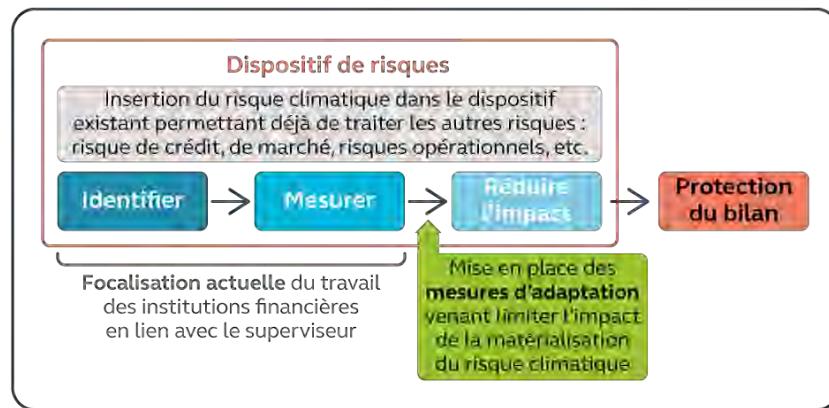
Chaque société financière doit identifier et mesurer les risques financiers auxquels elle est confrontée. Dans ce cadre, elle doit définir des actions d'adaptation pour limiter les impacts du risque climatique.

Le risque climatique se décompose en deux volets principaux : (i) le risque physique lié à l'augmentation de la fréquence et du coût des aléas climatiques extrêmes et (ii) le risque dit « de transition » qui couvre le risque de pertes financières d'un établissement du fait de l'évolution de l'économie (réglementations, préférences de marché, etc.).

L'identification des risques physiques est un préalable à l'adoption de mesures d'adaptation pertinentes. De plus, la matérialisation du risque climatique et l'émergence d'actifs dits « échoués »¹³¹ pourront diminuer la solvabilité des emprunteurs ou engendrer une dépréciation de certains actifs au bilan des sociétés financières. L'intégration du risque climatique aura donc des effets opérationnels en affectant la solidité financière des clients, influant par là-même sur les décisions financières les concernant, comme l'illustre le schéma ci-dessous.

¹³¹ Subissant une perte de valeur par exemple du fait de leur localisation dans une zone très exposée aux risques climatiques extrêmes ou de leurs forts niveaux de carbonation.

Schéma n° 3 : cadre de risques et prise en compte de l'adaptation



Source : Cour des comptes

2 - Des superviseurs qui se sont activement saisis du sujet

La gestion des risques pour les banques et les assurances est encadrée par la régulation prudentielle déterminée au niveau européen¹³². En matière bancaire, elle fixe les exigences minimales de fonds propres que doivent respecter les établissements (dites « Pilier 1 ») et confèrent au superviseur la capacité d'établir un dialogue avec chaque entité pour y ajouter, si nécessaire, des exigences individualisées (dites « Pilier 2 »). La prise en compte du risque climatique a fait l'objet, au titre du Pilier 2, de plusieurs exercices menés par l'Autorité de contrôle prudentiel et de régulation (ACPR – superviseur des assurances et de certains établissements spécifiques comme la CDC) et par la Banque centrale européenne (BCE), qui supervise les banques les plus importantes de la zone euro, au nombre de onze en France, dont Bpifrance et la Banque Postale (LBP).

¹³² Capital Requirements Regulation (CRR) et Capital Requirements Directive (CRD) pour les banques, directive dite « Solvabilité II » pour les assurances.

L'intégration du risque climatique dans les règles prudentielles

Les règles établies par le Comité de Bâle¹³³ définissent les exigences que les sociétés financières doivent respecter pour garantir la solidité du système financier, comme les niveaux minimaux de fonds propres ou d'actifs liquides à détenir. Ces règles sont traduites juridiquement au niveau européen. Leur application et la gestion des risques des établissements sont ensuite contrôlées par des superviseurs nationaux (comme l'ACPR en France) ou européens (la BCE), selon le type et la taille de l'entité financière considérée.

Dans ce cadre, l'Autorité bancaire européenne (ABE) devra remettre plusieurs rapports à la Commission européenne entre 2023 et 2025 sur l'opportunité et les moyens d'instaurer des charges en capital (niveaux minimaux de fonds propres) pour certaines expositions aux risques liés à des sujets environnementaux, sociaux et de gouvernance (dits ESG), puis sur les effets de ces mesures. Un rapport similaire doit être remis par l'Autorité européenne des assurances (*European Insurance and Occupational Pensions Authority - EIOPA*) à la Commission.

En l'état actuel des discussions, l'instauration d'un facteur de risque favorisant les produits «verts» semble exclue, dans la mesure où le caractère «vert» d'un produit n'a pas d'impact sur son risque financier. Les risques ESG devraient en revanche être progressivement intégrés dans la mesure des risques classiques (crédit, marché, opérationnel), qui déterminent les exigences en fonds propres du Pilier 1.

Les superviseurs se sont saisis du sujet de l'identification et de la mesure du risque climatique. Ils imposent notamment la réalisation de tests de robustesse (*stress tests*) aux sociétés financières : en appliquant des scénarios de chocs à leurs portefeuilles, ces dernières simulent les niveaux de provisionnement, voire de capitalisation, nécessaires pour assurer la pérennité de leur activité.

En 2020, l'ACPR a mené un exercice pilote de mesure de l'intégration de ce risque. Cet exercice, réalisé sur un échantillon jugé représentatif¹³⁴, a mis en évidence l'importante marge de progrès du secteur, en particulier sur le risque physique. La BCE a porté un bilan aussi sévère à l'issue d'un *stress test* réalisé en 2022 sur 41 établissements de crédit, accompagné d'une revue de la prise en compte du risque climatique pour 186 banques représentant 25 000 Md€ de bilan (16 établissements de

¹³³ Crée en 1974, le Comité de Bâle est chargé de renforcer la solidité du système financier mondial en améliorant l'efficacité du contrôle prudentiel et la coopération entre régulateurs bancaires. Il rassemble aujourd'hui les superviseurs de 28 pays.

¹³⁴ Couvrant 85 % du total de bilan bancaire et 75 % du total de bilan assurantiel français.

crédit sont concernés en France). L'institution estime l'intégration du risque climatique par les banques « *insuffisante* » et la situe au « *stade préliminaire* ». Seules 41 % des banques interrogées ont établi un cadre interne de *stress tests* incluant le risque climatique et 19 % intègrent les résultats obtenus dans leurs décisions d'octroi de crédits.

L'exercice mené par l'ACPR n'avait pas de valeur normative tandis que les travaux de la BCE auront des conséquences significatives pour les banques. La BCE a transmis une liste de mesures correctives, individualisées et confidentielles, auxquelles les banques doivent se conformer d'ici fin 2024. Ces exigences pourraient donc se traduire, d'ici moins de deux ans, par des demandes de capital additionnel au titre du Pilier 2. Or, les caractéristiques des modèles de risques actuels intègrent mal le risque climatique. En effet, ces modèles sont fondés sur l'analyse de l'historique des défauts des emprunteurs et des pertes ainsi occasionnées, qui n'ont été que peu impactés par le changement climatique dans le passé. Par ailleurs l'horizon temporel de projection des modèles de risque issus des règles du comité de Bâle est d'un an, nettement inférieur à l'horizon temporel de matérialisation du risque climatique. Ce dernier dépasse aussi en très grande partie la durée de maturité des portefeuilles bancaires, qui est en moyenne de trois ans.

Dans le secteur assurantiel, le constat est proche. Les assureurs disposent de capacités de projection et de données fines permettant une prise en compte plus avancée du risque climatique dans leur bilan. Mais l'EIOPA a souligné, en août 2022, que les risques liés au changement climatique restaient insuffisamment intégrés par les assureurs aux processus internes d'évaluation des risques et de la solvabilité. L'horizon temporel de trois à cinq ans utilisé par les assureurs pour évaluer les risques de leur bilan ne permet pas la prise en compte adéquate des risques liés au changement climatique. L'ACPR mène actuellement des *stress tests* approfondis en requérant des assureurs des projections de bilans jusqu'en 2050.

Une fois que ces exercices auront permis de mieux identifier et mesurer le risque climatique, les sociétés financières pourront en réduire l'impact, en incitant leurs clients à prendre des mesures d'adaptation.

3 - Dans les entités financières publiques, une intégration inégale du risque climatique, aux effets encore limités

Supervisées par la BCE, La Banque Postale (LBP) et Bpifrance ont été soumises au *stress test* et à la revue thématique de 2022 et devront avoir mis en œuvre les mesures correctives nécessaires en 2024.

Au sein de LBP, le risque climatique est suivi depuis 2019 par une équipe spécifique, qui l'a intégré à la cartographie et à la déclaration d'appétence pour le risque¹³⁵ de la banque. Un effort important est mené en continu depuis 2020 sur la collecte et la qualité des données, qui a permis de quantifier l'exposition aux risques d'inondations et de réaliser des diagnostics de performance énergétique harmonisés pour tous les actifs immobiliers. Des seuils d'alerte ont été définis à l'échelle du groupe et des métiers.

Bpifrance a mené une analyse fine, jusqu'au niveau communal, de son exposition au risque physique. Pour le risque de transition, la banque a construit une méthode de valorisation de l'écart entre la trajectoire carbone de l'entreprise et sa cible, ce qui lui permet d'évaluer un risque de trajectoire pour la société concernée. Les résultats de cet outil sont présentés semestriellement en comité de gestion du risque climatique. Plusieurs travaux sont en cours, notamment pour préciser les modalités de suivi de la trajectoire de transition des entreprises clientes de Bpifrance, ou encore le coût financier des aléas du risque physique. L'objectif de ces travaux est d'isoler et de chiffrer la composante risque climatique par dossier, conformément aux attentes de la BCE.

La prise en compte du risque climatique dans l'évaluation du risque de crédit d'une entreprise et dans les décisions la concernant, est attendue par la BCE pour fin 2024. Cette démarche n'est pas encore aboutie dans les deux banques publiques. Certaines avancées ont été réalisées. LBP utilise des indicateurs climatiques comme aide à la décision. Les équipes de gestion du risque climatique de Bpifrance participent aux comités d'investissement sur les dossiers les plus significatifs en termes de montants. Cependant, les progrès dans l'évaluation du risque climatique n'ont pas encore eu de conséquences sur les décisions d'octroi de crédit, comme le refus d'un projet rentable à mauvais impact climatique ou, au contraire, la décision de financer un projet moins rentable mais favorable au climat.

Non soumise à la supervision de la BCE, la Caisse des dépôts et consignations (CDC) a publié un plan d'adaptation en octobre 2022. Il prévoit le développement d'outils de mesure du risque physique afin de l'intégrer dans les décisions financières et d'alimenter les exercices de *stress tests* internes. La CDC a participé volontairement à l'exercice pilote de l'ACPR, qui la supervise. Un *stress test* interne a été mené en parallèle sur son portefeuille d'actions, avec un horizon de temps différent de celui de la BCE. Son résultat n'est, de fait, pas comparable à celui des autres

¹³⁵ Document formalisant le niveau et le type de risque qu'un établissement peut et souhaite assumer dans ses expositions au risque et ses activités, compte tenu de ses objectifs opérationnels et de ses obligations.

établissements. Même si la méthodologie retenue par la CDC peut s'expliquer, la réalisation d'un exercice suivant les hypothèses retenues par la BCE aurait permis de comparer les résultats obtenus par l'ensemble des entités publiques.

En cohérence avec les demandes de l'Autorité européenne des assurances, CNP Assurances a identifié les différents « canaux d'impacts » potentiels du risque climatique. Le but est de vérifier que les dispositifs de gestion des risques permettent de couvrir la survenance du risque climatique. Cette analyse doit être complétée, car elle est pour l'heure limitée au portefeuille d'assurance-vie et aux actifs détenus en direct. Enfin, les vulnérabilités de l'assureur vis-à-vis du risque climatique sont bien identifiées sans avoir pour autant été encore intégrées dans ses scénarios d'évaluation interne des risques de solvabilité.

L'évolution du cadre réglementaire incite les sociétés financières à accroître la transparence sur leurs actions en faveur de la transition. Les avancées prudentielles réalisées sous l'impulsion des superviseurs les conduisent à mieux prendre en compte le risque climatique dans leurs décisions. Ces actions préventives visent à protéger la réputation et le bilan des sociétés financières. Elles sont complétées par des engagements volontaires à financer la transition et l'adaptation, en déployant une offre *ad hoc* à destination de leurs clients (particuliers, entreprises ou collectivités).

II - Le financement de la transition par les institutions financières : un bilan contrasté au regard des besoins estimés

Au regard des besoins de financement estimés pour la transition écologique, le bilan provisoire des actions des institutions financières, difficilement quantifiables et comparables, est limité, tant pour les entités publiques que privées. Les résultats sont encore plus mitigés dans le domaine de l'adaptation, pour lequel les évaluations des besoins comme les avancées sont embryonnaires.

A - Des besoins estimés à 66 Md€ par an d'ici 2030 pour la transition, encore peu évalués pour l'adaptation

Dans sa feuille de route relative au *Green Deal* présentée en décembre 2019, la Commission européenne estimait à 260 Md€ par an les besoins d'investissements supplémentaires pour atteindre ses objectifs en matière de climat et d'énergie d'ici 2030, soit 1,5 % du PIB européen de 2018. Elle préconisait la mobilisation des secteurs public et privé.

En France, le rapport Pisani Ferry - Mahfouz de mai 2023 a synthétisé les évaluations existantes¹³⁶. Il estime le besoin supplémentaire, pour financer les investissements nécessaires à la transition à 66 Md€ par an à horizon 2030, soit 2,3 points de PIB. En parallèle, les investissements dans les énergies fossiles, à hauteur de 60 à 80 Md€ par an entre 2015 et 2022, devraient décroître à 30 Md€ en 2030 pour quasiment disparaître à horizon 2040. À l'inverse, les investissements relatifs au climat sont passés de 53 Md€ en 2015 à 84 Md€ en 2021.

S'agissant de l'adaptation, l'évaluation des investissements à réaliser n'en est qu'à ses débuts. Une étude récente d'I4CE¹³⁷ a proposé 18 premières mesures immédiatement mobilisables, pour un coût annuel de 2,3 Md€. Trois études – d'I4CE, de France Stratégie et de Carbone 4 avec l'Observatoire français des conjonctures économiques (OFCE)¹³⁸ – ont estimé les besoins pour quelques chantiers¹³⁹. Par exemple, en projetant les besoins financiers nécessaires au maintien du service rendu, Carbone 4 et l'OFCE ont évalué à 38 Md€ le montant des investissements additionnels requis d'ici 2050, pour la seule adaptation du parc d'infrastructures.

Ces estimations doivent être traitées avec précaution. Le chiffrage des besoins financiers liés à l'adaptation est complexe car il dépend de la réalisation de scénarios hypothétiques, des mesures d'adaptation préventives réalisées en amont et de choix politiques futurs. La projection globale doit également s'appuyer sur une approche fine et décentralisée,

¹³⁶ Réalisées par I4CE (« *Panorama des financements climat* », 2022), Rexecode (« *Les enjeux économiques de la décarbonation de la France* », Mai 2022) ou encore l'ADEME en partenariat avec le CGDD (« *Évaluation macroéconomique de la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC2) avec le modèle ThreeME* », février 2022) et reprises par France Stratégie (« *Les incidences économiques de l'action pour le climat* », mai 2023).

¹³⁷ I4CE, « *Se donner les moyens de l'adaptation* », juin 2022.

¹³⁸ France Stratégie, « *Le coût de l'inaction face au changement climatique en France : que sait-on ?* », mars 2023 ; « *Le rôle des infrastructures dans la transition bas-carbone et l'adaptation au changement climatique de la France* », Carbone4 et OFCE, 2021.

¹³⁹ Protéger la ressource en eau, repenser les villes contre l'effet d'îlot de chaleur, etc.

pour laquelle il manque des éléments d'analyse. Le risque littoral n'est par exemple analysé qu'au prisme des logements menacés, hors exposition des infrastructures et des activités économiques. Enfin, les chiffrages globaux réalisés jusqu'ici ne permettent pas de préciser la répartition de la charge financière entre les acteurs publics et privés.

B - Des actions surtout consacrées à l'atténuation, aux méthodes disparates et aux effets limités

Les institutions financières privées comme publiques communiquent massivement sur leurs nombreux engagements en matière climatique, ainsi que sur leurs instruments financiers définis comme «verts». Les montants mobilisés et l'harmonisation des pratiques n'en demeurent pas moins faibles au regard des enjeux.

1 - Une communication massive, des résultats peu quantifiables

a) Un foisonnement d'engagements aux approches hétérogènes

Depuis 2015, les sociétés financières françaises affichent de multiples engagements en faveur de l'atténuation du réchauffement. Elles participent notamment aux alliances dites «Net Zero», organisées par filière (banques, assurances, etc.) sous l'égide de l'ONU. Leurs membres s'engagent à aligner leur portefeuille avec les objectifs de l'Accord de Paris en termes de réchauffement (+ 1,5 °C) et à viser la neutralité carbone nette d'ici 2050. La participation à ces initiatives, qui représente près du quart des engagements climatiques recensés par l'Observatoire de la finance durable (OFD)¹⁴⁰, ne comporte pas d'obligations de résultat.

Les sociétés financières françaises ont pris de nombreux engagements collectifs portant sur l'exclusion du charbon thermique de leurs activités¹⁴¹ ou, depuis 2021, sur l'arrêt du financement des projets d'hydrocarbures dits «non conventionnels» (pétrole ou gaz de schiste, etc.). Ces accords sont présentés comme ambitieux au regard des pratiques internationales. Ils n'englobent toutefois ni l'ensemble des secteurs du pétrole et du gaz, ni la totalité de leurs chaînes de valeurs. Ils sont complétés par une multitude de plans et objectifs individuels. Fin 2021, l'OFD recensait 694 engagements publics liés au climat auprès de 400 acteurs français.

¹⁴⁰ Observatoire rattaché à l'Institut de la finance durable, qui collecte des données déclaratives sur les engagements ESG et assure le suivi des indicateurs y afférant.

¹⁴¹ D'ici 2023 pour les activités dans les pays de l'OCDE et d'ici 2040 intégralement.

Les objectifs affichés par les banques et assureurs français sont très divers. Leurs stratégies font l'objet d'une communication importante et ont des périmètres et niveaux d'ambition très inégaux, pouvant représenter de 0,4 à 20 % de leur bilan. La gamme d'engagements individuels à exclure certains projets ou entreprises est large, allant jusqu'à la sortie complète du pétrole et du gaz (LBP en 2030, MAIF en 2040).

Les indicateurs de suivi de ces engagements et leurs méthodologies sont propres à chaque institution et souvent faiblement explicités. Les sociétés financières communiquent en valeur ou en variation tantôt sur des volumes globaux alloués à la transition (BNP Paribas, Crédit Agricole), tantôt sur des objectifs d'allocation d'une part de leur résultat aux projets verts (Crédit Mutuel, MAIF) ou encore sur des encours de prêts (BPCE) ou d'investissements verts (AXA, CNP Assurances) à atteindre. D'autres ciblent un secteur particulier (la transition énergétique pour la Société générale). Elles utilisent des termes aux définitions mouvantes (*« prêts verts »*, *« projets à fort impact climatique »*, etc.) ou non consensuelles (*« hydrocarbures non conventionnels »*). Enfin, leurs plans s'inscrivent dans des horizons temporels variables, qui s'échelonnent entre 2024 et 2040.

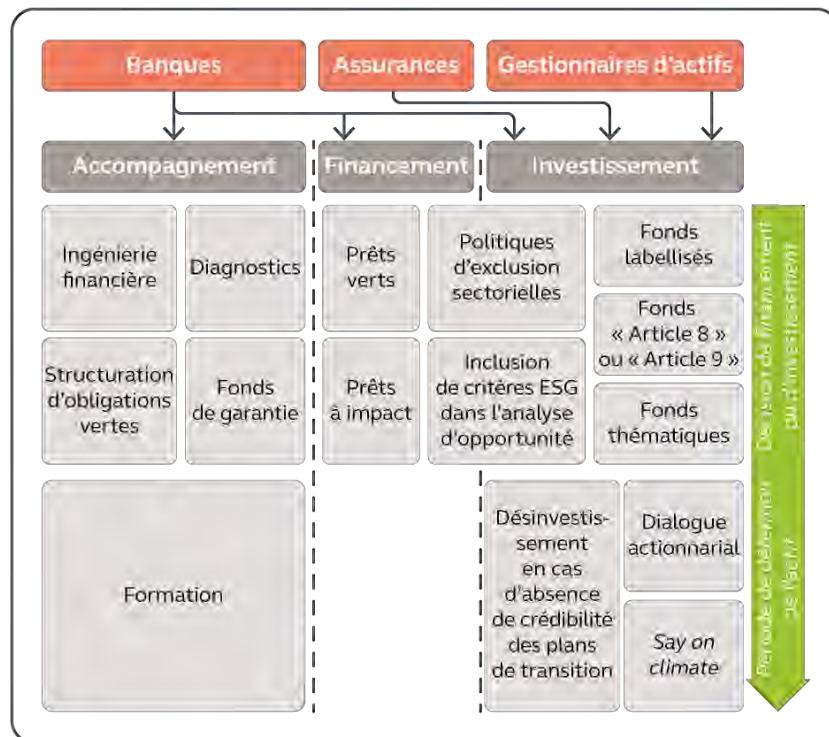
En pratique, les objectifs affichés sont peu quantifiables, peu suivis et peu comparables. L'AMF et l'ACPR, chargées depuis 2020 de produire un rapport annuel de suivi et d'évaluation des engagements climatiques de la place de Paris, déploraient fin 2022 les importants biais méthodologiques qui sous-tendent ces engagements, et l'insuffisante qualité de leur suivi. Le constat de l'OFD est proche : seuls 52 % des 694 engagements sont considérés comme rigoureusement suivis¹⁴².

*b) Des instruments financiers verts propres à chaque acteur,
pour des montants relativement limités*

Les sociétés financières ont développé de multiples instruments dans le but d'orienter leurs capitaux vers la transition. Ces outils dépendent de la nature et des métiers de l'entité et diffèrent selon l'étape à laquelle ils interviennent (décision de financement, détention de l'actif), comme l'illustre le schéma ci-dessous.

¹⁴² Précisions sur l'activité concernée, périmètre de l'engagement, calendrier, etc.

Schéma n° 4 : instruments financiers « verts » développés par les acteurs financiers



Source : Cour des comptes

Note : Une obligation est un titre de dette émis par une entreprise, une collectivité territoriale ou un État. Un fonds est une structure financière permettant à des investisseurs de mettre en commun du capital pour investir dans différentes catégories d'actifs.

La majorité des banques a développé des « prêts verts » qui offrent aux clients des conditions préférentielles s'ils financent des projets favorables à l'environnement. La Fédération bancaire française (FBF) évaluait à plus de 100 Md€ les encours de crédits verts et durables¹⁴³ fin 2021. Ils représentent moins de 5 % du total estimé des crédits accordés aux entreprises et aux particuliers. Cette part a toutefois augmenté de 30 % par rapport à 2020. Les banques françaises sont des acteurs notables sur ce marché : quatre d'entre elles totaliseraient 18 % du marché mondial en 2022. Pour autant, le caractère « vert » de ces prêts ne répond pas à des critères harmonisés, même si l'entrée en vigueur de la taxonomie pourrait aider à accorder les définitions.

¹⁴³ Prêts conditionnés à des critères environnementaux et/ou sociaux et/ou de gouvernance, dont 37,7 Md€ de distribution de prêts réglementés destinés au logement neuf (éco-prêts à taux zéro notamment).

À ces prêts verts s'ajoutent les récents « prêts à impact », qui ne financent pas forcément la transition mais dont les conditions d'octroi sont améliorées selon la performance extra-financière, donc éventuellement environnementale, du client. Enfin, les investissements dans des obligations vertes constituent un autre type de financement, quand bien même leur cadre est en cours de définition et les montants en jeu limités.

Les obligations vertes : un cadre souple, des volumes limités

Jusqu'au début de l'année 2023, une obligation pouvait être qualifiée de verte lorsqu'elle suivait les principes non contraignants établis par une association de marché reconnue au niveau mondial, l'ICMA (*International Capital Market Association*).

Afin de favoriser la transparence et de réduire les risques d'écoblanchiment, un accord politique européen est intervenu en février 2023 pour encadrer l'utilisation du terme d'*« obligation verte européenne »* (*European Green Bond Standard*). Au minimum 85 % des activités financées devront être alignées sur le règlement taxonomie. Par ailleurs, des tiers régulés par l'AMF vérifieront l'utilisation des fonds au moins une fois pendant la durée de vie de l'obligation.

En l'absence de cadre stabilisé, les chiffres disponibles sur les encours sont des estimations. Les données déclarées par les émetteurs français à l'ICMA¹⁴⁴ permettent d'évaluer les émissions cumulées d'obligations vertes à 210 Md\$ depuis le lancement du marché. À titre de comparaison, 2 845 Md€ de titres de dette ont été émis en 2022¹⁴⁵.

Les fonds « verts », « à impact » ou orientés vers la transition se sont multipliés. Selon Novéthic, le nombre de ces fonds était estimé en 2021 à 381 en Europe pour un encours de 200 Md€, en forte progression par rapport à 2017 (164 fonds pour 22 Md€). Les gestionnaires de ces fonds s'engagent à n'investir l'argent qui leur est confié que dans des projets ou entreprises favorables à l'environnement selon des critères prédéfinis.

La qualification de « fonds vert » est dépendante des modalités retenues par l'investisseur. Elle est plus ou moins rigoureuse, allant de la simple indexation sur des indices de marché extra-financiers au calcul des émissions d'un portefeuille d'actifs, selon des méthodologies non harmonisées. Ces fonds résultent ainsi de définitions et d'indicateurs choisis par l'entité elle-même et sont dilués dans la catégorie de la finance durable, plus large que la qualification « verte ». En France, seul le label public « Greenfin » permet de distinguer les fonds contribuant à la transition énergétique et écologique. Il coexiste avec le label public « Investissement socialement responsable » (ISR).

¹⁴⁴ Selon les données de l'ICMA relative aux titres « durables », OAT Vertes incluses.

¹⁴⁵ Émission et détention de titres français, BdF, 2022T4, tous types d'agents confondus.

Deux labels publics en faveur de l'investissement vert ou durable : *Greenfin et ISR*

En France, deux labels publics pour l'investissement « durable » coexistent : *Greenfin*, créé en 2015 par le ministère chargé de la transition écologique, et *ISR*, créé en 2016 par le ministère de l'économie.

Le label *Greenfin* garantit la qualité verte des fonds d'investissement, en requérant : (i) une majorité d'investissements réalisée dans huit éco-activités définies, (ii) l'exclusion des secteurs des énergies fossiles et de la filière nucléaire, (iii) une veille active sur les controverses environnementales des actifs en portefeuille et (iv) une évaluation des impacts positifs du fonds. Fin 2022, 100 fonds disposaient de la certification *Greenfin*, pour un encours de 35 Md€. Le label *Greenfin* est en cours de redéfinition, afin d'améliorer notamment sa cohérence avec le cadre européen.

Moins exigeant, le label *ISR* certifie les placements financiers durables répondant à des critères environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG). Il regroupait, fin 2022, 1 134 fonds, pour un encours de 753 Md€. Le label *ISR* a été refondu suite à un rapport de l'Inspection générale des finances le considérant insuffisamment contraignant et crédible. Ses nouveaux contours ont été annoncés en novembre 2023 et s'appliquent depuis mars 2024. Le label conserve son caractère généraliste, mais devient plus sélectif et intègre désormais la double matérialité et l'exclusion de certaines activités carbonées dans ses critères de sélection. Les fonds labellisés doivent aussi démontrer qu'ils appliquent la double matérialité, en prenant en compte les principales incidences négatives en matière de durabilité listées dans SFDR.

Les efforts réalisés pour rapprocher les labels publics et la réglementation européenne sont à poursuivre. Ils convient de les faire aboutir rapidement pour le label *Greenfin*. L'évolution des fonds labellisés *ISR* à partir de mars 2024 devra par ailleurs faire l'objet d'un suivi et d'une vigilance accrus, afin de s'assurer des effets concrets de sa refonte. À terme, l'alignement des labels publics sur la taxonomie européenne permettrait d'améliorer la lisibilité de l'offre existante et de faciliter sa mesure en utilisant des critères chiffrés, harmonisés et comparables.

L'engagement actionnarial est un second levier d'action dont disposent les investisseurs pour influer sur les stratégies environnementales de l'entreprise. Les sociétés financières sont engagées dans des politiques de dialogue actionnarial hétérogènes, ainsi que le montrent les bilans d'engagement des 24 principaux détenteurs et gestionnaires d'actifs français. Seuls deux d'entre eux formulent des demandes claires sur le

secteur pétro-gazier¹⁴⁶, tandis que moins de la moitié utilise une stratégie d'escalade des sanctions en cas d'échec du dialogue, dont l'application ne semble pas systématique¹⁴⁷. Par ailleurs, le vote en assemblée générale sur la politique climatique d'une entreprise n'a lieu que si la direction de cette dernière ou un groupe d'actionnaires dépose une résolution dite « *Say on climate* »¹⁴⁸. Or, les *Say on climate* n'ont concerné que dix entreprises en France en 2022. Cette pratique pourrait être généralisée, *a minima* pour les sociétés cotées selon les préconisations de l'AMF¹⁴⁹, et comporter des indicateurs précis, y compris liés à la politique d'adaptation de l'entreprise.

Malgré l'abondance d'outils, l'allocation des flux vers les projets de transition demeure limitée. Les 200 Md€ d'encours des fonds verts européens ne représentent que 1,3 % de l'encours total de la gestion d'actifs dans l'UE, et les 100 Md€ d'encours de crédits verts et durables français restent modérés en regard des besoins supplémentaires de transition, estimés à 66 Md€ par an à horizon 2030 au niveau national. Ces montants n'incluent pas le désinvestissement nécessaire des secteurs les plus polluants. Or, le secteur bancaire français était considéré comme le premier financeur européen des énergies fossiles en 2021¹⁵⁰, tandis que l'exposition des banques et gestionnaires d'actifs français au pétrole et au gaz a augmenté en valeur entre 2015 et 2021¹⁵¹.

2 - Le pôle financier public : des actions nombreuses, insuffisamment harmonisées

Sous l'égide du groupe Caisse des dépôts, le nouveau pôle financier public formé en 2020 est composé de l'établissement public CDC et de filiales qui représentent des partenaires stratégiques : Bpifrance, La Banque postale (LBP) et CNP Assurances.

Les entités du pôle financier public ont un rôle prépondérant à jouer dans le financement de la transition. L'horizon d'investissement de ces entités est globalement plus long, ce qui les expose davantage aux risques climatiques et en fait également des acteurs clefs dans l'accompagnement des transformations des territoires. Leurs principaux secteurs d'investissement

¹⁴⁶ Reclaim finance, *Engagement actionnarial : les investisseurs au service du statu quo*, février 2022.

¹⁴⁷ ACPR et AMF, Suivi et évaluation des engagements climatiques des acteurs de la Place, octobre 2021.

¹⁴⁸ Résolution soumise au vote des actionnaires d'une entreprise lors de son assemblée générale, qui peut porter sur la stratégie climat de l'entreprise et/ou sa mise en œuvre.

¹⁴⁹ AMF, Communiqué de presse, 8 mars 2023.

¹⁵⁰ Rapport annuel « *Banking on climate chaos* », réalisé par sept ONG.

¹⁵¹ ACPR et AMF, Suivi et évaluation des engagements climatiques des acteurs de la Place, octobre 2022.

principaux (habitat et logement, infrastructures, innovation, entreprises) sont essentiels à l'atténuation comme à l'adaptation. Leur positionnement parfois moins concurrentiel, lié à des activités totalement ou partiellement positionnées sur des failles de marché ou à des objectifs de rentabilité moins élevés en tant que banque de développement, en font des acteurs directement concernés par la prise en compte des enjeux environnementaux. Les entités publiques peuvent également avoir un effet d'entraînement sur l'engagement d'acteurs privés, tant en matière de financement que d'accompagnement de la transition et de l'adaptation.

Les entités financières publiques affichent toutes des ambitions en matière de transition, dont les modalités opérationnelles varient.

Dans le cadre d'un plan Climat conjoint avec Bpifrance, la CDC s'est engagée à consacrer 25 Md€ à la transition, dont 20 Md€ via la Banque des territoires et 5 Md€ provenant de la direction de la gestion d'actifs, entre 2020 et 2024. Conformément aux activités de la CDC, plus de 56 % de ces fonds sont affectés au secteur du bâtiment et 13 % aux transports. Les 5 Md€ de fonds propres prévus ont été entièrement investis par la gestion d'actifs de la CDC, à 80 % vers des obligations vertes alors que ces dernières ne devaient représenter qu'un peu plus de la moitié des flux. En 2023¹⁵², après trois ans de mise en œuvre, l'état d'avancement du plan est hétérogène : les investissements apparaissent en avance par rapport aux objectifs, alors que les prêts verts à destination des collectivités territoriales, qui constituent l'essentiel des financements prévus, accusent un retard conséquent. Le périmètre du plan Climat a par ailleurs évolué, avec l'inclusion de 6,8 Md€ de financement de constructions à haute performance énergétique.

Bpifrance s'est engagée à financer la transition des entreprises à hauteur de 20 Md€ via des produits spécifiques, entre 2020 et 2024, dans le cadre du plan Climat. Cette action repose principalement sur une gamme de prêts dont l'encours total atteignait 9,8 Md€ fin 2022 (dont 1,1 Md€ de nouveaux *prêts verts* octroyés en 2022 et autant de prêts *énergie environnement*). L'activité d'investissement est également mobilisée, avec 1 Md€ investis en direct à fin 2022 et 350 M€ investis dans des fonds partenaires. Deux outils complémentaires sont spécifiques à Bpifrance. Le premier est un fonds de garantie verte doté de 20 M€. Fin 2022, près de 15 M€ de garantie avaient été accordés, permettant l'octroi de plus de 30 M€ de prêts. Un nouveau dispositif de garantie verte, mieux doté financièrement, est en train d'être mis en place. Le second instrument regroupe l'ensemble des outils d'accompagnement des entreprises via des diagnostics (*Ecoflux*, *Perf'Immo*, etc.) et des accélérateurs d'entreprises, qui prévoient des montants d'aide publique par entreprise compris entre 2 000 et 5 000 € par prestation.

¹⁵² Cour des comptes, *Les engagements climatiques de la CDC*, novembre 2023.

La Banque Postale a annoncé sa sortie complète du pétrole et du gaz d'ici 2030. Cet objectif, à considérer au regard de la faible exposition initiale de LBP au secteur de l'énergie, a néanmoins eu un effet d'entraînement sur les autres acteurs de la Place. L'établissement déploie aussi une offre de prêts et crédits-bails verts à taux bonifiés pour les projets strictement éligibles à la taxonomie européenne. Leur production s'élevait à 1,6 Md€, soit 12,2 % du total de l'année en 2022. LBP propose aussi des prêts verts pour les collectivités locales, sans taux bonifiés mais refinancés par la SFIL¹⁵³ via des obligations vertes. Plus largement, la banque a accordé 2,2 Md€ de crédits à impact entre 2018 et 2022, dont les taux sont bonifiés lorsque sont atteints des objectifs extra-financiers incluant au moins un indicateur environnemental. Ces instruments ne sont pour autant pas classés comme «verts», ce qui témoigne d'une approche prudente de LBP.

En matière d'investissement, LBP Asset Management totalisait un encours de 3,1 Md€ d'actifs verts fin 2022, sur un total de 70 Md€ d'actifs. La banque se distingue enfin par ses efforts pour inclure les critères ESG dans ses décisions, avec la généralisation d'un «*indice d'impact global*» au prisme duquel toutes les décisions d'allocation devront être analysées à partir de juin 2023. Le résultat de cette analyse donnera lieu à un accompagnement à la rénovation en cas de mauvais score, ou à une bonification tarifaire.

Enfin, CNP Assurances s'est engagée en 2020 à contribuer à la transition écologique en atteignant 25 Md€ d'encours d'investissements verts fin 2025. Pour le cinquième assureur européen gérant 364 Md€ d'encours¹⁵⁴, cet objectif, relativement modeste, a été atteint avec trois années d'avance (25,2 Md€ fin 2022). En conséquence, CNP a rehaussé en 2023 cette cible à 30 Md€ d'ici 2025. En 2022, la société a investi dans 5,1 Md€ d'actifs verts, dont 80 % d'actifs côtés, 11 % de projets d'infrastructures et 8 % d'actifs immobiliers et forestiers. CNP Assurances a par ailleurs été identifiée positivement par les ONG en matière d'engagement actionnarial. S'agissant des *Say on climate* sur lesquels elle a été amenée à voter en 2022, elle a approuvé 25 % des résolutions, s'est abstenu pour 25 % et s'est opposée dans 50 % des cas¹⁵⁵.

Les entités financières publiques affichent des objectifs ambitieux, mais le constat doit être nuancé au vu des flux financiers effectivement alloués aux projets verts.

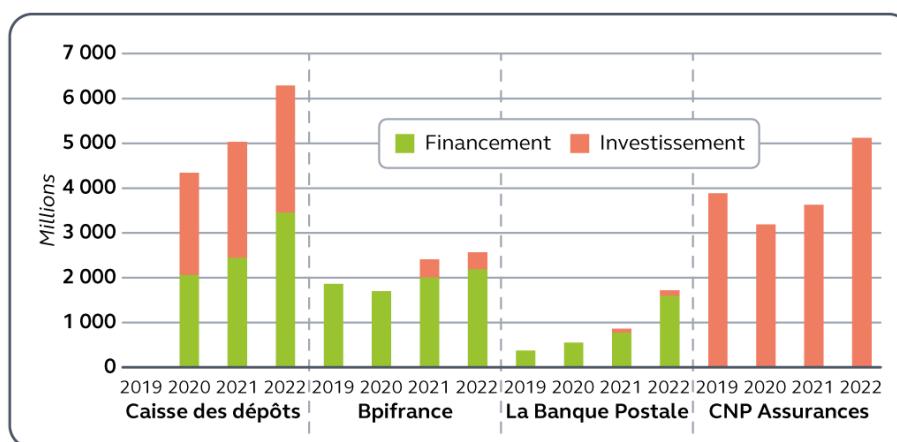
¹⁵³ Société de financement local, filiale du groupe CDC.

¹⁵⁴ Encours moyen net en 2022.

¹⁵⁵ CNP, *Rapport sur l'investissement responsable*, 2022 (p.22).

D'une part, l'action des institutions financières publiques fait l'objet d'une communication foisonnante, au risque de s'avérer peu lisible. Les chiffres globaux communiqués par la CDC et Bpifrance, par exemple au titre du Plan Climat, additionnent des objets qui ne sont pas comparables : investissements directs et *via* des fonds partenaires, dispositifs d'assurances et de soutien à l'export. Il conviendrait de revoir la présentation de ces actions pour disposer d'une évaluation annuelle chiffrée et synthétique des montants consacrés au financement de la transition, par entité du groupe et par domaine d'intervention.

Graphique n° 18 : flux annuels de financement et d'investissement dans des projets verts par entité du pôle financier public (Md€)



Sources et définitions : Caisse des dépôts : prêts accordés par la Banque des territoires (BDT) (excluant les 6,8 Md€ de construction à haute performance énergétique non initialement prévus dans le plan Climat) ; investissements en fonds propres (BDT et Gestion d'actifs) prévus dans le plan Climat. Bpifrance : prêts verts, méthanisation, économies d'énergie, énergie environnement prévus dans le plan Climat, prêts et aides à l'innovation inclus dans le financement ; investissements directs et propres à Bpifrance dans des fonds partenaires. LBP : prêts et crédits-bails verts ; investissement dans de la dette privée d'infrastructure par LBPAM. CNP Assurances : investissements verts cotés et non cotés (capital investissement, immobilier, forêts, infrastructure, dette), excluant les filiales.

D'autre part, les stratégies des entités financières publiques apparaissent insuffisamment coordonnées et harmonisées. L'hétérogénéité des critères de qualification des produits «verts» développés par les différentes entités les rendent non comparables en pratique. En témoigne l'outil interne d'éligibilité des prêts verts de LBP, un document de 137 pages, qui n'est commun à aucune autre entité du Groupe. En parallèle, CNP Assurances dispose de sa propre classification d'actifs cotés verts, basée sur une acceptation élargie du champ du label Greenfin. L'alignement de la catégorie d'instrument financier «vert» sur les objectifs fixés par la taxonomie devrait, à moyen terme, permettre d'harmoniser ces critères. Le pôle financier public pourrait jouer un rôle d'entraînement sur le privé en adoptant rapidement une telle démarche.

C - Un financement de l'adaptation encore embryonnaire

L'adaptation ne fait pas l'objet de dispositions spécifiques ni de financements fléchés dans les institutions financières privées. Dans ce contexte, la mise en place récente d'un plan d'adaptation par le Groupe CDC est à relever. Adopté en octobre 2022, il se décline en deux volets : (i) la gestion des risques du groupe et (ii) des solutions d'adaptation destinées aux clients et partenaires, en ingénierie ou en financement. Ces dernières sont en cours de mise en œuvre pour des montants relativement limités : 1,2 Md€ devraient être déployés entre 2023 et 2027, dont 1 Md€ de prêts. Cette enveloppe recouvre à la fois l'adaptation et les mesures en faveur de la « zéro artificialisation des sols ». Elle intègre de nouveaux dispositifs et des outils existants (*Aquaprêts* par exemple).

Seul plan d'adaptation adopté par une entité financière dont la Cour a eu connaissance, ce document tient plutôt de la feuille de route que du plan stratégique. Quelques-unes des mesures sont assorties d'une date de réalisation ou de « prochaines étapes », mais le plan ne comporte ni calendrier, ni indicateurs précis pour suivre son déploiement. L'ampleur pour le moment limitée de ce plan donne à la CDC la latitude nécessaire pour le préciser au fur et à mesure de l'identification des risques et définir les actions à entreprendre pour les contenir.

Certains dispositifs ou flux financiers non spécifiquement fléchés vers l'adaptation contribuent tout de même à cet objectif. En effet, la frontière entre atténuation et adaptation est parfois ténue. À titre d'illustration, les prêts dits « verts » financent l'isolation des bâtiments, sans qu'il soit possible, même au sein d'un projet identifié, de séparer ce qui relève de l'atténuation (économies d'énergie) ou de l'adaptation (capacité renforcée de résistance à la chaleur ou aux vents violents, par exemple). En matière d'investissement, certains fonds incluent *de facto* un volet adaptation, sans qu'il ne soit affiché comme tel. Bien que n'étant pas directement fléchés vers l'adaptation, certains fonds, comme le fonds *Ecotechnologies*, géré par Bpifrance, prennent des participations dans des entreprises en poursuivant simultanément des objectifs d'atténuation et d'adaptation.

Cette situation s'observe dans d'autres activités, comme les diagnostics énergétiques proposés par Bpifrance et l'Ademe (*Diag Eco-flux*). Ces instruments ont aidé 1 200 entreprises à identifier des économies durables en matière d'énergie, d'eau et de déchets depuis 2017. Ils peuvent comporter un aspect d'adaptation, comme le montre l'exemple d'un camping pour lequel le *Diag Eco-flux* a, entre autres, mis en évidence et permis de réparer des fuites d'eau récurrentes. Pour autant, les montants totaux demeurent limités au regard des besoins potentiellement croissants en matière d'adaptation.

Une institution avancée en matière d'adaptation : la Banque européenne d'investissements (BEI)

Les comparaisons internationales menées sur le financement de l'adaptation se heurtent, comme au niveau national, à l'absence de comparabilité entre les données. En revanche, certaines organisations internationales se distinguent par leurs efforts en matière d'adaptation. Après avoir établi une feuille de route en 2020, la BEI a validé un plan d'adaptation en octobre 2021¹⁵⁶, dans lequel elle détaille des chiffrages d'adaptation, les actions en cours et les évolutions prévues.

En matière de gestion des risques, la BEI a mis en place dès février 2019 une évaluation systématique des risques climatiques physiques dans ses opérations de prêt direct, le « *système d'évaluation des risques climatiques* » (ERC). Tout nouveau projet d'investissement est examiné, au stade de l'instruction, du point de vue de sa vulnérabilité au climat. Le système ERC est en cours de perfectionnement, afin d'offrir une analyse plus fine et alignée avec la taxonomie européenne.

En matière de financement, la BEI a relevé la part qu'elle consacre à l'action pour le climat de 25 % du total des financements accordés en 2014 à 31 % en 2019 (19,5 Md€, et plus de 150 Md€ cumulés de 2012 à 2019). Au sein de ces dépenses, elle compte porter la part du financement de l'adaptation à 15 % en 2025 (contre 10 % en 2020 et 5 % sur la période 2012-2019). Le poids des pays en développement dans l'action de la BEI explique ces avancées ; ces derniers étant en moyenne plus vulnérables au risque physique, l'approche retenue n'en est pas moins volontariste.

¹⁵⁶ *Plan de la BEI pour l'adaptation aux changements climatiques - Soutenir la stratégie de l'UE pour l'adaptation afin de renforcer la résilience face aux changements climatiques*, BEI, Octobre 2021.

Au moment où la nébuleuse « finance verte » connaît un essor notable, la rentabilité financière demeure toujours le critère premier de toute décision d'allocation des flux financiers. L'hypothèse d'un manque de projets verts, argument fréquemment mentionné pour justifier les résultats limités du financement de la transition, apparaît peu fondée. L'enjeu réside plutôt dans le nombre limité de projets verts suffisamment rentables. La réglementation incitative en vigueur n'incorpore pas dans le prix d'un actif ses effets sur l'environnement et le climat, ni le risque climatique. Tant que ces risques ne se matérialisent pas davantage dans l'économie, la latitude des institutions financières est donc large pour le choix des projets.

La situation actuelle ne concourt pas à l'orientation nette des flux vers des projets de transition ou d'adaptation, de même qu'elle ne permet pas d'articuler de façon convaincante l'action des différents acteurs.

III - Mieux piloter et coordonner les financements de l'adaptation

Des leviers de trois ordres pourraient être actionnés pour renforcer l'allocation des flux financiers vers la transition et l'adaptation. Le cadre de contrôle actuel, qui laisse de nombreux doutes sur la réalité du caractère « vert » des produits présentés comme tels, pourrait être renforcé. Les conditions économiques et financières des produits concernés peuvent également être modulées afin d'en accroître la rentabilité. Le financement de l'adaptation pâtit enfin d'une gouvernance fragmentée et d'un dialogue insuffisamment établi entre sphères publique et privée.

A - Un cadre de contrôle morcelé à renforcer

Les attentes des citoyens sont fortes en matière de lutte contre l'écoblanchiment : 76 % considèrent que la finance durable constitue un argument de communication sans implication concrète sur l'utilisation de leur épargne¹⁵⁷. Le développement des contrôles des produits financiers verts se heurte à l'absence de cadre juridique harmonisé, aux difficultés techniques de mesure de ces impacts et à l'éclatement des acteurs concernés.

¹⁵⁷ Étude FIR-IFOP sur l'Investissement Socialement Responsable, 2022 (5^{ème} édition).

S’agissant de l’utilisation du caractère durable des produits financiers comme argument de vente, l’Autorité de contrôle prudentiel et de résolution et l’Autorité des marchés financiers (AMF) ont mené un travail approfondi de veille et émis des recommandations, en matière de formulation ou de renvoi aux textes réglementaires¹⁵⁸. L’AMF vérifie de façon systématique le respect de ces recommandations dans le cadre de l’agrément des produits.

Sur le plan réglementaire, l’encadrement des produits financiers en faveur de la transition de l’économie n’est pas encore finalisé. Lorsqu’un acteur crée un « prêt vert », cette dénomination est retenue selon des critères propres et non harmonisés, y compris au sein du pôle financier public. La conformité des prêts accordés est donc examinée et contrôlée en interne et uniquement à l’aune d’exigences propres. Les travaux européens menés par l’Autorité bancaire européenne (ABE) à la demande de la Commission européenne visent toutefois à produire une définition unifiée de ces prêts verts.

En complément de l’action des superviseurs sur la prise en compte du risque climatique par les banques (cf. *infra*, le point I.B), l’AMF mène deux types de contrôle sur les établissements relevant de sa compétence. D’une part, elle ajoute un volet relatif à la finance durable dans ses contrôles. D’autre part, elle mène des contrôles dits *SPOT*, qui comparent cinq acteurs sur un thème ciblé. Un premier contrôle de ce type a été mené en 2018 sur l’application de l’article 173 de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte du 17 août 2015, qui exige des sociétés de gestion un *reporting* environnemental, social et de gouvernance (ESG) renforcé. Un autre est en cours en 2023. L’ACPR indique réaliser également des contrôles sur place et des enquêtes ciblées dans le secteur des assurances.

Néanmoins, aucune disposition spécifique aux mesures d’adaptation n’est prévue en dehors de la supervision prudentielle. De plus, la taxonomie européenne n’a pas de caractère contraignant à ce stade, en dehors du volet « vert » des fonds de la relance européenne dont l’octroi est conditionné au respect du texte. Par ailleurs, le respect des obligations de *reporting* n’empêche pas une société financière d’utiliser un autre référentiel pour justifier de sa transition. Enfin, la mesure des impacts environnementaux d’un produit et celle de son risque financier font appel à des compétences différentes, l’Ademe disposant de l’expertise sur les impacts environnementaux et l’ACPR sur le risque financier.

¹⁵⁸ ACPR : Recommandation 2022-R-02 du 14 décembre 2022 sur la promotion de caractéristiques extra-financières dans les communications à caractère publicitaire en assurance vie, sur le fondement de l’article L. 612-29-1, du CMF. AMF : Recommandation DOC-2020-03 modifiée le 27 janvier 2022.

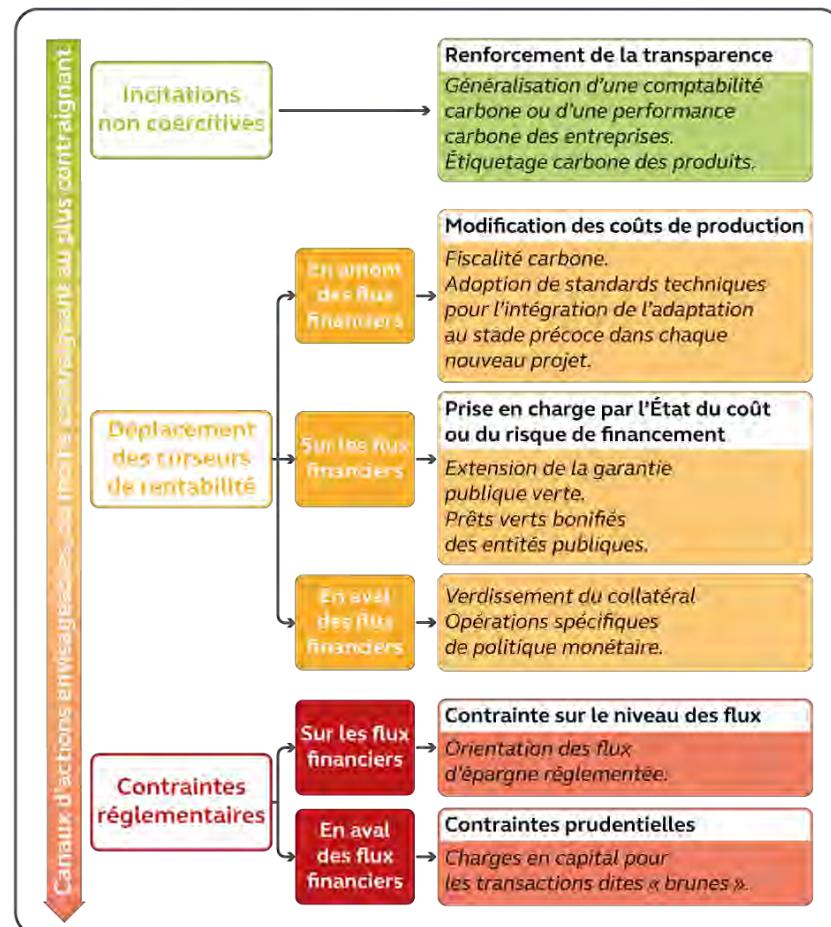
L'application de la directive CSRD soulève plusieurs enjeux en matière de contrôle. L'audit de l'information extra-financière sera effectué par un commissaire aux comptes ou, sur option des États membres, par un organisme tiers indépendant (OTI) accrédité. L'émergence de cette nouvelle fonction d'*« auditeur de durabilité »* devrait s'accompagner d'une régulation plus stricte, éventuellement supervisée à l'échelle européenne, compte tenu de la variabilité actuelle des méthodes et des résultats. Au moins jusqu'en 2028, ce contrôle sera effectué sur le fondement d'une assurance dite « limitée », qui se traduit par un niveau de vérification moins élevé que l'assurance « *raisonnable* » utilisée en matière d'information financière.

B - Utiliser les leviers à disposition pour orienter les flux financiers vers la transition et l'adaptation

La faiblesse des flux privés vers l'adaptation a plusieurs explications. Certains investissements peuvent engendrer des coûts importants ou ne pas générer de recettes. Les actifs d'adaptation peuvent ainsi être perçus comme peu rentables, ou être associés à des défaillances de marché ; ils ne constituent pas la priorité dans un contexte de ressources limitées et de recherche de rentabilité. Enfin, une décision d'investissement éclairée nécessite une information suffisante sur ses coûts et avantages. Or, les investissements en faveur de l'adaptation se caractérisent par un degré élevé d'incertitude, alors même qu'aucune évaluation robuste des impacts environnementaux des produits financiers n'est actuellement développée.

Pour pallier ces difficultés, plusieurs actions pourraient être engagées afin de renforcer l'orientation des flux financiers vers l'adaptation de l'économie. Certains leviers peuvent être activés par l'État, d'autres par les banques centrales, comme l'illustre le schéma ci-dessous.

Schéma n° 5 : leviers d'action envisageables



Source : Cour des comptes

Une première catégorie de leviers regroupe le renforcement de la transparence et de l'information. La généralisation d'une comptabilité carbone, par exemple, permettrait de mesurer et de comparer la performance carbone de l'entreprise dans son ensemble et non par activité, ainsi que le prévoit la taxonomie. Or, les entreprises ne disposent pas d'outil pour réaliser, même de façon simplifiée, cette comptabilité carbone. Elles se tournent donc vers des cabinets spécialisés, avec un risque d'incohérence si les méthodologies diffèrent. Les labels publics constituent également un vecteur d'incitation.

Le deuxième type de leviers d'action à la main de l'État consiste en un déplacement des curseurs de rentabilité des actifs, afin d'élargir l'assiette des projets rentables et favorables à la transition ou à l'adaptation. L'instauration d'un signal prix (fiscalité carbone) ou la modulation des règles techniques pour agir sur le coût des investissements ou les coûts de production, sont des leviers possibles. Un autre instrument pourrait être le développement des garanties publiques : il ne s'agirait pas pour les banques d'obtenir leurs ressources à moindre coût mais, pour un niveau de ressources mobilisées en faveur de l'adaptation, d'obtenir un niveau de protection plus élevé en faisant supporter par l'État une part du risque des projets d'adaptation ou de transition.

L'orientation contraignante de certains flux financiers vers la transition est un troisième levier d'action envisageable. L'épargne réglementée en offre un exemple. Depuis 2017, l'État s'est engagé à utiliser la totalité des nouveaux flux centralisés du livret de développement durable et solidaire (LDDS) pour des financements verts notamment liés à la rénovation thermique des logements sociaux et à la transition du secteur public local. La Cour a relevé en 2022¹⁵⁹ que les obligations d'emploi des encours des livrets réglementés non centralisés et demeurant au bilan des banques collectrices étaient peu contraignantes et peu tournées vers la transition (10 % seulement). Cette répartition et la mesure de l'impact des engagements pourraient être revus, afin de renforcer le financement des projets de transition. Une réflexion a été engagée en ce sens par la direction générale du Trésor en lien avec la CDC et le secteur bancaire.

Les banques centrales peuvent également influer sur le calcul de la rentabilité des projets. Au-delà de leur approche par les risques – qui peut les amener à moduler le coût du capital pour mieux intégrer le risque climatique –, elles pourraient favoriser le collatéral¹⁶⁰ « vert » dans leurs opérations de politique monétaire : une banque paierait plus ou moins cher les liquidités fournies par la banque centrale, selon le caractère vert du collatéral apporté. Un indicateur est en cours de conception à la Banque de France pour noter les entreprises selon leur exposition climatique, sur le modèle de la cotation Fiben¹⁶¹, qui permet de mesurer la capacité d'une entreprise à honorer ses engagements financiers. Cette cotation pourrait être intégrée à la gestion du collatéral de la politique monétaire.

¹⁵⁹ Cour des comptes, *L'épargne réglementée, 2016-2021*, septembre 2022.

¹⁶⁰ Garantie couvrant le risque de crédit en cas de défaillance de l'emprunteur. En politique monétaire, il s'agit des actifs placés en garantie par les banques emprunteuses auprès des banques centrales lors des opérations de refinancement.

¹⁶¹ Les entreprises basées en France peuvent être cotées à partir d'informations contenues dans une base de données « Fichier bancaire des entreprises » - Fiben.

Au niveau européen, la BCE suit ce mouvement. Elle a par exemple indiqué qu'elle n'accepterait pas en collatéral de politique monétaire les titres d'entreprises ne respectant pas la CSRD, une fois celle-ci pleinement mise en œuvre. L'acceptation ou le refus d'un collatéral, pouvant mener *in fine* à restreindre l'accès au financement d'une entreprise en fonction de son caractère plus ou moins « vert », est ainsi au centre des discussions.

C - Intégrer l'enjeu du financement de l'adaptation dans les politiques publiques

La gouvernance du financement de la transition et *a fortiori* de l'adaptation est fragmentée. Aucune politique publique relative à l'adaptation n'englobe l'action des acteurs financiers publics et privés, ce qui nuit à la mise en œuvre d'une stratégie d'intervention coordonnée du secteur. Le plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) pour les années 2018 à 2022 comportait 58 actions, dont trois seulement ciblaient le secteur financier. Au-delà de leur caractère vague, ces actions n'ont été ni suivies, ni appliquées. À titre d'exemple, pour l'action ECO-11 (« *le ministère de l'économie et des finances veillera [...] à ce que la capacité d'intervention des entreprises du secteur financier dans le financement de l'adaptation soit augmentée après en avoir défini les modalités* »), l'indicateur de suivi était le nombre et le montant d'actifs relevant d'investissement socialement responsables (ISR), certification qui ne comporte aucun engagement lié à l'adaptation

Les organes de dialogue réunissant les acteurs de la place financière de Paris ne prennent pas non plus en compte les enjeux d'adaptation. L'Institut de la finance durable (IFD) a remplacé en 2022 *Finance for Tomorrow*, la branche de « Paris Europlace » consacrée à la finance verte et durable. Cette évolution a permis d'en élargir les membres et les axes de réflexion. Mais l'IFD n'en demeure pas moins centré sur la décarbonation des entités financières, sur l'exclusion des énergies fossiles et sur l'harmonisation *a minima* des plans de transition. L'Observatoire de la finance durable, qui y est rattaché, réalise un important travail de suivi, sans toutefois inclure l'adaptation dans ses analyses. Seul le Réseau pour le verdissement du système financier (*Network for greening the financial system*), qui regroupe 127 banques centrales et superviseurs, dont la Banque de France, évoque l'adaptation dans ses travaux – via l'enjeu des risques climatiques et la définition de *scenarii* pour les *stress tests*.

Le dialogue à haut niveau entre l'État et le secteur financier sur le financement de la transition devrait être davantage structuré par des objectifs concrets spécifiques à l'adaptation et par une instance régulièrement réunie pour en assurer le suivi. Plusieurs démarches récentes vont dans ce sens.

En premier lieu, une sous-direction « transition écologique » a été créée au sein de la direction générale du Trésor, début octobre 2023, afin de renforcer l'intégration des préoccupations environnementales dans les politiques publiques dont la direction générale est chargée.

De façon plus large, l'élaboration d'une stratégie nationale de référence pour l'adaptation, préconisée par le Haut Conseil pour le climat dès 2021, donnera aux acteurs financiers une visibilité sur les transformations à venir, condition unanimement jugée nécessaire à une meilleure orientation des flux. La construction de cette trajectoire a été initiée par le ministère de la transition écologique en 2023, avec la mise en consultation de la Trajectoire de référence de l'adaptation au changement climatique, et devrait s'articuler avec la mise à jour du PNACC. Cette approche requerra de prendre en compte les spécificités des territoires et des acteurs, s'agissant de leurs vulnérabilités face au changement climatique.

Enfin, le Comité de financement de la transition écologique (CFTE) a réuni pour la première fois le 12 juillet 2023 les acteurs financiers et industriels, les superviseurs, le ministre chargé de l'économie et le ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires, autour du financement de la transition. À la suite des travaux de préparation du PNACC, qui définissent les objectifs retenus par le Gouvernement, et en complément des missions qui lui incombent déjà, le CFTE pourrait se pencher, une fois les modalités de la taxonomie européenne définies, sur le financement de l'adaptation. Il pourrait s'appuyer sur le secrétariat général à la planification écologique (SGPE) créé en 2022, sur le bureau de l'adaptation au changement climatique de la direction générale de l'énergie et du climat au sein du ministère chargé de la transition écologique et sur l'Ademe ainsi que sur la sous-direction « transition écologique » de la direction générale du Trésor. Ces travaux devraient permettre de compléter les évaluations des besoins financiers publics et privés en matière d'adaptation et d'engager un dialogue sur leur déclinaison par secteur, en favorisant la coordination entre entités publiques et secteur privé.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Le cadre de l'action des institutions financières dans la transition et l'adaptation de l'économie évolue, mais demeure inaboutie et perfectible. Parallèlement aux évolutions réglementaires récentes, les superviseurs prudentiels s'attachent à renforcer la prise en compte du risque climatique par les sociétés financières, afin que sa matérialisation n'en fragilise pas la stabilité.

Au-delà des efforts de mise en conformité avec les nouvelles règles, les sociétés financières affichent publiquement leur soutien à la transition de l'économie et à son adaptation. Elles déploient des instruments spécifiques à cet effet. Or, le foisonnement d'engagements hétérogènes, de produits financiers non concordants pour des appellations similaires et l'absence de critères de suivi uniformisés, y compris au sein du pôle financier public, rendent ces initiatives peu lisibles et peu quantifiables.

Ces limites interrogent sur les réalisations affichées par les sociétés financières, aux montants par ailleurs très modérés au regard des besoins estimés pour la transition et l'adaptation. Le cadre de contrôle est encore en construction, ce qui limite l'évaluation de ces résultats. Enfin, la rentabilité demeure le premier, sinon l'unique critère d'allocation des flux financiers. Ce n'est qu'en modifiant les conditions économiques et de financement des entreprises, afin de déplacer les curseurs de la rentabilité, que l'orientation des capitaux vers le financement de la transition et de l'adaptation sera plus effective.

Le constat est similaire s'agissant de la gouvernance. De nombreuses initiatives émergent, mais de façon dispersée, sans cohérence et articulation d'ensemble. De premières modalités de dialogue entre acteurs ont récemment été établies, mais le pilotage d'ensemble reste à structurer.

L'essentiel du cadre d'action des institutions financières en matière de financement de l'adaptation est défini au niveau européen. Pour autant, il existe des leviers à l'échelle nationale, sur lesquels la Cour des comptes formule les recommandations suivantes :

- 1. renforcer la cohérence et la lisibilité de la réglementation :*
 - a. en soutenant la refonte du règlement SFDR pour y intégrer des exigences minimales de durabilité et l'aligner avec la taxonomie ;*
 - b. en établissant une table de correspondance entre les réglementations européenne et nationale, qu'il conviendra d'harmoniser lors de la transposition de la directive CSRD (ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique).*
 - 2. intégrer dans le plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC 3) des estimations de besoins de financement des mesures d'adaptation proposées (ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires, ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique, secrétariat général à la planification écologique).*
-

Réponses reçues à la date de la publication

Réponse du ministre de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique	216
Réponse du ministre de la transition écologique et de la cohésion des territoires	218

Destinataire n'ayant pas d'observation

Monsieur le secrétaire général à la planification écologique
--

**RÉPONSE DU MINISTRE DE L'ÉCONOMIE, DES FINANCES
ET DE LA SOUVERAINETÉ INDUSTRIELLE ET NUMÉRIQUE**

Ce chapitre, dont je partage de nombreux éléments d'analyse, appelle de ma part les remarques suivantes.

Le cadre réglementaire applicable à la finance dite durable est encore récent. Il a pour objectif d'assurer un haut niveau de transparence sur la prise en compte par les acteurs économiques des impacts et risques environnementaux, ainsi que sociaux, de leurs activités. Il fournit aussi des définitions communes de ce qu'est une activité économique « durable » ou un produit financier « socialement responsable ». Ce cadre est conçu dans une large part au niveau européen, notamment sous l'influence de la France, et sa mise en place n'est pas achevée. Ainsi, la réglementation relative à la publication d'informations en matière de durabilité dans le secteur financier (dite SFDR) n'est applicable que depuis 2021, les règles de transparence sur l'exposition aux risques environnementaux des établissements de crédit ne le sont que depuis 2023, tandis que la directive sur la publication d'information en matière de durabilité par les entreprises (dite CSRD) ne commencera à être appliquée par les premières entreprises assujetties qu'à partir de l'exercice 2024. Il est donc encore tôt pour avoir une évaluation exhaustive des impacts effectifs du cadre de transparence que nous mettons actuellement en place. Aussi, plusieurs accords trouvés au cours de l'année 2023 entre co-législateurs européens donneront lieu à de nouvelles obligations pour les acteurs financiers : en application de la future directive sur le devoir de vigilance (dite CSDDD), les entreprises financières devront établir et mettre en œuvre un plan de transition climatique, tandis que la réglementation prudentielle applicables aux assureurs et aux établissements de crédit (Solvabilité 2 et CRR/CRD) imposera la production de plans de transition prudentiels spécifiques concernant leur exposition aux « risques de durabilité », dont le risque de transition, et incluant les mesures à court, moyen et long terme pour y remédier.

Je souscris à votre recommandation d'améliorer la cohérence d'ensemble de ce cadre réglementaire. Les premières années de mise en œuvre ont d'ores et déjà permis d'identifier des insuffisances de certaines de ses composantes. En particulier, une révision du règlement européen SFDR est nécessaire pour améliorer la transparence et la lisibilité des produits financiers commercialisés comme durables, afin de permettre une meilleure allocation du capital et d'éviter les risques d'écoblanchiment, en particulier vis-à-vis des épargnants individuels. L'importance d'assurer de la clarté à l'investisseur final a d'ailleurs guidé mes choix de révision du label ISR, dont le nouveau référentiel a été publié

en décembre 2023. L'objectif de cohérence et de lisibilité fut aussi recherché lorsque nous avons effectué en 2023 la transposition en France de la directive CSRD, qui fut l'occasion d'harmoniser les nouvelles obligations européennes et les obligations nationales préexistantes.

Comme vous le soulignez, la prise en compte des enjeux d'adaptation doit être améliorée. Nous travaillons ainsi au renforcement du rôle du secteur assurantiel dans l'adaptation de notre économie aux risques physiques posés par le changement climatique. Une mission a été lancée en 2023 et rendra fin janvier ses recommandations pour adapter le système assurantiel français face à l'évolution des risques climatiques et accélérer la contribution de l'assurance aux efforts d'adaptation et de décarbonation de notre économie.

Au-delà du cadre réglementaire, le Gouvernement mène une action déterminée pour mobiliser les financements privés dans la transition environnementale, en améliorant les conditions économiques des projets de transition, comme vous le recommandez. Ainsi, nous avons mis en place dans la loi de finances pour 2024 un nouveau crédit d'impôt pour les investissements dans l'industrie verte, qui favorisera les dépenses d'investissement contribuant à la production de batteries, de panneaux solaires, d'éoliennes ou de pompes à chaleur. Sur demande de l'État, la Banque publique d'investissement proposera en 2024 un verdissement substantiel de sa gamme de produits de garantie et développera un prêt vert à destination des industriels.

La mobilisation des financements privés passe aussi par la mise en place d'un dialogue régulier avec l'ensemble des parties prenantes. C'est l'objectif recherché par le Comité de financement de la transition écologique (CFT E) qui s'est réuni pour la première fois en juillet 2023 et dans le cadre duquel le dialogue sera poursuivi dès le début de l'année 2024.

Permettez-moi enfin de souligner l'importance du développement par la Banque de France d'un indicateur permettant de mesurer l'exposition des entreprises aux risques climatiques, dont les effets pourront à terme être structurants pour l'orientation des flux financiers. Cet indicateur tiendra aussi compte des enjeux d'adaptation en mesurant les risques physiques liés au changement climatique. Par la loi du 23 octobre 2023 relative à l'industrie verte, nous avons donné à la Banque de France les pouvoirs nécessaires pour mener à bien ce projet. Un comité regroupant des personnalités qualifiées sera mis en place en 2024 pour assurer le suivi de cette initiative.

RÉPONSE DU MINISTRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET DE LA COHÉSION DES TERRITOIRES

Je salue l'ambition des propositions formulées dans ce chapitre mais regrette que la présentation du cadre réglementaire ne fasse pas davantage ressortir le levier que représente le décret d'application de l'article 29 de la loi Énergie climat : celui-ci apporte des compléments majeurs au cadre européen prévu par les textes Sustainable finance disclosures regulation (SFDR) et Corporate sustainability reporting directive (CSRD).

L'ordonnance de transposition de la directive CSRD a été publiée le 6 décembre 2023 et permettra de contribuer aux enjeux de correspondance et de lisibilité du cadre en matière de durabilité soulignés par la Cour des comptes.

Par ailleurs, le processus d'élaboration du troisième plan national d'adaptation au changement climatique inclut un important travail de chiffrage des besoins de financement, notamment pour la mise en œuvre des mesures qui figureront dans le plan lui-même, dans un objectif de planification pluriannuelle. Il s'agit également de déterminer les coûts plus globaux des mesures qui seront nécessaires à plus long terme, comme la relocalisation des activités, pour donner à voir une vision du coût global de la trajectoire d'adaptation. L'ampleur des coûts associés et des coûts évités, ainsi que la répartition de la charge entre les différents acteurs, seront étudiées.

3

Aide au développement et adaptation au changement climatique : la contribution de l'Agence française de développement (AFD)

PRÉSENTATION

En 2022, le groupe d’experts intergouvernemental sur l’évolution du climat (GIEC) a souligné que les régions et peuples soumis à des défis de développement subissaient également des niveaux élevés de vulnérabilité au changement climatique. Le financement de l’adaptation au changement climatique est de fait devenu un enjeu central de développement. Les principaux bailleurs renforcent progressivement leurs financements et les rééquilibrent entre atténuation et adaptation, conformément aux engagements internationaux. La COP28 de Dubaï a marqué fin 2023 une nouvelle étape dans cette direction avec l’adoption du cadre pour l’objectif mondial en matière d’adaptation¹⁶².

L’aide publique au développement (APD) consacrée spécifiquement à l’adaptation au changement climatique est à la croisée de deux priorités gouvernementales : la hausse des crédits de l’APD, de 0,36 % du revenu national brut de la France en 2016 à 0,56 % en 2022, et le plan national d’adaptation au changement climatique 2018-2022 (PNACC 2) qui consacre deux actions spécifiques à l’APD.

¹⁶² Ce cadre doit permettre de guider la réalisation de l’objectif mondial d’adaptation fixé dans l’article 7 de l’accord de Paris ; il comprend à la fois une méthodologie, des cibles et des objectifs pour les actions d’adaptation, et la réaffirmation de la nécessité de financements accrus en matière d’adaptation, notamment de la part des pays développés.

Dans ce contexte, la Cour a analysé la contribution particulière de l'Agence française de développement (AFD), principal opérateur de l'aide bilatérale française¹⁶³.

Au terme d'une enquête appuyée par l'examen de projets au Maroc et au Sénégal, le présent chapitre met en évidence la mobilisation effective de l'AFD (I) ainsi que les acquis et les limites des actions d'adaptation qu'elle conduit sur le terrain (II). Il identifie enfin des voies d'amélioration pour des démarches qui restent à approfondir (III).

I - L'adaptation au changement climatique, enjeu de mobilisation de l'AFD

L'aide publique au développement a pris en compte progressivement les enjeux climatiques en général et d'adaptation en particulier. À l'échelle internationale, un objectif chiffré de financement, par les pays développés en faveur des pays en développement, a été fixé dès 2009, visant 100 milliards de dollars par an avant 2020¹⁶⁴. Le Fonds vert pour le climat a été créé en 2010, destiné spécifiquement aux pays en développement. L'objectif d'un financement à parité de l'atténuation et de l'adaptation est affirmé. La recherche de « cobénéfices climat » devient une pratique généralisée pour tout projet de développement.

Les notions de « cobénéfices climat », de « finance climat » et de « finance adaptation »

Un « cobénéfice climat » correspond à la contribution à l'adaptation et/ou à l'atténuation du changement climatique d'un projet qui poursuit des objectifs de développement.

La « finance climat » représente l'ensemble des ressources mobilisées pour des projets ayant une incidence sur l'atténuation ou l'adaptation au changement climatique. La « finance adaptation » comptabilise uniquement les ressources qui concourent à l'adaptation.

¹⁶³ Le groupe AFD finance le développement. Il se compose de l'AFD, en charge du secteur public et de la société civile, de Proparco, dédiée au secteur privé, et d'Expertise France, agence de coopération technique. Les ressources de l'AFD proviennent pour partie de crédits publics (dons, subventions et bonifications de prêts) et pour partie du marché (émissions d'obligations par exemple). L'Agence gère également des crédits délégués par d'autres bailleurs, comme l'Union européenne.

¹⁶⁴ Objectif fixé dans les conclusions de la conférence des parties de la Convention cadre des Nations-Unies sur le changement climatique (COP 15) de Copenhague en décembre 2009.

L'année 2015 marque la pleine convergence des enjeux climatiques et de développement, avec la succession du programme d'action d'Addis-Abeba sur le financement du développement, du sommet des Nations Unies sur le développement durable (fixant 17 objectifs de développement durable¹⁶⁵ pour 2030) et de la conférence de Paris sur le climat. Alors que l'action climatique implique désormais l'ensemble des pays signataires de l'Accord de Paris, sa réussite suppose un appui particulier aux pays en développement. Dans le même temps, l'aide publique au développement prend désormais appui sur les objectifs du développement durable qui intègrent les enjeux de transition climatique.

A - La contribution de l'AFD à la mise en œuvre des engagements internationaux de la France

La France mobilise à la fois des canaux multilatéraux et bilatéraux pour mettre en œuvre ses engagements internationaux en matière d'adaptation, avec une prédominance des financements bilatéraux à travers l'AFD (76 % en 2022) par rapport aux financements multilatéraux à travers des fonds spécialisés (24 % en 2022).

L'AFD est engagée à la fois en tant que principal opérateur de l'aide bilatérale et en tant que banque de développement, acteur clef de la « finance climat ».

1 - L'AFD, opérateur de l'aide bilatérale

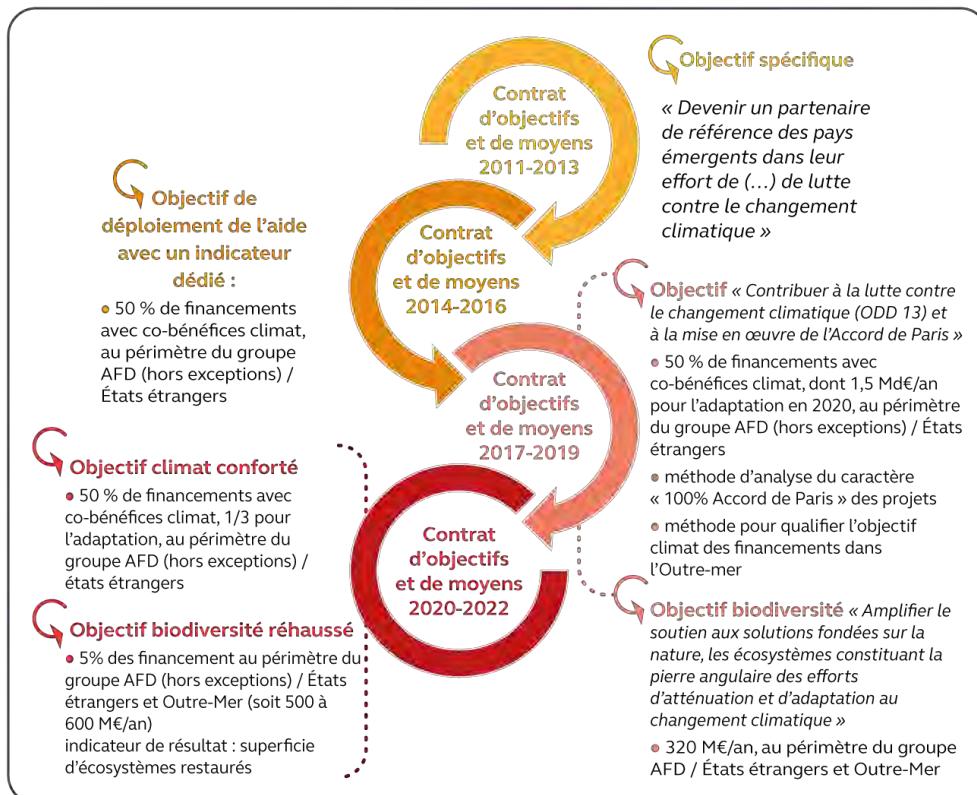
L'AFD s'est positionnée tôt sur les thématiques climatiques en concevant une stratégie climat dès 2005, puis en adoptant un plan d'action « climat et développement » en 2011. Ce plan pose en particulier les principes du soutien à des politiques publiques d'adaptation.

L'État a assigné en 2014 à l'AFD l'objectif de réaliser 50 % de financements correspondant à des « cobénéfices » pour le climat¹⁶⁶. Il a défini en 2016 l'adaptation comme « *une nouvelle frontière à explorer* » par l'Agence. L'État a ensuite révisé régulièrement à la hausse les objectifs fixés à l'Agence en matière d'adaptation, au travers des contrats d'objectifs et de moyens.

¹⁶⁵ Les 17 objectifs de développement durable composent « l'Agenda 2030 ». Ils couvrent la diversité des enjeux du développement durable : pauvreté, faim, santé et bien-être, éducation, égalité des genres, eau et assainissement, énergie, travail, industrie, réduction des inégalités, villes, consommation, climat, biodiversité marine et terrestre, institutions et la coordination entre tous ces enjeux.

¹⁶⁶ Le taux de 50 % était calculé à l'échelle d'un ensemble non exhaustif de financements de l'Agence (et non du groupe AFD). L'assiette de calcul a été élargie à l'échelle du groupe AFD dans le contrat d'objectifs et de moyens 2017-2019 (cf. schéma n°1) ; elle omet encore certains financements du groupe AFD.

Schéma n° 6 : exigences des contrats successifs d'objectifs et de moyens de l'AFD



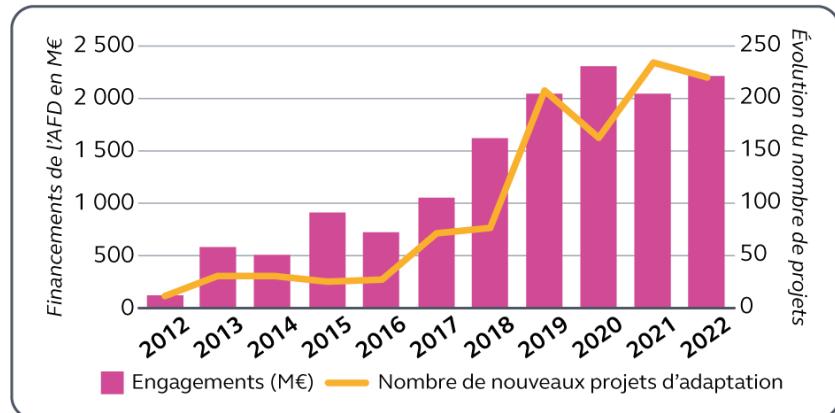
Source : Cour des comptes

En 2021, l'objectif de la France a été porté à 6 Md€ d'engagements annuels¹⁶⁷ en faveur du climat dont 2 Md€ pour l'adaptation. En parallèle, la loi de programmation du 4 août 2021 relative au développement solidaire et à la lutte contre les inégalités mondiales a consacré l'adaptation comme un enjeu de premier plan de l'aide publique au développement.

En conséquence, la « finance adaptation » de l'AFD a crû fortement, passant de 146 M€ d'engagements annuels en 2012 à 2,2 Md€ en 2022. Le rééquilibrage entre les actions d'atténuation et d'adaptation est perceptible depuis 2019 avec un palier atteint autour de 2 Md€ par an pour l'adaptation, depuis cette date.

¹⁶⁷ Les engagements de l'AFD dépassent le champ comptabilisé comme de l'aide publique au développement car ils incluent, notamment, des financements par prêts. Dans ce cas, seul le coût de l'écart entre le taux de marché et le taux du prêt, appelé bonification, est comptabilisé comme de l'aide publique au développement.

Graphique n° 19 : évolution du nombre de projets (échelle de droite) et des financements de l'AFD (échelle de gauche, en M€) consacrés à l'adaptation (flux annuel)

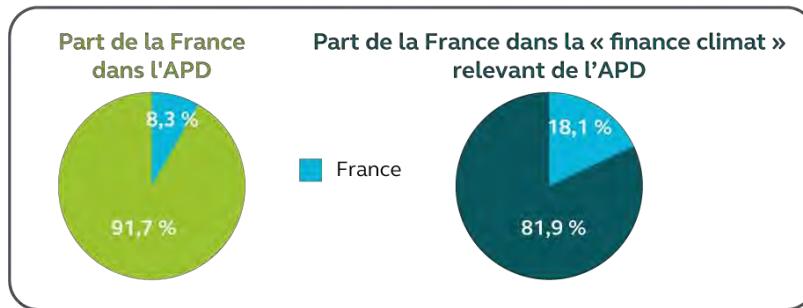


Source : AFD

2 - L'AFD et la structuration de la « finance climat »

Les objectifs de mobilisation fixés au plan international ont amené les principaux bailleurs, dont les banques publiques de développement comme l'AFD, à renforcer progressivement leurs engagements financiers en faveur du climat, en dernier lieu lors du sommet pour un pacte financier mondial, à Paris en juin 2023. Les financements « climat » relevant de l'aide publique au développement sont en forte croissance, passant de 57 Md\$ en 2014 à 96 Md\$ en 2021. La France se distingue par un engagement relatif fort sur les enjeux climatiques.

Graphique n° 20 : part de la France dans l'aide publique au développement des pays du Nord et dans la part de cette aide qui est consacrée au climat en 2021



Source : OCDE

L'AFD est, avec certaines de ses homologues (Japon, Italie), l'une des banques de développement bilatérales qui ont le plus significativement engagé ce mouvement vers le financement de l'adaptation (avec une part de « finance adaptation » comprise entre 25 et 35 %), aux côtés des banques multilatérales de développement (32 % en moyenne, la Banque mondiale étant première en volume de financements) et des fonds climatiques. Le rééquilibrage est plus limité pour les banques de développement qui ont également une activité sur leurs territoires nationaux, comme la KfW allemande ou la banque chinoise de développement CDB (avec seulement 8 à 9 % de « finance adaptation »).

Compte tenu de l'importance des normes et des pratiques à établir dans un domaine émergent et complexe, l'État a demandé à l'AFD de participer à la structuration de la « *finance adaptation* » au niveau mondial. L'AFD a ainsi œuvré à la création d'un club de banques de développement, l'IDFC¹⁶⁸, dont elle assure la présidence depuis 2017, ainsi qu'à la genèse de l'initiative « *Finances en commun* », réseau mondial de toutes les banques publiques de développement, dont elle assure le secrétariat. L'IDFC en particulier a œuvré à la définition de principes communs sur l'adaptation en 2015, révisés en 2021, nécessaires à la bonne comptabilisation des soutiens financiers aux politiques d'adaptation au changement climatique.

B - Des financements cohérents avec les objectifs de l'aide publique au développement

En 2022, la « *finance adaptation* » représente 32 % de la « finance climat » du Groupe AFD avec 220 nouveaux projets engagés pour 2,2 Md€. Ses priorités géographiques et sectorielles sont conformes à celles assignées par le Gouvernement pour l'aide publique au développement. Les outils utilisés sont marqués par un poids plus important des prêts souverains et des subventions.

1 - Des financements en priorité en Afrique et en Asie, répartis sur de nombreux secteurs d'activités

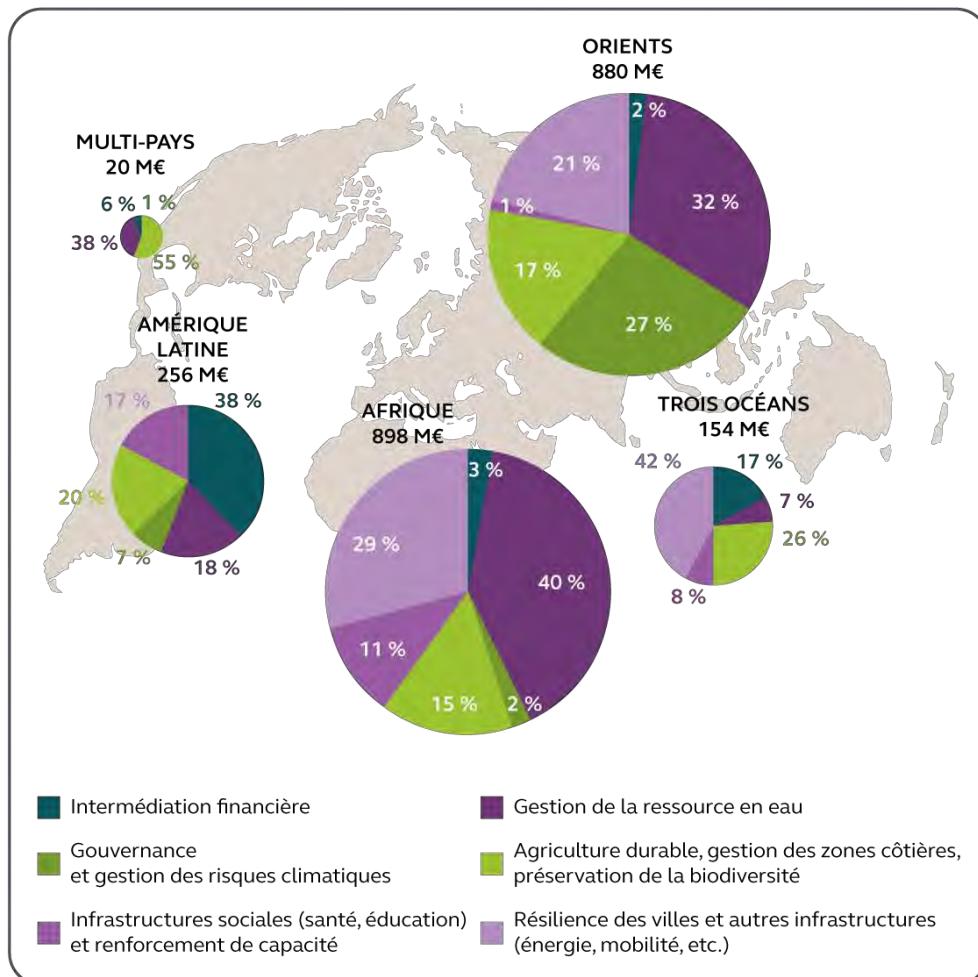
L'AFD définit quatre zones d'activité : Orients¹⁶⁹, Afrique, Amérique latine et Trois Océans¹⁷⁰. Les zones Orients et Afrique sont les premières destinataires de la « *finance adaptation* » avec respectivement 880 M€ et 898 M€ en 2022.

¹⁶⁸ *International Development Finance Club*, regroupement de 26 banques de développement d'Asie, Europe, Amérique Latine, Afrique et du Moyen-Orient, créé en 2011, <https://www.idfc.org/>.

¹⁶⁹ La zone « Orients » regroupe les pays du Proche et Moyen Orient et d'Asie.

¹⁷⁰ La zone « Trois Océans » inclut des pays de l'Océan indien, des Caraïbes et du Pacifique, ainsi que les collectivités et territoires ultramarins français. Les financements relevant de l'adaptation concernant ces collectivités et territoires représentaient 86 M€ en 2022. Cour des comptes, *Les interventions de l'Agence française de développement (AFD) en outre-mer*, observations définitives, décembre 2023.

Carte n° 10 : répartition thématique et géographique des projets d'adaptation de l'AFD en 2022



L'intermédiation financière représente l'activité de soutien au secteur financier qui lui-même appuiera des projets de développement.

Source : AFD

L'analyse de la répartition par secteur thématique et par zone géographique est cohérente avec le mandat de l'AFD. Le secteur de l'eau occupe une place prépondérante, hormis en Amérique latine où prédomine l'intermédiation financière (par exemple l'activité de prêt au secteur bancaire), ce qui illustre les spécificités d'action de l'agence dans la région.

Les enjeux de l'agriculture sont correctement couverts, avec une montée en puissance des approches par la biodiversité et la préservation des écosystèmes, en accord avec l'ambition de privilégier des solutions « fondées sur la nature »¹⁷¹. De même, le poids significatif des enjeux de gouvernance et de renforcement des capacités des acteurs publics et privés rend compte de l'appropriation des questions liées au climat par les bénéficiaires de l'aide, en particulier dans la zone Orients et en Amérique latine. Enfin, le dernier pôle majeur est celui des infrastructures sociales avec une attention de l'AFD à ce que ces projets intègrent des composantes d'adaptation, particulièrement en Afrique et en Amérique latine.

2 - Une part importante de prêts souverains et de dons

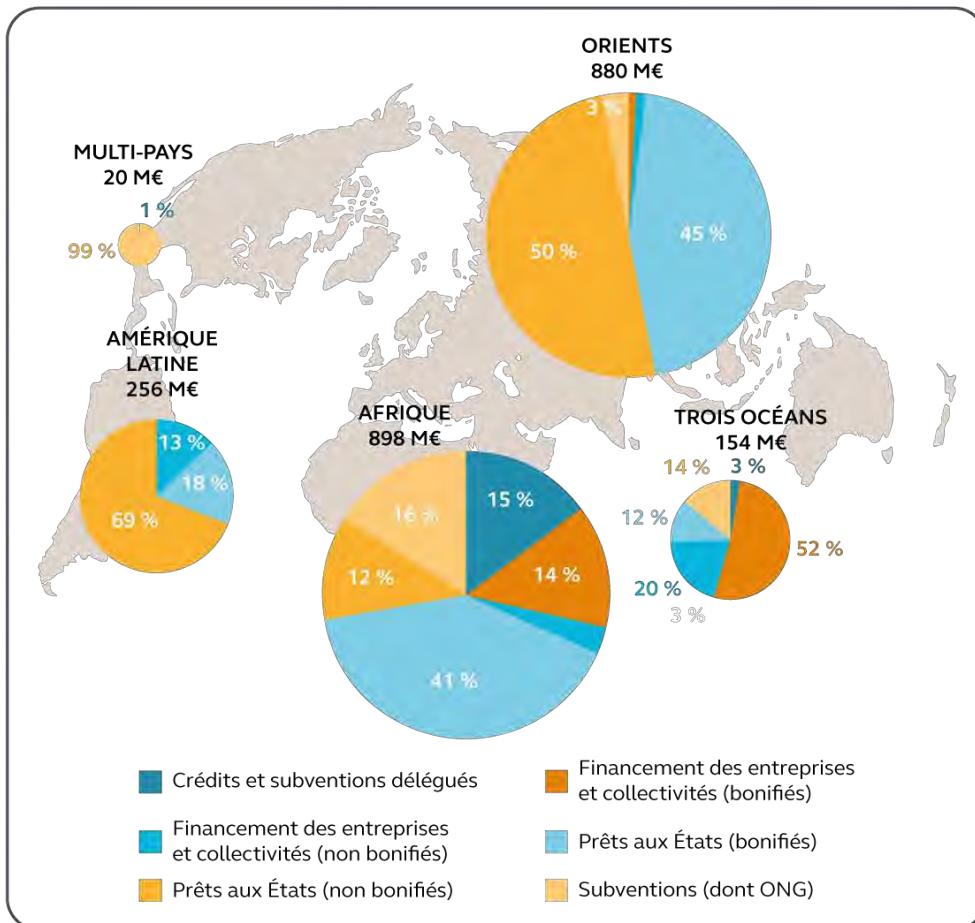
Parmi les outils de financement mobilisés en 2022, les prêts souverains, c'est-à-dire accordés aux États partenaires, prédominent (1 551 M€ dont 53 % bonifiés¹⁷²), devant les prêts aux entreprises et collectivités locales (311 M€ dont 70 % bonifiés) et les subventions (207 M€). Cette prédominance des prêts souverains est le reflet de l'attention portée prioritairement à la mise en place de politiques publiques d'adaptation.

L'intervention de l'AFD mobilise également un niveau important de dons, provenant soit de subventions, soit de crédits délégués. Ces ressources représentent 17 % de sa « finance adaptation » alors qu'elles ne comptent que pour 12 % de l'ensemble des ressources du groupe. Les projets d'adaptation bénéficient donc d'une composante en dons significativement plus élevée que la moyenne des interventions de l'AFD.

¹⁷¹ « Actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés, pour relever directement les enjeux de société de manière efficace et adaptative tout en assurant le bien-être humain et des avantages pour la biodiversité », définition adoptée par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), lors de son congrès mondial en 2016.

¹⁷² Un prêt bonifié voit une partie de ses intérêts pris en charge par l'État français au titre de l'aide publique au développement.

Carte n° 11 : répartition géographique des outils de financement de l'adaptation utilisés par l'AFD en 2022



Source : AFD

Le recours privilégié aux dons ou aux prêts bonifiés n'est pas géographiquement homogène. Les dons sont concentrés en Afrique, pour les projets multi-pays et pour la zone Trois Océans. L'Afrique concentre ainsi 95 % des crédits délégués que gère l'AFD sur la thématique de l'adaptation. À l'inverse, l'outil des prêts est concentré sur les autres zones : 61 % des prêts non-souverains sont réalisés dans la zone Orients et 24 % en Amérique latine.

Le recours aux dons tient notamment à ce que les actions d'adaptation nécessitent un fort investissement dans des mesures préalables au projet et d'accompagnement pendant son déroulement, étapes qu'il est plus difficile de financer par des prêts. Ainsi, un projet d'adaptation comprend régulièrement trois composantes financières : un ou deux financements en amont sur don pour financer des études de vulnérabilité et de faisabilité, un prêt pour le financement des activités mêmes du projet et un financement sur don pour recruter une assistance technique, à travers, par exemple, des crédits délégués de l'Union européenne et des financements du Fonds français pour l'environnement mondial (FFEM)¹⁷³ ou du Fonds vert pour le climat.

Le projet de reforestation dans le parc national d'Ifrane au Maroc illustre ce séquencement des financements. L'AFD recourt à un don du FFEM de 1,8 M€ pour des actions d'assistance technique, en plus du prêt de politique publique qu'elle a accordé à l'agence marocaine de gestion des forêts. Cette dernière finance elle-même l'essentiel du travail d'animation et de dialogue avec les communautés forestières, dans le cadre de sa stratégie sectorielle sur les forêts.

3 - Des outils créés pour accompagner les projets

Dans cette logique, et pour renforcer sa capacité à accompagner des projets, l'AFD recourt à deux outils spécifiques, dont un exclusivement orienté vers l'adaptation :

- La Facilité 2050, créée par l'AFD en 2018 et dotée de 30 M€, vise le renforcement de capacités et l'élaboration de stratégies à long terme dans le respect des engagements de l'Accord de Paris. Au Maroc, elle permet de financer un programme de recherche visant à intégrer l'impact du changement climatique dans les prévisions macroéconomiques.
- « AdaptAction » a été créé par l'AFD en 2017 pour améliorer l'efficacité des processus en amont des projets, faire émerger des projets d'adaptation ensuite finançables par des prêts et mobiliser des fonds délégués. Il s'agit d'un programme d'assistance technique et d'activités de « renforcement de capacité »¹⁷⁴ lancé par l'agence pour développer son appui aux pays. De 2017 à 2022, la première phase a été déployée dans 15 pays. Dotée d'un budget de 30 M€ de subventions françaises, elle a permis de développer 692 M€ de projets financés ou cofinancés par l'AFD, par le

¹⁷³ Fonds français pour l'environnement mondial, créé en 1994, avec l'objectif de financer des projets dédiés à l'environnement et au développement durable.

¹⁷⁴ Activités visant à développer les compétences, capacités, processus et ressources des organisations et communautés appuyées.

Fonds vert ou par l'UE, à la date du comité de suivi de juillet 2023. Les projets en cours d'instruction pourraient porter ce chiffre à près d'1 Md€. L'activité du programme est organisée autour de trois dimensions : comprendre les dimensions humaines du climat, planifier en soutenant l'intégration de l'adaptation dans les politiques publiques et les dispositifs de gouvernance et enfin investir en subventionnant des études de vulnérabilité et de faisabilité de nouveaux projets financables par l'AFD ou un autre bailleur. Sur 71 appuis financés mi-2023, 22 concernaient la gouvernance climat, 14 la gestion durable des terres, 10 les enjeux liés à l'eau, cinq la biodiversité et les forêts.

II - Des acquis avérés et des limites à prendre en compte pour la conduite des projets

La Cour a, dans le cadre de visites de terrain, examiné plusieurs projets d'adaptation que mène l'AFD au Maroc et au Sénégal. Ces projets mettent en évidence les acquis de la démarche en termes d'autonomie économique des populations concernées et de transformation des institutions publiques mais également des limites à prendre en compte.

A - Des solutions valorisant l'autonomie économique des populations

Les projets d'adaptation contribuent à améliorer la résilience des populations et des écosystèmes en privilégiant des solutions, notamment sociales, qui réduisent leur dépendance à des moyens financiers, techniques ou scientifiques extérieurs.

Par exemple, dans la commune de Ghassate au Maroc, est développé depuis 2013 un projet d'adaptation de l'agriculture locale au changement climatique à petite échelle, à l'initiative d'une organisation de la société civile. La subvention de l'AFD est modeste (0,7 M€ depuis 2017). Pourtant le projet est emblématique parce qu'il remet en question une solution technique, le goutte-à-goutte¹⁷⁵, proposée sans analyse du besoin et des alternatives en termes d'adaptation locale. Le projet a permis de réhabiliter des pratiques traditionnelles en les faisant évoluer et en les validant

¹⁷⁵ Système d'irrigation qui fournit un arrosage faible mais constant près des racines des plantes, de manière à réduire les pertes d'eau dues à l'évaporation et au ruissellement.

scientifiquement¹⁷⁶. Il présente un taux de succès important (84 % des familles continuent l'activité entre trois et dix ans après l'accompagnement) et nécessite un fort investissement en animation (10 personnes accompagnent à temps plein 500 familles).

Même à une échelle plus large, les projets d'adaptation peuvent remettre en cause des stratégies de développement fondées sur la technique. C'est ce que montre la stratégie agricole du Maroc pour 2030. La mécanisation n'est plus systématiquement privilégiée. D'autres techniques comme le semis direct¹⁷⁷ sont prises en considération, dans une approche s'appuyant à la fois sur l'agronomie, pour mesurer les gains de productivité, et sur l'économie, pour établir un ratio bénéfice/coût permettant d'arbitrer entre les deux techniques. Là où il est approprié, le semis direct est privilégié pour réduire à la fois les coûts de production et la dépendance des agriculteurs. La vulnérabilité de ceux-ci s'en trouve diminuée.

L'articulation entre science et tradition est un enjeu récurrent des processus d'adaptation en milieu rural, comme le montre le projet de reforestation dans le parc national d'Ifrane. Ce projet a permis de faire discuter écologues, forestiers et communautés locales, en particulier pastorales autour des zones de « mise en défens »¹⁷⁸. Cette pratique a été mise à mal par l'augmentation de la pression des activités humaines. Le projet a permis de la rationaliser et de la réinstitutionnaliser, faisant converger préconisations scientifiques et tradition.

Cette convergence impose toutefois une vigilance et un arbitrage rigoureux qu'il illustre l'exemple du contrôle du déploiement de l'irrigation en goutte-à-goutte au Maroc. Si cette technique permet une moindre consommation d'eau par hectare, l'économie initiale peut être contrebalancée par l'extension des zones de culture, qui entraîne *in fine* une consommation d'eau supplémentaire. Sans contrôle, cette mesure technique d'adaptation peut donc se transformer en mal-adaptation¹⁷⁹.

¹⁷⁶ Dans ce cas, l'articulation entre élevage et arboriculture, avec une utilisation appropriée du fumier, permet d'enrichir les sols et d'améliorer leur capacité de rétention d'eau. Cette solution est ici préférable à l'irrigation en goutte-à-goutte qui serait coûteuse en ressources techniques et financières indisponibles.

¹⁷⁷ Technique consistant à semer directement les graines, sans passer par un travail du sol entre les lignes de semis comme le labourage mécanisé.

¹⁷⁸ Pratique traditionnelle de protection du couvert forestier, qui consiste à instaurer des clôtures fixes ou temporaires pour gérer les pressions de pâturage.

¹⁷⁹ Cf. chapitre introductif, la mal-adaptation désigne une action pensée comme une adaptation mais qui conduit *in fine* à augmenter la vulnérabilité au lieu de la réduire.

Enfin, les projets d'adaptation peuvent renforcer la capacité d'action des acteurs locaux et leur implication dans la gestion durable de leur territoire. Dans la ville de Pikine, de la banlieue de Dakar, le projet Ping-Giri¹⁸⁰ a par exemple expérimenté la mobilisation d'habitants pour lutter contre les inondations. Au-delà de l'identification des désordres et de la recherche de solutions adaptées, ceux-ci participent au cofinancement des aménagements collectifs et semi-publics. Ils utilisent pour cela un fonds mutualisé auquel contribuent 15 000 habitants.

B - Le soutien à la transformation des acteurs économiques et institutionnels

Les projets examinés montrent que l'intervention de l'AFD contribue à la transformation de ses partenaires, les aidant à mieux prendre en compte le changement climatique et à s'y adapter. L'agence utilise pour cela plusieurs leviers.

En premier lieu, la durée et la qualité de la coopération permettent aux partenaires de l'AFD d'être reconnus et d'accéder à un panel plus large de bailleurs. Au Sénégal, la banque agricole, partenaire de longue date de l'AFD, s'est ainsi dotée, avec l'appui de cette dernière, d'un système de gestion incluant le suivi d'indicateurs environnementaux et sociaux et des financements affectés à l'atténuation et à l'adaptation. Ce dispositif lui a notamment permis d'obtenir l'accréditation du Fonds vert pour le climat. Au Maroc, l'agence nationale des eaux et forêts a fait de même. Grâce à son partenariat avec l'AFD, elle a accéléré ses actions en faveur de l'adaptation des écosystèmes forestiers, des aires protégées et des communautés résidentes. Ce faisant, elle a gagné un accès à d'autres bailleurs positionnés sur cet enjeu : la Banque africaine de développement et la Banque européenne d'investissement instruisaient chacune des opportunités de prêts significatifs en 2023.

En deuxième lieu, l'accompagnement de l'AFD permet une transformation graduelle de ses partenaires en rehaussant l'ambition de ces derniers à l'occasion de chaque financement. Ainsi le fonds marocain d'équipement communal a mis en place un système de gestion environnementale et sociale et élaboré une doctrine climatique sur la base d'un premier financement (100 M€ de prêt et 1 M€ de subvention). Un second financement signé en 2021 (200 M€ de prêt et 3,5 M€ de

¹⁸⁰ Projet mené par quatre associations, deux françaises (Gret et urbaMonde) et deux sénégalaises (Fédération sénégalaise des habitants, et UrbaSEN), de 2019 à 2023 pour un budget global de 0,9 M€.

subvention) vise la déclinaison opérationnelle d'outils financiers adaptés à l'intervention du fonds : ligne de crédit adossée à un plan d'actions, mécanismes incitatifs, actions d'assistance technique au profit des collectivités territoriales.

En troisième lieu, l'AFD adopte une approche réactive qui lui permet d'ajuster son analyse de la situation de ses partenaires et sa politique d'intervention si ceux-ci développent une politique d'adaptation au changement climatique. Elle a par exemple révisé à la baisse le niveau de risque climatique physique de l'agence des ports du Maroc lorsque celle-ci a réalisé une étude de sensibilité au risque de submersion marine et établi une stratégie pour y répondre.

L'adaptation au changement climatique passe enfin par un mode de conduite de projets souple, capable d'identifier les risques qui apparaissent pendant la réalisation du projet et de les traiter en redéfinissant leur contenu. Par exemple, face aux inondations régulières subies par la ville de Pikine au Sénégal, un projet d'évacuation des eaux pluviales a été financé par l'AFD. Le constat a ensuite été fait qu'un autre projet financé par l'AFD, celui de la construction d'une ligne de TER, ne prenait pas suffisamment en compte la problématique des inondations et risquait de les accentuer ; il a été révisé en conséquence.

C - Des leviers d'action qui restent limités

Les projets d'adaptation étudiés au Maroc et au Sénégal révèlent les acquis des projets pour les populations comme pour les institutions. Ils mettent aussi en lumière des limites, pour partie communes aux projets de développement conduits historiquement par l'AFD, mais qui présentent aussi des spécificités en lien avec les problématiques d'adaptation.

Tout d'abord, un projet d'adaptation est nécessairement spécifique à un territoire défini et limité. Le premier projet mis en œuvre par l'AFD sur financement du Fonds vert pour le climat au Maroc¹⁸¹ en fournit l'illustration. Il visait à favoriser la construction d'un réseau d'irrigation pour accroître la résilience de l'agriculture oasisenne et celle de l'économie locale au bénéfice de 1 800 personnes. Pour préserver la ressource en eau souterraine, la surface irrigable devait être limitée à 15 000 ha. Or, le projet d'adaptation locale ne concernait qu'une fraction réduite du territoire, moins de 1 700 ha, l'essentiel étant consacré à la production de dattes Mahjoul à

¹⁸¹ Ce financement de 20 M€ a été signé fin 2018 en complément d'un prêt de 40 M€ accordé par l'AFD en 2017. Il est dédié à l'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques en aval du barrage de Kaddoussa.

forte valeur commerciale notamment à l'exportation. L'AFD a alors constaté que des droits fonciers avaient été octroyés au-delà du seuil d'exploitation durable de 15 000 ha. La logique de développement économique, qui repose sur l'irrigation de terrains consacrés à des cultures commerciales, risque ainsi d'entrer en contradiction avec celle de l'adaptation. En l'occurrence, cette dernière consiste à construire un réseau d'irrigation pour accroître la résilience de l'agriculture oasienne sur des surfaces limitées.

La deuxième limite des projets d'adaptation mise en évidence par l'examen de projets locaux tient à la mesure des résultats et impacts, qui pose des défis conséquents. Ils sont en effet difficiles à évaluer, à la différence des projets d'atténuation dont les effets peuvent être quantifiés en tonnes d'émissions de CO₂ évitées. Les résultats des projets d'adaptation ne peuvent être évalués qu'à partir de la trajectoire du pays partenaire, définie en dialogue avec le bailleur, mais qui relève *in fine* des choix souverains du pays concerné. Les conditions posées par le bailleur autant que sa capacité d'accompagnement sont déterminantes. L'AFD, dans le cadre de prêts de politiques publiques, peut alors prévoir des cibles annuelles conditionnant le décaissement des fonds. C'est par exemple le cas du projet de reforestations d'Ifrane pour lequel le recrutement effectif des animateurs, nécessaires à la mobilisation des acteurs locaux, fait partie des cibles annuelles.

Une troisième limite résulte des demandes spontanées des bénéficiaires finaux, qui peuvent alimenter une dynamique de mal-adaptation. Ces demandes visent plus spontanément la réduction de la pauvreté ou le développement économique plutôt que l'adaptation au changement climatique. Elles peuvent être favorisées, par exemple, par l'incitation au développement d'activités agroalimentaires d'exportation, dans le cadre des accords commerciaux internationaux, au détriment d'activités davantage tournées vers les marchés locaux. Au Sénégal, dans le cas d'un projet de préservation de la mangrove autour de l'aire marine protégée du delta du Saloum, les demandes portent plus sur l'installation de chambres froides pour les mareyeurs et de nouvelles unités de transformation agro-alimentaires que sur la mise en place de circuits courts de distribution des produits de la pêche contribuant à l'optimisation de l'usage des unités de transformation existantes, pourtant sous-utilisées.

Pour faire face à ces trois types de limites, l'AFD doit porter une attention particulière autant aux options d'adaptation proposées par les projets qu'au moyen de les développer et de les diffuser auprès des bénéficiaires, pour une appropriation durable. Cela passe par une ouverture à des options d'adaptation qui remettent en cause des schémas de développement fortement implantés mais aussi par une vigilance à l'impact des accords commerciaux sur les trajectoires de développement durable.

Enfin, certaines situations révèlent des vulnérabilités qu'il n'est pas possible de résorber totalement. Il existe des limites à l'adaptation et aux possibilités de réduire la vulnérabilité. Dans le cas du projet de Ghassate, les familles accompagnées ont certes mieux résisté à la sécheresse qui sévit depuis trois ans au Maroc, mais elles ont tout de même eu besoin d'une aide pour passer cette crise, sous la forme d'alimentation fourragère pour leur bétail.

III - Des approches à approfondir et partager

L'AFD a engagé des changements en profondeur pour prendre en compte de manière transversale les enjeux d'adaptation dans l'ensemble de ses activités, avec l'objectif de les rendre toutes compatibles avec l'Accord de Paris (objectif « 100 % Accord de Paris »).

La définition de l'adaptation au changement climatique et de son contenu effectif reste délicate et n'est pas stabilisée au niveau international. C'est un obstacle qui empêche, à ce jour, de faire figurer les atteintes à l'adaptation sur la liste d'exclusion du groupe AFD. Ceci lui permettrait de rejeter par principe le financement de certains projets contraires à l'exigence d'adaptation, de la même manière que sont exclus les projets trop émissifs en gaz à effet de serre ou portant une atteinte caractérisée à la biodiversité.

Dès lors, l'AFD doit être d'autant plus exigeante dans l'analyse au cas par cas de chacun des projets qu'elle instruit en vue de s'assurer de leur compatibilité avec les exigences d'adaptation.

A - La recherche d'une compatibilité complète avec l'Accord de Paris

Dans le cadre de son plan d'orientation stratégique 2018-2022 et de l'objectif politique fixé dès 2017 de rendre l'intégralité de ses activités compatibles avec l'Accord de Paris (objectif dénommé « *100 % Accord de Paris* »), l'AFD a engagé plusieurs transformations visant à s'assurer de la prise en compte transversale des enjeux d'adaptation.

1 - L'adaptation dans les stratégies territoriales et sectorielles

La politique de l'AFD est articulée autour de six stratégies sectorielles¹⁸² au sein desquelles elle a cherché à intégrer les enjeux d'adaptation, qui concernent tous ses secteurs d'intervention et pas seulement ceux identifiés « climat ». L'adaptation au changement climatique est déjà prise en compte dans les stratégies thématiques « eau » de 2014, ce secteur étant l'un de ceux les plus concernés, et « santé » de 2015. Ces enjeux sont aussi présents dans la stratégie « mobilité », dont l'objectif est d'adapter les infrastructures aux changements du climat. Ils sont par contre bien moins intégrés à la stratégie « systèmes financiers » de 2018, dont l'une des dimensions est pourtant le développement de la finance durable¹⁸³.

Dans la même dynamique, les stratégies géographiques de l'AFD intègrent l'adaptation au fur et à mesure de leur mise à jour. Cet effort est toutefois plus visible dans certains cas (Maroc, Sénégal, Vietnam) que dans d'autres (Liban, Mali) ou en Martinique, tout en progressant continument.

2 - Des outils pour intégrer l'adaptation à l'évaluation des projets

Il n'existe pas de définition harmonisée et reconnue internationalement de la vulnérabilité au changement climatique. Dans ce contexte, l'AFD a mis en place ses propres outils permettant d'intégrer, dans la gestion des projets, la prise en compte des enjeux d'adaptation.

Elle s'est dotée d'un outil permettant de cibler les risques en fonction des zones d'intervention. Elle produit ainsi depuis 2018 des « fiches climat » par pays et territoire d'intervention, recensant les principaux enjeux climatiques. Ces fiches comprennent des données économiques de contexte en lien avec les enjeux climatiques (par exemple, le nombre de véhicules pour 1 000 habitants), des analyses des impacts attendus du changement climatique et des zones de vulnérabilité tant géographique que sectorielle. Elles fournissent enfin des éléments sur l'existence de politiques publiques nationales et locales en faveur du climat et de l'adaptation.

¹⁸² Transition démographique et sociale, territoriale, écologique, numérique et technologique, économique et financière, démocratique et citoyenne.

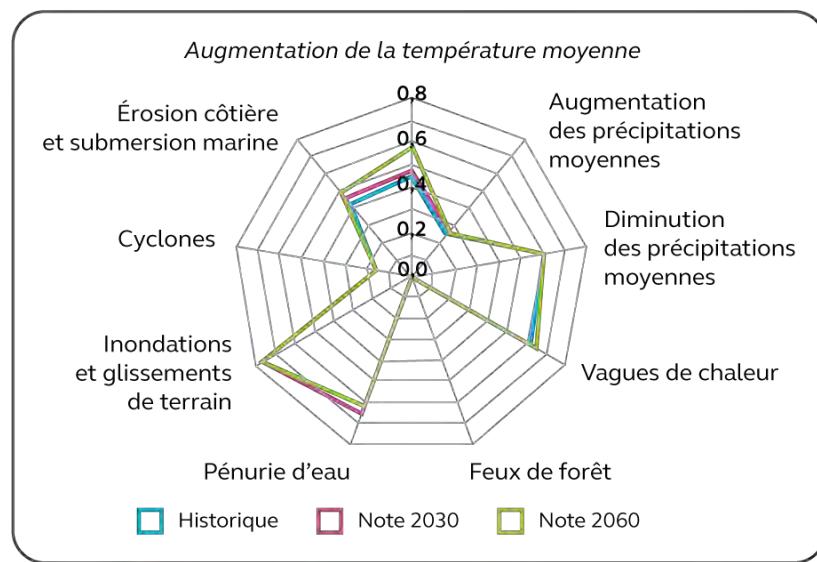
¹⁸³ Il s'agit de l'ensemble des activités et réglementations financières poursuivant un objectif de développement durable (cf. le chapitre sur le rôle des institutions financières et bancaires dans l'adaptation de l'économie au changement climatique).

Non publiées, ces fiches sont transmises par la division climat de l'AFD à l'ensemble des équipes et permettent d'apprécier la cohérence d'un projet donné avec les enjeux d'adaptation du pays ou du territoire concerné. Jusqu'à récemment, cette approche n'était pas dupliquée au sein des institutions financières internationales. La Banque mondiale produit aujourd'hui des profils climatiques par pays. Mais ils ne couvrent pas encore l'ensemble des pays où intervient l'AFD.

Deux autres outils, le « criblage climat » et « l'avis de développement durable », ont été déployés graduellement depuis 2014 et s'appliquent à l'instruction de la majeure partie des projets financés par l'AFD.

Le « criblage climat » est ainsi déployé en amont du projet, selon un outil en ligne et accessible depuis 2015 à l'ensemble des équipes. Pour un projet, il croise d'abord l'estimation des aléas climatiques, de la vulnérabilité des bénéficiaires et de la capacité d'adaptation du pays et du projet. Dans une deuxième étape, il traite un nombre limité de risques climatiques jugés les plus pertinents et identifie des mesures d'adaptation à mettre en œuvre. Dans le cas d'un projet d'adaptation au Niger, autour du barrage de Kandadji, par exemple, l'outil a permis d'identifier des facteurs de vulnérabilité comme le dimensionnement des ouvrages ainsi que des recommandations de gestion comme le repositionnement des cycles de culture.

Graphique n° 21 : exemple d'utilisation de l'outil de criblage climat, cas d'un projet à dimension adaptation au Niger, barrage de Kandadji



Source : AFD

L'« avis développement durable » est quant à lui un outil directement intégré dans le processus de sélection des projets. Il permet depuis 2014 d'attribuer une note en fonction de l'impact du projet sur différents axes au titre de la résilience climatique¹⁸⁴. Un projet qui a reçu une note négative ne peut pas être financé sans une décision formelle du conseil d'administration. Depuis 2019, trois projets ont fait l'objet d'une note négative et n'ont pas été financés. Deux projets ont reçu un avis réservé : le financement de l'un d'eux, consacré à la prévention de l'érosion et à la protection du trait de côte au Vietnam, a *in fine* reçu l'aval du conseil d'administration.

Schéma n° 7 : grille de notation sur l'axe « résilience » de l'avis développement durable



Source : Cour des comptes, d'après des données de l'AFD

¹⁸⁴ La grille d'analyse inclut l'adaptation au travers de l'axe résilience aux côtés de six autres axes : bas-carbone, biodiversité, social, genre, gouvernance et économie. Pour chaque axe, un projet peut être noté de - 2 à + 3, la note 0 correspondant à un impact neutre du projet sur cet axe. Les notes positives distinguent un projet adapté (+ 1), un projet contribuant à l'adaptation plus générale (+ 2), un projet de nature à transformer plus largement un secteur un ou un territoire (+ 3).

Une marge de progression importante existe toutefois : sur l'ensemble des projets retenus par l'AFD en 2020, seuls 9 % ont bénéficié d'une note de compatibilité maximale avec les enjeux de climat (+ 3) et 38 % une note attestant d'une dynamique globale engagée (+ 2). L'essentiel des projets continue donc de n'avoir qu'un impact au mieux ponctuel en termes d'adaptation.

3 - Une part d'activité hors du périmètre de comptabilisation de la « finance climat »

Une proportion non négligeable des financements que met en œuvre l'AFD chaque année (6 % en 2022 soit 709 M€) n'est pas encore prise en compte pour évaluer le soutien de l'Agence à des politiques climatiques. Ces financements hors du périmètre de comptabilisation de la « finance climat » regroupent certains dispositifs d'amorçage (y compris « AdaptAction »), les aides budgétaires globales aux États ou les garanties.

Cette absence de prise en compte dans la « finance climat » traduit la difficulté à mesurer la contribution (en positif) ou le risque (en négatif) dont ils sont porteurs. Mais les obstacles techniques réels (financements trop petits ou programmes globaux dont les activités ne sont pas spécifiées) doivent être surmontés en vue de se conformer à l'ambition « 100 % Accord de Paris ».

B - Un portefeuille d'activités exposé aux risques climatiques

En 2021, l'AFD a publié un premier rapport sur sa gestion des risques financiers liés au climat. Elle s'est dotée d'une feuille de route interne structurée autour de quatre grands axes : la prise en compte des risques financiers climatiques par le groupe AFD en tant qu'établissement de crédit ; leur mobilisation pour le dialogue avec les partenaires financés ; l'élaboration d'une offre et d'outils d'analyse pour que ses partenaires puissent mieux prendre en compte les risques climatiques ; la contribution aux débats internationaux et à l'élaboration des normes autour des risques financiers climatiques.

Deux grandes catégories de risques sont prises en compte : les risques physiques, qui résultent des effets du changement climatique sur l'activité, et les risques dits de transition, c'est-à-dire les risques de perturbation des modèles économiques existants par la mise en place d'une politique économique « bas carbone »¹⁸⁵.

- Les risques dits de transition sont limités en raison de la politique d'intervention de l'AFD¹⁸⁶. Mais l'Agence est exposée au travers de son activité d'intermédiation financière, dont le modèle économique peut lui-même être exposé dans le contexte d'une transition vers une économie bas carbone.
- L'AFD a établi un système de cotation qui lui permet d'attribuer à chaque pays une note évaluant globalement les conséquences macroéconomiques et financières des risques climatiques physiques pour les emprunteurs publics. Pour chaque partenaire mobilisé sur un projet, l'analyse permet de croiser les risques par secteur d'activité économique pour cinq aléas climatiques (cyclones, montée du niveau de la mer, précipitations extrêmes, stress hydrique, stress thermique) et les mesures de réduction du risque prévues. Un niveau de risque climatique physique est attribué à chaque partenaire. Il figure dans le système d'information de l'AFD à côté de sa note de crédit établie mais ne l'affecte pas.

Si un risque élevé est identifié pour un client donné, l'AFD peut proposer de l'accompagner dans la définition et la mise en œuvre d'une stratégie d'adaptation.

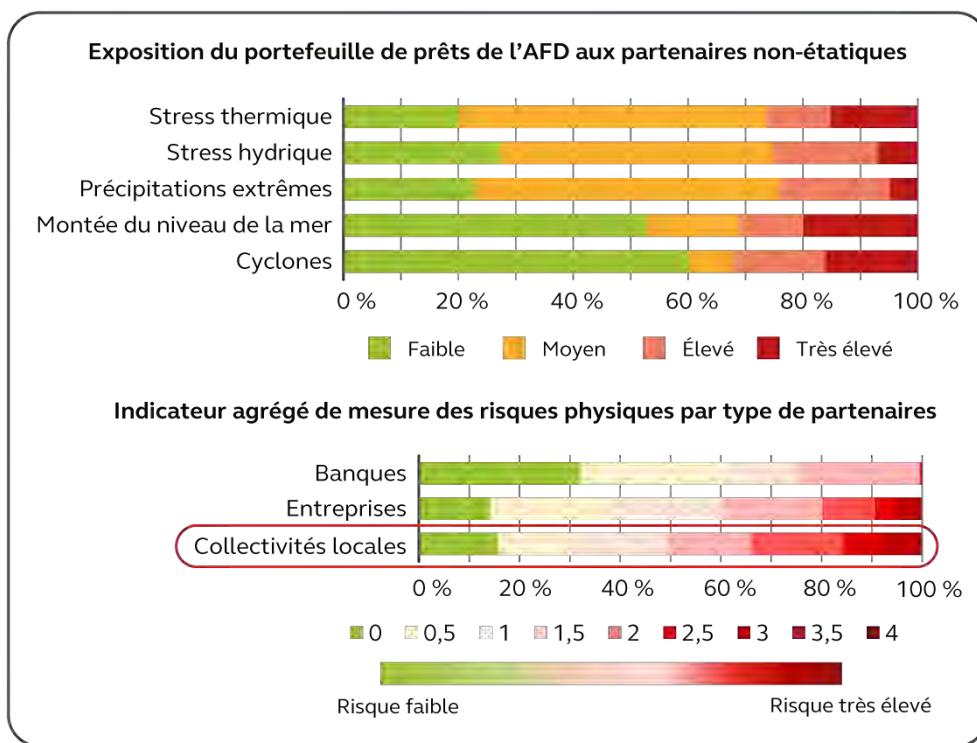
Les activités propres des partenaires de l'AFD peuvent la conduire à réduire son appréciation du risque, comme l'illustre le cas de l'agence nationale des ports du Maroc. Cette agence ayant conduit, sur financement de la Banque européenne pour la reconstruction et le développement (BERD), un programme de résilience face à l'accroissement de la houle océanique, l'AFD a réduit son appréciation du risque climat auquel est exposé son partenaire et a financé des travaux d'adaptation, comme le relèvement de la digue du port de Casablanca. À l'inverse, l'instruction d'un projet peut amener à rehausser l'évaluation du risque associé à un partenaire. C'est ce qui s'est passé dans le cas de la province de Santa-Fé en Argentine, où les indicateurs relatifs aux niveaux des précipitations extrêmes et du stress thermique ont été révisés à la hausse. En conséquence l'instruction du projet par l'AFD a été abandonnée.

¹⁸⁵ Par exemple les coûts supportés par un opérateur de centrale à charbon dont la fermeture est décidée par la puissance publique au titre de sa politique climatique

¹⁸⁶ L'AFD finance des activités orientées vers le développement durable, qui sont donc les moins perturbées par les politiques de décarbonation.

Fin 2021, l'AFD a effectué un bilan de son exposition aux risques climatiques et de transition, doté d'indicateurs très fournis. Quelques partenaires plus vulnérables ont été identifiés, en particulier en outre-mer, ou parmi les collectivités locales dans les pays étrangers où intervient l'Agence. Le risque physique pouvant avoir l'impact le plus élevé à l'échelle d'un projet est la montée du niveau de la mer, tandis que les risques les plus répandus avec un impact moyen sont les stress thermique, hydrique et les précipitations extrêmes.

Graphique n° 22 : déploiement détaillé des indicateurs de risques physiques, par type de risque et par type de partenaire



Source : AFD

Quel que soit l'intérêt de ces analyses, elles n'ont aujourd'hui que des effets minimes sur l'activité de financement de l'AFD : l'analyse est principalement conduite à titre d'information. Or les dernières orientations fixées par les autorités françaises à l'AFD¹⁸⁷ rendent nécessaires un approfondissement et une exploitation plus active des analyses d'exposition aux risques climatiques conduites jusqu'ici et de leurs conséquences.

Il est en effet désormais demandé à l'Agence de concentrer son action dans les pays les plus vulnérables et d'introduire dans les prêts des clauses de suspension du service de la dette en cas de catastrophes climatiques. Ces deux orientations devraient renforcer l'exposition de l'Agence au risque climatique. L'outil dont elle s'est dotée devrait permettre de vérifier qu'elle concentre bien son action sur des zones et les partenaires vulnérables.

Par ailleurs, dès lors que des clauses de suspension du service de la dette dans les pays vulnérables frappés par des catastrophes climatiques seront introduites, le coût potentiel pour l'AFD devra être anticipé et, le cas échéant, un mécanisme de financement prévu. L'outil d'évaluation de l'exposition du portefeuille d'activités de l'Agence aux risques climatiques pourrait être utilisé à cette fin. Il permettrait de qualifier et de quantifier le risque financier associé au risque climatique et à l'activation potentielle des clauses de suspension du service de la dette.

En amont des décisions de suspension, il permettrait de s'assurer que l'AFD a bien anticipé leurs conséquences et leur coût tant pour l'Agence que pour les finances publiques.

C - Une expérience à mieux valoriser et partager

1 - La recherche comme levier d'innovation

L'adaptation est un objet scientifique qui a pris une importance croissante, ce dont témoigne la création d'un groupe de travail du GIEC consacré aux impacts. La progression de la connaissance est inégale, moins rapide par et sur les pays du Sud, les plus vulnérables.

L'AFD déploie une action de recherche articulée autour de trois axes : le diagnostic des impacts physiques, le diagnostic des répercussions sur la sphère socioéconomique et l'étude des trajectoires de développement résilient en se focalisant sur les politiques publiques. 35 études ont été financées entre 2018 et 2022, auxquels s'ajoutent deux études financées par le programme « AdaptAction ».

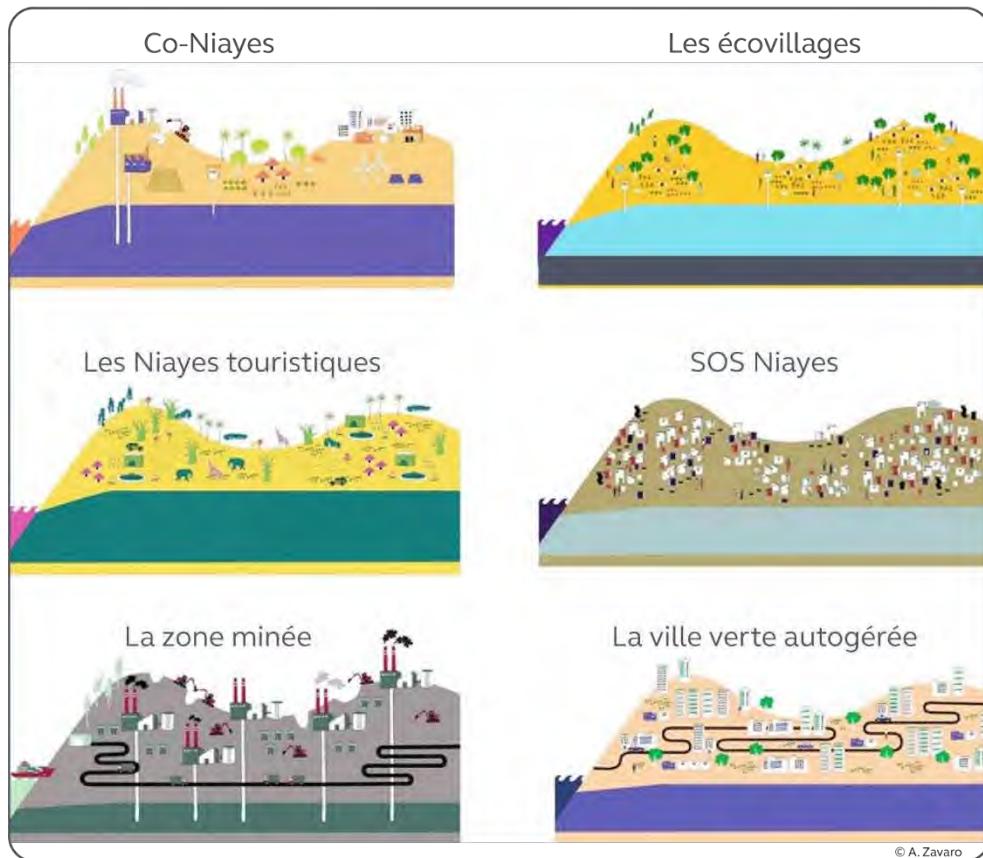
¹⁸⁷ Par le conseil présidentiel du développement en mai 2023 et le comité interministériel de la coopération internationale et du développement en juillet 2023.

Deux exemples illustrent l'apport de la recherche en matière d'adaptation.

Le premier concerne l'utilisation de la Facilité 2050 de l'AFD, qui vise le renforcement de capacités et l'élaboration de stratégies à long terme dans le respect des engagements de l'Accord de Paris. Dans le cas déjà évoqué du programme de recherche financé au Maroc sur l'intégration de l'impact du changement climatique dans les prévisions macroéconomiques, des travaux de modélisation développés par l'AFD, couplés à un modèle hydro-agricole, ont produit des simulations des rendements de cultures, sur la base des projections d'un modèle climatique régional. Ces travaux articulent les enjeux de disponibilité en eau, de rendement agricole et d'équilibre macro-économique à l'échelle du Maroc. Les résultats, bien qu'imparfaits, convainquent déjà de l'utilité du couplage entre les deux types de modèle (macro-économique et hydro-agricole) pour l'anticipation et l'intégration des conséquences du changement climatique dans les politiques publiques.

Le second concerne un projet de recherche « Niayes 2040 » co-financé par l'AFD et mené par le centre français de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) avec des partenaires sénégalais. Il a mêlé trois approches méthodologiques : élaboration des scénarios plausibles d'évolution de cette petite région rurale du Sénégal, définis par la population selon une méthode participative ; jeu sérieux permettant d'identifier les pratiques et règles sociales qui vont déterminer les trajectoires possibles du territoire en décrivant les règles sociales d'accès à l'eau souterraine avec des exigences d'équité ou de solidarité ; et enfin, dans une dernière étape, la modélisation physique de la ressource en eau. Ce couplage d'outils qualitatifs et quantitatifs permet à l'AFD de construire des projets appropriés, appuyés sur la cohérence interne des scénarios définis par les populations locales, et favorise l'identification d'alternatives de développement.

Schéma n° 8 : scénarios d'évolution du territoire des Niayes à l'horizon 2040 développés avec les habitants



Source : CIRAD et AFD

Les travaux de recherche portés par l'AFD contribuent à la définition des projets qu'elle finance. Ils favorisent aussi les coopérations de recherche avec les pays du Sud. Ils sont nécessaires pour que l'Agence soit reconnue et écoutée dans le débat international sur les risques climatiques, l'adaptation à ces risques et les trajectoires de développement résilient. Ils peuvent de surcroît être diffusés et valorisés pour traiter des problématiques d'adaptation en France métropolitaine comme ultramarine.

2 - La volonté d'accélérer la convergence des enjeux de biodiversité et d'adaptation

L'AFD s'est engagée dans une démarche en vue de faire converger les enjeux d'adaptation et de préservation de la biodiversité : l'adaptation inclut la réduction de la vulnérabilité des écosystèmes et les solutions fondées sur la nature sont efficaces et pertinentes pour favoriser l'adaptation. En 2020, l'État a d'ailleurs rehaussé l'objectif assigné à l'Agence en matière de biodiversité dans le contrat d'objectifs et de moyens.

L'Agence a développé une analyse des risques financiers liés à l'érosion de la biodiversité. Il ressort de cette analyse que 40 % de son portefeuille est exposé à un risque biodiversité. Ce risque est lui-même aggravé par le changement climatique. C'est par exemple le cas pour des services de régulation et de maintenance comme le contrôle de l'érosion ou la protection contre les inondations par les mangroves ou les récifs coralliens. Seule la KfW allemande travaille à développer une approche semblable.

Un objectif interne de l'AFD était que la réalisation de 30 % des « cobénéfices climat » s'appuient sur des engagements favorables à la biodiversité. Cet objectif est atteint depuis 2021. L'AFD gagnerait à se fixer un objectif plus ambitieux pour asseoir son leadership.

3 - Un rôle de référent méthodologique à conforter au sein de la communauté nationale comme internationale

Compte tenu du caractère innovant de ses approches et des enjeux méthodologiques de l'adaptation, il conviendrait que l'AFD partage ses méthodes et ses outils.

Au plan international, l'Agence a tout intérêt à partager ses méthodes. D'une part, cela permettrait à ses partenaires de les utiliser s'ils le souhaitent dans la préparation de projets d'adaptation au changement climatique. D'autre part, elle pourrait ainsi influer sur les normes en cours d'élaboration par la constitution d'un ensemble d'utilisateurs partageant les mêmes pratiques.

Il pourrait, par exemple, s'agir de mettre à disposition d'un public plus large une version de son « criblage climat », comme elle l'envisage actuellement au profit de ses partenaires dans le cadre de la coopération décentralisée. L'AFD pourrait également partager une méthodologie « 100 % Accord de Paris », dans le cadre du club IDFC qu'elle préside. Cette initiative serait d'autant plus importante que les banques multilatérales de développement ont, en juin 2023, publié une démarche pour se mettre en conformité avec l'Accord de Paris.

Il conviendrait par ailleurs que les acteurs de l'adaptation en France, à l'échelon national et local, puissent bénéficier des retours d'expérience des projets conduits par l'AFD dans d'autres territoires. L'Agence s'est engagée dans cette voie auprès de collectivités territoriales ayant noué une coopération avec leurs pairs de pays en développement au titre de la coopération décentralisée. D'autres collectivités françaises soumises à des problématiques d'adaptation pourraient s'inspirer de cette démarche. Une articulation renforcée des actions entre l'AFD et la Caisse des dépôts et consignations, acteur financier majeur de l'adaptation en France, pourrait également être envisagée. L'AFD pourrait ainsi contribuer, dans la logique du plan national d'adaptation au changement climatique, au renforcement de la communauté des acteurs de cette politique publique en France.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

L'adaptation est à la fois un enjeu de survie pour l'humanité et un champ politique, scientifique, social, environnemental et économique mouvant avec des développements rapides, des flous méthodologiques persistants et des risques toujours plus complexes.

La France et l'AFD se sont saisies tôt de l'enjeu climatique, plus progressivement de celui de l'adaptation. Par le biais de l'AFD, la France contribue à la mobilisation de la finance adaptation. La transformation de l'instruction des projets financés par l'Agence et la prise en compte horizontale de l'enjeu d'adaptation en son sein sont réelles. Cependant les démarches qu'elle met en œuvre doivent continuer à être déployées et amplifiées. La Cour formule trois recommandations en ce sens :

1. *dans le cadre de l'engagement pris d'augmenter les financements alloués à l'adaptation, accroître les crédits affectés au financement par subvention des études préalables aux projets d'adaptation (études de vulnérabilité et études de faisabilité), afin de garantir leur qualité (ministère de l'Europe et des affaires étrangères, Agence française de développement) ;*
 2. *analyser systématiquement l'impact de chaque action de financement en termes d'adaptation au changement climatique, selon des modalités adaptées à ses spécificités (Agence française de développement) ;*
 3. *renforcer le partage d'expérience tant avec des partenaires à l'étranger qu'avec des acteurs français confrontés à des problématiques d'adaptation comparables, notamment les collectivités territoriales (Agence française de développement).*
-

Réponses reçues à la date de la publication

Réponse du ministre de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique	248
Réponse du ministre de l'Europe et des affaires étrangères.....	249
Réponse du ministre de la transition écologique et de la cohésion des territoires	249
Réponse du directeur général de l'Agence française de développement (AFD)	250

**RÉPONSE DU MINISTRE DE L'ÉCONOMIE, DES FINANCES
ET DE LA SOUVERAINETÉ INDUSTRIELLE ET NUMÉRIQUE**

Vous m'avez transmis le 29 novembre le chapitre du rapport annuel de la Cour relativ à la contribution de l'Agence française de développement (AFD) au soutien des politiques d'adaptation au changement climatique.

Je tiens à vous remercier pour la qualité de ce document, qui analyse finement la manière dont l'AFD accompagne l'engagement de la France en faveur des politiques de lutte contre le changement climatique, et en particulier en matière d'adaptation.

Votre analyse souligne le rôle de l'AFD dans la mise en œuvre de la politique française de lutte contre le changement climatique, depuis l'adoption de la stratégie climat de l'Agence en 2012. Ainsi, en 2022, l'AFD a engagé 2,2 Md€ de financements en faveur de l'adaptation. Votre rapport évoque toutefois des marges de progrès en matière de mesure des impacts, d'engagement des États bénéficiaires et pointe le risque de dilution de cet objectif parmi les autres priorités assignées à l'AFD. Vous recommandez à l'Agence de confirmer son engagement sur la finance adaptation en élargissant sa liste d'exclusion et en anticipant l'application de la taxonomie européenne. Vos recommandations à destination de l'AFD et du MEAE n'appellent pas de remarques de ma part,

La Cour appelle en outre la vigilance de l'État sur l'impact des risques climatiques sur le modèle financier de l'Agence, en raison du volume d'investissements nécessaires pour répondre aux besoins, et en raison du coût important de la prise en compte de la vulnérabilité dans ses instruments et pour son bilan. S'agissant des volumes d'intervention de l'AFD, je tiens à rappeler que ceux-ci ont fortement augmenté en tendance historique, avant de se stabiliser ces dernières années. L'activité du groupe prend aujourd'hui largement en compte les enjeux climatiques. S'agissant des risques liés à la vulnérabilité, je partage pleinement votre analyse et veillerai, avec mes services, à ce que l'AFD mesure et intègre ce type de risque pour s'assurer de la soutenabilité de son modèle économique.

Enfin, des dispositifs nouveaux ont été annoncés dans les conclusions du Conseil présidentiel du développement (CPD) de mai 2023 et du Comité interministériel de la coopération internationale et du développement (CICID) de juillet 2023, visant à expérimenter l'inclusion de « clauses de suspension du service de la dette » pour des raisons climatiques dans les prêts de l'AFD. Ces outils nouveaux font l'objet d'une expérimentation, qui permettra d'en mesurer la portée, les coûts et les risques, et des premières opérations cibleront plus particulièrement les pays les moins avancés (PMA).

RÉPONSE DU MINISTRE DE L'EUROPE ET DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES

Je vous remercie de la transmission du chapitre destiné à figurer dans le rapport public annuel 2024 de la Cour des Comptes, relatif à l'aide au développement et l'adaptation au changement climatique dans le cadre de la contribution de l'Agence française de développement (AFD).

En visant des projets « 100% Accord de Paris », l'AFD contribue à la mise en œuvre des engagements internationaux de la France et participe à la réalisation de ses ambitions climatiques. L'aide au développement est un élément clé de l'adaptation au changement climatique pour la France et ses partenaires. À travers l'action de l'AFD, la France met en œuvre des engagements de coopération internationale et de solidarité, non seulement en subventionnant ou en participant à des projets de préservation de la planète, mais aussi en travaillant au renforcement des outils de lutte contre le changement climatique, à travers notamment la finance climat.

La France travaille à l'agencement entre aide au développement et adaptation au changement climatique avec une attention particulière portée à l'Afrique et aux États insulaires vulnérables. L'engagement du Président de la République d'investir 200 millions d'euros dans l'aide au développement des États du Pacifique entre 2024 et 2027 est à comprendre dans cette optique, avec une majorité des financements qui contribueront à l'adaptation au changement climatique.

En tant que tutelle de l'Agence française de développement, ce ministère utilisera les recommandations de la Cour comme une base de travail pour améliorer l'action d'adaptation au changement climatique à travers l'aide au développement. Il veillera particulièrement à renforcer ces projets.

RÉPONSE DU MINISTRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET DE LA COHÉSION DES TERRITOIRES

Comme proposé par la Cour des comptes dans sa 3^e recommandation, les échanges d'expériences devront être accrus, notamment pour les actions réalisées au niveau international. Ils pourront être enrichis par une étude, en cours de lancement par l'Ademe avec l'appui de mon ministère et de nos ambassades, sur l'adaptation au changement climatique, avec 4 pays pilotes retenus (Inde, Indonésie, Sénégal, Afrique du sud). Cette étude permettra de finaliser un catalogue métier d'expertises de l'Ademe permettant d'appuyer des projets de coopération adaptés aux besoins spécifiques de chaque pays en matière d'adaptation.

**RÉPONSE DU DIRECTEUR GÉNÉRAL DE L'AGENCE
FRANÇAISE DE DÉVELOPPEMENT (AFD)**

J'ai pris connaissance avec beaucoup d'intérêt du chapitre « aide au développement et adaptation au changement climatique : la contribution de l'AFD » du rapport public annuel 2024 sur l'adaptation au changement climatique et j'en partage l'essentiel des constats et recommandations.

Au cours des dernières années, l'adaptation au changement climatique a pris une place croissante dans le financement des opérations de l'AFD. Vous soulignez la place centrale de l'adaptation dans nos activités et le rôle souvent précurseur de l'AFD sur cette thématique, notamment à travers le programme dédié Adapt'Action, l'ensemble des outils d'analyse spécifiques développés par le groupe AFD et la recherche.

Nous partageons le constat que vous établissez sur la montée en puissance progressive de l'adaptation dans les financements de l'AFD (avec une multiplication par 15 des financements de 146 M€ en 2012 à 2,2 Md€ en 2022) ainsi que la conviction que l'adaptation nécessite des investissements spécifiques importants, financiers mais aussi en expertise.

Il est ainsi particulièrement justifié de poursuivre la hausse des financements de l'adaptation à travers des programmes et financement dédiés tel que le programme Adapt'Action, notamment pour des études préalables comme souligné dans votre première recommandation. Des réflexions sont en cours concernant l'extension géographique de ce programme vers les pays les plus vulnérables au changement climatique, à destination des pays de l'Asie du Sud-Est ou du Pacifique, ou d'Afrique de l'Est et australe, en fonction des moyens en subvention qui pourront y être dédiés.

De la même manière, il nous semble particulièrement pertinent de soutenir des travaux de recherche de qualité, en partenariat avec les acteurs du Sud, afin d'éclairer nos activités opérationnelles et stratégiques. L'adaptation est un domaine en évolution pour lequel le niveau de connaissance est encore faible et dépendant des contextes. Il nous appartient de nourrir notre connaissance sur les impacts du changement climatique et les bonnes pratiques en matière d'adaptation.

Par ailleurs, les impacts du changement climatiques sur nos opérations sont croissants et nous obligent à une amélioration permanente de nos outils, procédures et pratiques. De nombreux sujets évoqués par la Cour dans ce chapitre s'inscrivent dans la continuité de ces améliorations constantes et nécessaires. Ainsi, j'apprécie l'analyse portée sur les procédures et les outils que nous avons développés pour répondre aux enjeux, en particulier le rôle central de l'analyse développement durable et de l'outil « criblage climat ». Nous avons systématisé l'utilisation de ce

dernier dans nos procédures en septembre 2023, en ligne avec votre deuxième recommandation visant à analyser systématiquement l'impact de chaque action de financement en termes d'adaptation, selon les modalités adaptées à ses spécificités.

Enfin, nous partageons les constats et l'ambition de la troisième recommandation portant sur le renforcement du partage d'expérience tant avec des partenaires à l'étranger qu'avec des acteurs français confrontés à des problématiques d'adaptation comparables, notamment les collectivités territoriales. Dans le cadre de la présidence du Club des banques publiques de développement IDFC (International Development Finance Club) que l'AFD a exercée entre 2017 et 2023, et dont elle assure le secrétariat depuis 2017, l'AFD a pu jouer, auprès de ses pairs, un rôle d'entraînement sur l'intégration du climat dans les stratégies et opérations des banques publiques de développement, avec des chiffres historiques de finance adaptation atteints en 2022 pour IDFC à 31,6 Md USD.

Nous nous inscrivons aussi dans une démarche de partage d'expériences, de diffusion des méthodologies et bonnes pratiques au sein du réseau Finance en Commun (FiCS), qui rassemble toutes les banques publiques de développement du monde, en veillant à la diffusion des outils spécifiques à l'adaptation comme le « criblage climat » ou à l'organisation d'échanges sur l'alignement « 100 % accord de Paris ».

À cet égard, il est important de souligner que les membres du Club IDFC et les banques multilatérales de développement ont adopté en novembre 2023, lors de la COP 28, des principes communs adaptation révisés, dans une démarche d'amélioration de la qualification de la finance adaptation.

Il nous revient également d'échanger davantage, comme vous le suggérez, avec la communauté des acteurs de la politique d'adaptation au changement climatique en France, notamment les collectivités territoriales et locales d'Outre-mer et de travailler à une articulation renforcée des sujets adaptation entre l'AFD et la Caisse des Dépôts. Nous devons notamment partager plus amplement les expériences d'adaptation des partenaires du Sud que nous soutenons via des collaborations Sud-Sud mais également Sud-Nord.

Pour conclure, je réitère, Monsieur le Premier Président, notre adhésion aux recommandations formulées par la Cour qui contribueront à nourrir notre futur plan d'orientation stratégique (POS V) et son pilier « 100 % Objectifs de développement durable ».

Nous nous tenons à la disposition des pouvoirs publics français, dans la mesure du mandat confié à l'Agence pour poursuivre les échanges et contribuer à la mise en œuvre de ces recommandations.

Deuxième partie

Le cadre de vie et les infrastructures

1. L'adaptation des logements au changement climatique
2. L'adaptation des villes au changement climatique
3. L'adaptation des parcs nucléaire et hydro électrique au changement climatique
4. L'adaptation au changement climatique des réseaux de transport et de distribution d'électricité
5. L'adaptation du réseau ferroviaire national au changement climatique
6. La prise en compte de l'adaptation au changement climatique dans la politique immobilière de l'État
7. Le ministère des armées face aux défis du changement climatique

1

L'adaptation des logements au changement climatique

PRÉSENTATION

L'adaptation des logements au changement climatique vise à limiter les effets de trois risques identifiés depuis plus de dix ans : les pics de chaleur, qui devraient augmenter en durée et en fréquence et toucher tout particulièrement les populations aux vulnérabilités accrues ; le phénomène de retrait-gonflement des sols argileux, qui fragilise les fondations de l'habitat et qui s'étend désormais à l'ensemble du territoire métropolitain ; le risque accru d'inondation, en particulier sur les façades maritimes. Pour faire face à ces trois risques, des solutions portant sur l'adaptation du logement lui-même existent, en sus des dispositifs relatifs à l'environnement du bâti.

La France s'est engagée fortement depuis 2010 dans la mutation de son parc résidentiel au travers la politique de rénovation énergétique et thermique des logements. Cette mutation relève néanmoins essentiellement de la politique d'atténuation et non d'une politique d'adaptation. Les objectifs de la politique de rénovation énergétique concernent en effet expressément la réduction de la consommation énergétique finale des logements et des émissions de gaz à effet de serre. Ils touchent principalement le chauffage, même si certains travaux, tels que l'isolation, peuvent également contribuer à lutter contre les pics de chaleur. Les mesures propres à l'adaptation des logements restent en revanche rares. Les règles d'urbanisme et de construction pour des bâtiments résilients se sont certes multipliées et précisées, mais concernent principalement les logements neufs, qui constituent un apport limité à 1 % par an du parc.

C'est donc sur le parc existant que portent les principaux enjeux. C'est également sur celui-ci que les solutions soutenables manquent. Alors que le changement climatique touchera chaque territoire de manière différenciée, que les risques sont eux aussi liés aux réalités locales, les collectivités territoriales sont les principaux acteurs en capacité de favoriser l'adaptation des logements, même si leurs outils concernent essentiellement l'aménagement urbain et l'environnement du bâti. Pour aller plus loin et toucher l'habitat lui-même, l'État devra agir pour permettre l'émergence de solutions techniques soutenables et efficaces, pour un parc existant très majoritairement inadapté.

La priorité a jusqu'à présent été donnée à la rénovation énergétique des logements, qui ne permet que subsidiairement de les adapter au réchauffement climatique (I). Il convient désormais d'appréhender l'ensemble des risques liés au changement climatique, dans le cadre d'une politique associant étroitement l'État et les collectivités territoriales (II).

I - La rénovation énergétique ne permet pas d'adapter les logements au changement climatique

La politique de rénovation énergétique ne vise pas principalement à adapter les logements aux effets déjà identifiés du changement climatique. Elle participe en effet prioritairement de la lutte contre le réchauffement climatique (A).

Les aides publiques destinées au parc de logements existant ne répondent pas aux risques croissants que constituent les pics de chaleur, les phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux ou les inondations (B).

A - Face au changement climatique, une politique nationale concentrée sur l'atténuation par la rénovation énergétique

La politique de rénovation des logements, qui bénéficie de crédits conséquents, a pour priorité d'améliorer leur efficacité énergétique. Cet objectif fonde à la fois la liste des travaux éligibles aux aides et les indicateurs retenus pour évaluer leur impact. Les travaux favorisant l'adaptation des logements aux conséquences du réchauffement climatique restent dès lors secondaires dans le dispositif public.

1 - Une politique massive de soutien à la mutation du parc résidentiel centrée sur la rénovation énergétique des logements

a) L'efficacité énergétique, principal objectif de la politique de rénovation des logements

La politique publique de rénovation énergétique des logements a eu pour enjeu premier la maîtrise de l'énergie pour la période de 2005 (loi n° 2005-781 du 13 juillet 2005 de programme fixant les orientations de la politique énergétique) à 2010. Les lois n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre des 268 engagements du Grenelle de l'environnement et n° 2010-874 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, puis la loi n° 2013-312 du 15 avril 2013 visant à préparer la transition vers un système énergétique sobre, ont renforcé l'enjeu social, en faisant de la lutte contre la précarité énergétique une priorité. Depuis la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (TECV), cette politique publique prend prioritairement en compte l'enjeu de lutte contre le réchauffement climatique.

En effet, la loi TECV s'inscrit dans une logique d'atténuation et vise l'augmentation massive de la rénovation thermique des logements. Elle fixe à 2050 la rénovation de l'ensemble du parc privé pour aboutir à un parc de « bâtiments basse consommation » ayant drastiquement diminué ses émissions de gaz à effet de serre et une réduction de 50 % de la facture énergétique afférente. La loi n° 2019-1147 du 8 novembre 2019 relative à l'énergie et au climat et la loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets ont encore renforcé et précisé ces objectifs de l'État.

b) Des aides publiques largement consacrées à la rénovation énergétique

Les aides publiques à la rénovation énergétique reposent principalement sur une subvention versée dans le cadre des différents volets du dispositif « MaPrimeRénov' », créé en 2020 et géré par l'agence nationale de l'habitat (Anah). Cette subvention, construite par le regroupement des aides antérieures et du crédit d'impôt pour la transition énergétique (CITE), a été abondée depuis 2021, dans le cadre du plan de relance. Avec 3,1 Md€ de dépenses en 2022, « MaPrimeRénov' » est devenue la première aide publique pour la rénovation énergétique, même si d'autres concours à vocation plus large, tels que l'éco-prêt à taux zéro (éco-PTZ) ou la TVA réduite à 5,5 %, apportent à ces financements un complément non négligeable. À ces aides publiques s'ajoute un dispositif d'allégement des coûts de travaux, financé par les fournisseurs d'énergie au travers des certificats d'économie d'énergie (CEE), encadrés par la puissance publique.

Les certificats d'économie d'énergie (CEE)

Créé par la loi de programmation fixant les orientations de la politique énergétique à compter du 1^{er} janvier 2006, le dispositif des CEE repose sur une obligation faite aux fournisseurs d'énergie, aux secteurs résidentiel et tertiaire et aux distributeurs de carburants automobiles (les obligés) de réaliser directement ou indirectement, pendant une période de trois ou quatre ans, des gestes d'efficacité énergétique.

Les quantités d'énergie économisées donnent droit à l'attribution de certificats d'économie d'énergie délivrés par la direction générale de l'énergie et du climat (DGEC). Un CEE correspond à une action entraînant une économie d'énergie de 1 KWhcumac¹⁸⁸. Chaque obligé se voit imposer une obligation de réalisation d'économies d'énergie à défaut d'acquisition de CEE. S'il n'atteint pas son objectif, il est possible d'une pénalité dissuasive. Le dispositif constitue donc une charge pour les obligés, les incitant à financer des gestes d'économie d'énergie, tant que le coût de ces gestes n'atteint pas le montant de la pénalité. Les obligés sont ainsi incités à recourir aux gisements de rénovation les moins coûteux possibles. Ce coût se répercute en revanche dans le prix de vente de l'énergie par l'obligé et est donc supporté par le consommateur d'énergie. À ce titre, les CEE ne sont pas comptabilisés comme une dépense publique.

Les obligations quantitatives aux obligés pour la cinquième période des CEE (2022-2025) sont de 2 500 TWhcumac.

Tableau n° 13 : évolution des moyens financiers consacrés à la rénovation énergétique des logements par dispositif¹⁸⁹

En Md€ courants	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
CEE (1)	0,25	0,6	0,97	1,2	2,05	3,15	3,4	1,8
CIDD / CITE (2)	0,87	1,7	1,7	1,95	1,13	1,08	0,31	0,10 (p)
Eco-PTZ (3)	0,1	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,04 (p)
TVA 5,5 %	1,08	1,18	1,07	1,15	1,24	1,31	1,76	1,91
Habiter Mieux	0,52	0,42	0,5	0,53	0,76	0,6	-	-
MaPrimeRenov'	-	-	-	-	-	0,57	2,06	3,1 (4)
Aides des collectivités						0,02-0,1	0,02-0,1	0,02-0,1
Total	2,82	3,98	4,3	4,88	5,22	6,74	7,56	6,95

Notes : (1) Montants estimés à partir des volumes CEE émis chaque année et des prix d'échange sur le marché secondaire, pour les seuls secteurs résidentiel et tertiaire, hors CEE validés au titre des financements des programmes, notamment d'accompagnement. (2) Les données prises en compte sont celles de l'incidence budgétaire, soit, en principe, celles suivant la réalisation des travaux. (3) Année d'incidence budgétaire.(4) Estimation des aides MaPrimeRenov' à 2,8 Md€ pour 2023. (p) donnée provisoire

Sources : DGFiP, DHUP, Anah (chiffres clés 2017 à 2022), registre CEE (Emmy), documents budgétaires, enquête auprès des collectivités territoriales, calcul et estimation de la Cour

¹⁸⁸ Kilowatt heure cumulé actualisé.

¹⁸⁹ Cour des comptes, *La rénovation énergétique des bâtiments*, référé adressé à la Première ministre le 28 juillet 2022 ; données actualisées en 2023 pour l'année 2022.

L'augmentation massive des aides allouées s'accompagne, depuis 2021, d'un objectif de rénovation de 700 000 logements par an. 700 000 dossiers de rénovation ont effectivement bénéficié du dispositif « MaPrimeRénov' » en 2021 et 2022, un même logement pouvant toutefois faire l'objet de plusieurs dossiers. Depuis 2016, le nombre d'opérations subventionnées (dénommées « gestes aidés ») et leur répartition entre les dispositifs de soutien ont évolué selon le détail présenté dans le tableau n° 3 ci-dessous.

Tableau n° 14 : gestes de rénovation énergétique aidés

<i>Nombre d'opérations de rénovations</i>	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
CITE	1 196 116	1 397 725	915 710	875 624	386 740	-	-
CEE	717 057	916 171	1 012 315	1 789 218	1 776 211	1 387 783	1 086 031
HM/MPR Sérénité*	38 614	47 740	45 900	44 407	57 839	41 115	34 135
HM/MPR Copropriétés	2018	4528	7487	4215	7 117	11 891	25 938
MPR	-	-	-	-	141 144	658 464	628 594
<i>Total</i>	1 951 787	2 361 636	1 973 925	2 709 249	2 369 051	2 099 253	1 774 698

*Note : les données relatives à Habiter Mieux Sérénité pour la période 2016-2020 sont issues du rapport ONRE. Le ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires indique qu'elles prennent en compte le dispositif Habiter Mieux Agilité, remplacé par MaPrimeRénov' et non pas par MaPrimeRénov' Sérénité.

Sources : Cour des comptes, d'après SDES, DGEC et Anah

2 - « MaPrimeRénov' » : une prise en compte partielle de la question de l'adaptation climatique

a) Un impact mesuré en termes d'efficacité énergétique

Principal outil de la politique de rénovation énergétique des logements depuis 2020, le programme « MaPrimeRénov' » a répondu à ses objectifs quantitatifs pour des parcours de travaux simples, ciblant principalement les propriétaires modestes et très modestes de maisons individuelles.

Les premiers travaux de l'Observatoire national de la rénovation énergétique (ONRE)¹⁹⁰ montrent que, par rapport au crédit d'impôt pour la transition énergétique (CITE) en 2019, « MaPrimeRénov' » aurait généré en 2022, en moyenne et par logement, une baisse supplémentaire des émissions de gaz à effet de serre (GES) de 53 % et des économies d'énergie supplémentaires de 60 %¹⁹¹. Ces résultats proviendraient notamment de l'impulsion donnée aux opérations de modification des systèmes de chauffage par « MaPrimeRénov' ». De fait, alors que le chauffage représente 66 % de la dépense énergétique des logements, la politique d'atténuation vise prioritairement à améliorer le confort d'hiver, à décarboner l'énergie utilisée par les logements et à lutter contre les déperditions.

b) Des aides principalement octroyées pour des travaux « mono-geste » de chauffage qui ne contribuent que marginalement au confort d'été

Du fait même des objectifs de la rénovation énergétique, ce n'est, sauf en outre-mer¹⁹², que lorsqu'ils contribuent à la réduction de la consommation énergétique que les travaux concourant aussi à l'adaptation au changement climatique sont financés par « MaPrimeRénov' ». C'est le cas des travaux de ventilation et d'isolation, qui améliorent l'inertie thermique des bâtiments, donc le confort d'été.

Les travaux de ventilation ne représentent toutefois que 4 % des aides attribuées, soit 93,5 M€ en 2022, et les travaux d'isolation 23 % des aides allouées, soit 389 M€ en 2022. Conformément à l'objectif d'atténuation du réchauffement climatique, les trois quarts des dossiers subventionnés par « MaPrimeRénov' » ont concerné le changement de mode de chauffage. Les gestes ultramarins spécifiquement consacrés à l'adaptation aux pics de chaleurs sont quantitativement négligeables (558 dossiers en 2022).

¹⁹⁰ ONRE, *Les rénovations énergétiques aidées par MaPrimeRénov' entre 2020 et 2022*, octobre 2023.

¹⁹¹ Une réduction des GES de 2,6 tCO₂ eq/an et par logement pour « MaPrimeRénov' classique » (hors rénovations globales, pour lesquelles le chiffre n'est pas déterminé) en 2022 contre 1,7 tCO₂ eq/an et par logement pour le CITE en 2019 (estimation de la direction de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages) et des économies d'énergie à hauteur de 6,2 MWh/an et par logement pour « MaPrimeRénov' classique » en 2022, contre 3,9 MWh/an et par logement pour le CITE en 2019 (ONRE, *Les rénovations énergétiques aidées du secteur résidentiel entre 2016 et 2020*, février 2023).

¹⁹² « MaPrimeRénov' » en outre-mer permet de financer des bardages et sur-toitures ventilées, ainsi que d'autres protections solaires qui sont exclusivement centrées sur le confort d'été.

Les rénovations globales, qui permettent de traiter l'ensemble de l'habitat, y compris la ventilation et l'isolation des logements, voire les systèmes de protection, pour répondre aux pics de chaleur, contribuent davantage à leur adaptation au changement climatique. Toutefois, elles ne représentent que 3 % des surfaces rénovées.

Le 11 juin 2023, le Gouvernement a annoncé vouloir porter le nombre de rénovations globales à 200 000 à partir de 2024, soit environ trois fois plus qu'en 2022. Il a précisé en juillet 2023 vouloir parallèlement porter à 4 Md€ par an les crédits alloués au financement de « MaPrimeRénov' », pour mieux soutenir et inciter les ménages, notamment modestes et très modestes, à procéder à ces rénovations globales plus coûteuses.

Dans ce contexte, le ministère de la transition écologique et l'Anah envisagent de prendre en compte les gestes de travaux spécifiquement liés au confort d'été dans les différentes aides du dispositif « MaPrimeRénov' » à compter de 2024. L'Anah souligne également le rôle important que doit jouer le service public de l'habitat France Rénov', cofinancé par les collectivités locales, pour accompagner les ménages dans l'ensemble de leurs projets de rénovation de l'habitat privé, qu'il s'agisse de travaux d'atténuation ou d'adaptation.

La question reste en revanche posée de l'inclusion de travaux d'adaptation des logements aux risques d'inondation et de phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux dans le dispositif de soutien à la rénovation, aujourd'hui centré sur la rénovation énergétique, alors que des expérimentations sont en cours sur les « *solutions à bénéfices multiples* » (cf. *infra*, le point II.B) et que l'État souhaite désormais privilégier des rénovations globales.

B - Des logements confrontés à un triptyque de risques croissants

Le premier plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC), présenté par la ministre de l'écologie en juillet 2011, soulignait que l'adaptation du cadre bâti concerne non seulement la hausse des températures et l'augmentation de la fréquence des vagues de chaleur, mais aussi les effets de la sécheresse sur les fondations des maisons individuelles, principalement par le retrait-gonflement des sols argileux (RGA), ainsi que l'augmentation des risques d'inondation. Le second PNACC, portant sur la période 2018-2022, a apporté peu de modifications à ce constat mais intégré la prévention des risques¹⁹³.

¹⁹³ Une action y est intitulée « *adapter le bâti en promouvant une infrastructure et une planification urbaines résilientes face aux risques sanitaires et naturels* ».

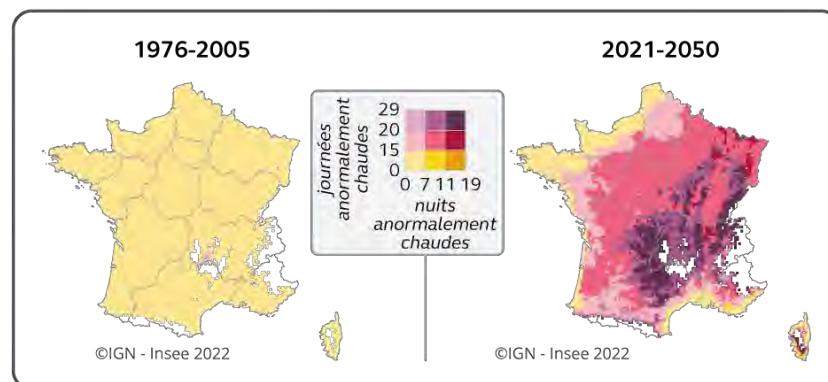
Si de nombreux autres risques liés au climat sont susceptibles d'affecter les logements (recul du trait de côte, incendies, etc.), les réponses à y apporter dans le cadre d'une politique d'adaptation portent sur l'implantation du bâti, qui relève des politiques d'urbanisme. Dès lors, seuls les trois risques identifiés par le PNACC ont été retenus, dans la mesure où l'adaptation du logement lui-même peut être une solution.

1 - Un risque de généralisation rapide des pics de chaleur

Les épisodes de fortes chaleurs devraient augmenter en durée et en fréquence lors des décennies à venir. Selon une étude de l'Insee et de Météo France¹⁹⁴, 14 % de la population vit dans un territoire qui sera exposé en moyenne à plus de 20 journées anormalement chaudes¹⁹⁵ en été, sur les trente prochaines années, et 80 % dans un territoire qui sera exposé à plus de 16 journées anormalement chaudes. Certains territoires subiront jusqu'à 19 nuits anormalement chaudes, contre un maximum de sept entre 1976 et 2005.

Les régions Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté et Occitanie seront les plus exposées. Les anomalies de chaleur, plus marquées sur le pourtour des massifs montagneux, seront en revanche moins fréquentes sur le littoral. Le littoral méditerranéen est toutefois le territoire métropolitain exposé aux températures les plus élevées.

Carte n° 12 : fréquence des journées et des nuits anormalement chaudes pour les périodes 1976-2005 et 2021-2050



Note : les carreaux d'altitude moyenne supérieure à 1 000 mètres ne sont pas considérés.
Source: Insee, n°1918, août 2022, données Météo France, Drias 2020

¹⁹⁴ Insee, n° 1918, août 2022, données Météo France, Drias 2020.

¹⁹⁵ Journée pour laquelle la température maximale est supérieure d'au moins 5 °C à la température maximale de référence, calculée au niveau local sur la période 1976-2005.

Selon Santé publique France¹⁹⁶, face à la chaleur, des facteurs physiologiques (âge, pathologies chroniques, perte d'autonomie, etc.) ou individuels et sociaux, telle qu'une situation de précarité, conduisent à une vulnérabilité accrue. S'agissant des personnes âgées en particulier, les canicules de l'été 2022 ont conduit, dans les départements concernés, à une hausse de 20,2 % des décès chez les plus de 75 ans, contre 16,7 % pour l'ensemble de la population. Plus de la moitié des admissions aux urgences et 29 % des appels passés à SOS Médecins, ont concerné cette tranche d'âge¹⁹⁷. Or, selon l'étude de l'Insee précitée, 16 % des personnes de 75 ans ou plus, soit 880 000 personnes, résident dans les territoires qui seront les plus exposés. Cette proportion est légèrement supérieure à la moyenne nationale, même si 23 % des personnes concernées résident sur les littoraux, moins touchés par les anomalies de chaleur.

À défaut de mise en œuvre de mesures d'adaptation, le recours à la climatisation pourrait être massif. Il présente pourtant l'ensemble des risques d'une mal-adaptation : augmentation de la facture énergétique, hausse des émissions de gaz à effet de serre et accroissement des effets d'ilots de chaleur urbain par le rejet d'air chaud à l'extérieur.

L'augmentation du recours à la climatisation et le risque de mal-adaptation : synthèse du rapport de l'Ademe, *La climatisation de confort dans les bâtiments résidentiels et tertiaires, 2020*

En 2020, pour la première fois, plus de 800 000 climatiseurs ont été vendus en France, portant la part des ménages équipés à 25 % contre 14 % en 2016-2017. La vente des climatiseurs mobiles connaît une progression de 8 % par an depuis dix ans. Or, ces équipements sont les plus énergivores : la consommation électrique d'un climatiseur mobile monobloc, modèle le plus vendu, atteint 30 € pour 12 heures d'utilisation quotidienne pendant deux semaines, contre moins d'1 € pour un ventilateur mécanique¹⁹⁸.

Outre une augmentation de la facture énergétique, ce développement rapide, non régulé, des moyens individuels de climatisation présente un double risque :

¹⁹⁶ Santé publique France, Bulletin de santé publique, canicule et santé, été 2022.

¹⁹⁷ Selon l'indicateur iCanicule.

¹⁹⁸ Ademe, *Adapter son logement aux fortes chaleurs*, avril 2023.

- une hausse des émissions de gaz à effet de serre (GES) liée, principalement, aux fluides frigorigènes présents dans les équipements, en particulier en raison des fuites et en l'absence de destruction ou de recyclage des gaz en fin de vie des équipements. S'y ajoute la hausse des émissions de GES due à la consommation énergétique des climatiseurs, évaluée à 4,9 TWh pour le secteur résidentiel en 2020, comptant pour 1,4 % des émissions totales générées par l'électricité en France¹⁹⁹ ;
- l'accroissement des phénomènes d'îlots de chaleur urbain par le rejet d'air chaud à l'extérieur, avec une augmentation de la température qui peut atteindre localement plusieurs degrés²⁰⁰.

2 - Des phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux et d'inondation plus fréquents et plus amples dans toute la France

a) Le retrait-gonflement des sols argileux s'accélère et concerne aujourd'hui tout le territoire

L'augmentation des périodes de fortes chaleurs et de sécheresse entraîne, sur certains sols argileux, des phénomènes de retrait-gonflement des terrains, qui fragilisent les fondations des habitations et sont susceptibles de provoquer des sinistres structurels importants.

L'accélération du phénomène, l'élargissement de son périmètre territorial et la hausse du coût des dommages sont déjà constatés : limité originellement à certains territoires, le retrait-gonflement des sols argileux (RGA) touche aujourd'hui toutes les régions métropolitaines et plus de la moitié des maisons individuelles, soit 10,4 millions de maisons construites en zone moyennement ou fortement exposée, selon le commissariat général au développement durable²⁰¹. Le nombre de départements concernés par la reconnaissance de catastrophe naturelle augmente : il est passé de 70 en moyenne entre 2009 et 2012 à 91 et 92 départements en 2018 et 2019. Le nombre de communes ayant demandé la reconnaissance de catastrophe naturelle entre 2015 et 2020 a été quatre fois supérieur à celui des cinq années précédentes.

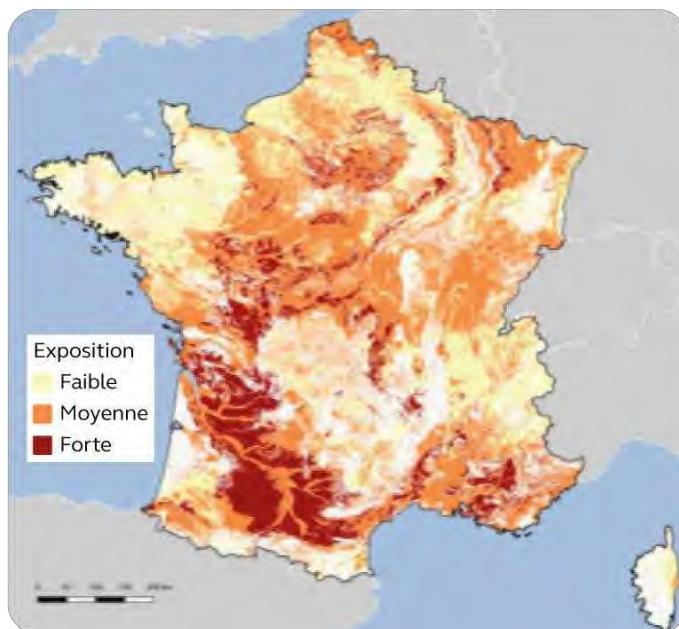
¹⁹⁹ Selon l'Ademe, en 2020, les émissions de GES dues à la climatisation résidentielle représentaient 0,3 M tCO₂ eq s'agissant de la consommation d'électricité (sur la base de 60 gCO₂/kWh) et 1,8 M tCO₂ eq s'agissant des fluides frigorigènes.

²⁰⁰ L'Ademe présente le projet Clim², dont le modèle conduit à évaluer à 3 °C la hausse de température due à la climatisation en période de canicule dans certains arrondissements de Paris et des banlieues Ouest et Est, dans le cas d'un rejet exclusivement aérien et dans l'hypothèse d'un doublement de la puissance installée entre 2010 et 2030. Climat urbain et climatisation – CNRM Game, LGP2ES, Climespace – Novembre 2010.

²⁰¹ Commissariat général au développement durable, *Cartographie de l'exposition des maisons individuelles au retrait-gonflement des argiles*, juin 2021.

Les régions Occitanie, Nouvelle-Aquitaine, Île-de-France et Provence-Alpes-Côte d'Azur comptent la moitié des maisons exposées, avec plus d'un million de maisons chacune, soit, en région PACA, 90 % des maisons.

Carte n° 13 : exposition du territoire au RGA en 2019



Source : BRGM, carte issue du rapport du CGDD précité, juin 2021

Au plan assurantiel, les cinq années de 2016 à 2020 font partie des onze épisodes les plus coûteux depuis trente ans, tous sinistres confondus. L'été 2022 a marqué un record, avec un coût estimé entre 2,4 et 2,9 Md€²⁰². Toutes les études récentes prévoient une poursuite de cette dynamique et une augmentation forte des coûts des dommages liés au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux, au cours des trente prochaines années. Toutefois, l'évaluation de cette hausse diffère. France Assureur estime qu'à l'horizon 2050, le coût annuel moyen du risque sécheresse triplerait par rapport à 1989-2019, pour atteindre 1,3 Md€²⁰³, alors que la Caisse nationale de réassurance l'estime à 503 M€²⁰⁴. Ces études ne différenciant pas les coûts selon la nature des biens assurés, les évaluations réalisées ne concernent pas uniquement les dommages sur les habitations.

²⁰² Sénat, commission des finances, février 2023.

²⁰³ Impact du changement climatique sur l'assurance à horizon 2050, octobre 2021.

²⁰⁴ Conséquences du changement climatique sur le coût des catastrophes naturelles en France à horizon 2050, Caisse centrale de réassurance et Météo France, 2018.

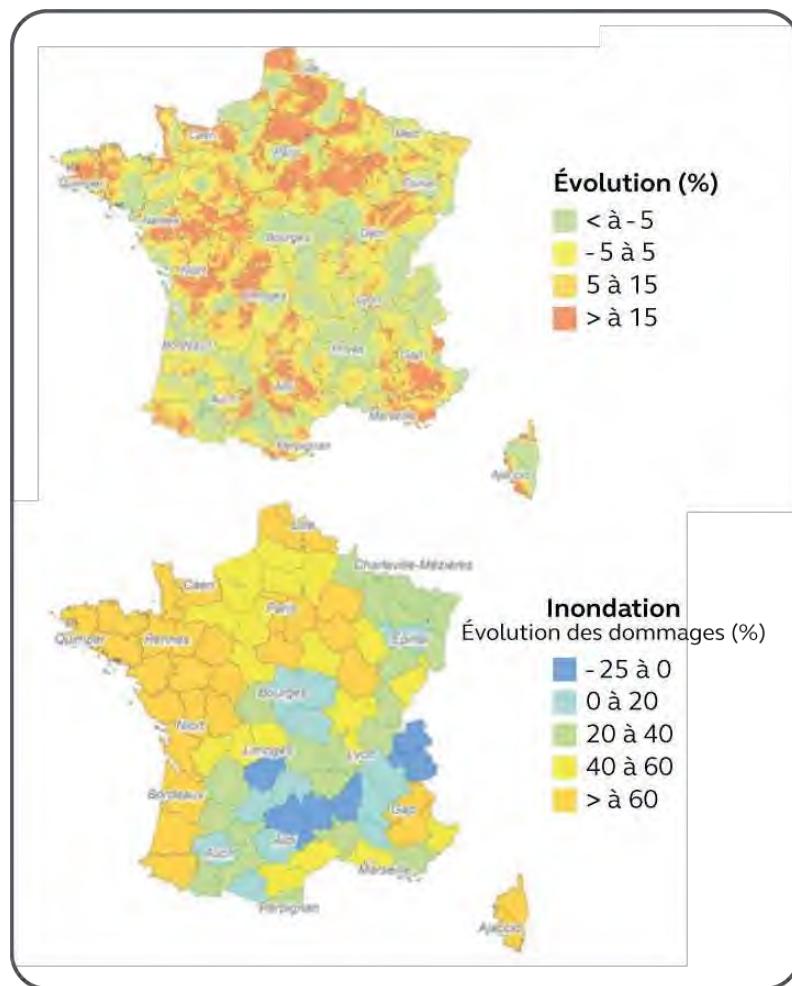
b) L'accroissement du risque d'inondation et ses conséquences sont renseignés de façon incomplète

Le risque d'inondation recouvre les inondations par submersion marine, débordement de cours d'eau, débordement de nappe phréatique ou ruissellement. À l'instar du retrait-gonflement des sols argileux, l'impact du changement climatique pourrait se traduire par une augmentation de la fréquence et de l'intensité des évènements, occasionnant une hausse des dommages. La Caisse nationale de réassurance évalue à 942 M€ le coût annuel moyen, dû au seul changement climatique, des débordements (hors nappes) et ruissellements, en hausse de 38 %, et celui des submersions marines à 54 M€, en hausse de 25 %. France Assureur estime que sur les trente prochaines années, le coût des inondations augmentera de 87 % par rapport à 1989-2019 pour atteindre 54 Md€ en cumulé, dont 6,4 Md€ liés au changement climatique.

S'agissant de la répartition territoriale de ces risques²⁰⁵, la hausse des dommages due à la submersion marine concernera principalement la façade maritime, de Bordeaux jusqu'au Havre, ainsi que le département du Var. La moitié occidentale du territoire métropolitain sera fortement touchée par la hausse des dommages liés au débordement des cours d'eau et au ruissellement (voir carte n° 3). En particulier, le nombre d'événements augmenterait de plus de 75 % dans les bassins de l'Escaut (Nord) et en Bretagne. Le débordement des nappes phréatiques n'a pas, quant à lui, fait l'objet d'une modélisation.

²⁰⁵ Caisse centrale de réassurance et Météo France, 2018, rapport précité.

Carte n° 14 : extension des surfaces inondées (à haut) et évolution des dommages (en bas) à horizon 2050



Source : Caisse centrale de réassurance et Météo France, 2018

Les données manquent pour établir, avec fiabilité, le coût des dommages causés spécifiquement aux logements, y compris pour les épisodes passés. Aussi les estimations disponibles sont très larges et anciennes. Ainsi, selon le centre européen de prévention des risques d'inondation (Cepri), ils compteraient pour 7 à 41 % des dommages totaux²⁰⁶.

²⁰⁶ Cepri, *L'évaluation des dommages liés aux inondations sur les logements*, mars 2014.

II - L'adaptation des logements requiert un traitement du parc existant par une approche globale associant État et collectivités

Des dispositions normatives commencent à répondre à la nécessaire adaptation des logements neufs aux effets du changement climatique. Elles ne s'inscrivent toutefois pas dans une politique publique bien identifiée. L'indispensable traitement du parc de logements existants nécessite de conjuguer les efforts de l'État et des collectivités territoriales. Son coût pour les finances publiques et les ménages reste à évaluer.

A - Un cadre réglementaire récent, de premières expériences en matière de constructions neuves

1 - Des avancées sur la réglementation des constructions

L'adaptation des logements au changement climatique est plus efficace et moins coûteuse lorsqu'elle est intégrée à la construction des logements. Les techniques de conception et de construction bioclimatiques des logements ou de bâtiments résistant aux inondations et aux fragilités géotechniques sont connues depuis plus de 10 ans : orientation et disposition des bâtiments, densité du bâti, performance de l'enveloppe bâtie, intégration de planchers rafraîchissants, installation de pieux ou pilotis, etc. Ainsi les bâtiments labellisés « *bâtiments durables méditerranéens* », portés par l'association EnvirobatBDM depuis 2008, prennent en compte le confort d'été de façon aboutie. L'association fait état d'un surcoût d'investissement de 10 à 15 % pour la mise en œuvre de cette démarche dès la construction, par rapport à des opérations standards (réglementation thermique RT 2012)²⁰⁷.

Les techniques ont été largement diffusées par le canal notamment de publications de l'Ademe, du Cerema, du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) et de l'OCDE depuis 2015.

²⁰⁷ Études de rentabilité en coût global pour évaluer l'intérêt de la démarche « *bâtiments durables méditerranéens* », EnvirobatBDM, 2018.

a) Une prise en compte du confort d'été dans les logements neufs avec la réglementation environnementale RE 2020

La loi n° 2018-1021 du 23 novembre 2018 portant évolution du logement, de l'aménagement et du numérique (dite « loi Elan »), a concrétisé le seul objectif identifié spécifiquement pour le logement dans le premier PNACC de 2011, consistant à modifier la réglementation thermique (RT) des constructions neuves, actualisée régulièrement depuis sa création en 1974, pour la transformer en réglementation environnementale.

La réglementation environnementale RE 2020, qui s'applique depuis le 1^{er} janvier 2022 au parc neuf résidentiel, intègre notamment un objectif d'adaptation des logements à l'augmentation des températures. Elle crée une exigence exprimée en heures d'inconfort perçu annuellement, pour mieux tenir compte du ressenti des occupants. L'indicateur fonctionne comme un compteur qui cumule chaque heure les degrés inconfortables, c'est-à-dire ceux dépassant une température qui varie généralement entre 26 et 28 °C. Le scénario météorologique utilisé pour atteindre cette performance est celui de l'épisode caniculaire de 2003, plus proche des épisodes de chaleur à venir que la moyenne des 10 dernières années. Cette référence devra être ajustée au regard de la trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au réchauffement climatique (TRACC) retenue par le Gouvernement en mai 2023 (+ 4°C à horizon 2100).

Par ailleurs, l'indicateur de performance énergétique de la réglementation environnementale RE 2020 intègre davantage le besoin du bâtiment en chaud et en froid. Cet indicateur dégrade ainsi la note des bâtiments faisant appel à un système de climatisation active et favorise les bâtiments passifs, dont le confort d'été repose sur les principes du bioclimatisme (exposition, ventilation, protections solaires passives, albédo proche de 1²⁰⁸, etc.).

La révision de la directive européenne 2010/31/UE sur la performance énergétique des bâtiments, engagée à la suite de l'adoption du « paquet vert européen » par la Commission européenne fin 2021, a été votée le 14 mars 2023 par le Parlement européen. Le texte propose à ce stade que la méthode de calcul de la performance énergétique des bâtiments intègre des éléments liés à l'occultation, au refroidissement passif ou à la qualité de l'environnement intérieur des bâtiments. Si la prise en compte de ces paramètres était confirmée dans le texte final et trouvait une déclinaison opérationnelle, elle représenterait une nouvelle étape de reconnaissance de la nécessité d'adapter des logements à la hausse des températures.

²⁰⁸ L'albédo correspond à la part de la lumière solaire réfléchie par un corps éclairé : les surfaces sombres absorbent la lumière et ont un albédo faible, les surfaces claires, qui la réfléchissent fortement, ont un albédo plus proche de 1.

Pour le parc existant, le nouveau diagnostic de performance énergétique (DPE) introduit l'enjeu du confort d'été

L'article 179 de la loi Elan a réformé le contenu et la méthode de calcul du diagnostic de performance énergétique (DPE). Ce document, rendu opposable pour toute cession de bien immobilier depuis le 1^{er} juillet 2021, se concentre sur la performance énergétique des logements. La double étiquette de cotation des biens est fondée sur leur performance en matière de consommation d'énergie primaire et d'émissions de gaz à effet de serre conventionnelles. La notion de confort d'été est intégrée dans le DPE, sous forme d'un indicateur « insuffisant », « moyen » ou « bon », calculé sur cinq critères techniques, dont la portée est exclusivement informative et non normative.

b) Des règles de construction spécifiques pour le risque de retrait-gonflement des sols argileux

La Cour a déjà souligné²⁰⁹ l'avancée que représente l'article 68 de la loi Elan, qui a défini de nouvelles règles applicables aux constructeurs pour prévenir et limiter le risque lié au mouvement de terrain consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols argileux lors de la construction des maisons individuelles.

Depuis le 1^{er} octobre 2020, la vente d'un terrain constructible situé dans les zones considérées comme exposées au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux figurant sur le site www.georisques.gouv.fr, doit être précédée de la réalisation d'une étude de sol, dite étude géotechnique préalable, pour informer l'acquéreur des surcoûts à la construction liés à cet aléa. Au titre de la prévention des sinistres, le maître d'ouvrage doit, en complément, prévoir une seconde étude géotechnique de conception, spécifique à l'implantation du bâti, ou s'engager à respecter des techniques particulières de construction, définies par voie réglementaire²¹⁰, de manière à s'assurer de l'adéquation du type de fondations à la nature précise du sol.

²⁰⁹ Cour des comptes, *Sols argileux et catastrophes naturelles, des dommages en forte progression, un régime de prévention et d'indemnisation inadapté*, rapport public thématique, février 2022.

²¹⁰ Arrêté du 22 juillet 2020 relatif aux techniques particulières de construction.

Les études prescrites par la loi Elan pour les constructions neuves représentent, selon les estimations de la Cour, un surcoût de 3 %, auquel s'ajoute le coût de l'étude géotechnique initiale. Le coût total de ces études apparaît modique au regard de celui des sinistres et du taux de refus de reconnaissance comme catastrophe naturelle²¹¹.

c) Le risque d'inondation est intégré dans les documents d'urbanisme mais pas dans le code de la construction

La prise en compte du risque d'inondation est impérative depuis la directive européenne 2007/60/CE du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation. Elle s'accompagne d'une stratégie nationale de gestion des risques d'inondation, déclinée en plans d'actions sous la responsabilité du préfet et des élus locaux. Alors qu'un quart des Français réside dans une zone soumise au risque d'inondation, les programmes d'action de prévention des inondations (Papi) couvraient 77 % de ces territoires en 2020 et 87 % en 2022²¹². Cette politique de prévention se concentre toutefois sur les grands ouvrages de protection (digues, etc.). Certains Papi intègrent des démarches relatives aux ruissellements d'origine agricole ou urbaine. Toutefois, le risque d'inondation par remontée de nappes phréatiques n'est pas pris en compte, faute de connaissances s'agissant tant des zones concernées que des réponses à apporter²¹³.

Parallèlement, lorsque les constructions se situent dans des zones à risque d'inondation, les plans de prévention du risque d'inondation (PPRI) fixent les impératifs permettant aux constructions de résister à une crue et imposent des aménagements pour faciliter l'écoulement des eaux. Le PPRI est toutefois un outil répondant au risque d'inondation rapide, alors que les zones à inondation lente continuent de se densifier²¹⁴.

²¹¹ De 2009 à 2020, plus de la moitié des demandes de reconnaissance de catastrophe naturelle au titre du phénomène de RGA a fait l'objet d'un rejet.

²¹² Bleu budgétaire PLF 2023, programme 181 « Prévention des risques ».

²¹³ Cepri, contribution en réponse à la sollicitation de la Cour des comptes dans le cadre du présent rapport.

²¹⁴ Idem.

d) Des opérations conduites par les collectivités territoriales montrent l'intérêt d'une prise en compte d'ensemble

Les retours d'expérience sur l'adaptation des logements au changement climatique, grâce à la mise en œuvre de documents d'urbanisme intégrant cet enjeu, révèlent la nécessité de conduire différemment les projets d'aménagement.

Par exemple, le projet de renouvellement urbain dans le périmètre de la zone d'aménagement concertée (ZAC) Pirmil – Les Isles, dans l'agglomération nantaise, prévoit la construction de 3 000 logements dans une ancienne zone industrielle, pour partie inondable²¹⁵. Le plan climat-air-énergie territorial (PCAET) identifie également dans cette zone l'occurrence plus fréquente de fortes chaleurs. Un travail en amont de modélisation climatique et hydrographique et l'intégration d'une ingénierie écologique au sein de la maîtrise d'œuvre ont permis, pour rendre la construction acceptable et sûre, d'intégrer l'adaptation des logements au règlement de la ZAC : les zones non urbanisées restent naturelles et aucune construction n'est prévue en zone d'aléa fort du PPRI. Les règles de constructibilité ont été aménagées sous réserve d'une réduction, par le constructeur, de la vulnérabilité en phase de crue longue (maintien des accès et évacuations).

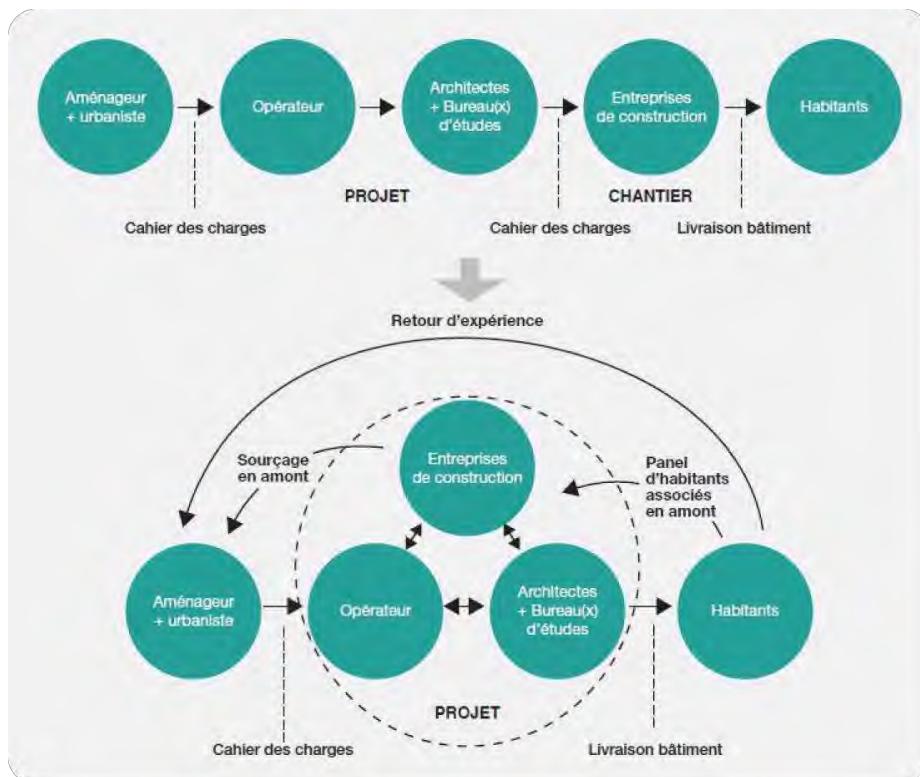
Ce cas a notamment montré que les possibilités techniques de prise en compte des risques existent, mais que les obligations de résultats devraient parfois être privilégiées par rapport aux moyens mis en œuvre²¹⁶, modifiant la nature des prescriptions habituelles des cahiers des charges. Surtout, les choix faits ne sont pas sans effet sur l'équilibre économique des opérations. Le choix de privilégier les logements traversants ou bi-orientés, pour améliorer la ventilation des logements, modifie les configurations possibles des bâtiments et le nombre de logements de différentes tailles par étage.

Le bon équilibre reste à trouver entre solutions adaptées, ambitions climatiques, soutenabilité économique, sans décourager les opérateurs, alors que la méthode itérative modifie profondément les processus d'association des acteurs.

²¹⁵ I4CE et Ramboll, *Cinq démarches territoriales qui cherchent à être à la hauteur des enjeux d'adaptation*, novembre 2021.

²¹⁶ Par exemple, la trame végétale et le réseau d'ombrage sont déterminés avant la voirie.

Schéma n° 9 : évolution du processus d'association des acteurs



Source : maîtrise d'œuvre du projet de renouvellement urbain de la ZAC Pirmil – Les Isles

Les maîtres d'œuvre du village olympique, en Seine-Saint-Denis, ont généralisé des procédés déjà éprouvés à plus petite échelle. Au cours de la phase de conception, les ouvrages ont été mis à l'épreuve des simulations météorologiques pour anticiper le confort en 2050 et adapter le projet en conséquence. Ces simulations ont été réalisées sur la base de modélisations numériques des bâtiments, selon la démarche BIM²¹⁷. Aussi la Solideo²¹⁸ a-t-elle pu fixer dans les cahiers des charges, pour un grand nombre d'ouvrages, des seuils d'inconfort thermique, dont les dépassements en heures sont plus limités que la réglementation environnementale RE 2020²¹⁹.

²¹⁷ Building information modeling ou modélisation des informations de la construction : représentation numérique de l'ensemble des ouvrages de la construction (y compris bâtiments, génie civil, infrastructures et réseaux) et sur l'ensemble de leur cycle de vie.

²¹⁸ Société de livraison des ouvrages olympiques, établissement public créé en 2017.

²¹⁹ Les surcoûts des projets de la Solideo pour intégrer le climat à 2050 ont été financés par « le fonds innovation et écologie » de l'entreprise.

Ces nouvelles méthodes de conception ne sont toutefois pas généralisées.

2 - Les données budgétaires éparses reflètent l'absence de politique spécifique

a) *L'adaptation des logements au changement climatique ne fait pas l'objet de crédits budgétaires spécifiques*

La mise en œuvre de la réglementation des constructions neuves, principal outil de la politique d'adaptation des logements au changement climatique, ne donne pas lieu à un financement public spécifique, en dehors des dispositifs de droit commun.

S'agissant des travaux d'isolation et de ventilation, qui contribuent à l'amélioration du confort d'été des logements, seuls les montants d'aide relevant du dispositif « MaPrimeRénov' », hors dossiers de rénovations globales, sont identifiables. Ils représentent au total 1,3 Md€ sur la période 2020-2022, dont 1,2 Md€ pour les travaux d'isolation. Les données relatives aux autres dispositifs de soutien (CEE, éco-PTZ, aides des collectivités locales) ne sont pas disponibles par type de travaux aidés, sur la période considérée.

En matière de sinistres, l'intervention financière de l'État est centrée sur les risques de catastrophe naturelle et relève donc essentiellement de l'indemnisation, par opposition à la prévention ou à l'adaptation. Le fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM), dit « fonds Barnier », doté de 205 M€ d'engagement en 2023, connaît une hausse depuis plusieurs années. Ce fonds, principalement fléché sur les contrats de plan État-région (CPER) et les contrats de convergence territoriaux (CCT) en outre-mer, permet notamment aux collectivités locales ou à l'État de racheter des biens soumis à un risque immédiat ou ayant subi une catastrophe naturelle. En 2023, plus de 53 M€ ont été affectés au financement d'opérations de démolition et à l'indemnisation des propriétaires de logements. Le « fonds Barnier » apporte également un soutien financier aux travaux d'adaptation face au risque d'inondation, plafonné à 36 000 € par bien. Pour les travaux effectués dans le cadre d'un programme d'action de prévention des inondations, ce plafond est fixé à 50 % de la valeur vénale du bien et, pour les travaux effectués dans le cadre d'un plan de prévention du risque d'inondation, à 10 % de cette valeur.

Consacré aux risques naturels majeurs, ce fonds ne prend toutefois pas en compte les zones à inondation lente ni le risque de retrait-gonflement des sols argileux. Ce dernier a fait l'objet d'une ordonnance du

8 février 2023²²⁰, qui a introduit l'obligation d'affecter l'indemnité perçue à des travaux de réparation durable de l'habitation, prenant en compte ce risque. Dès lors, les indemnités versées par l'État au titre du régime de catastrophe naturelle pour le retrait-gonflement des sols argileux pourront être considérées comme contribuant à la politique d'adaptation des logements au changement climatique.

*b) Le coût prospectif de l'adaptation des logements
n'est aujourd'hui pas évaluable*

Aucune étude prospective n'a été menée sur le coût global de l'adaptation des logements au changement climatique, ni sur la répartition des charges afférentes entre l'État, les collectivités locales, les entreprises et les ménages. Le récent rapport sur les incidences économiques de l'action pour le climat de France Stratégie²²¹ se borne à évaluer le coût de l'inaction (augmentation du coût assurantiel des dommages liés à la sinistralité), mais ne propose pas d'évaluation du coût de la prévention des risques ou de l'adaptation du parc existant.

Le chiffrage global de l'adaptation du parc résidentiel n'est aujourd'hui ni possible, faute de données techniques, ni pertinent, faute d'objectifs définis. Des données fragmentaires sur le coût unitaire moyen des travaux existent mais, pour autant que ces coûts soient représentatifs, le volume des logements à traiter demeure inconnu. La répartition de ces coûts, entre secteur public et acteurs privés, constitue également une inconnue. Enfin, la réalisation de travaux d'adaptation du parc existant ne représente pas la solution unique, voire la plus adéquate. L'éventail des actions peut aller de la mise en œuvre de campagnes de sensibilisation sur la modification, essentielle, des usages, *a priori* peu coûteuses²²², à la transformation radicale du parc bâti, actant le fait que certains logements deviennent *de facto* impropre à leur usage. Il s'agit alors moins d'adapter les logements que de reconstruire des logements adaptés.

²²⁰ Ordonnance n° 2023-78 du 8 février 2023 relative à la prise en charge des conséquences des désordres causés par le phénomène naturel de mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols.

²²¹ *Les incidences économiques de l'action pour le climat*, France Stratégie, Jean Pisani-Ferry et Selma Mahfouz, mai 2023.

²²² En 2022, l'Institut de l'économie pour le climat (I4CE) a évalué à 31 M€ le budget nécessaire à une première étape d'animation, de sensibilisation et de recherche sur l'adaptation au changement climatique des bâtiments, tous secteurs confondus, incluant la création d'un module « confort d'été » pour la formation des professionnels recherchant le label « reconnu garant de l'environnement » (RGE), des campagnes de communication et un programme de recherche pour réduire les coûts des solutions techniques.

Néanmoins quelques données financières peuvent être avancées.

S'agissant de l'amélioration du confort d'été des logements, les données du dispositif « MaPrimeRénov' » montrent que le coût unitaire des travaux d'isolation réalisés entre 2020 et 2022 a atteint 15 000 € en moyenne et que sur la même période, celui des travaux de ventilation s'est établi à 5 000 € en moyenne. D'autres solutions existent cependant pour faire face aux fortes chaleurs : elles consistent à installer des dispositifs de protection solaire (stores, brise-soleil), pour des coûts parfois modiques, à végétaliser les murs et toitures ou à mettre en œuvre des solutions, plus coûteuses et complexes, reposant sur la géothermie. Sur le fondement des dossiers ultramarins éligibles en 2022, dans le cadre de « MaPrimeRénov' », à certains travaux de protection solaire, le coût moyen de la mise en place d'une protection solaire des murs et fenêtres s'établit à 1 300 € et celui de l'installation d'un bardage ventilé atteint 11 000 €.

En dépit de ces éléments, et alors que l'inclusion de mesures de confort d'été dans « MaPrimeRénov' » est annoncée pour 2024²²³, les données manquent encore pour en évaluer le coût global. Un diagnostic territorialisé du parc de logements reste en effet à établir, même si plusieurs démarches y concourent : le Cerema propose depuis 2020 aux professionnels des outils de mesure de vulnérabilité au confort d'été dans les bâtiment neufs et rénovés²²⁴ et, tirant parti de la méthode développée dans le cadre de la rénovation énergétique, le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) va étendre son outil « Go Renove », dédié aux particuliers, à l'identification d'un risque de « surchauffe » des bâtiments en période caniculaire.

S'agissant de la prévention des dommages liés aux sinistres, l'évaluation des besoins de financement en matière de rénovation du bâti se heurte au défaut de connaissances techniques (cf. *infra*, le point II.B), tandis que le coût de l'investissement nécessaire pour limiter le risque apparaît proche ou très supérieur au coût d'une intervention après sinistre. Ainsi, s'agissant du risque de retrait-gonflement des argiles, la reprise des fondations coûte en moyenne, par habitation, entre 21 000 €, en cas d'utilisation de la technique de renforcement « par injection », et 76 000 €, lorsqu'est retenue la solution consistant à mettre en place des longrines et

²²³ Le dispositif « MaPrimeAdapt' », annoncé pour 2024, concernant l'adaptation des logements au vieillissement, ne prendra pas en compte le confort d'été. Les bénéficiaires de « MaPrimeAdapt' » seront orientés vers « MaPrimeRénov' » pour un soutien sur de tels travaux, pour autant que le dispositif les intègre bien.

²²⁴ Projet « RITE », engagé en 2020 afin de créer des outils d'évaluation et de prévision rapide du confort d'été à l'intérieur des logements neufs ou rénovés.

micropieux²²⁵. Les mesures portant sur l'environnement du bâti (mise en place d'écrans anti-racinaires ou de systèmes de drainages) sont moins invasives : leur coût s'inscrit dans une échelle de 5 000 à 35 000 € selon le nombre de mesures réalisées²²⁶. Toutefois, leur efficacité doit encore faire l'objet d'évaluations. S'agissant du risque d'inondation, les systèmes de protection techniques existants, fondés sur la mise en place de batardeaux²²⁷ ou la surélévation de planchers, ne font pas l'objet de coûts unitaires représentatifs. En toute hypothèse, pour utile ou nécessaire qu'elle soit, la généralisation des travaux de prévention des risques de retrait-gonflement des sols argileux et d'inondation ne pourra pas constituer la seule solution au regard de l'importance de leur coût.

B - Le besoin d'une intervention publique coordonnée

1 - Un déficit de connaissances à combler

a) *L'investissement dans la recherche en techniques d'adaptation du bâti doit devenir une priorité*

Les coûts des solutions connues en rénovation pour améliorer la résistance du bâti face aux sinistres sont aujourd'hui désincitatifs. En outre ces solutions doivent pour la plupart encore prouver leur efficacité.

En matière de résilience de l'habitat face au risque d'inondation, le Cepri²²⁸ indique que des référentiels et des bases techniques existent et sont en constante amélioration mais que le problème des équilibres financiers et du coût de l'immobilier engendré par l'adaptation reste entier. Les particuliers propriétaires sont en outre rarement gagnants dans l'adaptation de leur logement et le marché reste inexistant du fait de nombreux freins : sentiment qu'il revient aux pouvoirs publics de mettre en place des systèmes de protection structurels collectifs suffisants, non-rentabilité liée au régime d'indemnisation des catastrophes naturelles, craintes sur la perte de confort, impact sur l'apparence extérieure comme intérieure du logement, etc.

²²⁵ Cour des comptes, *Sols argileux et catastrophes naturelles*, précité.

²²⁶ Rapport du Sénat, *La sécheresse ébranle les fondations du régime CatNat*, déposé le 15 février 2023.

²²⁷ Un batardeau est une obstruction provisoire installée en pied de porte.

²²⁸ Cepri, contribution en réponse à la sollicitation de la Cour des comptes dans le cadre du présent rapport.

Parmi les guides et référentiels existants, celui produit en 2012 par la direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature²²⁹, qui mériterait d'être actualisé, indique également que les travaux de prévention du risque d'inondation des logements ne sont pas rentables en tant que tels, mais le deviennent lorsqu'ils sont inclus dans des travaux poursuivant un autre objectif (amélioration thermique, mise aux normes, remise en état post-sinistre, etc.). Sur le fondement de ce constat, le conseil général de l'environnement et du développement durable²³⁰ a recommandé de majorer les aides à la rénovation énergétique, quand elles prennent en compte le risque d'inondation. Cependant le ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires souligne que le manque de connaissances techniques ne permet pas pour l'instant de concevoir des solutions concrètes et soutenables²³¹.

À l'échelle européenne, pour poursuivre la diffusion de la connaissance et développer les techniques et technologies idoines, l'Union européenne a lancé le « *nouveau Bauhaus européen* »²³², une plateforme devant favoriser la création de solutions et l'échange d'idées sur des espaces de vie durables plus abordables et accessibles.

La Cour réitère à cet égard, et élargit au risque d'inondation, sa recommandation²³³ d'accélérer les projets de recherche et développement afin de disposer, en vue d'expérimentations en 2025, d'un panel de mesures de remédiation applicables aux constructions antérieures à 2020 et exposées au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux, en s'assurant de leur meilleur rapport coût/efficacité.

De même, avec les professionnels du bâtiment et le soutien financier du ministère de la transition écologique, le Centre européen de prévention du risque d'inondation (Cepri) a élaboré une méthode visant à la mutualisation des travaux de réduction de la vulnérabilité des logements aux inondations et d'amélioration de leur performance énergétique. Il souhaite à présent avoir les moyens de l'expérimenter. Ces « *solutions à bénéfices multiples* » présentent également l'intérêt de réduire le risque de mal-adaptation. Le Cepri signale par exemple l'importance des volumes de déchets produits par les techniques privilégiées d'isolation thermique, lorsque celles-ci n'ont pas pris en compte le risque d'inondation.

²²⁹ Référentiel des travaux de prévention du risque d'inondation dans le bâtiment existant.

²³⁰ Rapport du CGEDD d'octobre 2017, Projet d'un document technique uniifié (DTU)
- Construire en zone inondable et réhabiliter après inondation.

²³¹ Cour des comptes, *La prévention insuffisante du risque inondation en Île-de-France*, rapport public thématique, novembre 2022.

²³² *About the initiative* (europa.eu).

²³³ Cour des comptes, *Sols argileux et catastrophes naturelles. Des dommages en forte progression, un régime de prévention et d'indemnisation inadapté*, février 2022.

b) La nécessité d'améliorer la qualité des données pour mener des actions adaptées aux réalités géographiques

Des données climatiques solides permettent d'étayer les décisions de politique d'investissement en matière bâimentaire et de privilégier les interventions les plus pertinentes. Elles aident aussi les particuliers à arbitrer entre différentes priorités de rénovation.

À cette fin, le deuxième plan national d'adaptation au changement climatique a prescrit aux opérateurs de l'État, aux établissements d'enseignement supérieur et de recherche et aux sociétés de recherche et développement, de favoriser l'extension du réseau national des services climatiques à des secteurs particulièrement exposés au changement climatique et un accès à des projections climatiques régionalisées.

Alors que les indicateurs de pilotage et de suivi des processus et des résultats en matière d'adaptation des logements sont quasi inexistant, en France comme à l'échelle européenne, la connaissance de l'évolution du changement climatique dans son approche globale est très documentée. La déclinaison sectorielle doit permettre aux acteurs publics et privés, notamment locaux, de diagnostiquer leur territoire d'action et de prioriser les interventions, à l'échelle du quartier voire de l'îlot. À ce titre, le projet Bat-ADAPT de l'Observatoire de l'immobilier durable²³⁴ a donné naissance en 2022 à une plate-forme cartographique en ligne qui offre aux acteurs des informations sur les impacts du changement climatique, par catégorie de bâtiment et par type de risque, et leur permet de réaliser des diagnostics de vulnérabilité.

Il apparaît notamment que les unités urbaines, au sens de l'Insee, sont plus particulièrement exposées aux effets du changement climatique (inondation, îlot de chaleur urbain, etc.). Or, elles accueillent 51 millions de personnes, soit 78 % de la population française²³⁵. Les adaptations des logements devraient y être prioritaires. Le chapitre du présent rapport relatif à l'adaptation des villes présente un bilan de leurs stratégies d'adaptation et des améliorations qui restent à y apporter. Peut-être mentionné, à titre d'exemple, le cas de la métropole de Lille, qui a prévu de « *cartographier les îlots de chaleur, prioriser les zones à enjeux et développer les outils nécessaires pour systématiser la prise en compte du confort d'été dans les projets d'aménagement* »²³⁶. Cette action, pour les îlots de chaleur comme les nouveaux risques de ruissellement, devrait être réalisée avec l'appui des services et établissements publics experts de l'État.

²³⁴ Qui regroupe des experts de l'immobilier et le MTECT, l'Ademe, la Ville de Paris, avec le concours technique de Météo France, du BRGM, du Cerema...

²³⁵ Évolution de la population et de la superficie des unités urbaines | Insee.

²³⁶ Ademe, *L'adaptation au changement climatique dans les PCAET*, 2021.

2 - Le traitement effectif du changement climatique en ville repose sur les collectivités territoriales

a) Le rôle essentiel des plans locaux d'urbanisme et de climat

Dans le premier plan national d'adaptation au changement climatique, trois des quatre priorités retenues au titre de l'ensemble « *urbanisme et cadre bâti* » portaient sur la modification des documents d'urbanisme, la gestion de la nature en ville et la lutte contre les îlots de chaleur. Le cadre bâti n'était concerné que par une priorité, intitulée « *agir pour le confort du bâti en contexte de hausse globale des températures* ». Le second PNACC a confirmé la prééminence de la problématique de l'urbanisme dans la prise en compte des risques.

Pour les raisons évoquées plus haut, à la différence des constructions neuves, qui ne représentent qu'un apport annuel de 1 % du parc²³⁷, l'adaptation des logements existants au changement climatique relève à la fois d'actions portant sur l'environnement du bâti et sur le bâti lui-même.

À l'échelle du quartier, les méthodes les plus répandues et les solutions immédiates se déclinent en création de trames vertes et bleues ou d'îlots de fraîcheur. Les jardins et les toits verts aident à réduire l'effet d'îlot de chaleur urbain et à atténuer les inondations en absorbant l'eau de pluie. Les espaces extérieurs du village des athlètes des Jeux olympiques de 2024 en Seine-Saint-Denis offriront, par exemple, un point d'eau, des espaces de pleine terre et du végétal sur chaque ensemble d'espace public de plus de 200 m²²³⁸.

Les collectivités territoriales doivent intégrer l'enjeu de l'adaptation de façon concrète. Ainsi, pour les établissements publics de coopération intercommunale de plus de 20 000 habitants qui s'en sont effectivement dotés, les volets « adaptation » des plans climat air énergie territorial (PCAET) définissent, depuis 2019, des politiques de prévention des risques d'inondation et de retrait-gonflement des sols argileux, de végétalisation ou d'aménagement d'espaces de fraîcheur²³⁹. Le PCAET de la métropole de Lille prévoit par exemple d'atténuer les

²³⁷ 385 600 constructions neuves en 2021 pour un parc de 37 388 000 logements. Rapport du compte du logement, 2021.

²³⁸ Solideo, *Excellence environnementale, Stratégie et mise en œuvre, point d'étape*, octobre 2022.

²³⁹ Ademe, *L'adaptation au changement climatique dans les PCAET*, 2021.

effets des épisodes caniculaires et des îlots de chaleur urbains en réintroduisant la nature et l'eau dans les milieux urbanisés, intégrés au plan local d'urbanisme intercommunal²⁴⁰. Les moyens humains et les budgets restent encore toutefois souvent à préciser.

L'introduction de ces objectifs nécessite en revanche des arbitrages entre des politiques historiques (construction de logements, renouvellement urbain) et celles plus récentes comme le développement des espaces verts et la lutte contre l'artificialisation des sols. Elle exige aussi une forte coordination entre niveau de collectivités, par exemple lorsqu'une métropole porte la responsabilité des travaux de voirie, mais que les communes membres en conservent la gestion quotidienne, y compris celle des espaces verts.

Pour accélérer la prise en compte effective de l'adaptation des logements au changement climatique, toutes les opérations de construction, mais aussi celles de rénovation lourde et de renouvellement urbain, devraient intégrer les principes et techniques d'adaptation connus.

*b) Le renouvellement urbain doit renforcer son volet
sur l'adaptation des logements*

Le nouveau programme national de renouvellement urbain (NPNRU) accompagne la transformation de 453 quartiers depuis 2014 et jusqu'en 2030. Outre l'opportunité que constitue la rénovation de quartiers dans leur ensemble, les habitants de ces quartiers populaires, urbains et concernés par les îlots de chaleur, sont particulièrement exposés à la crise climatique : 70 % des habitants de quartiers prioritaires de la politique de la ville indiquent avoir été confrontés à des températures trop élevées pendant l'été²⁴¹.

Toutefois, alors que l'agence nationale de rénovation urbaine (Anru) souligne que 70 % des logements rénovés respectent l'exigence du label bâtiment basse consommation (BBC), la préoccupation de l'adaptation des logements, affichée au titre des objectifs du règlement du NPNRU (art. 3.2), n'intervient que de manière subsidiaire par rapport aux enjeux d'atténuation et de performance énergétiques.

²⁴⁰ Intégrer l'adaptation aux documents d'urbanisme : densité minimale, seuils d'imperméabilisation, coefficients de pleine terre, réalisation de trames vertes et bleues, exigences en matière de prévention des risques. Une orientation d'aménagement et de programmation (OAP) peut être annexée au PLU pour fixer des orientations communes aux aménageurs, promoteurs et bailleurs.

²⁴¹ Enquête Anru/Institut Harris sur la vie dans les quartiers populaires, 2022.

Aussi l'agence a-t-elle décidé de procéder à un accompagnement renforcé de 50 quartiers ciblés²⁴², au travers de financements complémentaires (250 M€ mobilisés, dont 100 M€ de crédits de l'Anru, 10 M€ de la Banque des territoires, 50 M€ de l'Ademe et 15 M€ du secrétariat général pour l'investissement), pour réaliser des investissements dits « résilients ». Les quartiers concernés ont été sélectionnés parmi les quartiers d'intérêt national, dont la mise en œuvre est en cours. Les améliorations ainsi décidées l'ont été sans remise en cause du projet urbain initial et du calendrier d'exécution²⁴³. À Mantes-la-Jolie, la mise en place de protections solaires, la végétalisation des toitures et l'installation de *cool roofs*²⁴⁴ permettront, par exemple, d'améliorer le confort d'été des logements concernés.

De même, le programme Action Cœur de Ville²⁴⁵ participe au verdissement de la ville. Il n'a toutefois pas été revu pour intégrer, dès la programmation, des objectifs d'adaptation des logements au changement climatique.

En l'absence de prise en compte, suffisamment en amont, de la nécessité d'adapter les logements au changement climatique et alors que les interventions *a posteriori* peuvent être extrêmement coûteuses (pilotis, pieux, isolation et ventilation), les opérations de rénovation devraient être priorisées et les modalités de leur mise en œuvre repensées.

²⁴² 25 quartiers ont été annoncés en avril 2023 et 25 autres à l'été 2023.

²⁴³ 14 indicateurs quantitatifs et des données non statistiques (cartographie des îlots de chaleur, artificialisation des sols, etc.) ont aussi contribué à analyser la vulnérabilité des quartiers, en l'absence d'indicateur global consolidé.

²⁴⁴ Toits dont la couleur blanche permet de renvoyer la chaleur dans l'espace, limitant ainsi les besoins de climatisation.

²⁴⁵ Piloté par l'Agence nationale pour la cohésion des territoires (ANCT), le programme participe, depuis 2018, à la requalification du bâti du centre de 234 villes moyennes en finançant la réhabilitation d'immeubles de logements et la requalification de l'espace public.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

À l'inverse de la construction de logements neufs, la politique d'adaptation au changement climatique a peu investi le parc de logements existants. Dans le même temps, la rénovation énergétique du parc résidentiel, qui a pour objectif principal de réduire les émissions de gaz à effet de serre et les consommations énergétiques des logements, n'a pas favorisé une prise de conscience globale des enjeux spécifiques à l'adaptation.

Les efforts de rénovation énergétique des logements peuvent, par le biais de l'isolation et de la ventilation, participer à leur adaptation, notamment dans le cadre de rénovations globales. Celles-ci restent néanmoins, aujourd'hui, marginales. La décision de porter à 4 Md€ à partir de 2024 le montant des crédits affectés à « MaPrimeRénov' » pour financer ces rénovations globales offre l'occasion d'y intégrer les travaux destinés à améliorer le confort d'été des logements.

L'enjeu de l'adaptation des logements doit donc être inscrit au rang des priorités publiques et faire émerger une politique d'ensemble. Celle-ci, pour être pertinente, devra être territorialisée, pour tenir compte des spécificités locales et du rôle essentiel des collectivités territoriales en matière d'aménagement du territoire, d'urbanisme et de prévention des risques. Il n'en demeure pas moins qu'un effort d'amélioration de la faisabilité technique et de la soutenabilité financière des travaux d'adaptation doit être conduit par l'État, l'indemnisation des sinistres ne pouvant en soi constituer un élément de politique publique.

Dans ce contexte, la Cour formule les recommandations suivantes :

1. *confirmer l'intégration des procédés de protection solaire aux périmètres des travaux éligibles aux dispositifs de soutien à la rénovation énergétique des logements (ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires, ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique) ;*
2. *soutenir et accélérer les projets de recherche et développement ainsi que les expérimentations relatifs à la prévention des risques d'inondation et de retrait-gonflement des sols argileux (ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires) ;*
3. *sensibiliser régulièrement le grand public aux risques sur les logements que constituent les pics de chaleur, le phénomène du retrait-gonflement des sols argileux et les inondations (ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires, Anah, Ademe) ;*

4. *chiffrer, dans la future stratégie nationale d'adaptation, des scénarios d'adaptation du parc résidentiel et définir leurs modalités de mise en œuvre (ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires, ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique).*
-

Réponses reçues à la date de la publication

Réponse du ministre de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique	286
Réponse du ministre de la transition écologique et de la cohésion des territoires	288

Destinataire n'ayant pas répondu

Monsieur le ministre délégué auprès du ministre de la transition écologique et de la cohésion des territoires, chargé du logement

RÉPONSE DU MINISTRE DE L'ÉCONOMIE, DES FINANCES ET DE LA SOUVERAINETÉ INDUSTRIELLE ET NUMÉRIQUE

Vous avez bien voulu me transmettre, pour avis, le chapitre relatif à l'adaptation des logements au changement climatique destiné à figurer dans le rapport public annuel 2024 de la Cour des comptes.

Je partage l'analyse réalisée par la Cour dans ce chapitre qui souligne :

- l'effort important, notamment financier, consacré au travers des dispositifs MaPrimeRénov' à l'effort de maîtrise énergétique dans le secteur du logement et de la réduction des émissions de gaz à effet de serre ;*
- les limites de la seule politique de rénovation énergétique, pour répondre à l'adaptation des logements au changement climatique. Si MaPrimeRénov', à travers la réduction des émissions de gaz à effet de serre et de consommation d'énergie, permet bien d'atténuer les effets du réchauffement climatique, il ne s'agit effectivement pas d'une politique d'adaptation des logements aux trois risques majeurs identifiés par la Cour : pics de chaleur, retrait gonflement des argiles et risques d'inondation ;*
- la nécessité de coordonner le traitement effectif du changement climatique entre État et collectivités à travers une intervention publique basée, pour les constructions nouvelles, sur une réglementation prenant en compte ces risques, et pour le parc existant, sur un diagnostic territorialisé et l'émergence de solutions techniques fiables, éprouvées et dont l'efficacité est mesurable.*

Tout en partageant ces constats, je souhaite compléter ce bilan par quelques éléments et éclairages supplémentaires.

Les aides accordées par le dispositif MaPrimeRénov' contribuent déjà à l'adaptation des logements au changement climatique, au travers du soutien à l'isolation thermique qui améliore le confort thermique aussi bien en été qu'en hiver, ainsi que par l'élargissement aux gestes relatifs au confort d'été. Toutefois, la réflexion interministérielle menée sur ce dernier sujet a permis d'établir qu'un élargissement trop important conduirait à des effets contre-productifs. La réalisation de travaux de confort d'été sera possible, en métropole, uniquement pour les rénovations globales accompagnées, afin d'éviter des interactions contradictoires entre confort d'été et confort d'hiver, telle que l'installation d'une occultation solaire sur une fenêtre simple vitrage. Seuls quelques gestes se sont révélés remplir les critères fixés par le groupe de travail interministériel, à savoir une technologie maîtrisée, une mise en œuvre simple et un coût raisonnable, conduisant à intégrer prioritairement la pose d'occultations solaires et la

pose de brasseurs d'air plafonniers dans la liste des travaux éligibles. Le groupe de travail a également constaté la difficulté à mesurer la performance de ces équipements, d'autant plus que le comportement des ménages est souvent primordial pour assurer le confort thermique du logement en cas de pic de chaleur. En la matière, des campagnes de sensibilisation sur les bonnes pratiques en matière de rafraîchissement nocturne, peu coûteuses, peuvent se révéler très efficaces.

Ces travaux ont également permis de constater le manque de maturité d'un certain nombre de solutions, confirmant le besoin de soutenir et d'accélérer les projets de recherche et développement dans ce domaine. Cette observation s'étend tout naturellement au domaine de la prévention des risques d'inondation et de retrait gonflement des sols argileux, objet de votre seconde recommandation. Comme le souligne la Cour, les solutions existantes pour améliorer la résistance du bâti existant face aux sinistres ont un coût très élevé par rapport au coût de réparation ex-post en cas de sinistre, expliquant une intervention publique à ce jour davantage tournée vers l'indemnisation des sinistres que vers la prévention. Si l'adaptation des logements paraît parfois complexe à mettre en œuvre et pourrait expliquer un marché « quasi-inexistant », la nécessité de « reconstruire des logements adaptés » doit être étudiée au regard des objectifs de « zéro artificialisation nette » des sols.

Je considère que l'absence de crédits budgétaires dédiés à l'adaptation des logements au changement climatique traduit surtout la difficile émergence de solutions techniques fiables et l'absence de diagnostic territorialisé, préalables nécessaires à une politique publique efficace et performante. En leur absence, le chiffrage d'un scénario d'adaptation du parc, dont je partage pleinement le besoin, se révélerait inopérant.

Je serai particulièrement attentif à ce que la trajectoire d'adaptation des logements résidentiels ne s'appuie pas exclusivement sur des subventions budgétaires, considérant l'effet inflationniste de ces aides sur le coût des rénovations. Par ailleurs, l'adaptation au changement climatique ne peut s'apprécier à l'échelle de chaque logement et passe également par des mesures relatives à l'aménagement urbain (renaturation et végétalisation), afin de lutter contre les îlots de chaleur. Il faut souligner que 500 millions d'euros y sont consacrés sur 2023-2027 au sein du « fonds vert »

Enfin, il me paraît essentiel de maintenir la distinction entre les objectifs de décarbonation du secteur du logement et les enjeux d'adaptation. La politique d'adaptation des logements au changement climatique ne saurait donc se ramener à une simple extension du champ de Ma PrimeRénov'.

D'un point de vue factuel, les données communiquées concernant les certificats d'économies d'énergie ne correspondent pas aux données transmises par la direction générale de l'énergie et du climat dans le jaune budgétaire relatif à la rénovation énergétique des bâtiments, annexé au projet de loi de finances pour 2024. Mes services se tiennent à votre disposition pour échanger afin, le cas échéant, de préciser les divergences de périmètre expliquant ces écarts.

RÉPONSE DU MINISTRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET DE LA COHÉSION DES TERRITOIRES

Le troisième plan national d'adaptation au changement climatique inclura en effet de nombreuses mesures applicables au niveau national ou territorial, visant notamment à l'amélioration des connaissances en matière de vulnérabilité du parc résidentiel, à l'accélération de la rénovation des logements en faveur de la protection contre la chaleur et à la prévention des risques liés au retrait-gonflement des sols argileux. Le coût de ces différentes mesures sera chiffré et les financements nécessaires seront prévus.

S'agissant des logements existants, il est essentiel qu'ils puissent d'ores et déjà faire l'objet de travaux ou de mesures d'adaptation au changement climatique. À ce titre en plus d'aider, comme aujourd'hui, les gestes d'isolation ou de ventilation, dès 2024, MaPrimeRénov' soutient, au sein de son nouveau « parcours accompagné la réalisation de certains gestes améliorant le confort d'été.

Nous portons l'objectif de 200 000 rénovations d'ampleurs dès cette année. Nous travaillons également à expérimenter de nouvelles pratiques concernant la prévention des risques. À ce titre, un appel à projet doté de 20 M€ a été lancé par l'Ademe en mars 2023 dans le cadre de France 2030 afin d'identifier et d'accompagner l'innovation dans les pratiques associées à la lutte contre le retrait-gonflement des sols argileux. Nous avons également un dispositif dénommé Mieux reconstruire après inondation afin de financer des diagnostics, études et travaux pour reconstruire des bâtiments touchés par des inondations qui soient, demain, plus résilients face aux risques naturels. Des données seront collectées sur le terrain et un rapport sera remis au Parlement dans un délai de 3 ans.

La sensibilisation du grand public sur ces sujets dont la fréquence et l'importance vont aller croissant est extrêmement importante. Les équipes de notre ministère et de l'Ademe poursuivront et accentueront leurs efforts dans le cadre des campagnes de communication menées lors des événements liés au changement climatique.

2

L'adaptation des villes au changement climatique

PRÉSENTATION

Le changement climatique a des conséquences majeures sur les conditions de vie des populations urbaines. Il se traduit notamment par une augmentation des températures maximales estivales et une fréquence accrue des épisodes de canicule. En raison de leur situation géographique et des caractéristiques de leur aménagement, certaines villes sont plus sujettes que d'autres à cette évolution. Ainsi Paris, qui a connu un record de chaleur à 42,6 °C le 25 juillet 2019, est la capitale européenne la plus exposée en cas de canicule²⁴⁶.

L'augmentation des températures n'est pas la seule conséquence du changement climatique. Ce dernier est également à l'origine de difficultés nouvelles dans l'approvisionnement en eau potable et d'un risque accru d'inondations. Toutefois, le présent chapitre se concentre principalement sur la question de l'adaptation des villes à l'augmentation des températures. Ce phénomène constitue en effet la partie la plus visible par nos concitoyens du changement climatique et occupe à ce titre une place prééminente dans les stratégies d'adaptation mises en place, notamment à travers la végétalisation.

L'enquête qui a donné lieu au présent chapitre a été réalisée par la Cour et sept chambres régionales des comptes. Elle s'est appuyée sur des investigations menées auprès des administrations centrales des ministères compétents et de dix-neuf villes et groupements de communes de plus de 50 000 habitants²⁴⁷.

²⁴⁶ Pierre Masselot, Malcolm Mistry, Jacopo Vanoli, Rochelle Schneider, Tamara Jungman, David Garcia-Leon et alii, *Excess mortality attributed to heat and cold: a health impact assessment study in 854 cities in Europe*, Lancet Planet Health 2023, 7, e271–81, publié en ligne le 16 mars 2023.

²⁴⁷ La ville et l'Eurométropole de Strasbourg, Orléans et Orléans Métropole, Blois et Blois Agglopolys, Besançon, la métropole Rouen Normandie, Saint-Étienne et Saint-Étienne Métropole, Nancy et la métropole du Grand Nancy, Mulhouse et Mulhouse Alsace Agglomération, Montpellier et Montpellier Méditerranée Métropole, Val d'Europe Agglomération, Île-de-France Nature et la ville de Paris.

Les collectivités urbaines ont adopté tardivement des stratégies d'adaptation au changement climatique qui ne répondent que partiellement aux enjeux identifiés (I). Leurs effets sur les organisations demeurent limités et l'évaluation des coûts associés est lacunaire (II). Les projets de végétalisation qui en résultent constituent une solution émergente qui doit s'inscrire dans le cadre plus large d'une trajectoire d'adaptation des villes aux épisodes de chaleur (III).

I - Des stratégies d'adaptation qui ne répondent que partiellement aux enjeux du changement climatique

Les mesures prises par les villes face au changement climatique doivent s'inscrivent dans une stratégie décrite par des documents territoriaux de planification. Fondée sur des diagnostics souvent incomplets et datés (A), cette stratégie est aujourd'hui éclatée entre divers documents, pas toujours cohérents entre eux, qui appellent une simplification drastique (B).

A - Des diagnostics souvent incomplets et datés

1 - Une prise en compte insuffisante des effets du changement climatique en ville

Pour faire face au changement climatique, les villes doivent prendre des mesures qui nécessitent d'être inscrites dans une stratégie d'adaptation cohérente. Jusqu'en 2015, il revenait ainsi aux communautés urbaines et aux communes de plus de 50 000 habitants de se doter d'un « plan climat-énergie territorial » (PCET). Depuis 2016, ce sont les seuls établissements publics de coopération intercommunale de plus de 20 000 habitants qui doivent inscrire leur action dans des « plans climat-air-énergie territoriaux » (PCAET).

Ces documents stratégiques doivent s'appuyer sur un diagnostic des risques associés au changement climatique. Or celui-ci demeure très insuffisant dans la plupart des cas. Ainsi, les études sectorielles sur lesquelles se fondent ces diagnostics sont parfois anciennes. Surtout, elles ne tiennent pas toujours compte des hypothèses de changement climatique. Ainsi, la mission régionale d'autorité environnementale (MRAe) du Grand Est relève

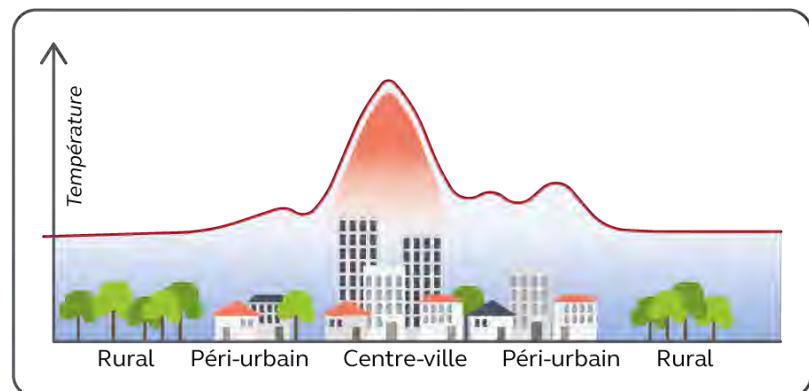
que le plan de gestion des risques d'inondation des districts hydrographiques Rhin et Meuse 2022-2027 « ne donne aucune directive sur la prise en compte du changement climatique pour le calcul de l'aléa inondations ».

Les îlots de chaleur urbains ne figurent pas toujours dans le diagnostic, alors qu'ils constituent un phénomène aggravant fortement les conséquences du changement climatique dans les villes.

Le phénomène d'îlot de chaleur urbain

L'îlot de chaleur urbain est un phénomène climatique matérialisé par un écart de température positif entre le centre des agglomérations et les zones rurales ou naturelles périphériques. Cet écart est lié à différents paramètres : la densité et la forme urbaine, l'artificialisation des sols, les propriétés d'absorption et de stockage de la chaleur des matériaux, les activités humaines ou la raréfaction d'espaces végétalisés ou en eau. Une étude de l'atelier parisien d'urbanisme²⁴⁸ montre que cet écart s'élevait par exemple à 8,4 °C entre le centre de Paris et Melun pendant la nuit lors de la canicule de 2012.

Schéma n° 10 : structure des îlots de chaleur urbains



Source : Cerema

Enfin, les données scientifiques utilisées se révèlent insuffisantes pour établir un diagnostic fiable de l'effet du changement climatique sur certains paramètres, comme le niveau des précipitations. C'est notamment le cas dans le nord de la France.

²⁴⁸ *Les îlots de chaleur urbains à Paris*, Atelier parisien d'urbanisme, 2012.

Afin d'améliorer la qualité du diagnostic sur lequel se fondent les documents de planification territoriaux, ces derniers devraient donc mieux prendre en compte les connaissances actualisées sur le changement climatique et ses conséquences. Les « études locales de vulnérabilité » devraient notamment être établies conformément aux projections climatiques retenues par le plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC).

2 - Des stratégies hétérogènes qui identifient mal les trajectoires d'adaptation

Les prescriptions relatives au contenu des « plans climat-air-énergie territoriaux » (PCAET) en matière d'adaptation demeurent peu nombreuses et assez formelles. Le décret du 28 juin 2016 dispose seulement qu'outre une « étude de vulnérabilité », le plan doit identifier « *le coût de l'action et celui d'une éventuelle inaction* » et les objectifs opérationnels en matière d'adaptation²⁴⁹.

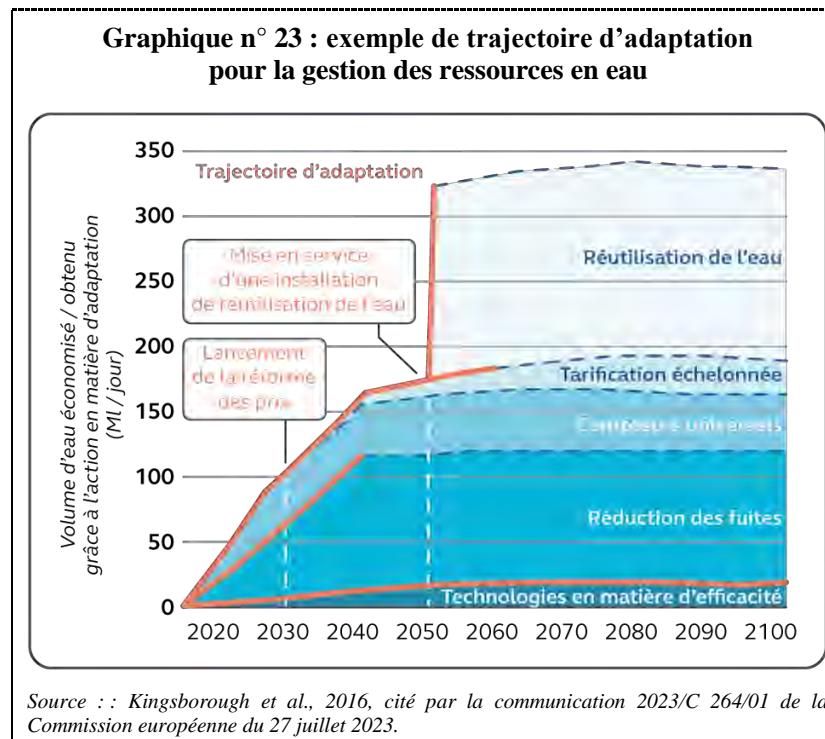
Comme l'observe une étude conduite par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe), l'ampleur des stratégies d'adaptation des collectivités urbaines s'avère très hétérogène. Certaines demeurent superficielles et insuffisantes. Le volet « stratégie d'adaptation » de ces PCAET se réduit le plus souvent à une énumération des mesures prises sur le territoire sans déclinaison des étapes dans le temps.

Les trajectoires d'adaptation

La communication de la Commission européenne du 27 juillet 2023 relative aux lignes directrices sur les plans d'adaptation des États membres invite les autorités en charge de leur élaboration à définir et hiérarchiser les actions d'adaptation dans le cadre de trajectoires.

Prenant l'exemple de la gestion des ressources en eau, le graphique ci-dessous montre comment une trajectoire d'adaptation peut s'appuyer sur différentes étapes de degré de complexité croissant : amélioration des technologies, réforme de la tarification, puis mise en service d'une installation de réutilisation de l'eau.

²⁴⁹ Article R. 229-51 du code de l'environnement.



Certaines collectivités se sont dotées d'une planification spécifique. Ainsi, la métropole Rouen Normandie a souhaité élaborer, à partir de février 2023, un « plan d'adaptation au changement climatique ».

Afin d'améliorer la cohérence entre les documents nationaux et locaux de planification, un socle commun de mesures pourrait être défini à cet effet, en s'appuyant notamment sur la notion de trajectoire d'adaptation.

3 - Une adoption tardive et encore incomplète des documents de planification

Toutes les collectivités contrôlées dans le cadre de l'enquête, soumises à cette obligation, ont adopté un PCAET comprenant un volet relatif à l'adaptation au changement climatique. Cependant, aucune n'a respecté l'échéance fixée par le législateur au 31 décembre 2016²⁵⁰. La

²⁵⁰ L'échéance a été reportée au 31 décembre 2018 pour les établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) dont la population est comprise entre 20 000 et 50 000 habitants (article L. 229-26 du code de l'environnement).

plupart ont adopté leur plan avec plus de trois ans de retard. En avril 2023, sur les 753 groupements de communes de plus de 20 000 habitants qui doivent élaborer ce document, seuls 52 % l'avaient adopté et 54 groupements de plus de 100 000 habitants (43 %) n'en disposaient pas encore.

B - Un foisonnement de documents de planification qui appelle une simplification drastique

1 - Une articulation déficiente des stratégies d'adaptation suivies aux niveaux national et local

Les politiques locales s'inscrivent dans tous les domaines d'action retenus par le deuxième Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC).

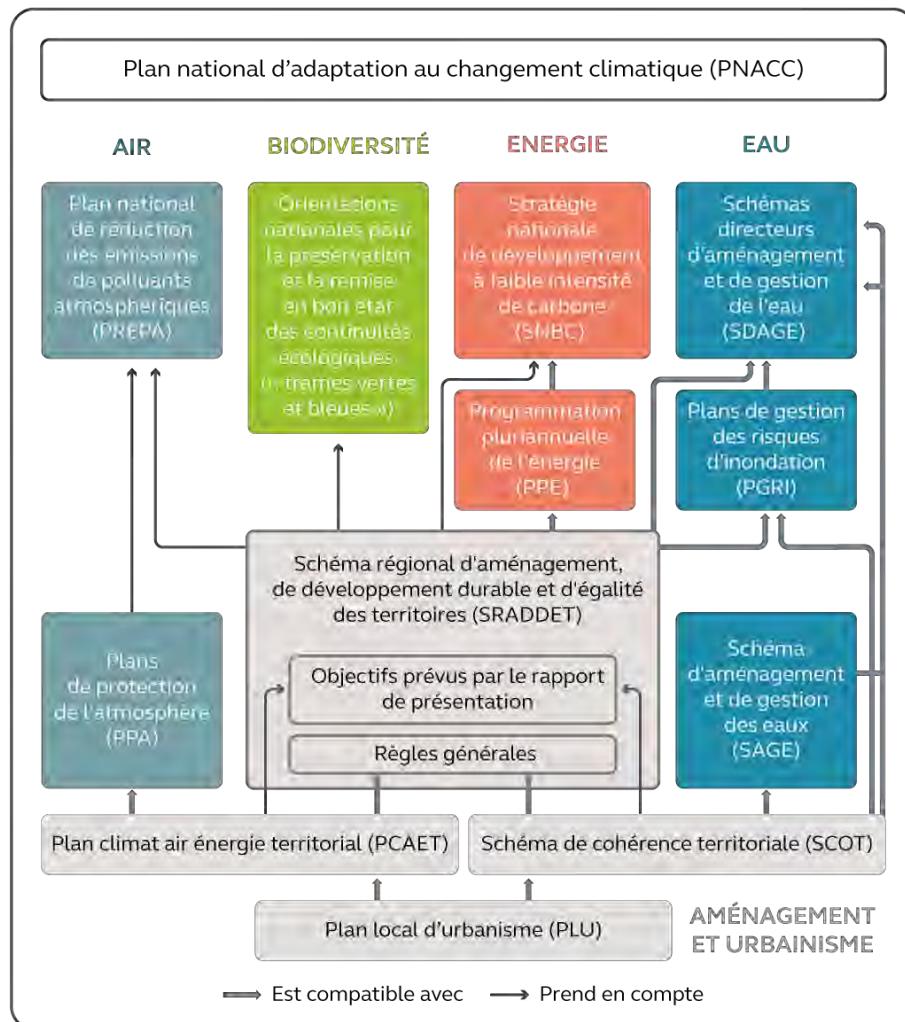
Les indicateurs retenus pour suivre la mise en œuvre de ce plan ne font cependant pas référence aux plans territoriaux, les PCAET, sauf en ce qui concerne les actions 3 « *Articulation territoriale en métropole* » et 6 « *Solutions fondées sur la nature* ». La plupart des autres indicateurs de suivi du Plan national relevant de l'initiative du bloc communal demeurent non renseignés, faute de transmission aux services compétents des informations nécessaires par les ministères chargés de leur suivi. Les résultats de l'évaluation à mi-parcours du PNACC 2 (2018-2022)²⁵¹ montrent en outre que les comités régionaux de l'adaptation n'ont jamais été réunis. Dans ces conditions, l'articulation des stratégies suivies aux niveaux national et local en matière d'adaptation au changement climatique apparaît très perfectible.

2 - Un enchevêtrement de documents de planification dont la simplification reste inachevée

Le Plan national (PNACC) et les plans territoriaux (PCAET) doivent s'insérer dans le panorama foisonnant des documents de planification de la démarche air-énergie-climat prévus par le code de l'urbanisme. La complexité de cette articulation est accrue en Île-de-France, où s'appliquent des dispositions spécifiques.

²⁵¹ Cf. le chapitre introductif.

Schéma n° 11 : schéma simplifié de la planification air-énergie-climat



Source : Cour et chambres régionales des comptes (hors Île-de-France et collectivités d'outre-mer)

Afin de simplifier cet enchevêtrement de plans, une ordonnance du 17 juin 2020 a ouvert la possibilité de fusionner certains schémas entre eux. Au sein de l'échantillon, seule la métropole Rouen Normandie²⁵² s'est engagée dans cette voie.

²⁵² Selon les données de l'Ademe, à l'échelle nationale, six collectivités se sont déjà dotées d'un schéma de cohérence territoriale (SCoT) valant PCAET.

Les plans locaux d'urbanisme intercommunaux (PLUi) peuvent comporter des mesures d'adaptation au changement climatique, à travers des orientations d'aménagement et de programmation (OAP). La métropole du Grand Nancy a ainsi approuvé une orientation en ce sens dans ses documents d'urbanisme. Dans le cadre d'une OAP « *environnement* », Val d'Europe Agglomération (Seine-et-Marne) a adopté des règles établissant des surfaces minimales d'espaces verts à créer pour chaque opération d'aménagement.

L'articulation de ces documents avec les PCAET est toutefois souvent problématique. Dans les communautés d'agglomération de Mulhouse et Val d'Europe, la coexistence de plans d'urbanisme communaux rend cette articulation encore plus complexe.

Le travail de simplification de ces différents documents mériterait d'être poursuivi.

II - Un effet encore limité sur les organisations et une évaluation lacunaire des coûts

Pour faire face au changement climatique, les acteurs locaux n'ont pas suffisamment revu leur organisation, ce qui limite leur efficacité (A). Par ailleurs, les coûts associés aux mesures prises ne font pas l'objet d'un suivi suffisant et demeurent mal connus (B).

A - Un effet limité sur l'organisation des acteurs

1 - Une coordination de l'action publique territoriale à renforcer

Contrairement à d'autres États, comme l'Allemagne ou le Royaume-Uni, qui privilégient l'initiative locale, la France a opté pour un cadre contraignant à l'endroit des collectivités territoriales en matière d'adaptation. En contradiction avec ce choix, les services de l'État et de ses opérateurs ont donné la priorité à des mesures d'incitation. La plupart des PCAET examinés n'ont pas été modifiés pour tenir compte des avis rendus par les préfets constatant une irrégularité ou une insuffisante prise en compte des vulnérabilités.

D'autres acteurs institutionnels interviennent par ailleurs en matière d'adaptation au changement climatique. Ainsi, l'Ademe a pour mission d'accompagner les collectivités locales dans l'élaboration de leurs documents

de planification. Toutefois, les collectivités engagées volontairement dans la démarche de labellisation « *Territoires engagés – Transition écologique* » proposée par l'Ademe sont amenées à multiplier les études et diverses formalités au détriment du suivi et de la mise en œuvre des PCAET. Selon l'Ademe, la convergence de ces dispositifs mériterait d'être examinée.

La multiplication des démarches de contractualisation complique encore la coordination des acteurs. Ainsi les « *contrats de relance et de transition écologique* » récemment initiés par l'État, de même que les conventions proposées par l'Office français de la biodiversité et par les agences de l'eau, viennent concurrencer les autres outils de planification. La réunion d'instances locales spécifiques à l'adaptation apparaît donc nécessaire pour coordonner les initiatives de ces différents acteurs et assurer la cohérence globale de leurs interventions.

2 - Le rôle du niveau communal à réaffirmer

Alors que, depuis 2015, les communes de plus de 50 000 habitants ne sont plus soumises à l'obligation d'adopter un PCAET, de nombreuses communes continuent d'adopter des « plans climat ». Cette situation résulte de l'exercice de nombreuses compétences nécessaires à l'adaptation au niveau communal. Ainsi, la rénovation thermique des bâtiments publics concerne davantage le niveau communal que le niveau intercommunal, de même que la gestion des crises et la prévention des risques sanitaires auxquels sont exposées les personnes vulnérables, qui relèvent également des maires.²⁵³

Au sein de l'échantillon, les villes de Strasbourg, de Nancy, de Besançon et d'Orléans ont continué d'adopter des plans « *climat* ». Le conseil municipal de Blois a approuvé formellement le plan élaboré conjointement avec le niveau intercommunal. Par ailleurs, la ville de Paris s'est dotée de documents de planification pour adapter la ville au changement climatique (plan « *climat* », plan « *Paris Frais* »).

Les plans communaux, qui permettent de formaliser une réponse plus intégrée au changement climatique, s'ajoutent à la somme considérable des documents de planification prévus par le législateur. Le défi de l'adaptation au changement climatique fournit ainsi, s'il en était besoin, une nouvelle illustration de la nécessité d'une rationalisation des compétences locales. À défaut, l'adoption des PCAET conjointement par les intercommunalités et par les communes qui en sont membres permettrait de renforcer la cohérence des stratégies d'adaptation mises en œuvre au niveau local.

²⁵³ Cf. chapitre relatif à l'adaptation des logements au changement climatique.

3 - Une gouvernance locale appelée à évoluer

La recherche d'une gouvernance adaptée aux enjeux de l'adaptation est une préoccupation de toutes les collectivités contrôlées. Un degré élevé de mutualisation entre les services administratifs, le plus souvent entre l'intercommunalité et la ville centre, facilite la mise en place d'un pilotage transversal, comme à Blois ou à Orléans.

La réorganisation des organigrammes s'accompagne d'un effort de formation à destination des élus ou des agents. Les collectivités peuvent s'appuyer sur le catalogue proposé par le Centre national de la fonction publique territoriale, qui propose depuis 2021 une offre de formation adaptée aux différents métiers concernés.

La planification de l'adaptation au changement climatique doit respecter le cadre de l'association des citoyens aux décisions publiques en matière d'environnement, prévue par la Charte de l'environnement et les principes généraux figurant dans le code de l'environnement. Selon diverses modalités, toutes les collectivités de l'échantillon ont mis en place des démarches d'association du public à l'élaboration de leurs stratégies pour améliorer leur acceptabilité et prendre en compte des demandes de la population (conseil participatif « *climat* », consultation en ligne, ateliers thématiques).

La nécessaire association des citoyens à l'adaptation au changement climatique : le cas des « *assises de la transition écologique* » à Rouen

Les collectivités locales peinent à surmonter les difficultés propres à la participation citoyenne pour mobiliser au-delà des cercles militants ou impliquer le public dans la durée. Elles ont recours à des outils comme les budgets participatifs, qui permettent de concrétiser des initiatives individuelles ou associatives, notamment dans le cadre d'opérations de végétalisation de grande ampleur.

Une démarche plus ambitieuse a été entreprise à Rouen, où la métropole organise chaque année depuis 2020 l'évènement « *Rouen Normandie, capitale du monde d'après* ». Le bilan de l'opération s'avère cependant décevant en termes de fréquentation. En janvier 2021, des assises de la transition écologique ont réuni pendant six mois les différents acteurs du territoire et les citoyens. Rouen Normandie Métropole a fait le choix d'une forte dimension participative et collégiale à travers de nombreux ateliers mobilisant des élus, des techniciens et des acteurs locaux. Dans la continuité de cette opération, un « *village de la transition écologique* » permet de rendre compte chaque année de l'avancée des actions inscrites dans la feuille de route métropolitaine.

B - Une évaluation lacunaire des coûts

1 - Des programmes d'action qui n'évaluent pas le montant des dépenses

Contrairement à ce que prévoit l'article R. 229-51 du code de l'environnement, aucun des plans climat air-énergie territoriaux (PCAET) élaborés par les collectivités contrôlées dans le cadre de l'enquête n'évalue le coût de l'inaction. Compte tenu des difficultés méthodologiques qu'une telle évaluation présente²⁵⁴, cette obligation mériterait d'être réexaminée.

La plupart des plans d'actions ne font pas davantage l'objet de la programmation financière prévue par la même disposition réglementaire, de sorte qu'il est impossible d'évaluer même approximativement leur coût global. Le renforcement du contrôle *a priori* des PCAET par les services de l'État permettrait de faire respecter cette obligation.

Au sein de l'échantillon, la plupart des collectivités dont les PCAET avaient été adoptés avant la fin de l'année 2019, n'avaient pas procédé à l'évaluation à mi-parcours également prévue par la réglementation.

L'enquête a par ailleurs mis en évidence quelques situations où les actions envisagées ne répondent pas aux enjeux posés par le diagnostic. Ainsi, les dépenses identifiées dans le PCAET de Val d'Europe Agglomération correspondent aux investissements programmés en matière d'eaux pluviales et d'eau potable pour accompagner la croissance de la ville nouvelle davantage que pour l'adapter au changement climatique.

2 - Des financements disponibles mais encore insuffisamment sollicités

Les données disponibles montrent que les montants mobilisés sont souvent faibles au regard des enjeux. Ainsi, la communauté d'agglomération et la ville de Blois indiquent avoir mobilisé au moins 4 M€ depuis 2018 pour financer les mesures du PCAET relatives à l'adaptation, soit 2 % des dépenses d'investissement sur la période. À Besançon, depuis 2017, les dépenses pour l'adaptation s'élèveraient à 15,3 M€, soit 7,3 % des dépenses d'investissement réalisées sur la période.

Différentes sources de financement peuvent être mobilisées par les collectivités locales, selon la nature des opérations retenues pour adapter leur territoire au changement climatique (budget général, subventions dans le cadre d'appels à projets sectoriels, taxe GEMAPI pour la prévention des inondations, fonds européens, etc.).

²⁵⁴ Cf. la méthodologie d'évaluation du coût de l'inaction face au changement climatique et à la pollution de l'air à destination des collectivités en charge de l'élaboration d'un PCAET proposée par le Cerema.

Les agences de l'eau proposent également un soutien financier aux collectivités locales. L'adaptation au changement climatique figure parmi les priorités de leurs programmes pluriannuels d'intervention pour la période 2019-2024. Le montant prévu pour les mesures territoriales de gestion de l'eau et de la biodiversité s'élève à 936 M€ en 2023.

Le Fonds vert mis en place par le Gouvernement en 2023 vise à accélérer les investissements des collectivités locales dans la transition écologique. Doté de 2 Md €, il finance le renforcement de la performance environnementale des territoires, leur adaptation au changement climatique et l'amélioration du cadre de vie. Il comporte un programme de renaturation des villes qui concrétise l'annonce faite en juin 2022 de l'affectation de 500 M€ à l'adaptation au changement climatique.

Les taux d'exécution budgétaire montrent que ces financements ont été jusqu'en 2022 peu mobilisés par les collectivités locales. Toutefois, les contrats territoriaux signés entre les agences de l'eau et les collectivités, notamment dans le bassin Rhin Meuse, où cette démarche est généralisée, et la création du Fonds vert se traduisent par une hausse des demandes qui devrait accroître leur consommation dès l'exercice 2023.

3 - Des « budgets verts » à fiabiliser

Pour mieux identifier le coût de la transition écologique, le Gouvernement a créé un groupe de travail interministériel chargé de concevoir une méthodologie commune d'élaboration de budgets verts locaux et de suivre les politiques publiques partagées en la matière entre les collectivités territoriales et avec l'État. Au sein de l'échantillon, cinq collectivités ont expérimenté l'élaboration d'un budget vert. Les méthodes utilisées ne sont pas homogènes et portent avant tout sur les mesures budgétaires de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Aucune collectivité locale n'a élaboré un budget vert permettant d'identifier les dépenses et les recettes associées aux mesures d'adaptation au changement climatique.

Certaines collectivités ont envisagé d'appliquer la démarche proposée par l'Institut de l'économie pour le climat (I4CE), visant à présenter les comptes au regard des objectifs inscrits dans leurs stratégies d'adaptation. Elles se sont toutefois heurtées au manque de fiabilité des imputations fonctionnelles et à la difficulté de ventiler les dépenses structurantes en matière d'adaptation au sein d'opérations complexes.

Une révision de la nomenclature fonctionnelle et l'introduction de commentaires méthodologiques dans les instructions budgétaires et comptables applicables faciliteraient l'identification des rubriques adéquates pour classer les opérations. Le contrôle de leur mise en œuvre par les comptables publics pourrait également être renforcé.

4 - Des coûts de la mal-adaptation à identifier pour mieux les prévenir

En ce qui concerne l'adaptation au changement climatique, l'enjeu de la budgétisation verte réside autant dans l'identification des dépenses permettant de diminuer les vulnérabilités que de celles qui les accroissent. Il s'agit ainsi de prévenir les coûts d'une éventuelle mal-adaptation²⁵⁵.

Ainsi, la ville et l'Eurométropole de Strasbourg ont élaboré un schéma de promotion des achats socialement et écologiquement responsables (SPASER) dont la grille d'évaluation préalable comporte des critères relatifs à l'adaptation. L'État pourrait inciter à la généralisation de tels schémas de promotion des achats, obligatoires depuis le 1^{er} janvier 2023 pour les collectivités locales dont les dépenses effectuées dans le cadre de leurs marchés sont supérieures à 50 M€.

III - La végétalisation, une solution émergente à inscrire dans une trajectoire plus large

Afin de s'adapter au changement climatique, les villes ont eu largement recours à des mesures fondées sur la végétalisation (A). Cette orientation s'inscrit dans les objectifs de la Commission européenne qui propose dans son « Pacte Vert » de 2022 que 10 % de la surface des villes et des agglomérations soit arborée à l'horizon 2050. Toutefois, la végétalisation des villes reste encore une politique en construction (B) qui doit s'affirmer, notamment en mobilisant mieux le foncier privé (C).

A - La végétalisation, stratégie privilégiée de l'adaptation des villes aux vagues de chaleur

1 - La végétalisation, un instrument largement utilisé pour contribuer au rafraîchissement des villes

Les mesures d'adaptation fondées sur la nature constituent des options considérées comme « *sans regret* » et sont, à ce titre, recommandées par le plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC). Elles s'appuient sur les services écosystémiques que la nature rend en ville et associent des solutions vertes et bleues rappelées ci-après.

²⁵⁵ Cf. l'encadré intitulé *Adaptation, mal-adaptation et mesures sans regret* figurant dans le chapitre introductif.

La palette des solutions d'adaptation

L'Ademe, le Cerema et le bureau d'études TRIBU proposent une typologie des différentes solutions d'adaptation :

- les solutions vertes privilégient le végétal pour améliorer le confort thermique ;
- les solutions bleues s'appuient sur l'effet rafraîchissant de l'eau : elles peuvent être fondées sur la nature (reméandrage de cours d'eau, création d'ouvrages paysagers de gestion des eaux pluviales) ou impliquer des infrastructures artificielles (fontaines, brumisateurs) ;
- les solutions grises relatives aux infrastructures s'appuient sur des dispositifs techniques : la forme urbaine, le mobilier urbain (ombrières), le revêtement, les dispositifs liés aux bâtiments ;
- les solutions douces impliquent une modification des modalités de gestion de la ville et des comportements des citoyens (décalage des horaires de travail, ouverture des fenêtres la nuit, etc.).

Les effets combinés de l'évapotranspiration et de l'ombrage des arbres contribuent localement à baisser significativement la température de l'air et à lutter contre les îlots de chaleur urbain. La température peut être abaissée de 7 °C entre le milieu de la rue et la zone ombragée²⁵⁶.

Selon la surface et la forme de l'espace vert, le rafraîchissement peut s'observer à une échelle plus large²⁵⁷. Le sol peut être désimperméabilisé pour favoriser l'infiltration des eaux pluviales. Cet aménagement contribue au rafraîchissement de la ville, à la recharge des aquifères²⁵⁸ et au stockage de l'eau dans les végétaux. La restauration de la qualité du sol participe également de ce cercle vertueux.

²⁵⁶ Triollet Loïse, Laille Pauline, Saudeau Marc, *COOLTREES : les résultats du programme de recherche ANR.INRAE, Plante & Cité*, 2021.

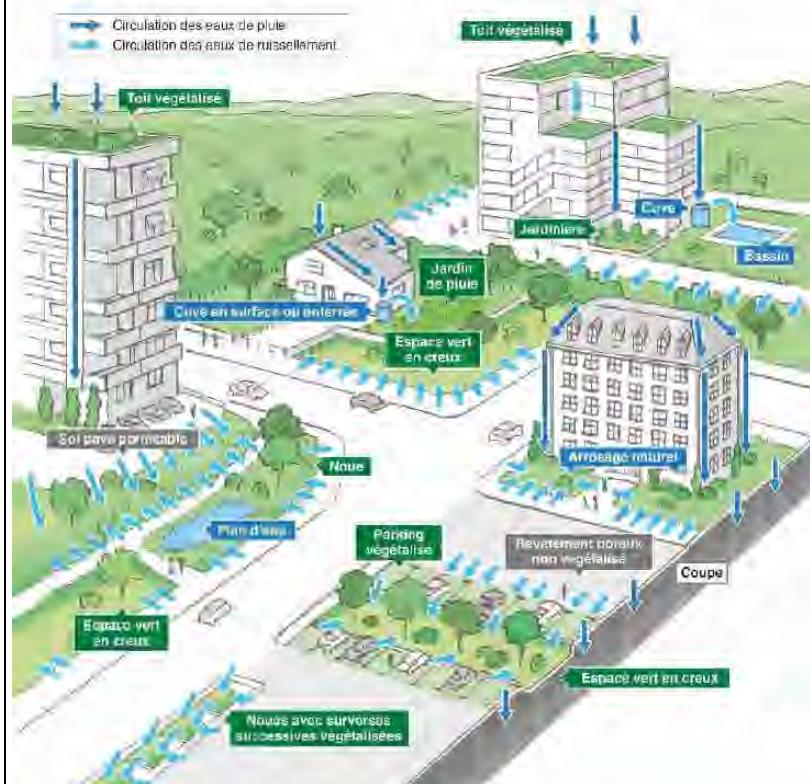
²⁵⁷ Cf. par exemple le guide ISadOrA (intégration de la santé dans les Opérations d'Aménagement) produit par l'École des Hautes Études en Santé Publique.

²⁵⁸ Un aquifère est un sol ou une roche réservoir originellement poreuse ou fissurée, contenant une nappe d'eau souterraine et suffisamment perméable pour que l'eau puisse y circuler librement.

La désimperméabilisation des sols

La désimperméabilisation est une notion consacrée par la doctrine de référence en matière d'assainissement. Elle vise à maîtriser le dimensionnement des réseaux et à limiter les rejets sans traitement dans le milieu naturel en favorisant l'infiltration de la pluie. Elle offre de nombreux bénéfices : moindre risque d'inondation, rafraîchissement des espaces publics, réduction de la pollution de l'eau par lessivage des sols, etc.

Schéma n° 12 : techniques d'infiltration des eaux pluviales



Source : agence de l'eau Seine Normandie

Comme l'illustrent les exemples d'autres villes européennes, à l'instar des projets ambitieux de « *réintroduction de la nature* » de Londres ou de mise en place d'une « *forêt métropolitaine* » à Madrid, la plupart des stratégies d'adaptation adoptées par les collectivités contrôlées accordent une part importante à la régulation du climat urbain par le végétal, pour limiter les effets des vagues de chaleur.

Forêts en villes : l'expérience de Londres et de Madrid

Le maire de Londres a engagé en décembre 2021, au lendemain de la COP 26 de Glasgow, un projet de « *réintroduction de la nature en ville* » (« *rewilding* »). Il se traduit par la restauration d'une faune sauvage en recréant un habitat adapté pour les animaux, et par la création d'un écosystème autorégulé, avec une faible intervention humaine à long terme, dans une ville qui abrite déjà plus de 16 000 espèces animales sauvages (1 300 à Paris). À cet effet, la ville met en place des « corridors naturels » le long des lignes de trains et des friches industrielles pour permettre la circulation des castors. Ces derniers peuvent ainsi aider à s'adapter au changement climatique en modifiant les écosystèmes pour créer des zones humides riches en biodiversité dans l'estuaire de la Tamise.

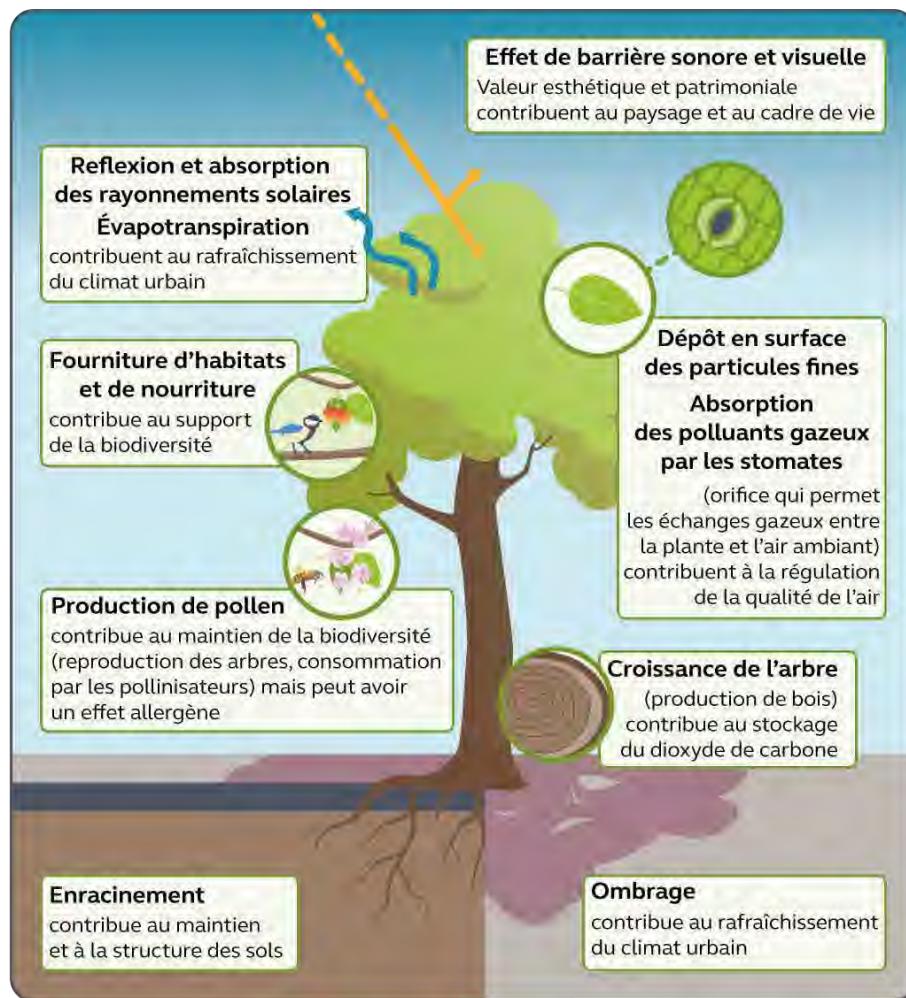
Pour la municipalité, qui a déjà investi 28 millions de livres dans l'environnement, réintégrer la nature peut aider à refroidir la ville pendant les vagues de chaleur et à modifier les débits des cours d'eau, ce qui contribue à atténuer les inondations.

La ville de Madrid s'est lancée dans un projet stratégique sur 30 ans de forêt métropolitaine, caractérisé par une ceinture périphérique de 75 km de long comprenant plus de 2 300 hectares de nouvelles forêts urbaines, des connexions avec les zones vertes existantes et la plantation de plus de deux millions de nouveaux arbres. Le contexte du projet, dont la mise en œuvre s'est traduite par cinq projets lauréats de concours internationaux, est différent de celui de Londres : il s'agit, dans une capitale nettement moins marquée par le passé industriel, de récupérer des terrains périphériques en tant qu'espaces verts pour les reboiser et les joindre aux espaces verts existants afin de créer un espace récréatif de proximité.

Les fonctions spécifiques à ce projet ne sont donc pas seulement écologiques mais font aussi apparaître la forêt métropolitaine comme lien social : permettre une connexion des banlieues entre elles, créer une zone piétonne de 75 km de long et faciliter l'accès au centre-ville en vélo. Il s'agit de rendre la ville de Madrid plus résistante aux effets du changement climatique grâce à l'amélioration de la qualité de l'air, l'atténuation de l'îlot de chaleur urbain et l'enrichissement de la biodiversité.

D'autres villes prévoient des plans de végétalisation de l'espace urbain. Elles associent aux objectifs de plantation des mesures pour favoriser l'infiltration des eaux pluviales, qui s'appuient le plus souvent sur des programmes de désimperméabilisation des cours d'eau, et pour améliorer la fonctionnalité des corridors écologiques et la biodiversité.

Schéma n° 13 : les services rendus par les arbres en ville



Source : Cerema, ville de Metz et Metz Métropole dans le cadre du projet Services Écosystémiques rendus par les Arbres, Modulés selon l'Essence (SESAME)

À supposer que les objectifs retenus dans les plans de végétalisation soient atteints, leurs effets en termes de rafraîchissement ne seront complètement effectifs qu'à long terme. Il faut en effet attendre une vingtaine d'années pour qu'un arbre arrive à maturité.

2 - La nécessaire diversification de la palette des solutions

La place prééminente qu'occupent les programmes de végétalisation dans les stratégies d'adaptation des villes témoigne du caractère encore récent de cette politique, appelée à se diversifier. En particulier, la prise en compte de l'adaptation des logements y est peu développée. L'inscription de cette planification dans une trajectoire d'adaptation à plus long terme reste encore à construire.

Des options « *avec faibles regrets* », qui peuvent être efficaces à court terme et sans incidence négative à long terme, pourraient enrichir le spectre des réponses aux vagues de chaleur. Davantage de solutions artificielles bleues ou grises pourraient figurer dans les stratégies d'adaptation, comme dans le plan « *Paris frais* », qui comporte un programme d'ombrage artificiel par l'installation d'ombrières là où il n'est pas possible ou trop coûteux d'implanter un ombrage naturel. La mise en chantier d'une canopée urbaine dans le secteur des Allées Delacroix à Rouen répond aux mêmes principes. Les villes de Paris, Strasbourg et Montpellier procèdent également à l'installation de fontaines à boire et de brumisateurs à proximité des points chauds.

La mise en œuvre de ces dispositifs temporaires ou de dispositifs pérennes, comme les jeux et miroirs d'eau, peut conduire à une consommation d'eau supérieure aux solutions fondées sur la nature. Mais elle présente l'intérêt d'être plébiscitée par les habitants et de prévenir l'ouverture des bouches d'incendie²⁵⁹ et les baignades illicites. L'agence de l'eau Rhin Meuse a ainsi soutenu la création d'un miroir d'eau à Nancy. L'harmonisation de la doctrine du réseau des agences à l'égard de ces projets permettrait d'en assurer un déploiement plus large, associé à une meilleure maîtrise de leur consommation d'eau. À plus long terme, la réflexion pourrait être élargie à la généralisation de réseaux de froid urbains comme celui qui existe à Paris, dont les résultats sont prometteurs.

²⁵⁹ Voir par exemple le rapport final du projet VISION, porté par *Eau de Bordeaux Métropole*, subventionné par l'agence de l'eau Adour Garonne.

Le réseau de froid urbain de la ville de Paris

Les réseaux de froid constituent une solution « grise » pour répondre au besoin de rafraîchir les bâtiments en évitant le recours à la climatisation individuelle. Ils font circuler en circuit fermé une eau glacée qui retourne à la centrale frigorifique après avoir gagné quelques degrés en rafraîchissant les bâtiments où elle est distribuée. Selon la programmation pluriannuelle de l'énergie 2019-2028, ils présentent une efficacité énergétique et environnementale cinq à dix fois supérieure à la climatisation électrique classique. Quand ils reposent sur la technique du refroidissement naturel dans l'eau (« *free-cooling* »), ils permettent également de réduire le phénomène d'îlot de chaleur urbain en évitant la dissipation de la chaleur résiduelle dans l'air ambiant de la ville. La ville de Paris dispose d'un réseau de 93 km dont l'eau est principalement rafraîchie par la Seine. En application de son plan « Climat », elle s'est dotée d'un schéma directeur qui vise à tripler sa taille pour couvrir l'ensemble de la ville d'ici 2050.

Des trajectoires d'adaptation élargie aux vagues de chaleur feraient également apparaître la nécessité de planifier des mesures permettant de répondre à l'ensemble des enjeux associés à la multiplication des canicules. Certains documents d'aménagement comportent des orientations relatives à l'adaptation du bâti aux principes du bio-climatisme (sobriété énergétique, exposition solaire, recours à des matériaux isolants bio ou géosourcés, etc.). Mais l'amélioration du confort thermique d'été est généralement prise en compte de manière insuffisante²⁶⁰. Le rapport de la mission d'enquête « *Paris à 50 °C* » met en question l'habitabilité des derniers étages des bâtiments dont l'isolation n'est techniquement ou réglementairement pas envisageable. Il fait apparaître des pistes de réflexion en la matière.

B - La végétalisation des villes, une politique en construction

1 - Une mesure impliquant la coordination de nombreux acteurs et la conciliation d'objectifs distincts

Outre la détection préalable des points chauds, le rafraîchissement de la ville par la végétalisation implique, pour les collectivités locales, d'identifier le foncier disponible en proximité en tenant compte de contraintes d'ordre technique et réglementaire.

²⁶⁰ Cf. le chapitre sur l'adaptation des logements au changement climatique.

L'identification du foncier disponible et l'entretien des plantations supposent de mobiliser de manière transversale les autorités chargées de la gestion du domaine public selon la répartition des compétences sur un territoire donné et les différents services responsables au sein de la collectivité. À Paris, la compétence partagée avec la préfecture de police sur la voirie constitue une contrainte supplémentaire.

La coordination des acteurs doit également permettre de concilier l'objectif de régulation du climat urbain associé à la végétalisation avec les objectifs de « *zéro artificialisation nette* » et de désimperméabilisation des sols.

Désartificialisation, désimperméabilisation et végétalisation

La désartificialisation des sols est définie à l'article L. 101-2-1 du code de l'urbanisme comme une mesure de compensation complémentaire de la préservation des espaces naturels pour atteindre l'objectif « *zéro artificialisation nette* » tout en préservant une marge pour le développement de la ville à l'échelle du territoire.

Elle consiste à faire revenir à l'état naturel (« *renaturer* ») des espaces artificialisés ou semi-artificialisés en rétablissant des fonctionnalités écologiques favorables au vivant. Elle s'appuie sur la végétalisation mais peut comprendre des restrictions de l'accès au public des sites concernés. Par ailleurs, l'annexe de l'article R. 101-1 du code de l'urbanisme classe les parcs et jardins dans la catégorie des sols artificiels qui peuvent être urbanisés sans accroître le *ratio d'artificialisation* du territoire.

La désimperméabilisation peut contribuer à la transformation d'espaces artificiels imperméables en surface végétalisée, mais peut aussi reposer sur des ouvrages artificiels (enrobés drainants, structures alvéolaires) qui n'ont pas d'effet rafraîchissant.

La coordination des acteurs doit également permettre de s'appuyer sur les plans d'urbanisme pour protéger le patrimoine végétal existant et favoriser son extension, à l'image de l'Orientation d'aménagement et de programmation « *Nature en ville* » introduite dans le plan local d'urbanisme de la ville de Saint-Etienne. Pour bénéficier d'un apport optimal en termes de lutte contre les îlots de chaleur, ainsi que de stockage de carbone, préserver, utiliser et pérenniser l'existant doit être le premier objectif poursuivi.

2 - Des contraintes techniques et réglementaires à prendre en compte

Les collectivités locales doivent tenir compte des distances minimales à respecter entre les infrastructures souterraines et les plantations. Ces contraintes sont particulièrement fortes dans les zones denses, comme à Paris. Pour optimiser l'occupation du sol, la ville de Mulhouse a élaboré un projet de protocole pour la cohabitation des arbres et des réseaux (CARE).

Un protocole pour la cohabitation des arbres et des réseaux à Mulhouse

L'encombrement du sous-sol par des câbles et réseaux (électricité, télécommunication, eau, assainissement, gaz) limite le volume de pleine-terre disponible pour la croissance des végétaux. À l'inverse, la poussée des racines est susceptible d'endommager les infrastructures avec des conséquences potentielles graves s'agissant des canalisations de gaz. Dans ce contexte, la ville de Mulhouse et trois concessionnaires (GRDF, Enedis, Orange) ont élaboré en 2022 un projet de protocole, en application de la norme NF P 98-332²⁶¹ qui prévoit que « *les plantations d'arbres au-dessus des réseaux ne peuvent être effectuées que dans le cadre défini par des protocoles spécifiques* ». La norme définit en effet les règles d'implantation respective des végétaux et des réseaux, afin de garantir l'intégrité des ouvrages et de permettre leur maintenance. Elle n'autorise pas, hors protocole, l'implantation d'arbres à des distances inférieures à 1,50 m.

La réflexion a été portée au plan national avec France Urbaine et plusieurs collectivités déjà engagées dans cette démarche, telles que la ville de Nantes et la métropole du Grand Lyon, afin d'élaborer un protocole spécifique avec GRDF, d'aider les villes dans le choix des végétaux et des solutions techniques à mettre en œuvre : essences à enracinement puissant à proscrire, choix des mottes, adaptation des fosses de plantation, mise en place de protections, inventaire des sites de cohabitation, etc.

De même, des contraintes comme la pollution du sol ou la configuration géographique et géologique des bassins versants urbains peuvent limiter le recours aux solutions vertes de gestion des eaux pluviales.

La présence de perspectives architecturales et paysagères protégées requiert l'autorisation préalable des architectes des bâtiments de France. Le projet d'extension du plan de sauvegarde et de mise en valeur du patrimoine (PSMV) au quartier de la Neustadt à Strasbourg montre qu'un dialogue approfondi entre les parties prenantes permet de concilier des objectifs de préservation du patrimoine historique et de végétalisation.

²⁶¹ NF P 98-332 de février 2005 *Chaussées et dépendances - Règles de distance entre les réseaux enterrés et règles de voisinage entre les réseaux et les végétaux*.

3 - Une évolution nécessaire des services et des pratiques en matière de gestion des espaces verts et de nature

Le recours aux solutions vertes s'accompagne d'une évolution des pratiques des services techniques vers une gestion patrimoniale de la nature en ville impliquant des compétences nouvelles. À titre d'illustration, la direction des espaces verts, sportifs et forestiers de la ville de Besançon a été transformée en direction de la biodiversité et des espaces verts, placée sous la responsabilité d'un écologue²⁶², et est désormais associée à la définition de tous les projets d'intervention de la collectivité sur l'espace public.

Cette évolution doit s'accompagner d'un effort d'investissement suffisamment massif pour que les plantations contribuent effectivement au rafraîchissement de la ville. Un ajustement des moyens de fonctionnement dans le long terme est également nécessaire, notamment pour l'entretien des projets de micro-végétalisation des trottoirs. La taille modeste des surfaces concernées et l'insuffisance d'entretien qui les caractérisent le plus souvent limitent fortement l'effet de rafraîchissement attendu.

Il est possible d'identifier des opérations d'aménagement réussies au regard de l'ensemble de ces enjeux, comme la zone d'aménagement concertée « Austrasie » à Nancy ou le projet « Mulhouse Diagonales ». Cependant le passage à l'échelle de la ville s'avère complexe.

La végétalisation à l'échelle de la ville à Nancy et Mulhouse

Implantée sur une friche industrielle à Nancy, la zone d'aménagement concertée « Austrasie » a été créée en 1997 pour répondre à des enjeux de développement économique et redonner au site une fonction résidentielle. Depuis 2020, la métropole du Grand Nancy a ajouté une dimension écologique à l'aménagement des hectares restant disponibles en visant une densification raisonnée conforme à l'orientation d'aménagement et de programmation (OAP) « adaptation au changement climatique » du plan local d'urbanisme en voie d'achèvement. Le schéma d'aménagement a été révisé pour mettre en valeur la biodiversité à travers un maillage d'espaces verts publics favorisant les îlots de fraîcheur. Les surfaces à commercialiser font l'objet d'une classification permettant de calculer leur valeur écologique et de déterminer un coefficient de biotope par surface (CBS) pour la préservation de la biodiversité. La surface des espaces de pleine terre a été multipliée par quatre et celle des enrobés imperméables divisée par trois. L'évolution du projet a conduit à une augmentation du coût total de l'opération (de 7 M€ HT à 32,2 M€ TTC) prise en charge par les parties prenantes et objet d'une demande de soutien du Fonds vert pour 1 M€.

²⁶² L'ingénieur écologue (ou chargé d'études écologue, chef de projet écologue, etc.) a pour mission de prévoir l'impact des activités de l'homme sur son environnement.

Le projet « Mulhouse Diagonales » vise à créer à l'horizon 2028 un parcours de nature à travers la ville en valorisant les berges des cours d'eau qui la traversent et en faisant réapparaître ceux dont le cheminement avait été recouvert. Le tracé représente trois diagonales en forme de Z qui connectent une majorité des quartiers mulhousiens. Le projet qui intègre la restauration écologique de friches industrielles favorisera le développement de la biodiversité au centre de Mulhouse, améliorera le cadre de vie des habitants avec davantage d'espaces végétalisés et une multiplication des accès à l'eau. Ces espaces contribueront au rafraîchissement de l'air sur les différents secteurs et à la protection contre les inondations. Le coût total du projet, réparti entre différentes maîtrises d'ouvrage, est estimé à 32 M€ dont près de la moitié à la charge de la ville, et bénéficie notamment du soutien de l'agence de l'eau Rhin-Meuse.

4 - Un cadre juridique en construction

En l'absence d'un cadre national²⁶³, les performances respectives des programmes locaux de végétalisation ne sont pas objectivables. Les données permettant de mesurer un état initial et les indicateurs de suivi qu'elles retiennent (indice de couvert arboré, surface par habitants, accessibilité à moins de 300 m d'une résidence, etc.) sont produits par les collectivités selon des méthodes et des nomenclatures qui leur sont propres.

La stratégie européenne en faveur de la biodiversité à horizon 2030 appelle les villes de 20 000 habitants ou plus à élaborer « *des plans ambitieux d'écologisation de l'espace urbain* ». La Commission européenne a présenté le 22 juin 2023 une proposition de règlement sur la restauration de la nature qui prévoit que la superficie totale nationale des espaces verts urbains augmente d'au moins 3 % d'ici à 2040 et d'au moins 5 % d'ici à 2050 et que la surface du couvert arboré urbain atteigne au moins 10 % dans les villes d'ici à 2050.

La stratégie nationale Biodiversité 2030 présentée par le Gouvernement le 27 novembre 2023 affirme le soutien de la France à cette proposition. Il prévoit l'élaboration d'un plan national pour la restauration des écosystèmes associé aux indicateurs retenus par le règlement européen d'ici la fin de l'année 2025 et des actions pour soutenir la structuration de la filière du génie écologique.

²⁶³ Adoptée dans un environnement institutionnel fortement centralisé et désormais désuète, sauf en Île-de-France où les principes qu'elle fixe continuent d'orienter l'action de l'agence régionale des espaces verts, une circulaire datant de 1973 est le dernier texte en date qui établit les définitions, les indicateurs et les objectifs nécessaires à une politique nationale des espaces verts urbains.

Dans cette perspective, des objectifs de restauration des écosystèmes urbains pourraient être prévus par les documents stratégiques locaux.

C - Une mesure au coût limité qui implique la mobilisation du foncier privé

Sous les réserves liées au manque de fiabilité de la présentation fonctionnelle des comptes locaux mentionnée plus haut, les dépenses d'investissement qu'elle permet d'identifier en matière d'espaces verts urbains s'élèvent en 2022 à 542 M€ pour le bloc communal. Elles représentent 2,7 % des dépenses d'investissement des communes et 0,6 % des celles des groupements de communes. Les dépenses de fonctionnement s'élèvent à 2,3 Md € et représentent 3,4 % des dépenses de fonctionnement des communes et 1 % au niveau intercommunal²⁶⁴.

Une étude produite par le centre commun de recherche de la Commission européenne²⁶⁵ a montré qu'en 2018, les espaces verts urbains représentaient 40,6 % de la superficie des zones urbanisées des villes françaises (15 670 km²). Le couvert arboré en représentait 8,3 %.

Le coût de la création d'un espace vert, qui varie fortement selon la nature du projet, est difficilement identifiable dans les comptes des collectivités locales. Porter à 10 % la part du couvert arboré dans les zones urbanisées des villes françaises en 2050 représenterait un investissement total de 3,6 Md € pour planter 2,4 millions d'arbres, soit un coût annuel de 360 M€ en concentrant les investissements entre 2025 et 2035 pour tenir compte de la durée de croissance et une augmentation des coûts de fonctionnement de 131 M€ en 2035. À supposer qu'il soit intégralement assumé par les collectivités publiques, cet effort apparaît soutenable au regard de la part de ces dépenses dans les comptes consolidés du bloc communal et de la dotation du Fonds vert.

Cependant, compte tenu des difficultés identifiées pour mobiliser le foncier public, le principal défi à relever pour accroître de manière significative la surface des espaces verts urbains concerne la mobilisation du foncier privé.

²⁶⁴ Rapport 2023 de l'Observatoire des finances et de la gestion publique locale.

²⁶⁵ Babi Almenar, J., Marando, F., Vallecillo, et autres, *Urban Ecosystem accounts following the SEEA EA standard : A pilot application in Europe*, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2023.

Pour y parvenir, certaines collectivités mettent en place des dispositifs incitatifs expérimentaux. La ville de Mulhouse a inséré dans un bail emphytéotique des obligations réelles environnementales portant sur la plantation et la gestion d'une forêt urbaine pendant 30 ans. Portant sur des surfaces plus significatives, le programme « *Espaces Extérieurs 2023* », promu par l'Eurométropole de Strasbourg en faveur des bailleurs sociaux, a permis la création de 3 500 m² d'espaces verts.

Dans le cadre du Fonds vert, l'expérimentation d'un dispositif pour subventionner des plantations d'espaces verts sur des emprises foncières privées constituerait un outil supplémentaire. Selon les paramètres retenus, un tel dispositif permettrait également de réduire le coût des aménagements portés par les collectivités publiques.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La prise de conscience par les exécutifs locaux de la nécessité d'adapter les villes au changement climatique est récente et concomitante à la multiplication d'épisodes météorologiques extrêmes ces dernières années. Le foisonnement des documents de planification qui les encadrent appelle une rationalisation. Celle-ci faciliterait la mise en œuvre de trajectoires définissant les étapes à franchir et les objectifs à atteindre pour réduire les vulnérabilités associées au changement climatique.

L'élaboration de trajectoires d'adaptation faciliterait également l'émergence de transformations structurelles. Pour prévenir la multiplication des équipements de climatisation individuelle, identifiée comme un facteur de « maladaptation », le déploiement à grande échelle de réseaux de froid urbain, comme celui existant à Paris mais dont la taille demeure modeste, est une option qui pourrait être examinée lors de l'élaboration des stratégies d'adaptation. La question de l'articulation des objectifs de densification des villes et de leur adaptation au changement climatique ne peut être abordée sans lien avec la transformation des logements et des réseaux, évoquée par ailleurs dans le présent rapport.

Dans ce contexte, la Cour formule les recommandations suivantes :

1. *rationaliser les documents de planification relatifs à l'adaptation au changement climatique, notamment en améliorant l'articulation entre le plan national d'adaptation au changement climatique et le volet relatif à l'adaptation des plans climat air énergie territoriaux (ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires) ;*
 2. *associer les communes à la planification locale de l'adaptation au changement climatique, en prévoyant l'élaboration de stratégies conjointes avec le niveau intercommunal (ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires) ;*
 3. *mettre en œuvre de manière effective l'obligation de programmation financière et de suivi de l'exécution des dépenses d'adaptation au changement climatique (établissements publics de coopération intercommunale soumis à l'obligation d'adopter un PCAET) ;*
 4. *introduire dans le socle commun des stratégies locales d'adaptation, un plan prévoyant des mesures de protection du patrimoine naturel et d'augmentation de la surface des espaces verts et du couvert arboré (ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires).*
-

Réponses reçues à la date de la publication

Réponse du ministre de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique	316
Réponse du ministre de la transition écologique et de la cohésion des territoires	317
Réponse du président-directeur général de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe)	318
Réponse du directeur général de l'Office français de la biodiversité (OFB) .	319

Destinataires n'ayant pas d'observation

Monsieur le directeur général du Centre d'études et d'expertise sur les risques, la mobilité et l'aménagement (Cerema)
Monsieur le directeur général de l'agence de l'eau Loire-Bretagne
Monsieur le directeur général de l'agence de l'eau Rhin-Meuse
Madame la directrice générale de l'agence de l'eau Seine-Normandie
Monsieur le directeur général de l'agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse

RÉPONSE DU MINISTRE DE L'ÉCONOMIE, DES FINANCES ET DE LA SOUVERAINETÉ INDUSTRIELLE ET NUMÉRIQUE

La Cour accueille favorablement le projet d'élaboration d'un « budget vert » par les collectivités locales. Celui-ci permettra de mesurer l'impact de leurs dépenses au regard des enjeux de la transition écologique et de mieux suivre les politiques partagées avec l'État en la matière. En pratique, la Cour fait valoir qu'une « révision de la nomenclature fonctionnelle et l'introduction de commentaires méthodologiques dans les instructions budgétaires et comptables applicables faciliteraient l'identification des rubriques adéquates pour classer les opérations. Le contrôle de leur mise en œuvre par les comptables publics pourrait également être renforcé ».

Le Gouvernement partage ces orientations que des travaux, menés en concertation avec les collectivités locales, doivent permettre de préciser.

L'article 191 de la loi n° 2023-1322 du 29 décembre 2023 de finances pour 2024 prévoit que le compte administratif ou le compte financier unique des collectivités territoriales, de leurs établissements et groupements de plus de 3 500 habitants, comporte une annexe permettant de mesurer l'impact du budget sur la transition écologique.

La démarche s'appuie sur la présentation des dépenses à la fois par nature et par fonction prévue par l'instruction budgétaire et comptable M57. Elle sera mise en œuvre de façon progressive, d'abord sur les dépenses d'investissement, et selon un nombre qui pourra être limité d'axes de la taxonomie européenne. La priorité sera donnée aux axes « adaptation au changement climatique » et « atténuation du changement climatique », ceux-ci étant utilisés par les collectivités déjà engagées dans un exercice de cotation environnementale de leurs dépenses.

Des travaux interministériels sont en cours avec les associations d'élus locaux pour définir un premier périmètre de cotation et une méthodologie de cotation uniforme, articulée aux standards de cotation de l'annexe présentant l'impact environnemental du budget de l'État, permettant la production de données dès les comptes clos 2024. Les collectivités les plus avancées dans la démarche et volontaires pourront naturellement aller plus loin dans les travaux de cotation dès l'année 2024.

Les travaux en cours aboutiront, dans un premier temps, à la communication d'une documentation méthodologique partagée et pourront donner lieu, dans un second temps, à un ajustement des nomenclatures budgétaires et comptables et à une réflexion sur les contrôles exercés par le comptable public.

RÉPONSE DU MINISTRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET DE LA COHÉSION DES TERRITOIRES

Les villes sont un acteur crucial de l'adaptation au changement climatique. Elles doivent aujourd'hui pouvoir bénéficier des outils nécessaires pour analyser leurs vulnérabilités face au changement climatique et prendre les mesures d'adaptation nécessaires. En lien avec les trois premières recommandations de la Cour des comptes, le troisième plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC 3), actuellement en cours d'élaboration, a pour ambition de soutenir les acteurs territoriaux, notamment en définissant le scenario de réchauffement de référence qui s'appliquera aux documents de planification territoriale, en particulier dans les plans climat-air-énergie territoriaux. Le PNACC 3 vise également à rendre opérationnelle la mise en œuvre d'actions concrètes d'adaptation, par la diffusion d'une liste d'actions sans-regret, pouvant être mises en place par toutes les villes pour faire face, sans mal-adaptation, aux effets du changement climatique. Enfin, le travail initié à l'automne 2023 avec le lancement des COP (Conférences des parties) territoriales doit permettre à tous les acteurs du territoire de se réunir pour définir ensemble leur propre stratégie d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre et d'adaptation au changement climatique.

Nous partageons l'intérêt de la 4^e recommandation. Dans le cadre des outils de planification à la disposition des élus, afin de garantir l'appropriation des projets par les habitants, nous préconisons que les mesures de protection du patrimoine naturel et d'augmentation de la surface des espaces verts et du couvert arboré s'appuient entre autres sur le levier de la démarche paysagère. Cette méthode permet en effet de constituer des écosystèmes urbains cohérents et pérennes.

L'action publique de l'État positionne l'adaptation des villes au changement climatique au sein d'une vision holistique de l'aménagement urbain, en soutenant les réponses intégrées aux défis de la ville durable mises en œuvre dans les territoires. Dans cette optique, concernant les solutions fondées sur la nature, l'État continue à porter la renaturation, plutôt que la seule végétalisation. Les leviers d'adaptation dits « gris » (conception urbaine bioclimatique) sont également à exploiter. La retranscription en France du règlement européen sur la restauration des écosystèmes concrétisera les objectifs surfaciques de renaturation recommandés par la Cour des comptes. La mesure dédiée à la renaturation des villes et des villages au sein du fonds vert accompagne les opérations portées localement. Le succès rencontré en 2023 et le renouvellement en 2024 permettent de confirmer qu'elle rencontre l'intérêt des territoires.

**RÉPONSE DU PRÉSIDENT-DIRECTEUR GÉNÉRAL DE L'AGENCE
DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE (ADEME)**

Pour faire suite à votre courrier du 7 décembre 2023 relatif à la notification du chapitre « L'adaptation des villes au changement climatique » destiné à figurer dans le rapport public annuel 2024 de la Cour des comptes, je tiens à vous faire part de trois remarques principales.

En premier lieu, si nous partageons très largement les éléments et propositions consignées dans ce chapitre, je tiens à souligner une mauvaise interprétation de la Cour sur la démarche « Territoire Engagé pour la Transition Écologique » portée par l'ADEME. La rédaction proposée paragraphe II-A-1 laisse entendre que son déploiement se fait au détriment du suivi et de la mise en œuvre de leur PCAET. Cette perception est inexacte. En réalité, « Territoire Engagé » permet précisément à une collectivité de formaliser son PCAET dans un cadre d'action organisé, en facilitant un suivi et une programmation des actions, assortis d'indicateurs d'évaluation. « Territoire Engagé » fournit donc un cadre opérationnel, permettant de mettre facilement le PCAET en action, et ne nuit en rien à son bon déroulement.

Je souhaite également vous faire part de l'ambition forte que je porte, dans le cadre de l'élaboration du PNACC3, de renforcer la coopération entre établissements publics pour mettre en place d'un guichet partenarial unique, permettant de réunir les actions et accompagnements des différents opérateurs de l'État (Météo France, OFB, Agences de l'eau, Cerema, etc.) dans une approche coordonnée s'appuyant sur notre démarche TACCT (<https://tacct.ademe.fr/>), citée dans votre chapitre, et qui est la seule plateforme d'accompagnement opérationnelle qui déploie la méthode des trajectoires, méthode préconisée par le GIEC, normalisée, et reconnue au niveau international.

TACCT permet la mise en place de « trajectoires d'adaptation », dont le principe est d'anticiper les changements à venir et de s'y adopter progressivement, plutôt que de réagir uniquement aux situations de crise. Il s'agit à la fois de réduire les vulnérabilités actuelles et à venir, mais aussi d'intégrer transversalement la transition écologique dans le développement des territoires et des activités économiques. Dans le cadre de ce partenariat multi-opérateurs, TACCT serait ainsi utilisée comme une plateforme de portage global de l'action d'adaptation au changement climatique d'une collectivité, faisant appels aux offres et outils des autres opérateurs. L'accès des collectivités aux différentes compétences et outils d'accompagnement serait ainsi facilité, ce qui favoriserait leur engagement dans des trajectoires d'adaptation.

Enfin, vous mentionnez également dans le paragraphe II-A-1, 8 que « L'ADEME a pour mission d'accompagner les collectivités locales dans l'élaboration de leurs documents de planification ». En réalité, l'ADEME n'aide pas directement les collectivités à élaborer leurs documents de planification, mais elle les aide, en revanche, à y intégrer les enjeux de la transition écologique. Pour se faire, nous mettons à disposition des ressources documentaires, des méthodologies, de l'aide à l'ingénierie, des expérimentations, permettant aux collectivités de saisir les enjeux et de disposer des connaissances et compétences nécessaires à cette intégration.

RÉPONSE DU DIRECTEUR GÉNÉRAL DE L'OFFICE FRANÇAIS DE LA BIODIVERSITÉ (OFB)

Cette insertion, qui rappelle les enjeux du changement climatique sur les milieux urbains et dresse le bilan des politiques publiques mobilisées à cette fin, souligne un certain nombre de constats auxquels l'Office français de la biodiversité (OFB) souscrit pleinement.

Je partage tout d'abord les remarques de la Cour sur le caractère bien souvent incomplet des diagnostics. La prise en compte parfois insuffisante des effets du changement climatique par exemple sur la ressource en eau ou sur la biodiversité et le recours trop limité à des trajectoires précises d'adaptation ne permettent en effet pas de mobiliser l'ensemble des leviers favorisant les nécessaires changements systémiques, notamment le recours aux solutions fondées sur la nature. Il importe ainsi que des diagnostics complets de l'état des écosystèmes et des trames, ainsi que des potentialités de restauration soient conduits, afin d'établir une stratégie transversale de réduction de la vulnérabilité des habitants. Je souscris également à l'analyse de la Cour recommandant le renforcement de l'articulation entre les différents documents de planification, le plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) et les plans climat-air-énergie territoriaux (PCAET) ce qui permettra de mieux intégrer les problématiques liées à l'eau et la biodiversité.

La Cour constate par ailleurs le besoin de renforcement de la coordination de l'action publique territoriale, notamment en clarifiant l'articulation entre les obligations des PCAET et les démarches d'accompagnement mises en place par certains opérateurs de l'État, notamment l'Ademe, le Cerema, les agences de l'eau et l'OFB. Même si je partage pleinement cet objectif, il ne me semble pas pour autant que les conventions proposées par l'OFB ou les agences de l'eau viennent concurrencer les autres outils de planification. Elles permettent au contraire d'apporter des solutions aux collectivités pour mieux prendre en compte des

aspects peu ou pas traités dans les PCAET (eau, biodiversité). Il est cependant effectivement essentiel de s'assurer que ces actions sont bien complémentaires et non concurrentes. C'est dans cet objectif que l'OFB, le CEREMA et l'ADEME se sont d'ores et déjà engagés dans une démarche de rapprochement de leurs travaux en vue de concevoir et de proposer une ingénierie d'appui cohérente et lisible en matière d'adaptation au changement climatique.

En complément, je souscris à l'analyse de la Cour constatant l'insuffisante évaluation des coûts de l'adaptation au changement climatique et je partage l'importance d'intégrer les coûts de la mal-adaptation ou de la non adaptation afin de lutter contre les opérations néfastes. Il convient en parallèle de fiabiliser les budgets verts et d'intégrer pleinement les coûts de fonctionnement liés à l'entretien des solutions fondées sur la nature.

Je partage également les réflexions de la Cour sur l'importance stratégique de la végétalisation, en relevant avec satisfaction l'accent mis sur la qualité des projets de végétalisation : planification en lien avec la restauration des trames, choix des essences, montée en qualité de la gestion des espaces verts, optimisation pour la restauration des fonctions utiles à la biodiversité. Des plantations mal conçues peuvent en effet également relever de la mal-adaptation. Cela doit s'accompagner, comme le souligne la Cour, d'un effort important de formation des élus, des techniciens des collectivités territoriales, mais également des différents opérateurs de génie écologique qui interviennent en appui : bureaux d'études, aménageurs, entreprises de travaux, etc. Le recours aux solutions grises doit être considéré davantage comme des solutions temporaires, en veillant à ne pas induire de pression supplémentaire sur les ressources ou la biodiversité en ville.

Comme le relève la Cour, le cadre juridique et stratégique de la résilience des territoires urbains face au changement climatique s'affirme autour de la convergence des enjeux de retour d'une nature en ville en bon état et d'adaptation au changement climatique. C'est ainsi le sens des objectifs portés par le projet de règlement européen relatif à la restauration de la nature, qui doit faire l'objet d'un examen final au Parlement européen au premier trimestre 2024, comme par la Stratégie nationale biodiversité 2030 publiée par le Gouvernement le 27 novembre 2023. Dans ce cadre, les PCAET doivent pouvoir être mobilisés pour construire une véritable stratégie de reconstitution d'écosystèmes urbains en bon état à travers les trames vertes, bleues, brunes, noires, blanches, stratégie qui sera seule garante d'un effet d'adaptation à moyen et long terme ne se limitant pas à des plantations opportunistes sur le foncier public.

Je partage ainsi entièrement les recommandations de la Cour, en précisant que leur mise en œuvre doit veiller à la bonne implication des citoyens en s'assurant de leur mobilisation, à la prise en compte des dépenses d'entretien et à la qualité de gestion des espaces verts.

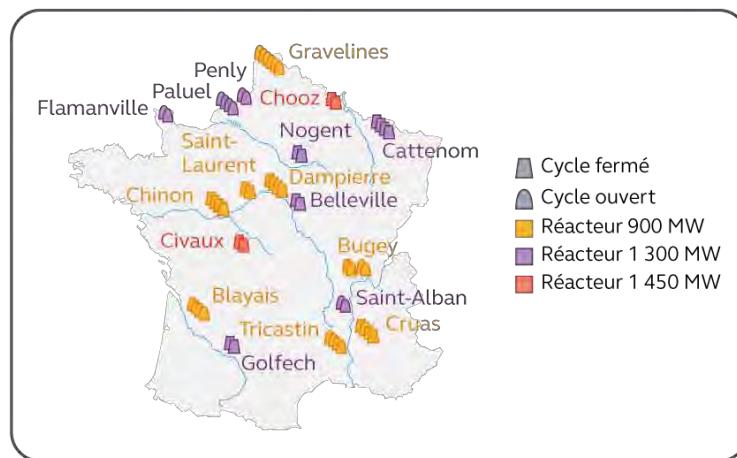
3

L'adaptation des parcs nucléaire et hydro-électrique au changement climatique

PRÉSENTATION

Le parc nucléaire est composé de 18 centrales regroupant 56 réacteurs en exploitation, d'une puissance totale installée de 61,4 GW²⁶⁶. Ce sont tous des réacteurs à eau pressurisée de deuxième génération, dits « REP », qui ont été construits à la fin du XX^e siècle, pour une durée initiale de 40 ans, susceptible d'être portée à 50 puis 60 ans.

Carte n° 15 : paliers de puissance et mode de refroidissement des 56 réacteurs nucléaires d'EDF en exploitation en France



Source : RTE, Futurs énergétiques 2050

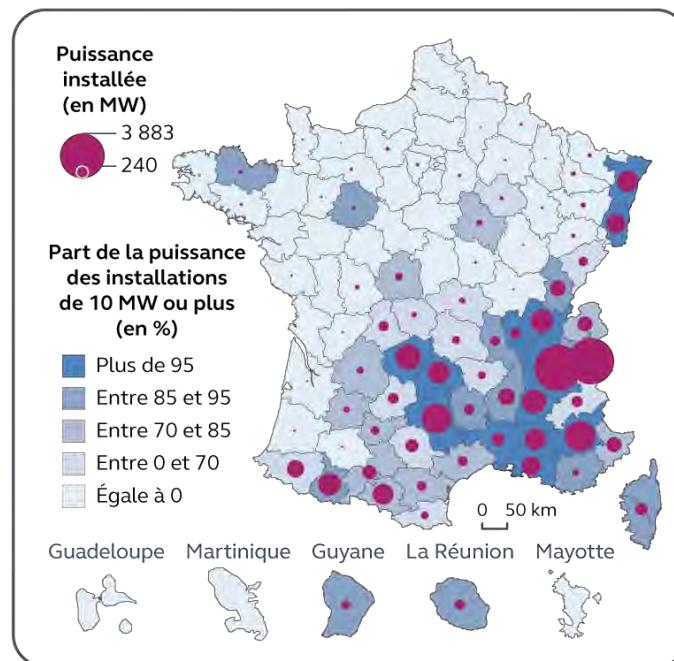
Note : en circuit ouvert, l'énergie non transformée en électricité est renvoyée au milieu aquatique sous forme de chaleur (mer ou cours d'eau). En circuit fermé, 95 % de l'énergie non transformée en électricité est évacuée dans l'atmosphère par évaporation et convection via les aéroréfrigérants.

²⁶⁶ La puissance des réacteurs actuellement en exploitation est comprise entre 900 MW et 1 450 MW.

L'annonce d'un programme « nouveau nucléaire »²⁶⁷ avec une première tranche de six réacteurs EPR2²⁶⁸ de 1 650 MW prévus pour fonctionner au moins 60 ans, puis une seconde tranche additionnelle à l'étude de huit EPR2, oblige à inscrire les préoccupations climatiques dans une perspective de très long terme (2080-2100, voire au-delà).

Le parc hydro-électrique représente près de 26 GW de puissance installée. Il est le fruit d'un héritage historique caractérisé par un grand nombre de concessions attribuées à trois principaux gestionnaires dont les deux premiers sont au centre de l'enquête de la Cour : Électricité de France (EDF), assurant environ 70 % de la production hydro-électrique nationale²⁶⁹, et la Compagnie nationale du Rhône (CNR), environ 25 %.

Carte n° 16 : puissance des installations hydrauliques par département fin 2021



Source : SDES, chiffres clés des énergies renouvelables – édition 2022

²⁶⁷ Déclaration du Président de la République sur la politique de l'énergie, le 10 février 2022 à Belfort.

²⁶⁸ L'EPR2 est la version industrialisée de la tête de série EPR, en cours de construction à Flamanville.

²⁶⁹ EDF exploite 5 500 centrales hydrauliques, réparties sur près de 300 concessions.

En France, les parcs nucléaire et hydro-électrique ont représenté jusqu'à 89 % de la production totale d'électricité au cours de la période 2014-2022²⁷⁰. L'année 2022, marquée par le cumul d'une faible disponibilité du parc nucléaire et d'une baisse de la production hydro-électrique, a affiché un net recul avec une production cumulée représentant seulement 73 % de la production électrique totale.

Les parcs nucléaire et hydro-électrique ont en commun d'être à la fois des infrastructures prévues pour fonctionner sur le long terme et d'être dépendants de la ressource en eau pour l'exploitation et la sûreté des installations. Or, la disponibilité de l'eau est affectée par le réchauffement climatique, dont les impacts directs sur la ressource iront grandissant (baisse des débits, pressions environnementales, arbitrage sur les usages).

Le présent chapitre fait suite à une communication de la Cour portant sur l'adaptation au changement climatique du parc de réacteurs nucléaires, remise au Sénat au mois de février 2023²⁷¹. Il vise à appréhender les effets prévisibles du changement climatique sur la sûreté, l'exploitation et la production des parcs nucléaire et hydro-électrique. Il examine la manière dont le changement climatique est pris en compte dans les référentiels et les normes de sûreté, les actions d'adaptation mises en œuvre par les acteurs, ainsi que la difficile évaluation de leurs coûts, avant d'évoquer les exigences nouvelles qu'il fait peser sur le développement des installations futures.

I - Le changement climatique soumet les parcs nucléaire et hydro-électrique à des risques accrus

Ces parcs ont en commun d'être des infrastructures prévues pour fonctionner sur le long terme tout en étant dépendantes, pour l'exploitation et la sûreté des installations, de la ressource en eau dont la disponibilité est affectée par le réchauffement climatique.

²⁷⁰ Source : RTE, [Production d'électricité en France - Accès aux données RTE \(rte-france.com \)](#). Sur la période 2014-2022, la production hydro-électrique a contribué à hauteur de 10 à 13 % de la production totale annuelle d'électricité et la production nucléaire de 62 à 77 %.

²⁷¹ La Cour des comptes avait été saisie, le 18 janvier 2022, par la Commission des finances du Sénat, sur le fondement de l'article 58-2° de la loi organique du 1^{er} août 2001 relative aux lois de finances, d'une demande d'enquête portant sur « l'adaptation au changement climatique du parc de réacteurs nucléaires ».

A - Une expertise climatique mobilisée pour définir les risques associés au changement climatique

1 - La recherche de projections climatiques de long terme

S’agissant du parc nucléaire, des projections climatiques de long terme sont nécessaires tant pour la poursuite du fonctionnement des centrales actuelles au-delà de 40 ans d’exploitation que, plus encore, pour la réalisation des nouveaux programmes²⁷². Pour l’hydro-électricité, au-delà de projections de long terme qui demeurent utiles, l’élaboration de modélisations hydrologiques à partir des modèles climatiques représente un enjeu plus important.

Le service climatique²⁷³ d’EDF réalise, pour les parcs hydro-électrique et nucléaire, une sélection de projections climatiques à partir des scénarios du GIEC : RCP4.5 et 8.5, ponctuellement le RCP6.0, pour le 5^{ème} rapport, SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0, SSP5-8.5, pour le 6^{ème} (cf. chapitre d’introduction générale)

En complément, les modèles du programme Euro-Cordex²⁷⁴ et de Météo France, qui les affinent, sont utilisés pour une modélisation à l’échelle locale (maille régionale généralement) des projections climatiques globales.

2 - Les modélisations hydrologiques à l’appui de la gestion du parc hydro-électrique

Les méthodes d’évaluation des impacts du changement climatique utilisées par EDF permettent d’estimer si les évolutions futures du climat peuvent avoir une influence sur l’hydrologie du bassin versant d’un aménagement hydro-électrique²⁷⁵. Les projections climatiques utilisées, dites « *Global climate models* » (GCM), consistent en 17 trajectoires pour les deux scénarios d’émissions de gaz à effet de serre du GIEC, RCP4.5 et

²⁷² Déploiement de 14 EPR2, dont huit à l’étude, annoncé en 2022 par le Gouvernement.

²⁷³ Crée en 2014.

²⁷⁴ Déclinaison européenne du programme international Cordex, Euro-Cordex, auquel participent les principaux établissements et laboratoires publics français de recherche sur le climat, a réalisé à l’échelle de l’Europe un ensemble de projections climatiques à une très haute résolution spatiale (12 km).

²⁷⁵ EDF Hydro a participé au développement d’un nouveau guide dit IHA (, 2019) pour l’évaluation de la résilience des aménagements hydro-électriques aux effets de l’évolution climatique.

RCP8.5. La chaîne de modélisation, développée en interne, suit trois étapes : la déclinaison territoriale des projections climatiques globales en précipitations et en températures, une étape de modélisation hydrologique et la traduction de l'hydrologie en production potentielle.

La Compagnie nationale du Rhône (CNR) s'appuie sur les travaux de ses services d'ingénierie ainsi que sur les études menées à l'échelle du bassin versant du Rhône, sous le pilotage de l'agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse et de la direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) de bassin. Une récente « *Étude de l'hydrologie du fleuve Rhône sous changement climatique* », publiée en mars 2023²⁷⁶, s'appuie sur les deux scénarios RCP 4.5 (médian) et RCP 8.5 (le plus pessimiste) du GIEC et dix projections climatiques.

3 - Les paramètres retenus pour appréhender les risques associés au changement climatique

L'arrêté fixant les règles générales applicables aux installations nucléaires de base (INB)²⁷⁷ ne prévoit pas explicitement leur adaptation au changement climatique, mais impose la prise en considération des conditions météorologiques ou climatiques extrêmes, ainsi que leurs interactions, à chaque démonstration de sûreté, en particulier lors des réexamens périodiques décennaux. S'agissant des aléas les plus sensibles au changement climatique, EDF réalise des projections temporelles pour alimenter les stratégies de prévention et d'adaptation du parc. Les paramètres physiques associés à ces aléas sont les températures élevées de l'air et de l'eau, la sécheresse entraînant une diminution des débits des cours d'eau, et le risque de submersion marine (marée, vitesse de vents, etc.).

²⁷⁶ BRLi, 2023, *Étude de l'hydrologie du fleuve Rhône sous changement climatique*.

²⁷⁷ Arrêté des ministres chargés de l'écologie et de l'industrie du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base (INB) dont l'article 3.6 porte sur les agressions externes à prendre en considération.

Tableau n° 15 : liste des agressions externes d'origine climatique et paramètres physiques associés

Agressions externes d'origine climatique	Paramètres physiques
Canicule	Températures maximales de l'air et de l'eau
Inondation externe	Débit et/ou niveau haut de la source de prélèvement en eau (source froide), pluie, vitesse de vent associée à la houle
Sécheresse	Débit et/ou niveau bas de la source froide
Neige et vent	Vitesse de vent et niveau de neige
Tornade	Fréquence et intensité des tornades
Grand froid, frasil et prise de glace	Températures minimales de l'air et de l'eau
Foudre	Épisodes orageux / caractéristiques des arcs de foudre

Source : EDF

L'évolution de l'hydrologie constitue le principal risque affectant l'exploitation des ouvrages du parc hydro-électrique. EDF distingue les risques chroniques, qui découlent de la hausse des températures et de l'évolution du régime de précipitations, des risques aigus issus des vagues de chaleur, des sécheresses, des précipitations extrêmes et des tempêtes. Pour la CNR, le principal risque est l'évolution du débit du Rhône qui influe directement sur la production électrique des ouvrages au fil de l'eau.

En matière de sûreté, le changement climatique expose les barrages à des événements tels que des crues exceptionnelles ou des glissements de terrain. Les risques sont de deux ordres : une rupture du barrage par la surverse²⁷⁸ ou, à l'aval, un risque d'inondation. Indépendamment de la sûreté, l'évolution de l'hydrologie peut entraîner des variations dans la production électrique, des pressions accrues sur l'environnement et des conflits d'usages de l'eau.

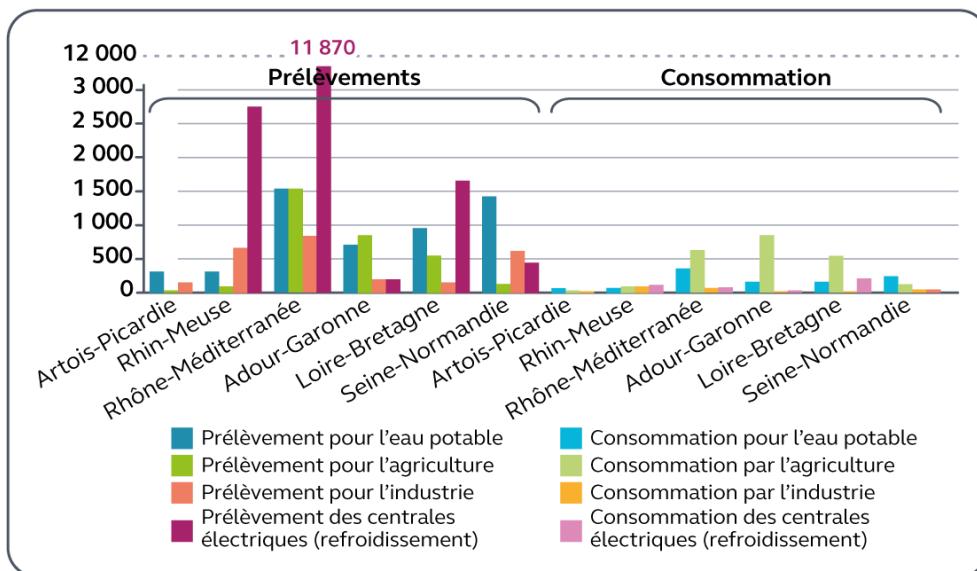
²⁷⁸ Par l'augmentation instantanée mais de courte durée de la charge hydrostatique sur le barrage ou l'érosion des matériaux du barrage pour les barrages en remblai.

B - Des contraintes majeures liées à la ressource en eau et aggravées par le changement climatique

1 - Les contraintes de prélèvements et de rejets du parc nucléaire

Le volume d'eau douce prélevé chaque année en France pour les activités humaines représente, en moyenne depuis 2010, environ 32 milliards de m³, hors barrages. Un peu plus de la moitié de ce volume est destinée au refroidissement des centrales électronucléaires. L'eau prélevée est ensuite presque entièrement rejetée dans le milieu aquatique, à proximité du point de prélèvement mais à une température plus élevée.

Graphique n° 24 : prélèvements et consommation d'eau douce en France métropolitaine par usage et par bassin hydrographique, en millions de m³ moyenne 2010-2018



Source : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/leau-en-france-ressource-et-utilisation-synthese-des-connaissances-en-2021>

Note : Le commissariat général au développement durable (CGDD/SDES) a mis à jour en mars 2023 les données liées à la consommation d'eau en apportant l'explication suivante : « La série de données sur l'estimation de la consommation d'eau douce a été révisée à la baisse, en mars 2023, à la suite de la mise à disposition de données détaillées de consommation d'eau par centrale électrique nucléaire. Ces estimations de consommation par les centrales, transmises par EDF, ont montré que les coefficients précédemment utilisés pour l'estimation de la consommation des centrales conduisaient à une surestimation de cette consommation. Cette révision modifie en conséquence la valeur de consommation totale et la répartition des usages. ». Ce graphique remplace donc celui qui figurait dans le rapport de la Cour remis au Sénat en février 2023.

Le type de circuit de refroidissement conditionne la consommation finale d'eau. En circuit ouvert (18 réacteurs en bord de mer, dont quatre en estuaire, et huit en bord de fleuve), l'eau prélevée est utilisée pour refroidir le réacteur puis rejetée dans son milieu : les prélèvements sont donc très importants mais la consommation très faible. En circuit fermé (30 réacteurs en bord de fleuve), la quantité d'eau prélevée est beaucoup plus faible mais subit une évaporation moyenne de 24 %²⁷⁹ ; l'échauffement de l'eau y est également moindre que pour une centrale à cycle ouvert.

Ainsi qu'exposé sous le graphique n° 1, les estimations de la consommation d'eau des centrales ont été revues à la baisse au premier trimestre 2023 par le ministère de transition écologique lors de la présentation du plan gouvernemental sur l'eau²⁸⁰, passant de 31 % à 12 % du volume annuel consommé en France métropolitaine²⁸¹. Les relevés des données de prélèvement et de consommation sont réalisés par EDF mais seuls les prélèvements font l'objet d'une obligation de mesure, communiquée aux agences de l'eau. Les corrections opérées en 2023 comme les contraintes à venir sur la ressource en eau doivent inciter les pouvoirs publics à améliorer la qualité du système d'information sur l'eau et son accessibilité au public, comme la Cour l'a déjà recommandé²⁸². Le plan gouvernemental sur la gestion de l'eau prévoit l'installation obligatoire, pour les prélèvements importants, de compteurs avec télétransmission des volumes prélevés. Mais la Cour réaffirme la nécessité de fiabiliser davantage les mesures de prélèvement et de consommation d'eau des centrales. De son côté, l'exploitant reconnaît la nécessité d'améliorer les échanges et la qualité des mesures, tant pour les eaux de surface que pour les nappes souterraines, qui sont également sollicitées pour les besoins des installations.

Les enjeux relatifs à la disponibilité de la ressource en eau pour les centrales nucléaires en exploitation portent également sur les limites réglementaires de prélèvements et de rejets d'effluents radioactifs ou chimiques²⁸³ et d'eau chaude. Pour les sites implantés en bord de cours d'eau, les rejets d'effluents ne sont autorisés que si le débit est suffisant. À

²⁷⁹ Estimation moyenne pour le parc sur l'année 2021.

²⁸⁰ Plan d'action pour une gestion résiliente et concertée de l'eau – avril 2023.

²⁸¹ Source service statistiques du MTES, mise à jour 2023.

²⁸² Cour des comptes, La gestion quantitative de l'eau en période de changement climatique, rapport public thématique, juillet 2023.

²⁸³ Une centrale utilise des produits chimiques pour son fonctionnement. Ces rejets chimiques sont liés principalement à l'usure des condenseurs, au conditionnement des circuits primaire et secondaire, aux traitements biocide et antitartrare du circuit de refroidissement ainsi qu'aux rejets des stations de déminéralisation et d'épuration des sites.

défaut, l'exploitant est tenu de les stocker dans des réservoirs, le temps que les débits augmentent. Des capacités supplémentaires d'entreposage sont mobilisables mais soumises à l'autorisation de l'autorité de sûreté nucléaire. En l'absence de capacité mobilisable, l'exploitant est alors tenu de réduire ou d'interrompre la production. Au cours de l'été 2022, plusieurs fleuves ont connu de faibles débits, interdisant tout rejet radioactif, sur des périodes de quelques jours, dont en particulier la Loire, la Seine et la Moselle. Cette situation a conduit l'autorité de sûreté nucléaire à accepter, pour cinq centrales nucléaires²⁸⁴, l'usage des réservoirs de secours.

Les limites de températures, prescrites sous forme d'une température maximale de l'eau rejetée en aval et/ou d'écart maximal entre la température en aval et en amont de la centrale, peuvent également imposer à EDF de réduire ou d'arrêter sa production. Toutefois, lorsque le maintien en exploitation des réacteurs est jugé nécessaire à l'équilibre et à la stabilité du réseau par son gestionnaire (RTE), ou qu'il relève d'une nécessité publique, des dérogations temporaires sont prévues par la réglementation. Lors de la sécheresse de l'été 2022, l'Autorité de sûreté nucléaire et le ministère de la transition énergétique ont ainsi modifié temporairement les limites de rejets thermiques des centrales pour maintenir la production sur les sites de Bugey, de Golfech, de Saint-Alban et de Tricastin.

2 - Les contraintes d'exploitation du parc hydro-électrique

Les grands ouvrages fluviaux fonctionnant au fil de l'eau, capables de fournir de l'électricité en continu, doivent faire l'objet d'une gestion coordonnée, surtout lorsqu'ils assurent un service pour la navigation. Les barrages à écluses, structures principalement utilisées pour la navigation fluviale, peuvent être équipés de turbines hydro-électriques et sont alors utilisés pour produire de l'électricité en période de pointe. Les grands barrages dotés d'un lac de retenue sont prioritairement affectés au stockage inter saisonnier (remplissage au printemps, turbinage en hiver) mais peuvent rendre d'autres services au système électrique grâce à leur puissance et leur souplesse d'utilisation.

²⁸⁴ Les principaux sites où la gestion des rejets d'effluent est délicate sont Civaux, Nogent et Chooz, et dans une moindre mesure quelques sites sur le Rhône (Cruas, St-Alban).

La gestion de l'eau nécessaire à l'activité hydro-électrique est encadrée, en particulier, par la législation résultant de la directive cadre de 2000²⁸⁵ visant le « *bon état des masses d'eau* ». Ses exigences relatives à l'hydromorphologie²⁸⁶, à la continuité sédimentaire et piscicole ou encore aux débits réservés peuvent soustraire à la production électrique des volumes d'eau importants.

Certains cahiers des charges des concessions prévoient l'exigence d'un débit minimal garanti en aval (cas de la centrale hydro-électrique de Montpezat sur la Loire et de ses retenues amont) ou l'obligation de constitution d'une réserve au printemps et d'un débit minimum l'été pour sécuriser l'approvisionnement en eau potable (cas du barrage et de la centrale de Rochebut sur le Cher). Ces débits garantis ont été fixés sur la base d'hypothèses d'apports hydrologiques ne tenant pas nécessairement compte du changement climatique. Au cours de l'été 2022, plusieurs retenues ont été presque intégralement vidées²⁸⁷ pour respecter un débit imposé à l'aval, comme à Puylaurent sur le Chassezac en Lozère ou à Gnioure dans les Pyrénées. Dans d'autres cas, EDF a conclu des conventions fixant des volumes de soutien d'étiage²⁸⁸, sous le contrôle de l'État, comme avec le syndicat mixte d'études et d'aménagement de la Garonne (SMEAG). Ces dispositions, en contraignant les usages de l'eau, réduisent la souplesse de la production hydro-électrique.

3 - Les exigences des accords transfrontaliers

Pour les cours d'eau transfrontaliers, des débits minimums au point de passage des frontières ont été fixés pour prendre en compte les besoins des États voisins. Ils contraignent donc l'exploitation des centrales et des ouvrages hydrauliques en France. Ainsi, le débit du Rhône et le maintien d'un niveau suffisant à l'étiage dépendent, sur la partie française du fleuve, du débit sortant du Lac Léman, dont la gestion est assurée par un opérateur

²⁸⁵ Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

²⁸⁶ L'hydromorphologie est l'étude des caractéristiques physiques naturelles des cours d'eau et de leurs annexes hydrauliques.

²⁸⁷ L'exploitant a dû solliciter les services de l'État pour déroger au débit imposé par le cahier des charges afin d'éviter de passer sous la cote minimale d'exploitation.

²⁸⁸ L'étiage est le niveau moyen le plus bas d'un cours d'eau ou l'abaissement exceptionnel de son débit. Le soutien d'étiage est une modalité de mise à disposition des usages liés à l'activité humaine, en période d'étiage, d'une eau stockée hors période d'étiage, le plus souvent dans un ouvrage barrant, en amont du lit du cours d'eau.

suisse²⁸⁹. Une gestion coordonnée de la ressource a été mise en place dans le cadre des Accords d'Emosson de 1963 relatifs au stock des eaux de l'Arve. Les restrictions des stockages et les lâchers depuis Genève, liés au maintien de la cote des eaux du lac, ont conduit EDF et la CNR à conclure en 2020 un accord avec le canton de Genève pour garantir un débit minimal à l'étiage et assurer la production en aval²⁹⁰.

L'exploitation de la centrale nucléaire de Cattenom sur la Moselle est également contrainte par une convention conclue en 1986 entre la France et le Luxembourg, qui prévoit qu'en deçà d'un certain débit moyen journalier à la frontière germano-luxembourgeoise, les prélèvements d'eau sont subordonnés à leur compensation par EDF à l'aide de lâchers d'eau depuis la retenue de Vieux-Pré, dont le remplissage peut s'avérer difficile en fonction des conditions hydrologiques, comme en 2020. De même, le fonctionnement de la centrale de Chooz sur la Meuse est soumis à un accord franco-belge de 1998 selon lequel, à partir d'un débit minimal, la totalité du débit en aval de Chooz est réservé à d'autres usages, comme la production d'eau potable en Belgique.

C - Des conséquences encore limitées sur la production

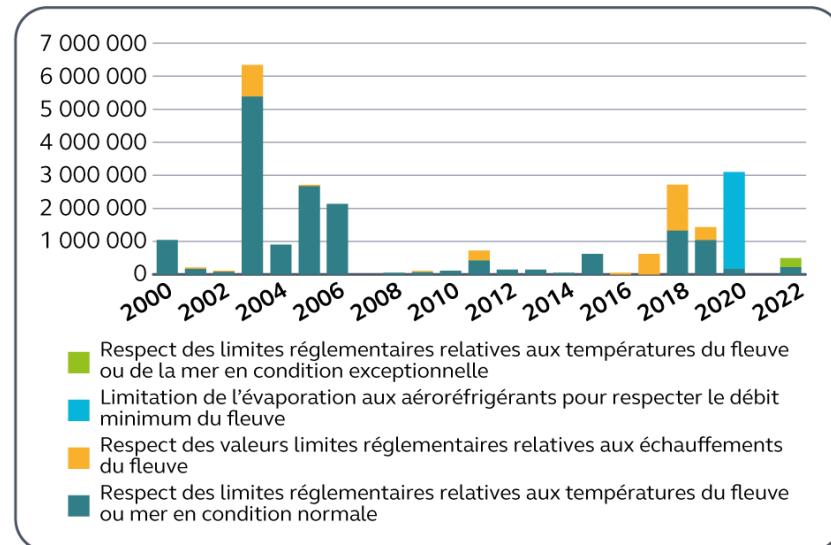
1 - Des indisponibilités faibles mais croissantes pour le parc nucléaire

L'augmentation de la température des cours d'eau du fait des conditions hydrométéorologiques exceptionnelles (températures élevées potentiellement amplifiées par des débits de cours d'eau faibles), peuvent générer des limitations de production pour les centrales. Les graphiques ci-après illustrent les pertes de production cumulées en découlant, par année et par site depuis 2000.

²⁸⁹ Les Services Industriels de Genève (SIG).

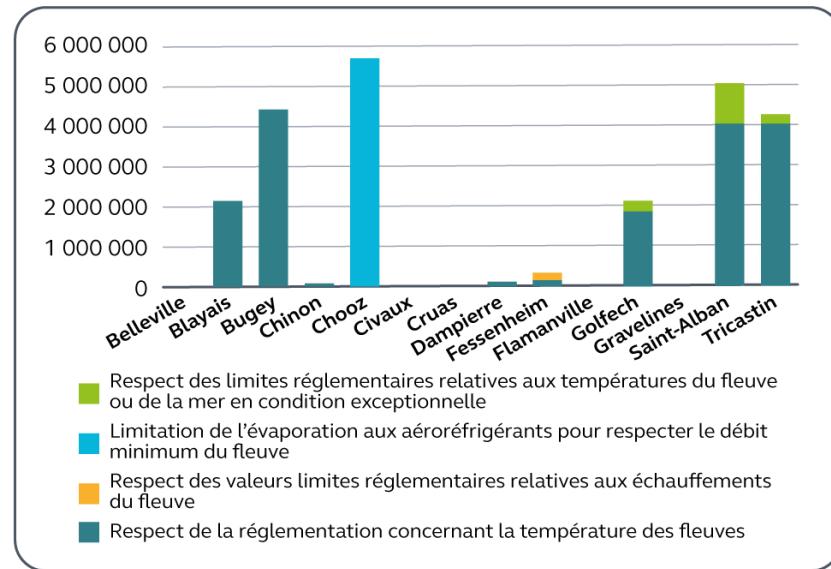
²⁹⁰ Un accord-cadre sur la régulation des eaux transfrontalières du Léman et le débit du Rhône est en cours de négociation entre la France et la Suisse.

Graphique n° 25 : pertes de production (MWh) par année attribuées aux températures élevées (canicule) et aux faibles débits (étiage)



Source : EDF

Graphique n° 26 : bilan des pertes de production (en MWh) par site pour les critères de débit (étiage) et température (canicule) entre 2000 et 2022



Source : EDF

Les pertes de production sont demeurées inférieures à 1 % de la production en moyenne annuelle sur les deux dernières décennies, hormis lors de la canicule de 2003 (1,5 %). Elles peuvent apparaître faibles mais la puissance perdue lors de ces aléas climatiques peut être ponctuellement conséquente : les indisponibilités ont atteint plus de 6 GW en 2003, soit près de 10 % de la capacité nucléaire installée. Les pertes de l'année 2022, également marquée par la canicule, ont été contenues à 0,18 % mais elles sont minorées par le fait que de nombreux réacteurs étaient à l'arrêt pour d'autres motifs, notamment les dommages liés à la corrosion sous contrainte de certains équipements.

Ces pertes de production concernent les centrales dites thermosensibles en circuit ouvert en bord de rivière ou estuaire (Saint-Alban, Tricastin, Bugey, Blayais), ainsi que celle de Golfech (circuit fermé). Elles sont principalement liées aux critères thermiques (limite d'échauffement ou température du fleuve accentuée par son faible débit) et non à des limites de prélèvements d'eau. Les pertes liées aux faibles débits sont concentrées sur la centrale de Chooz et consécutives aux limitations découlant de l'accord franco-belge de 1998.

Au début des années 2000, les pertes de production ont atteint des niveaux significatifs avant de revenir à des niveaux plus faibles en raison de l'évolution, en 2006, de la réglementation, qui a assoupli le régime des rejets thermiques²⁹¹. Depuis 2018, une nouvelle augmentation des arrêts pour causes climatiques est observée, avec des pertes s'élevant à plusieurs térawattheures par an. Les dernières études d'EDF laissent augurer un taux d'indisponibilité multiplié par trois ou quatre d'ici à 2050. Ces statistiques corroborent, en les amplifiant, les constats déjà établis par RTE dans ses récents travaux²⁹².

Le changement climatique devrait entraîner une augmentation de la demande d'électricité au cours de la période estivale, non seulement dans le contexte général d'électrification des usages, mais plus spécifiquement du fait du développement de la climatisation. EDF considère que les conséquences qui pourraient résulter de ce besoin de consommation accru, même associé à une indisponibilité croissante du parc nucléaire, devraient demeurer modérées. De son côté, l'État fait valoir que cette question ne constitue pas un risque pour le réseau électrique et que les pertes de productions estivales seront compensées par une mobilisation accrue des énergies renouvelables.

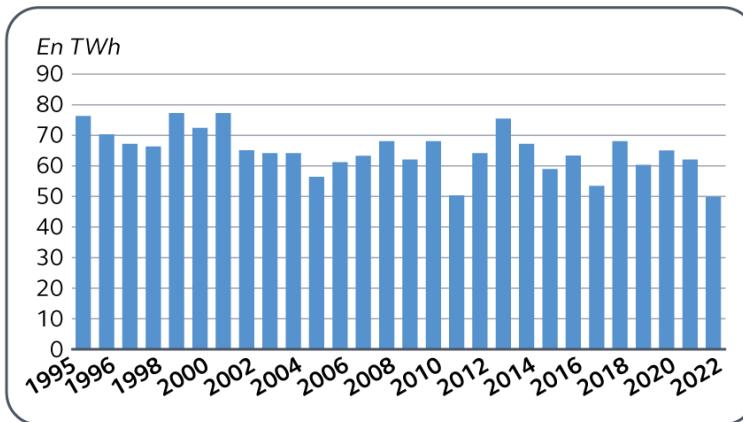
²⁹¹ Conditions climatiques exceptionnelles et situations exceptionnelles.

²⁹² Rapport *Futurs énergétiques 2050*, octobre 2021.

2 - Une érosion du potentiel de production hydro-électrique

La production hydro-électrique est dépendante de la disponibilité de la ressource en eau, et donc fortement déterminée par les précipitations (neige et pluie) ainsi que par les températures et leur influence sur l'évaporation des lacs. Des variations importantes peuvent être observées d'une année sur l'autre, comme le montre le graphique n° 4 : la production a varié entre 50 et 75 TWh au cours de la période 1995-2022, alors même que la capacité de production du parc était stable. Cette variation s'avère plus marquée dans la période récente, des périodes infra-annuelles de faibles précipitations et de sécheresses pouvant conduire à des limitations conséquentes de la production en période estivale.

Graphique n° 27 : évolution de la production hydro-électrique depuis 1995



Source : RTE, bilan électrique 2022

EDF n'est pas en mesure de fournir une estimation précise des pertes de production annuelles associées aux aléas climatiques. L'entreprise retient des moyennes pluriannuelles sur 10 ou 20 ans pour estimer son potentiel de production²⁹³, qui peut varier en raison des débits réservés et du changement climatique. Ce dernier aurait ainsi, en moyenne, réduit le productible annuel de 1 TWh entre 2012 et 2022, les plaines étant plus affectées que les têtes de bassin²⁹⁴. EDF prévoit que cette érosion se poursuivra au même rythme au cours des vingt prochaines années.

²⁹³ Ou productible.

²⁹⁴ À titre d'exemple, le productible Dordogne a connu une baisse de 14 % sur les vingt dernières années. Dans le même temps, le productible du Rhin ne connaît qu'une baisse de 3 %.

La CNR reconnaît une légère baisse de la production du Rhône sur les 30 dernières années, de l'ordre de 0,4 % en rythme moyen annuel. L'étude conduite par l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse sur le Rhône à horizon 2055²⁹⁵ conclut cependant au maintien des débits en moyenne annuelle à long terme, mais à une baisse de ces débits en période de basses eaux et à leur augmentation en période hivernale. Compte tenu de l'importance de la production hydro-électrique, ces études gagneraient à être poursuivies et approfondies.

II - Les exploitants ont pris en compte le changement climatique mais doivent encore intensifier leurs actions d'adaptation

Le changement climatique est largement intégré dans les référentiels et normes de sûreté mais l'adaptation fait peser des exigences nouvelles pour les exploitants et le développement des installations futures.

A - Les premières réponses apportées au changement climatique

1 - Des référentiels et normes de sûreté exigeants et respectés

La conception des centrales du parc actuel et les dispositions relatives à la sûreté nucléaire n'ont, à l'origine, pas intégré les effets du changement climatique. Les niveaux de protection retenus prenaient en compte un niveau de référence pour faire face aux agressions externes d'origine naturelle, auquel ont été ajoutées des marges supplémentaires. Les centrales en exploitation ont ainsi été conçues avec des règles et des conservatismes²⁹⁶ permettant de faire face à des aléas de niveau au moins centennal. L'EPR de Flamanville a été conçu pour résister à des aléas climatiques d'un niveau équivalent mais en intégrant les effets du changement climatique à l'horizon 2100. Dans le cadre des réexamens périodiques de sûreté, *a minima* lors des visites décennales propres à chaque réacteur, les référentiels de sûreté sont réévalués en tenant compte du retour d'expérience national et international, de l'évolution des connaissances et des meilleures pratiques disponibles.

²⁹⁵ BRLi, *Étude de l'hydrologie du fleuve Rhône sous changement climatique*, 2023.

²⁹⁶ Dans le cadre de la démonstration de sûreté nucléaire, la notion « *d'approche conservative* » est utilisée pour désigner une démarche fondée sur des hypothèses qui majorent les effets des phénomènes.

Des valeurs maximales de températures de l'air et de l'eau ont été prises en compte à la conception des installations et renforcées après l'épisode caniculaire de l'été 2003, à l'issue duquel EDF a conçu un référentiel avec des niveaux d'aléas projetés à l'horizon de 2030 et procédé à des modifications de ses installations. En matière de submersion marine, l'inondation partielle de la centrale du Blayais lors de la tempête de 1999 a conduit l'exploitant à effectuer des travaux de renforcement sur la digue périphérique et un réexamen global des principes de protection des centrales. De son côté, l'ASN a publié un nouveau guide en 2013²⁹⁷ sur la protection des installations contre les inondations, qui prévoit la prise en compte de l'impact de l'évolution du climat entre deux réexamens. Ces marges de protection ont conduit EDF à construire une digue à Gravelines, à rehausser celle du Blayais et à renforcer les protections des stations de pompage des centrales de Paluel, de Flamanville et de Penly. Quant au risque d'étiage pour les sites de bord de rivière, EDF l'a pris en compte à la conception par l'installation d'un seuil hydraulique permettant de garantir un niveau d'eau minimum, par la création de lacs artificiels (comme le lac du Mirgenbach à Cattenom) ou encore par l'installation d'aéroréfrigérants. Enfin, l'accident de Fukushima-Daiichi au Japon en 2011 a conduit EDF, à la demande de l'ASN, à mettre en place un « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles visant, en cas d'agression extrême d'origine externe, à prévenir un tel accident.

Ces référentiels et leurs renforcements lors des réexamens périodiques décennaux des réacteurs sont des acquis pour la sûreté des installations. Cette périodicité n'est toutefois pas adaptée à toutes les problématiques liées au réchauffement climatique, notamment dans l'hypothèse d'une prolongation de leur exploitation. C'est pourquoi l'ASN a lancé avec EDF une démarche d'analyse des enjeux liés à la poursuite du fonctionnement des réacteurs actuels jusqu'à 60 ans et au-delà. Par ailleurs, certains ajustements de sûreté gagneraient à s'accompagner d'une réflexion plus globale sur l'environnement des centrales, notamment celles susceptibles d'être soumises au risque de submersion marine, dans le cadre d'une approche intégrée et territorialisée de ce risque, prenant en compte par exemple les potentielles difficultés d'accès aux axes routiers conduisant au site.

La sûreté et la sécurité des ouvrages hydro-électriques ont progressivement intégré le changement climatique. La maîtrise de la sûreté relève de la responsabilité des exploitants. Les principaux risques naturels auxquels sont exposés les barrages – crues exceptionnelles, séismes et glissements de terrain – peuvent se traduire par des ruptures d'ouvrages. La conception des installations hydro-électriques, dont certaines sont très

²⁹⁷ Guide n° 13, *Protection des installations nucléaires de base contre les inondations externes*.

anciennes, n'a pas intégré spécifiquement les effets du changement climatique, les normes retenues pour leur construction et leur exploitation prenant toutefois en compte les évènements extrêmes en intégrant des marges importantes. Des règles spécifiques ont été édictées, notamment en 1961²⁹⁸ et en 1995²⁹⁹, complétées par des instructions techniques spécifiques. Elles ont été harmonisées par la loi sur l'eau de 2006³⁰⁰ qui a été à l'origine d'un renforcement des référentiels avec l'élaboration, à partir de 2008, des études de dangers (EDD) que les exploitants doivent établir tous les 10 ou 15 ans selon l'importance des ouvrages et qui intègrent les effets du changement climatique depuis la publication de l'arrêté technique barrages de 2018³⁰¹.

Ces prescriptions prennent en compte des hypothèses qui majorent les effets des phénomènes naturels pour le dimensionnement des ouvrages. La sécurité à l'amont ou à l'aval des ouvrages est également prise en considération à travers des plans particuliers d'intervention (PPI) pour les barrages présentant un danger. Les barrages ont par ailleurs été équipés à la conception d'évacuateurs de crues qui permettent le passage de débits extrêmes sans mettre en cause leur tenue. Les glissements de terrain des berges des retenues peuvent également représenter des risques qui font l'objet d'une surveillance régulière.

L'État est chargé de piloter la surveillance de la sécurité des ouvrages hydrauliques, quel que soit leur usage, notamment en élaborant les réglementations relatives au contrôle des documents et aux visites par les gestionnaires. Le contrôle des installations, sous l'autorité des préfets de régions, prend la forme de dossiers documentés que l'exploitant doit communiquer à l'administration et d'inspections sur sites. Il fait l'objet d'un référentiel national. EDF réévalue régulièrement les crues de référence et les scénarios de danger. De 2009 à 2017, les études de dangers des 240 ouvrages concernés ont été réalisées. De construction ancienne (datant de 50 à 100 ans en majorité), ces ouvrages ont fait l'objet, au cours des quinze dernières années, de rénovations et de modernisations pour améliorer leur fiabilité et leur sûreté. Les installations hydro-électriques de la CNR, composées d'ouvrages au fil de l'eau, sont potentiellement confrontées à des étiages sévères ou à des crues extrêmes. Elles sont soumises aux mêmes études périodiques de dangers.

²⁹⁸ Règles de Construction des Barrages.

²⁹⁹ Réglementation Technique pour la Sécurité des Barrages.

³⁰⁰ Loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques.

³⁰¹ L'arrêté technique barrages (ATB) du 6 août 2018 fixe les prescriptions techniques sur la sécurité des barrages.

2 - La mise en œuvre de démarches d'adaptation par les exploitants

La CNR intègre le changement climatique dans sa cartographie des risques majeurs et veille à ce que les risques associés soient pris en compte dans les processus de production, d'exploitation et de maintenance. L'entreprise n'a pas spécifiquement structuré et mis en œuvre de plan d'adaptation. Elle s'appuie sur des prestations externes pour ses travaux de recherche et développement ou sur la production d'études menées dans le cadre des travaux d'exploitation et de maintenance, ou encore sur des relations conventionnelles avec les services de l'État pour les outils de prévision des crues ou les réseaux de mesures.

L'objectif d'adaptation au changement climatique est intégré depuis quelques années à la politique de responsabilité sociétale d'entreprise d'EDF mais les épisodes climatiques de l'été 2022 ont constitué un accélérateur, le groupe n'anticipant alors la survenue d'épisodes semblables qu'à un horizon plus éloigné de 15 ou 20 ans. Des plans d'adaptation au changement climatique ont été élaborés, notamment au sein de la direction de la production nucléaire³⁰², avec le projet « ADAPT », initié en 2021, avec pour objectif à horizon 2050 d'analyser les conséquences du changement climatique pour sécuriser la production, notamment l'accès à l'eau et aux infrastructures. Ce plan bénéficie de ressources propres, d'un conseil scientifique et du concours des services climatique et de recherche et développement du groupe. Son approche « site par site » et sa vision systémique³⁰³, initiées sur le site de Chooz, doivent être étendues à toutes les centrales en 2025. Les investissements d'adaptation résultant de ce plan sont intégrés dans le programme Grand Carénage.

Pour les nouveaux programmes nucléaires, la démarche d'adaptation s'inscrit dans un plan de gestion et d'atténuation des risques dès la conception, mis en œuvre pour Flamanville 3 et les projets d'EPR2. Dans le cas de Flamanville 3, cette approche intègre le changement climatique à la méthode de quantification de l'intensité ou de la fréquence des aléas naturels, en prenant en compte les scénarios du GIEC à l'horizon du terme d'exploitation du réacteur. Elle a conclu à la nécessité de prendre des marges de conception spécifiques, notamment pour la protection contre les inondations externes.

³⁰² Direction de la production nucléaire et thermique (DPNT).

³⁰³ Pour chaque site, le projet ADAPT va dérouler une méthodologie en choisissant des scénarios d'évolutions climatiques (haut, bas, médian) et en réalisant des projections climatiques, hydrologiques et thermiques adaptées à chacun. Ensuite, des thèmes identifiés (eau, outil industriel, tissu industriel, environnement socio-industriel, stratégie d'influence) feront l'objet d'une analyse au regard des spécificités du site.

Pour l'exploitation hydro-électrique, compte tenu de la nature variable des apports en eau, EDF s'est, de longue date, doté de capacités d'expertise hydrométéorologique à travers un important parc de capteurs (neige, pluie, etc.), des capacités de prévisions saisonnières ou encore une organisation spécifique prévue en période de crues. L'expertise interne d'EDF Hydro, en partenariat avec les services de recherche du groupe, contribue à de nombreuses études publiques, comme les projets *Explore* sur les perspectives hydrologiques sous changement climatique. EDF Hydro s'est dotée en 2021 d'un plan d'adaptation au changement climatique, décliné en plans d'actions, qui analyse les risques majeurs pesant sur la sûreté, la gestion de l'eau, l'exploitation et les performances environnementale et économique de l'entreprise.

3 - La coordination de la gestion de l'eau au sein d'EDF

Dans chaque bassin hydrographique, l'action d'EDF s'inscrit dans le cadre général de régulation de la ressource en eau, sous l'autorité de l'État. Les réservoirs hydro-électriques, qui constituent une grande partie des capacités de stockage de l'eau en France, sont ainsi largement sollicités pour d'autres usages que la production, notamment le soutien d'étiage. La gestion de la ressource hydraulique fait l'objet d'une coordination nationale au sein du groupe EDF pour concilier l'optimisation de la production d'électricité et le soutien aux autres usages.

La gestion du stock d'eau dans les retenues est réalisée à la maille des vallées hydrauliques, sur un horizon de temps annuel. Les modélisations intègrent les apports hydrologiques, les prévisions de débits et de températures, l'équilibre entre l'offre et la demande sur le marché de l'électricité, les contraintes liées à l'exploitation et aux usages de l'eau, pour lesquelles des conventions peuvent prévoir, contre compensations, des volumes d'eau pour certaines périodes ou certains usages.

Les ouvrages hydrauliques d'EDF implantés en amont des centrales nucléaires situées en bord de rivières permettent de réguler les débits des fleuves et interviennent en soutien lorsqu'apparaissent des risques d'atteinte des seuils réglementaires. En 2022, les aménagements hydrauliques d'EDF ont été sollicités à hauteur de 826 Mm³, dont 18 Mm³ pour la source froide des centrales nucléaires, en complément desquels 290 Mm³ d'appels à des ressources externes (eaux de l'Arve, CNR, Grands lacs de Seine, CACG³⁰⁴, établissement public de la Loire) ont été mobilisés. Ce soutien permet de contenir les pertes d'exploitation du parc nucléaire.

³⁰⁴ Compagnie d'aménagement des coteaux de Gascogne.

4 - Un coût de l'adaptation difficile à mesurer

La CNR a indiqué à la Cour ne pas avoir identifié de dépenses d'investissement ou d'exploitation significatives qui relèveraient spécifiquement de l'adaptation au changement climatique.

Pour sa part, EDF ne comptabilise pas séparément les dépenses engagées en lien direct avec l'adaptation au changement climatique. EDF Hydro précise ne pas être en mesure d'isoler le coût de l'adaptation au changement climatique, en fonctionnement comme en investissement. Pour ce qui concerne le nucléaire, au titre du plan ADAPT (cf. *supra*), il devient possible d'évaluer certaines dépenses. Le budget alloué à ces démarches correspond, d'une part, à celui du service climatique d'EDF, dont une partie est spécifique aux actions du plan ADAPT et, d'autre part, à des actions de recherche et développement dédiées à l'adaptation³⁰⁵. Ces budgets (estimés, car disséminés dans de nombreux projets) sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau n° 16 : estimation du budget Service climatique et projet ADAPT – EDF (en milliers d'€)

En milliers d'€	2021	2022	2023
Service climatique	1500	1600	2000
dont financement spécifique projet ADAPT	150	270	550
Actions R&D dédiées à l'adaptation (milliers €)	1300	1900	2730
Total	2 800	3 500	4 730

Source : EDF

En matière d'investissements, EDF a indiqué que la mise en œuvre des différents dispositifs sur la thématique climat/météo (programme Grands Chauds ou rénovation d'aéroréfrigérants ; tornades et digues) représente un montant d'investissements de 960 M€ déjà réalisés sur la période 2006-2021.

³⁰⁵ Le service climatique a été créé pour partager ses analyses avec l'ensemble du Groupe EDF. Progressivement des actions spécifiques ont été engagées en complément pour évaluer l'impact du changement climatique sur le fonctionnement des installations d'EDF.

Tableau n° 17 : investissements réalisés liés aux évènements météorologiques extrêmes à fin 2021 (en M€)

		Dépenses
Grands Chauds	VD4 900	12,3
	VD3 1300	319,1
	VD2 N4	18,0
Projet agressions externes (Grands Chauds)	Palier 900 MW avant VD4	429,3
Autres	Source froide	125,3
	Tornades	1,8
	Digues	52,3
	Autres	3,8
Total		961,8

Source : EDF

Note de lecture : VD4 : 4^{ème} visite décennale ; VD3 : 3^{ème} visite décennale ; VD2 : 2^{ème} visite décennale ; 1 300 : réacteurs de 1 300 MWe ; N4 : réacteurs de 1 450 MWe, du palier N4.

Les dépenses programmées en lien avec l'adaptation au changement climatique sur la période 2022-2038 s'élèveraient à environ 612 M€. Ce chiffre ne tient pas compte de projets de tours aéroréfrigérantes, d'un coût unitaire évalué à 500 M€ (cf. *infra*), qui pourraient être installées sur certaines centrales à circuit ouvert en bord de fleuve.

Tableau n° 18 : investissements d'adaptation programmés sur la période 2022-2038 (en M€)

		Dépenses
Grands Chauds	VD4 900	52,2
	VD3 1300	100,7
	VD2 N4	8,0
Autres	Source froide	238,1
	Tornades	158,4
	Digues	53,6
	Autres	1,6
Total		612,6

Source : EDF

Note de lecture : VD4 : 4^{ème} visite décennale ; VD3 : 3^{ème} visite décennale ; VD2 : 2^{ème} visite décennale ; 900 : réacteurs de 900 MWe ; N4 : réacteurs de 1 450 MWe, du palier N4.

L'exploitant met en avant la difficulté d'isoler ce qui relève spécifiquement du changement climatique dans les investissements de sûreté, tout en reconnaissant qu'il doit remédier à cette difficulté. EDF entend y travailler en s'appuyant sur les plans d'adaptation que les grandes entités du groupe doivent élaborer dans le cadre de sa politique RSE. L'effort de recherche qui correspond à ces investissements pourrait également être mesuré et l'entreprise aurait intérêt à comptabiliser les dépenses de fonctionnement associées.

Il est donc nécessaire, au titre de leurs politiques de responsabilité sociale et environnementale comme de leur communication financière, qu'EDF et la CNR puissent disposer dans l'avenir d'une information précise sur le coût de l'adaptation climatique. La Cour réitère donc en l'élargissant à la CNR, la recommandation faite sur ce point à EDF dans son rapport remis au Sénat en février 2023.

B - De nouvelles exigences pour l'avenir

1 - La nécessité de mieux appréhender la contrainte hydrique

Pour connaître la disponibilité de la ressource en eau, l'État³⁰⁶, à travers le projet *Explore 2070*, a étudié depuis 2012 les impacts du changement climatique sur les milieux aquatiques et sur la ressource pour élaborer des stratégies d'adaptation. Les projections hydro-climatiques qui seront établies par le nouveau programme *Explore 2* permettront de préparer les documents de planification des usages de l'eau. Des études prospectives ont été conduites par les agences de l'eau sur les besoins et les ressources en eau du bassin de la Garonne en 2014³⁰⁷ et, pour le Rhône, en 2014 et 2023³⁰⁸ afin d'évaluer les prélèvements existants par rapport aux débits, analyser leur évolution au cours des dernières décennies et simuler les variations des débits du fleuve à l'horizon 2055. EDF conduit également ses propres travaux, comme ceux réalisés entre 2012 et 2014 sur les deux sites du Bugey et de Golfech pour étudier l'évolution de la disponibilité de leur source froide à horizon de 30 ans. L'entreprise travaille également à la mise à jour des scénarios d'évolution hydro-climatiques et à la réalisation de projections hydrologiques à moyen et long terme.

³⁰⁶ En collaboration avec les principaux organismes de recherche et centres universitaires français.

³⁰⁷ *Garonne 2050 : étude prospective sur les besoins et les ressources en eau à l'échelle du bassin de la Garonne* (2014).

³⁰⁸ *L'état des eaux des bassins Rhône, Méditerranée et Corse* (2014) – Étude de l'hydrologie du fleuve Rhône sous changement climatique (2023).

Eu égard aux enjeux associés aux rejets radioactifs liquides des centrales nucléaires dans des situations d'étiage prolongé, il est également nécessaire d'examiner le dimensionnement des capacités d'entreposage avant rejet des effluents liquides, d'autant que ces effluents sont produits de manière continue par les réacteurs dont l'arrêt ne permet pas d'en interrompre le flux et peut même l'amplifier. En outre, quatre centrales nucléaires étant situées sur chacun des deux fleuves Rhône et Loire (cinq en comptant Civaux sur la Vienne), l'impact des consommations d'eau et des rejets radioactifs et chimiques peut se cumuler. Les épisodes caniculaires de l'été 2022 ont conduit EDF à programmer des investissements destinés à accroître ces capacités de stockage, notamment à Civaux. L'État, en particulier l'Autorité de sûreté nucléaire, qui détermine les modalités de prélèvement et de consommation, ainsi qu'EDF, doivent poursuivre et généraliser à l'ensemble du parc les études et les prévisions en cours pour connaître l'évolution globale de la disponibilité des parcs sur les dix à vingt prochaines années.

Le régime thermique des cours d'eau conditionne les seuils de prélèvements et de rejets des centrales nucléaires. L'effet de la température de l'eau sur les organismes aquatiques a constitué un thème central des recherches dans les années 1970, en réponse aux interrogations sur l'impact des installations industrielles utilisant l'eau comme source froide³⁰⁹. Des seuils de température (25 °C) et d'échauffement (3 °C) en rivière, à partir desquels un effet serait observable sur les peuplements aquatiques, ont été retenus. La limite de 28 °C en aval des installations (25 °C + 3 °C) est devenue la référence³¹⁰. Cette température demeure donc aujourd'hui la limite considérée comme n'ayant pas d'incidence notable pour le milieu aquatique. Ces valeurs ont contribué à la définition des limites thermiques actuellement prescrites par l'autorité de sûreté nucléaire pour chaque site. Depuis l'apparition fréquente d'épisodes caniculaires depuis 2003, EDF souligne l'effet pénalisant de telles limites alors que l'évolution des températures conduit à des dépassements de température dès l'amont des centrales.

³⁰⁹ Selon la biotopologie de Verneaux (1973), la structuration biologique des cours d'eau (poissons et invertébrés) est définie en fonction de la température, de la dureté de l'eau, de la section mouillée à l'étiage, de la pente et de la largeur du cours d'eau.

³¹⁰ Ces seuils ont été repris dans les directives européennes (DCE), pour les eaux cyprinicoles et l'alimentation en eau potable, puis dans la réglementation française (arrêté ICPE du 2 février 1998) à laquelle fait référence l'arrêté INB et qui sont applicables à toutes les installations (nucléaires ou conventionnelles).

Des études et des programmes de recherche conduits sur l'influence de la température sur le fonctionnement des écosystèmes aquatiques³¹¹ ont permis d'appréhender l'évolution des écosystèmes aquatiques des grands fleuves français au cours des quatre dernières décennies. Ils semblent conclure à ce stade au faible impact de la présence des centrales au regard des autres déterminants des évolutions constatées. Il apparaît nécessaire de les poursuivre afin d'affiner la connaissance de l'évolution du milieu récepteur dans un contexte de changement climatique. Les services de l'État, en lien avec l'autorité de sûreté nucléaire, doivent conduire ce travail en veillant à ce qu'une expertise indépendante puisse objectiver cette problématique, tant pour la préservation de la biodiversité autour des installations nucléaires que pour la sécurité et le bon fonctionnement de ces dernières.

2 - Des innovations à exploiter pour limiter la consommation d'eau ou les rejets d'effluents du parc nucléaire

EDF assure une veille des innovations sur les systèmes de refroidissement pour faire face au changement climatique. Cependant aucune innovation significative n'a jusqu'ici été déployée sur le parc existant. Les études dont elle dispose ont conduit l'entreprise à ne pas faire évoluer la conception des sources froides, qu'il s'agisse des stations de pompage ou des échangeurs associés, et à confirmer ses choix technologiques de circuit ouvert pour des sites en bord de mer et d'aéroréfrigérants humides pour des sites en bord de rivière.

Installer des tours aéroréfrigérantes sur les centrales actuellement à circuit ouvert ne susciterait pas d'économie d'eau mais contribuerait à réduire les températures de réchauffement des rivières. Des études exploratoires conduites par EDF pour les trois sites thermosensibles de Saint Alban, de Bugey (2-3) et de Tricastin font état de coûts importants (un investissement de l'ordre de 500 millions d'euros pour une tour³¹² et des coûts de maintenance significatifs restant à évaluer), d'inconvénients environnementaux (consommation d'eau par évaporation et rejets chimiques consécutifs aux traitements biocides) ou encore de contraintes foncières et paysagères, auxquelles s'ajouteraient les indisponibilités de production durant les travaux. EDF n'exclut pas de recourir à de tels investissements à partir des cinquièmes visites décennales, notamment dans l'hypothèse où

³¹¹ Étude de l'hydrologie du fleuve Rhône sous changement climatique (2023) par l'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse et programme de recherche thermie-hydrobiologie de la direction de la recherche d'EDF.

³¹² Huit réacteurs en bord de fleuve ne sont à ce jour pas dotés de tours aéroréfrigérantes.

l'entreprise solliciterait une autorisation de poursuivre au-delà l'exploitation de certains réacteurs. C'est le cas pour la centrale de Saint-Alban (pallier 1300 MW) pour laquelle l'entreprise envisage de réouvrir les études de faisabilité³¹³, en faveur d'équipements d'appoint alternatifs.

Au titre de la recherche sur les systèmes de refroidissement, l'entreprise expérimente un procédé de récupération d'eau des panaches d'aéroréfrigérants dont un démonstrateur est en cours de déploiement sur le site de Bugey et permettra d'apprécier la performance de cette innovation au regard de la quantité et de la qualité d'eau récupérées. La technologie des aéroréfrigérants impose également, du fait des développements microbiologiques, de réaliser des traitements biocides à l'origine d'effluents chimiques³¹⁴, dont les effets du changement climatique intensifient la fréquence et la durée. Accélérer la recherche en ce domaine s'avère nécessaire dans la perspective d'une réduction des débits des cours d'eau, d'une dilution moindre des rejets d'effluents chimiques et de leurs effets cumulés sur un même cours d'eau, au bord duquel plusieurs centrales dotées de cette technologie sont présentes.

L'entreprise doit s'attacher à poursuivre les études qu'elle conduit et mettre en œuvre des solutions technologiques innovantes, non seulement sur les systèmes de refroidissement sobres en eau, mais également sur des systèmes de traitement biocide rejetant moins de réactifs chimiques dans le milieu naturel.

3 - Des modèles de long terme à concevoir pour le nouveau nucléaire

Les nouveaux réacteurs, qui fonctionneront jusqu'en 2100 voire au-delà, seront probablement confrontés à des aléas climatiques d'une autre ampleur que celle des vingt à trente prochaines années. Ces évolutions justifient que l'exploitant explore, dès la conception, de nouvelles voies permettant de sécuriser les infrastructures et l'exploitation tout en optimisant la production au regard de la gestion de l'eau, et anticipe la localisation des nouveaux réacteurs selon, entre autres critères, les contraintes liées au climat.

³¹³ Cette centrale avait initialement été conçue avec des tours aéroréfrigérantes mais le projet s'était heurté à des oppositions locales.

³¹⁴ Les traitements biocides luttent contre les légionnelles et les amibes pouvant se développer dans les circuits et les tours aéroréfrigérantes, notamment lorsque la température de l'air et de l'eau du cours d'eau sont élevées.

Certaines unités de production d'électricité (qu'elle soit d'origine nucléaire ou non) fonctionnent déjà dans des zones de la planète où le climat est particulièrement éprouvant pour les infrastructures. Aux États-Unis, dans l'Arizona, la centrale de Palo Verde, mise en service dans les années 1980, présente la particularité de n'être située ni à proximité d'un fleuve, ni sur un littoral. Elle est la seule au monde à utiliser exclusivement des eaux usées pour le refroidissement de ses circuits. EDF mène actuellement une mission d'échange avec cette centrale. La centrale Barakah à Abu Dhabi³¹⁵, située sur la façade maritime ouest de l'Émirat, comme le CEPR de Taishan³¹⁶ au sud de la Chine dont le climat est subtropical chaud, en sont également des exemples.

Les projets relatifs au nouveau nucléaire en France portent sur une première tranche de trois paires de réacteurs EPR2, puis une seconde de quatre paires additionnelles à l'étude, dans un scénario de mise en service progressive de ces dernières à horizon 2050. Des évolutions éventuelles restent ainsi envisageables pour les quatre paires à l'étude, mais non pour les trois premières, dont le *design* est en voie d'être figé.

La logique industrielle retenue pour la conception des EPR2 est de définir un *design* générique adapté à la plupart des sites d'implantation en France. Ce *design* intègre des marges afin d'absorber d'éventuels besoins de changement de dimensionnement. Il distingue les EPR2 en bord de mer, sans aéroréfrigérants, des EPR2 en bord de fleuve, dorénavant systématiquement équipés d'aéroréfrigérants. Ces choix de conception sont encadrés réglementairement. L'article 4.1.7 de l'arrêté INB prévoit que le refroidissement en circuit ouvert est en principe interdit pour les nouveaux sites en bord de rivière, avec néanmoins une possibilité de dérogation à cette interdiction dans le décret d'autorisation de création.

Les questions climatiques sont l'un des paramètres de la décision d'implantation de ces nouveaux EPR. EDF a évalué la possibilité d'implantation de premières paires de réacteurs EPR2 sur les sites nucléaires existants, au terme d'études techniques de préfaisabilité. Ces études ont été menées de 2016 à 2018 et ont permis de désigner les premiers sites d'implantation, Penly et Gravelines. Elles tiennent compte de critères

³¹⁵ La centrale de Barakah, mise en service en 2020, a été construite par un consortium mené par *Emirates Nuclear Energy Corporation* (ENEC) et par le sud-coréen *Korea Electric Power Corporation* (KEPCO). Elle est la première centrale nucléaire dans le monde arabe.

³¹⁶ Construction de deux réacteurs nucléaires de type EPR (ou CEPR pour *Chinese Evolutionary Power Reactor*) en Chine, mis en service en 2018 et 2019. Ce projet a été dirigé par *Taishan Nuclear Power Joint-Venture Company Limited* (TNPJVC), une coentreprise détenue à 30 % par Électricité de France (EDF).

comme le foncier et l'urbanisme, la constructibilité, les normes environnementales. Le changement climatique est pris en compte au travers de ces critères lorsqu'ils y sont sensibles, ce qui est le cas la plupart du temps, sans pour autant faire l'objet d'une analyse ou d'une étude « systémique ». EDF a récemment fait part de sa décision de retenir le site du Bugey pour la construction de la troisième paire d'EPR2 ce qui va nécessiter de fournir, comme pour les autres sites, dans le cadre des procédures d'autorisation, les éléments permettant de justifier la suffisance des dispositions de conception à l'égard du risque d'agressions externes et donc du changement climatique.

S'agissant des projets de réacteurs EPR2 de bord de mer, les futurs réacteurs de Penly seront installés à 11 mètres au-dessus du niveau de la mer, ce qui n'est pas le cas de ceux de Gravelines. EDF prend en compte une prévision qui permet de couvrir l'élévation du niveau marin due au changement climatique à horizon 2100 selon le scénario le plus pessimiste du GIEC. Ces nouveaux réacteurs sont conçus pour résister à des aléas climatiques de niveau décamillénal (10 000 ans). Ils intègrent une marge d'un mètre. En revanche, ils n'offrent pas de marge à la hauteur des effets éventuels d'une accélération de la fonte des calottes glaciaires, évènement à faible probabilité mais à fort impact, dont le Haut conseil pour le climat estime qu'il est prudent de tenir compte pour des installations sensibles de long terme. Ce scénario induit dès 2075 une élévation du niveau de la mer de 0,9 à 1,25 mètres, soit plus de deux fois ce qui est projeté à la même date dans le scénario SSP5-8.5.

Pour les huit EPR2 additionnels à l'étude, dont les sites n'ont pas encore été désignés, mais qui vraisemblablement seront situés pour la plupart en bord de rivière, EDF a précisé que de nouveaux sites n'étaient pas envisagés à ce stade. Au vu des analyses menées par l'exploitant, il convient d'appeler l'attention sur la thermo-sensibilité de certains sites, pour lesquels le réchauffement climatique devrait nécessiter la présence de tours aéroréfrigérantes, pour un budget d'investissement qui se situerait entre trois et quatre milliards d'euros (dans l'hypothèse de six à huit tours aéroréfrigérantes), tout en risquant d'accroître les pertes de production à horizon 2050. Ce risque pourrait être accentué en cas d'effets de cumul des rejets résultant de la prolongation du parc actuel et de la concentration d'EPR2 sur certains fleuves. La question du choix de la localisation de ces huit EPR2 devra être attentivement examinée lors des études de préfaisabilité. La consolidation de leur plan de déploiement, et en particulier les plannings de construction et de mise en service, peuvent en effet difficilement être entérinés en l'absence de ces études.

4 - Des projets de développement hydro-électriques à concrétiser

La flexibilité de la production hydro-électrique incite à rechercher les moyens de la développer. Dans son rapport « Futurs Énergétiques 2050 », RTE juge possible pour les opérateurs nationaux de développer 5 GW supplémentaires, dont 3 GW de stations de transfert d'énergie par pompage (STEP). La programmation plurianuelle pour l'énergie (PPE) prévoit 1 GW supplémentaire d'ici 2028 et 1,5 GW de STEP à l'horizon 2030-2035, ce potentiel de développement étant conforté par les dispositions de la loi climat et résilience du 22 août 2021³¹⁷ qui prévoient une réévaluation des capacités installées à l'horizon 2035.

EDF souhaite développer la performance de l'hydro-électricité en optimisant la disponibilité des ouvrages existants à travers la maintenance préventive ou des projets de turbinage de débits réservés. Des réhausses de barrages et de projets de développement sont également à l'étude, dont certains ont été récemment menés à bien, comme sur la STEP de la Coche en Savoie³¹⁸ en 2019 ou la construction de l'usine hydro-électrique de Gavet en Isère en 2020³¹⁹. À Montézic (Aveyron), le projet d'une centrale de 430 mégawatts attenante à l'existant est prêt à démarrer. Enfin, un projet à Saut-Mortier, près de Vouglans dans le Jura, est à l'étude.

Ces projets de développement dépendent de l'évolution du cadre juridique et de la résolution du contentieux européen sur le renouvellement des concessions arrivant à échéance. La Première ministre a confirmé le 11 avril 2023, en réponse au référé de la Cour du 2 décembre 2022 sur le renouvellement des concessions hydroélectriques, l'objectif « *de relancer rapidement des projets de développement du parc hydraulique français bloqués par le contentieux européen, dont des projets de STEP* ». Elle a par ailleurs précisé que « *la poursuite des réflexions sur le mode de renouvellement ne doit pas empêcher de débloquer des investissements dans nos concessions hydro-électriques* ».³²⁰

³¹⁷ Loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets.

³¹⁸ Avec l'ajout d'une pompe turbine de 240 MW.

³¹⁹ Construction d'une usine unique sur la Romanche en lieu et place de cinq installations existantes, pour un gain substantiel de production de 40 % sur le même tronçon de rivière. D'une puissance de 97 mégawatts (MW), la centrale hydro-électrique de Gavet produira 560 millions de kWh/an.

³²⁰ La loi n° 2023-175 du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables permet ainsi de faciliter les augmentations de puissance et de libérer les investissements pour le remplacement de gros équipements dans les concessions hydroélectriques échues.

Le cas des STEP doit toutefois être traité séparément car leur fonctionnement ne mobilise pas seulement des coûts fixes, comme les autres ouvrages hydro-électriques, mais supporte des charges variables proportionnelles au coût du pompage, ce qui rend leur modèle économique très dépendant des prix de marché. Ces équipements de grande puissance unitaire, actuellement au nombre de cinq, font l'objet d'une exploitation intensive qui traduit leur importance pour l'équilibre du réseau mais exige de lourdes dépenses de maintenance. Pour sortir de la difficulté résultant de la prolongation de la durée des concessions, il serait opportun de ne plus considérer les STEP comme des ouvrages ordinaires destinés à commercialiser de l'électricité sur le marché de détail mais comme des équipements destinés à contribuer à la flexibilité du réseau. Leur mode de rémunération devrait être revus en ce sens. La Cour réitère donc la recommandation figurant dans le référé précité d'étudier un modèle de rémunération propre aux STEP.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La multiplication des événements climatiques a conduit les exploitants des parcs nucléaire et hydro-électrique à décliner des modèles pour mesurer leurs impacts et anticiper leurs évolutions. Ils ont plus récemment mis en œuvre des plans d'adaptation au changement climatique dont les coûts doivent être mieux identifiés. Les aléas climatiques sont reconnus comme des éléments clé de la sûreté et de la sécurité des ouvrages. La production ne subit que modestement les conséquences du changement climatique mais cette contrainte s'intensifiera à moyen et long terme.

L'intensification des contraintes climatiques nécessite, pour l'État comme pour EDF, de mieux appréhender la contrainte hydrique pour les centrales nucléaires comme pour l'environnement en poursuivant les études sur l'évolution quantitative et qualitative de la ressource en eau. EDF devra accélérer la mise en œuvre de systèmes de refroidissement sobres en eau, notamment dans le cadre du nouveau programme nucléaire pour lequel le changement climatique devient un critère majeur du choix d'implantation. Le développement de l'hydro-électricité doit être conforté par la mise en œuvre d'un modèle de rémunération propre aux STEP.

Dans son référendum du 2 décembre 2022 sur le renouvellement des concessions hydro-électriques³²¹ puis dans sa communication de mars 2023 à la commission des finances du Sénat sur l'adaptation au changement climatique du parc des réacteurs nucléaires³²², la Cour a déjà eu l'occasion de formuler les recommandations rappelées ci-après :

- consolider et mettre à jour les fondements scientifiques justifiant les limites réglementaires applicables aux rejets thermiques des réacteurs nucléaires (ministère de la transition énergétique, ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires, autorité de sûreté nucléaire, 2024) ;*
- renforcer la recherche et développement sur les systèmes de refroidissement sobres en eau ainsi que sur des systèmes de traitement biocide plus sobres en réactifs chimiques rejetés dans le milieu naturel (EDF, 2024) ;*

³²¹ Référendum Le renouvellement des concessions hydroélectriques (ccomptes.fr)

³²² L'adaptation au changement climatique du parc des réacteurs nucléaires | Cour des comptes (ccomptes.fr)

- produire les études de préfaisabilité prenant en compte le changement climatique concernant les huit EPR2 en option (ministère de la transition énergétique, EDF, 2025) ;
- proposer un modèle de rémunération propre aux stations de transfert d'énergie par pompage (STEP) à la hauteur de leur contribution au fonctionnement du système électrique français et permettant d'assurer un développement des investissements en ligne avec les objectifs de la programmation pluriannuelle de l'énergie (ministère de la transition énergétique, 2024).

À l'issue de cette nouvelle instruction, la Cour formule ou complète les recommandations suivantes :

1. fiabiliser les mesures de prélèvement et de consommation d'eau des centrales nucléaires (ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique, ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires, autorité de sûreté nucléaire, EDF, 2024) ;
2. identifier et mesurer les coûts d'adaptation au changement climatique des parcs de production nucléaire et hydro-électrique, en fonctionnement comme en investissement (EDF, CNR, 2024) ;
3. mesurer et publier les impacts de la contrainte hydrique sur les centrales nucléaires situées en bord de rivière ou d'estuaire et adapter si nécessaire leurs capacités d'entreposage avant rejet des effluents liquides (ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique, ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires, autorité de sûreté nucléaire, EDF, 2024) ;
4. formaliser une approche commune de l'adaptation au changement climatique pour le nouveau nucléaire, intégrée et déclinée par site (ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique, autorité de sûreté nucléaire, institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, EDF, 2024).

Réponse reçue à la date de la publication

Réponse du président-directeur général d'Électricité de France..... 354

Destinataires n'ayant pas d'observation

Monsieur le ministre de la transition écologique et de la cohésion des territoires
Monsieur le président de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN)
Madame la présidente du conseil d'administration de l'Institut de radioprotection et de la sûreté nucléaire (IRSN)
Madame la présidente du directoire de la Compagnie nationale du Rhône (CNR)

Destinataire n'ayant pas répondu

Madame la ministre de la transition énergétique

**RÉPONSE DU PRÉSIDENT-DIRECTEUR GÉNÉRAL
D'ÉLECTRICITÉ DE FRANCE**

Cette synthèse est le point d'aboutissement des enquêtes successives engagées par la Cour depuis deux années. Elle présente un état des lieux dont nous partageons le diagnostic.

Dans le prolongement des observations de la Cour et comme vous me l'avez suggéré, j'apporte bien volontiers quelques compléments de nature à éclairer la position et la démarche de notre entreprise.

EDF partage pleinement la préoccupation exprimée par la Cour des comptes à l'égard du réchauffement climatique et considère avec elle que ce phénomène est un fait majeur auquel l'humanité sera confrontée durablement tout au long de ce siècle et au-delà. EDF s'est impliquée avec beaucoup de soin dans l'instruction conduite par votre haute juridiction et a mis à disposition des rapporteurs son capital de connaissances acquises depuis une vingtaine d'années sur l'évolution du climat et ses conséquences, notamment au niveau de la recherche-développement et de son ingénierie. Notre entreprise contribue également aux études transversales engagées par les services de l'État au niveau français ; elle est fière que les travaux de ses experts puissent être reconnus dans les instances scientifiques.

Nos équipes, tout particulièrement celles du nucléaire, de l'hydraulique et de la recherche-développement, ont mis à profit ce temps d'instruction avec la Cour des comptes pour approfondir leurs analyses et ré-interroger la compréhension qu'elles en avaient, notamment à la lumière de la canicule exceptionnelle de l'été 2022 et de l'épisode de sécheresse qui l'a caractérisée

Des plans d'adaptation au changement climatique ont été établis aussi bien pour les infrastructures nucléaires que pour nos aménagements hydroélectriques. Ce n'est pas le lieu d'en faire une présentation détaillée. Il importe que vous sachiez que nos ingénieurs les ont intégrés, qu'ils prennent en compte la nécessité de consolider la résilience de nos équipements en exploitation et d'anticiper pour les nouvelles installations leur aptitude à faire face à des événements nouveaux comme la montée des mers. Les arbitrages à faire se situent sur un chemin critique entre la recherche d'une résilience affirmée et la prise en compte des possibles en l'état actuel des technologies. Les solutions retenues par EDF se veulent à la fois pragmatiques et proportionnées par rapport aux enjeux, ceux qui relèveraient de la sûreté étant bien évidemment priorisés sous la surveillance de l'Autorité de Sécurité Nucléaire.

S'agissant de la ressource en eau, les installations hydroélectriques gérées par EDF représentent une majeure partie des capacités de stockage en France. L'entreprise contribue activement à la gestion de ce bien commun en lien étroit avec l'État et les territoires, afin d'en faciliter l'allocation aux différents usages. Elle travaille à des projets d'optimisation des installations existantes et au développement de nouveaux moyens de production comme les STEP (Stations de Transfert d'Energie par Pompage). Par ailleurs, comme la Cour l'indique dans son rapport, on retiendra que les prélèvements en eau opérés par les centrales nucléaires d'EDF sont relativement faibles.

En dernier lieu, je voudrais souligner combien EDF participe à la construction d'un futur décarboné. La préservation de ses moyens de production est par conséquent un impératif qui oblige l'entreprise à anticiper les conséquences du réchauffement climatique sur leur fonctionnement ; elle requiert aussi une grande attention et un accompagnement de la part de l'État. C'est bien le sens du rapport de la Cour des comptes, ce dont je vous remercie.

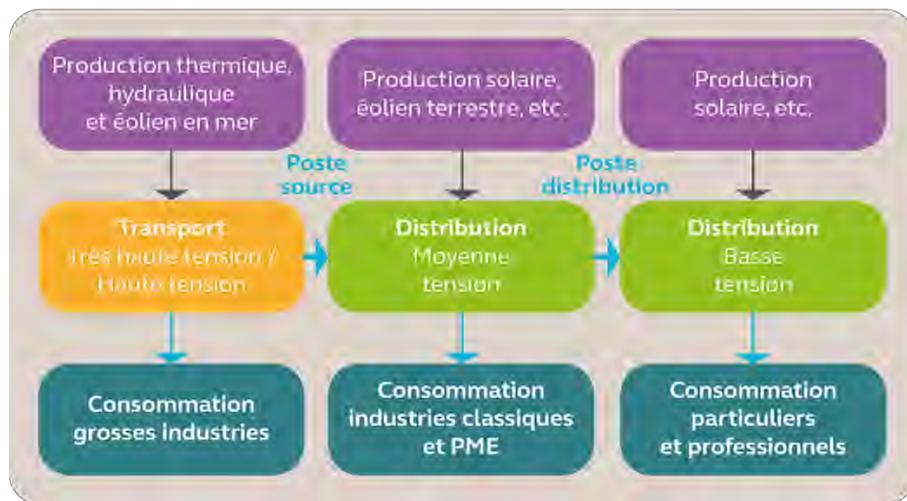
4

L'adaptation au changement climatique des réseaux de transport et de distribution d'électricité

PRÉSENTATION

Le transport et la distribution d'électricité constituent deux des quatre grandes activités de l'industrie électrique aux côtés, en amont, de la production et, en aval, de la vente au consommateur final.

Schéma n° 14 : présentation simplifiée du système électrique



Source : Cour des comptes

Le réseau de transport d'électricité comporte près de 106 000 km de lignes très haute tension (225 et 400 kV) et haute tension (63 kV, 90 kV et 150 kV) qui permettent de transporter l'électricité sur de longues distances. La longueur du réseau de distribution est de plus de 1,4 million de kilomètres. Il se compose de lignes à moyenne tension (10 à 30 kV) et à basse tension (230 ou 400 V).

Tableau n° 19 : réseau de transport et de distribution d'électricité gérés par RTE et Enedis en 2022 (en km)

Réseau de transport		Réseau de distribution		Total
Très haute tension	Haute tension	Moyenne tension	Basse tension	
49 365	56 451	664 447	736 976	1 507 240

Source : RTE (*Open Data Réseaux Énergies - ODRE*) et Enedis

Le réseau de transport s'étend des lieux de production vers plus de 2 300 postes de transformation, appelés « postes-sources », qui ont pour rôle d'abaisser le niveau de tension.

Le réseau de distribution court des postes-sources jusqu'aux compteurs des utilisateurs. L'électricité moyenne tension alimente directement les clients industriels. Pour les autres clients (particuliers, commerçants, artisans, etc.), elle est convertie en basse tension par des postes de transformation (environ 800 000) avant livraison.

Réseau de transport d'électricité (RTE) est le seul gestionnaire du réseau de transport tandis qu'il existe 114 gestionnaires de réseaux de distribution. Les gestionnaires métropolitains de plus de 100 000 clients sont au nombre de six dont Enedis qui gère le réseau sur 95 % du territoire³²³.

Le changement climatique a des effets importants sur les réseaux électriques du fait de leur densité et de leur localisation largement en extérieur. Leur capacité à s'adapter au changement climatique constitue donc une priorité. Pour les gestionnaires, elle nécessite d'identifier les points de fragilité des réseaux, d'engager des actions préventives pour supprimer ou limiter les conséquences des aléas climatiques et de déterminer les besoins d'investissements pour répondre à ces nouveaux défis, amplifiés par le développement de l'électricité à base d'énergies renouvelables.

Le présent chapitre ne porte que sur le réseau du territoire hexagonal³²⁴. Il décrit les principaux risques climatiques auxquels font face les réseaux électriques, puis analyse la pertinence des mesures d'adaptation prises par les gestionnaires de réseaux avant d'examiner les impacts financiers, présents et à venir, des mesures d'adaptation.

³²³ Les cinq autres principaux gestionnaires de réseaux de distribution d'électricité sont les entreprises locales de distribution suivantes : Strasbourg Électricité Réseaux, Réséda, Gérédis, SRD, GreenAlp.

³²⁴ Les problématiques propres à l'Outre-mer et à la Corse sont traitées dans le rapport de la Cour des comptes relatif aux soutiens publics aux zones non interconnectées.

I - Des risques accrus et des vulnérabilités identifiées

Les réseaux électriques constitués d'un important linéaire réparti sur l'ensemble du territoire sont de fait, tout à la fois dotés d'une bonne résilience et exposés aux différents aléas climatiques. Néanmoins, le changement climatique entraîne des modifications dans l'intensité et la fréquence des évènements extrêmes.

A - La nature et l'intensité des risques modifiés par le changement climatique

Les réseaux sont particulièrement sensibles aux phénomènes climatiques aigus, comme les canicules ou les tempêtes. D'autres risques associés, comme l'élévation progressive du niveau de la mer, peuvent également menacer les infrastructures de réseaux.

Les dommages provoqués par les évènements climatiques peuvent affecter la structure physique des ouvrages, mais également leur capacité à assurer leur service de façon optimale, par exemple en réduisant localement le volume d'électricité acheminé. Ils peuvent aussi être à l'origine de coupures de courant.

L'impact du changement climatique sur les réseaux est soumis à des incertitudes tenant à l'impossibilité de prévoir avec exactitude les évolutions climatiques et à la difficulté d'établir des projections à la maille locale. Néanmoins, les différentes études réalisées par Météo-France et par les gestionnaires de réseaux révèlent des évolutions significatives du degré d'exposition des réseaux aux différents aléas climatiques.

Les vents forts et les tempêtes peuvent faire tomber des lignes aériennes ou des arbres s'abattant sur ces lignes. Le GIEC estime que l'augmentation de ces phénomènes peut rester modérée mais des variations importantes sont prévisibles selon les régions du monde. Météo France n'observe pas de tendance claire en termes de fréquence et d'intensité pour la France, ce qui n'exclut pas les épisodes localement violents.

Les épisodes de froid entraînant des surcharges de glace et de neige peuvent avoir des conséquences importantes sur l'intégrité physique du réseau ou sur son exploitation en créant des pertes d'isolation imposant la mise hors tension.

La neige collante

Il existe plusieurs types de neiges en fonction de la quantité d'eau qu'elles contiennent.

En général, plus l'altitude est élevée et la température basse (inférieure à 5 °C), plus la neige est « sèche ». La neige collante, plus humide, est plus fréquente en plaine et tombe à une température égale ou supérieure à zéro.

Ces épisodes neigeux sont souvent courts et localisés mais avec des précipitations intenses. Une neige lourde s'agglomère autour des lignes électriques pour former des manchons. Son accumulation peut causer des dégâts, allant parfois jusqu'à la rupture des lignes.

Les modèles climatiques projettent une diminution du nombre de jours présentant des conditions favorables à l'apparition d'épisodes de froid, gel et neige. Mais des phénomènes locaux ne peuvent être exclus.

Le risque d'inondations se manifeste de différentes manières. Il peut s'agir de crues rapides et torrentielles résultant de précipitations intenses ou d'inondations dues au ruissellement ou aux remontées de nappes. L'érosion du trait de côte peut également accroître les risques de submersion marine.

Les inondations peuvent causer, par submersion, des dégâts aux ouvrages souterrains mais aussi entraîner des glissements de terrain qui peuvent emporter les câbles souterrains ou arracher les pylônes. Les infiltrations d'eau peuvent accélérer leur vieillissement par l'effet de la corrosion et entraîner des coupures d'électricité. Ce risque a tendance à augmenter en raison de l'élévation du niveau de la mer, des cumuls de pluies lors d'événements extrêmes et d'une modulation saisonnière plus marquée.

Enfin, dans son étude « Futurs Énergétiques 2050 », RTE relève que la température est la variable pour laquelle les effets du changement climatique sont les plus marqués. Outre l'augmentation des températures moyennes, les modèles climatiques anticipent une multiplication des épisodes de canicule.

Les gestionnaires de réseaux estiment que la hausse des températures moyennes a un impact limité sur la solidité et la performance du réseau. En revanche, les réseaux électriques sont sensibles aux épisodes de chaleur extrêmes.

Les températures élevées peuvent, par exemple, diminuer la performance des matériels. Le passage de l'électricité fait chauffer les câbles conducteurs du réseau de transport (effet Joule). Lorsque la température extérieure est particulièrement élevée, l'impact de ce phénomène d'échauffement est plus important et peut conduire à une diminution du volume d'électricité transporté.

Une étude mentionnée par l'Agence européenne pour l'environnement (EEA)³²⁵ estime la baisse de performance, c'est-à-dire de la puissance transportée, à 1,5 % par degré en période estivale. Cette baisse de performance des câbles aériens pourrait se cumuler avec l'augmentation de la demande estivale d'électricité en cas de recours accru à la climatisation.

Par ailleurs, en raison de l'augmentation de la fréquence de températures extrêmes, les épisodes de sécheresse devraient être plus marqués. Ils peuvent favoriser les feux de forêts ou les agraver quand ils n'en sont pas directement la cause. Les incendies peuvent alors limiter les capacités de transit en raison de l'échauffement des câbles, causer des dommages au réseau ou accélérer leur vieillissement. Enedis a relevé que les incendies de l'été 2022 avaient entraîné 137 interruptions sur le réseau de distribution, dont certaines de façon préventive pour permettre l'intervention en sécurité des pompiers.

Les effets de ces différents aléas climatiques peuvent se cumuler (crue fluviale accompagnée d'orages violents) ou entraîner des effets en cascade (chutes d'arbres provoquées par les tempêtes, incendies causés par la chaleur, fragilisation des pylônes par des inondations). En juillet 2021, les incendies dans l'Aude ont été à l'origine de la mise hors de tension d'une ligne électrique à très haute tension : il en a résulté une surcharge sur les autres lignes de la région, avec pour conséquence, pour une durée d'une heure environ, des coupures de courant et une déconnexion de l'Espagne et du Portugal du réseau électrique européen.

B - Une exposition aux risques qui varie selon la nature des ouvrages

La sensibilité des infrastructures aux événements climatiques dépend d'un nombre important de facteurs.

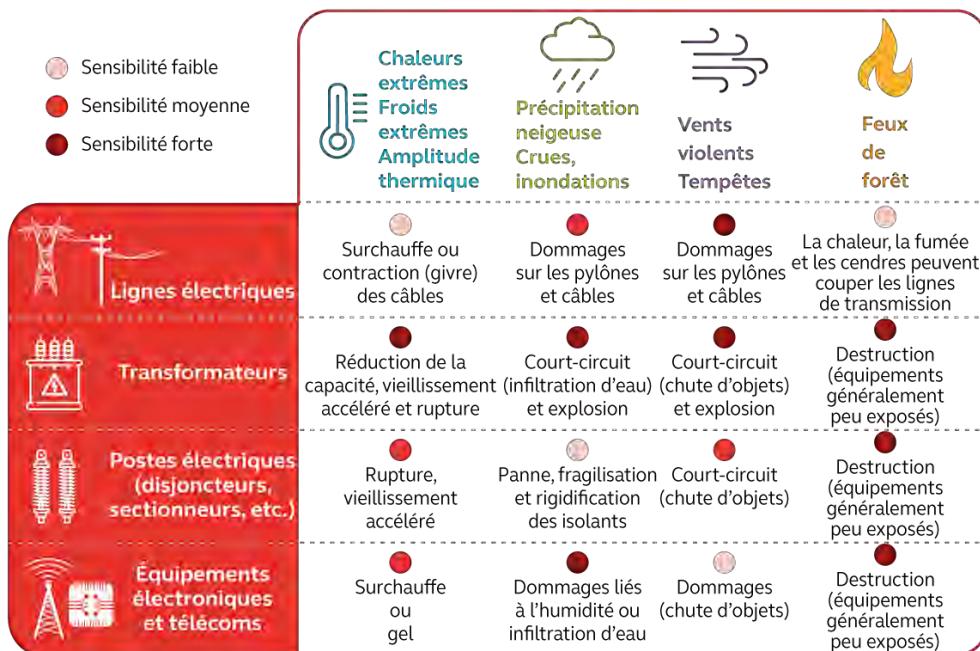
Les réseaux aériens, principalement situés en zone rurale, sont plus sensibles aux épisodes de vent violent, de givre ou de neige collante, en particulier dans les zones boisées. Les températures élevées peuvent affecter leur capacité de transport (cf. *supra*). Les réseaux souterrains sont généralement moins exposés mais la performance des câbles est également affectée en cas de chaleur intense. Ils sont en outre sensibles aux glissements de terrain provoqués par des inondations.

³²⁵ *Adaptation challenges and opportunities for the European energy system*, European environment agency (EEA), janvier 2019.

Au sein du réseau de distribution, l'infrastructure de moyenne tension est à l'origine de la quasi-totalité du temps de coupure électrique ayant une origine climatique en raison, notamment, de sa localisation dans les zones boisées. Les réseaux souterrains de moyenne tension sont également plus exposés aux fortes chaleurs avec un taux d'incidents quotidiens multiplié par cinq ou huit selon les matériaux utilisés pour l'isolation des câbles (cf. *infra*).

L'impact des aléas climatiques varie aussi selon la nature des ouvrages.

Schéma n° 15 : exposition aux risques climatiques des différents ouvrages du réseau électrique



Source : Carbone 4

Les pylônes aériens de très haute tension sont en général des ouvrages robustes en métal, peu affectés par les aléas climatiques de type tempête ou vents violents. La chute de tels ouvrages est exceptionnelle. Néanmoins, l'érosion des sols causée par les inondations peut fragiliser leurs fondations. Les structures en bois ou en aluminium du réseau de distribution sont moins résistantes et peuvent être affectées par les chutes d'arbres et, pour celles en bois, par les incendies.

Certains postes-sources reliant le réseau de transport au réseau de distribution sont plus exposés aux risques de submersion lors de crues où d'inondations. Les dommages peuvent entraîner des coupures de courant sur la zone inondée mais parfois au-delà, les postes-sources gérant l'acheminement de l'électricité vers les clients finaux.

C - Les faiblesses révélées par les tempêtes de 1999

Les 26, 27 et 28 décembre 1999, les tempêtes Lothar et Martin ont balayé la France avec des rafales de vent atteignant 200 km/h. Plus de 1 000 pylônes de haute et très haute tension, 20 000 supports de moyenne tension et 5 776 km de basse tension ont subi des dommages³²⁶. Près de 4 millions de foyers ont été privés d'électricité. Au niveau européen, les coûts de remplacement des ouvrages détruits ont été évalués à 152 M€ et les pertes économiques estimées à 15 Md€³²⁷.

Ces évènements ont révélé des défauts structurels du réseau d'électricité mais aussi les limites de la capacité des gestionnaires à rétablir le courant. Le rétablissement complet du réseau de distribution a pris deux semaines.

Les décisions d'investissement prises à leur suite se sont, dans un premier temps, concentrées sur les zones sinistrées afin de reconstruire les parties du réseau endommagées.

RTE a lancé en 2000 un programme de sécurisation mécanique des ouvrages vulnérables aux évènements climatiques, qui a inclus le renforcement des fondations de certains pylônes, l'installation de pylônes anti-cascade et l'élargissement des tranchées forestières. Les travaux ont été réalisés jusqu'en 2017 pour un montant total de 2,5 Md€₂₀₁₇³²⁸. S'agissant du réseau de distribution, les premières mesures de consolidation ont porté sur l'enfouissement des lignes et sur l'installation de dispositifs de protection empêchant les chutes en cascade. Enedis a également développé sa capacité de réponse aux crises en s'engageant à réalimenter 90 % des clients touchés en moins de cinq jours et en créant en juillet 2000 un dispositif d'intervention d'urgence.

³²⁶ [Vulnérabilité des réseaux d'infrastructures aux risques naturels](#), CGEDD, septembre 2013, 102 pages.

³²⁷ [Adaptation challenges and opportunities for the European energy system](#), European environment agency (EEA), janvier 2019.

³²⁸ En euros 2017.

La force d'intervention rapide électricité (FIRE)

La FIRE est un dispositif d'urgence créé en juillet 2000 par Enedis, qui repose sur une nouvelle organisation de l'entreprise afin d'intervenir sous 48 heures en cas d'incident climatique extrême. Elle permet de mobiliser 2 500 salariés prêts à intervenir en soutien des équipes locales. Le matériel nécessaire est réparti sur 11 plateformes logistiques de stockage implantées sur l'ensemble du territoire national.

Initialement conçue pour les interventions sur le réseau aérien, la FIRE intervient désormais aussi sur le réseau souterrain et sur les postes-source. Depuis sa création, elle a été mobilisée une centaine de fois à la suite d'événements climatiques entraînant des coupures de courant.

Afin de faciliter les opérations de rétablissement de courant, Enedis a aussi mis en place un réseau privé de télécommunications qui lui permet d'assurer la coordination des équipes.

Les gestionnaires de réseaux ont par ailleurs développé des outils pour mieux connaître l'état de leurs infrastructures et intervenir plus rapidement. Les cartographies d'ouvrages et le développement d'outils de surveillance ont permis de mieux identifier les vulnérabilités du réseau et de repérer les ouvrages les plus « incidentogènes ».

Certains de ces outils visent à recueillir et à traiter en temps réel des données sur l'état du réseau permettant d'intervenir, soit avant l'incident soit en améliorant la réactivité des équipes d'intervention. En lien avec RTE, le gestionnaire de réseau Gérédis a ainsi mis en place un outil prédictif de croissance de la végétation permettant d'anticiper les besoins d'élagage et de débroussaillage à proximité des lignes électriques aériennes. Sur le réseau basse tension, les compteurs Linky peuvent détecter à distance des pannes et des anomalies de tension.

II - Des mesures d'adaptation à renforcer

Au-delà des mesures d'urgence prises à la suite des tempêtes de 1999, les gestionnaires de réseaux ont progressivement pris des mesures et élaboré des plans d'adaptation destinés à anticiper ou répondre à des aléas climatiques exceptionnels.

A - L'élaboration de plans d'adaptation

Chez Enedis, le plan « aléas climatiques » (PAC) mis en œuvre à partir de 2006 est notamment consacré au renforcement de la résilience du réseau aérien de moyenne tension. Le plan vise à traiter les zones dites « à risque avéré » où le taux d'incident est, selon les estimations d'Enedis, multiplié par six en cas d'aléas climatiques. 47 200 km de lignes sont concernés, soit environ 15 % des 316 500 km du réseau aérien de moyenne tension. Il s'agit, par exemple, des lignes voisines de massifs forestiers ou à diamètre trop réduit. Pour les parties moins directement exposées, un programme complémentaire dit « Rénovation Programmée » se concentre sur le seul remplacement des matériels non conformes au référentiel technique. Ce plan s'accompagne de programmes ciblés sur certains risques, par exemple les inondations, ou sur certaines technologies.

Chez RTE, les mesures d'adaptation ont d'abord visé le renforcement des ouvrages face aux risques liés aux tempêtes. Un programme plus récent (2019), dénommé « Résilience », se concentre sur l'augmentation de la fréquence des épisodes caniculaires et la prévention des risques d'inondations. Des études en cours sur ces sujets devraient alimenter le nouveau schéma décennal de développement de réseau (SDDR) en cours de finalisation (cf. *infra*).

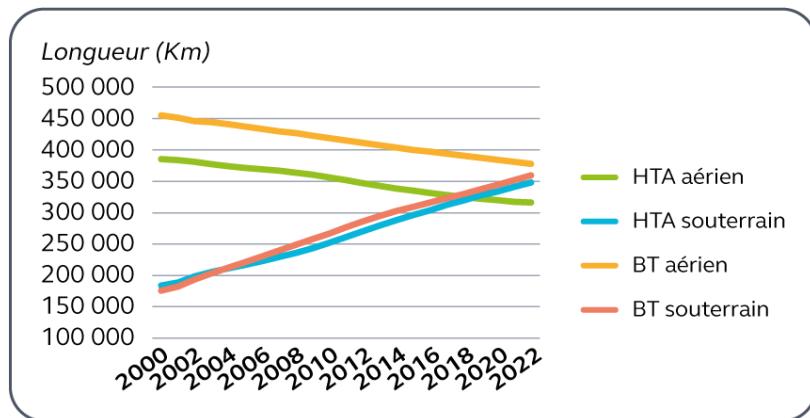
B - Des mesures en réponse à des évènements climatiques des dernières décennies

1 - La mise en souterrain des réseaux : une solution relativement efficace mais coûteuse

La mise en souterrain des lignes a été la principale action mise en œuvre par les gestionnaires de réseaux pour améliorer la résilience des infrastructures. Elle présente l'avantage de protéger le réseau contre plusieurs types d'évènements climatiques extrêmes, notamment les tempêtes, les vents forts et la neige. Elle permet aussi de réduire les opérations d'élagage et de limiter les dommages en période de forte chaleur, la température du sol étant inférieure à celle de l'air.

S'agissant du réseau de distribution géré par Enedis, la longueur des réseaux souterrains a en conséquence doublé entre 2000 et 2022 et sa part est passée de 30 % à 50 % sur la même période.

Graphique n° 28 : évolution depuis 2000 de la longueur des lignes du réseau de distribution géré par Enedis (en km)



Source : données Enedis ; graphique Cour des comptes

La mise en souterrain des réseaux a pu contribuer à la baisse du nombre d'incidents et du temps de coupure sur le réseau moyenne tension, même si un lien de causalité direct est difficile à établir.

S'agissant du réseau de transport, la mise en souterrain est moindre (7 % en 2022), car plus complexe techniquement. Néanmoins, les lignes souterraines du réseau de transport ont augmenté de 68 % entre 2012 et 2022.

La mise en souterrain des réseaux s'avère substantiellement plus onéreuse en termes d'investissement. Dans le schéma de développement du réseau (SDDR) publié en 2019, RTE estime à + 40 % le surcoût résultant de la mise en souterrain systématique des nouvelles lignes d'une puissance de 63 à 225 kV, soit entre 750 M€ et 1,5 Md€ cumulés selon les scénarios entre 2021 et 2035.

Enedis estime pour sa part que la mise en souterrain complète de ses réseaux coûterait 170 Md€ en investissement dont 60 % pour le réseau basse tension. Le gain estimé en temps de coupure serait de 21 minutes pour le réseau moyenne tension mais marginal pour le réseau basse tension. Si la fréquence des interventions, pour des réparations par exemple, est moindre, les coûts et les durées d'intervention sont plus élevés.

2 - La suppression progressive des technologies les plus incidentogènes

Certaines mesures prises, notamment par les gestionnaires du réseau de distribution, consistent à supprimer progressivement les éléments identifiés comme étant les plus vulnérables aux aléas climatiques.

Les lignes en conducteurs nus en cuivre, dites « fils nus » représentent, fin 2022, 46 000 km de lignes aériennes basse tension gérées par Enedis³²⁹ et sont responsables de 15 000 incidents par an, soit un taux d'incident huit fois plus élevé que celui de la basse tension en technique torsadée. La suppression de la quasi-totalité des fils nus est prévue à l'horizon 2040.

Le retour d'expérience de la canicule de 2003 a montré la vulnérabilité du système d'isolation de certains câbles souterrains, notamment ceux isolés au papier imprégné (CPI), posés jusque vers la fin des années 1970 en milieu urbain. Les fortes chaleurs ont mis en évidence les défauts de ces câbles qui ont entraîné de nombreuses défaillances, avec un taux d'incident multiplié par huit sur le réseau souterrain moyen tension.

Le programme de renouvellement lancé en 2008 a ciblé en priorité les tronçons ayant la plus forte probabilité de défaillances : 8 300 km de câbles CPI ont été déposés depuis 2010 sur les 30 000 km concernés pour un coût de 1,5 Md€.

En moyenne tension, il subsiste 21 000 km de câbles issus de ces technologies. Enedis a prévu de supprimer 85 % de ce stock d'ici 2040 pour un coût de 2,3 Md€, soit environ 1 000 km de câbles chaque année, pour les remplacer par des câbles à isolation synthétique.

Graphique n° 29 : programme de renouvellement des câbles CPI du réseau souterrain (en km)



Source : Enedis (Capex 2040)

³²⁹ Elles représentaient au début 2000 un quart des lignes basse tension (150 000 km sur 600 000 km).

En basse tension, les mêmes défaillances ont été constatées mais le risque de défaut est moins important. L'objectif d'Enedis est de renouveler d'ici 2040 les câbles présentant un risque important de défaillance, soit 65 % du stock existant en 2021 (20 000 km environ) pour un coût de 2,9 Md€.

Dans son rapport de retour d'expérience sur la canicule de 2019, l'inspection générale de l'environnement et du développement durable (IGEDD) a estimé que le programme de remplacement des câbles CPI semblait porter ses fruits³³⁰. Elle a en effet relevé qu'en comparaison du précédent épisode de 2015, la canicule de l'été 2019, pourtant intense, n'avait pas entraîné de crise majeure. En 2022, les chaleurs intenses et durables, plus sévères que celles observées précédemment (hormis en 2003), ont été à l'origine de nombreux incidents sur le réseau. Le retour d'expérience réalisé par Enedis a toutefois relevé que les câbles synthétiques ayant remplacé les câbles CPI ont connu un taux de défaillance beaucoup plus faible.

3 - Inondations : de premières actions d'adaptation engagées, une cartographie encore incomplète

La mise en œuvre des mesures d'adaptation face au risque inondations se concentre à ce jour sur l'Île-de-France.

Dans son rapport relatif au retour d'expérience sur la crue de mai et juin 2016 dans les régions Centre et Île-de-France (20 000 foyers privés d'électricité), l'inspection générale de l'environnement et du développement durable (IGEDD)³³¹ a signalé les retards dans la sécurisation des réseaux de distribution d'électricité. Elle a recommandé à l'État d'engager au plus vite une démarche concertée avec l'ensemble des gestionnaires de réseaux, afin de clarifier le plan d'action pour la sécurisation de la distribution électrique en cas d'inondation majeure. Sur cette base et dans le prolongement de l'exercice *Sequana*³³², Enedis et RTE ont réalisé de façon conjointe un diagnostic de leurs ouvrages, qui a mis en évidence des niveaux de protection insuffisants.

³³⁰ Retour d'expérience sur l'épisode caniculaire et la sécheresse 2019, IGEDD, avril 2020, 138 pages.

³³¹ Inondations de mai et juin 2016 dans les bassins moyens de la Seine et de la Loire – Retour d'expérience, IGEDD-IGA, février 2017.

³³² *Sequana* est un exercice de simulation d'une gestion de crue centennale organisé en mars 2016 par le secrétariat général de la zone de défense de Paris. Cet exercice avait pour objectif de tester la capacité des différents secteurs d'activité à gérer un tel évènement et à coordonner leurs actions, et d'évaluer la pertinence et la cohérence de leurs plans d'urgence.

Sur le périmètre du réseau de transport et en fonction des analyses coûts-bénéfices, RTE a décidé soit la reconstruction des ouvrages en risques aux normes correspondant à 115 % du débit constaté lors de la crue de 1910, soit leur « mise en résilience », aux normes correspondant à 100 % du débit constaté lors de la crue de 1910 (rehaussement des parties sensibles, portes étanches, reprise de fondations) pour un coût évalué à 64 M€.

De son côté, Enedis a mis en place un programme de maîtrise du risque d'inondation centré sur les crues en zones urbaines. Ce programme prévoit que les nouveaux ouvrages sont construits en zone non inondable. Pour les ouvrages existants, des mesures de renforcement de la résilience ont été mises en place en Île-de-France, sur la base d'une cartographie des zones de fragilités électriques : installation de capteurs de niveaux d'eau permettant d'envoyer des informations en temps réel, mise en place d'équipements submersibles, surélévation des éléments sensibles, installation de pompes. Le programme prévoit également le renforcement du maillage du réseau pour permettre à d'autres postes-source de prendre le relais en cas de perte ou de mise hors tension si l'un d'eux venait à être inondé. Le coût de ces actions est estimé à 500 M€ pour la seule région Île-de-France jusqu'en 2050.

L'IGEDD, dans son rapport sur le retour d'expérience de la crue de la Seine et de ses affluents de janvier-février 2018³³³ a noté les progrès réalisés par Enedis pour réduire progressivement la vulnérabilité des postes de transformation stratégiques et assurer la réalimentation rapide des clients coupés. La Cour fait un constat similaire dans son rapport sur la prévention du risque inondation en Île-de-France³³⁴.

Hors Île-de-France, l'élaboration d'une cartographie complète du territoire métropolitain est en cours, sur la base d'un partenariat conclu en 2021 entre RTE et la Caisse centrale de réassurance (CCR).

³³³ Crue de la Seine et de ses affluents de janvier-février 2018, IGEDD, CGEDD-IGA, décembre 2018.

³³⁴ La prévention insuffisante du risque d'inondation en Île-de-France, Cour des comptes, novembre 2022.

Étude de la caisse centrale de réassurance (CCR)

La CCR a élaboré une cartographie des risques déclinée sur trois types d'aléas : débordement de cours d'eau, ruissellement et submersion marine.

Pour sa réalisation, la CCR a utilisé les données issues du modèle ARPEGE développé par Météo-France. Ce modèle simule des centaines de fois la même année avec différents paramètres climatiques, ce qui lui permet de disposer d'une grande variété de trajectoires climatiques. Ces modèles alimentent un catalogue d'événements fictifs qui sont appliqués aux différents ouvrages, objets de l'étude (pylônes et postes) et à différentes périodes de retour afin d'estimer la probabilité de survenance des événements.

Sur la base des données recueillies, un score est attribué à chaque ouvrage pour mesurer son exposition aux risques, à climats actuel et futurs.

Les premières conclusions de l'étude montrent qu'une proportion importante des postes existants sont déjà exposés à l'un des trois risques analysés. Elles relèvent une augmentation significative des risques de débordement et de ruissellement à climat futur, notamment pour les ouvrages situés à proximité des fleuves, dans les Alpes et sur le pourtour méditerranéen. S'agissant du risque de submersion marine, qui est aggravé par l'évolution du trait de côte, l'étude note que le nombre de sites exposés est faible à climat actuel et en légère augmentation à climat futur.

C - Renforcer la coordination entre les différents acteurs

La coordination entre les différents acteurs³³⁵ intervient à plusieurs niveaux.

En premier lieu, l'interdépendance croissante des réseaux (électricité, gaz, transport, eau, télécommunications, etc.) rend indispensable la coordination des différents opérateurs. À la suite des crues de 2016 en Île-de-France, ces derniers se sont engagés à partager leurs données, à améliorer le diagnostic de leurs ouvrages et à prendre les mesures nécessaires pour renforcer leur résilience.

Dans une note d'analyse publiée en mai 2022³³⁶, France Stratégie a préconisé l'approfondissement de la coordination entre opérateurs de réseaux et le partage des connaissances au travers d'un outil cartographique d'identification des interdépendances. Elle a également suggéré l'expérimentation de plans d'action locaux visant les interdépendances les plus critiques.

³³⁵ État, gestionnaires de réseaux, autorités concédantes.

³³⁶ Risques climatiques, réseaux et interdépendances : le temps d'agir, France Stratégie, mai 2022.

Dans le cas du réseau de transport d'électricité, la coordination relève aussi du niveau européen. Il existe en effet plus de 421 interconnexions physiques entre États européens, dont 51 en France. Par ailleurs, la plupart de ces pays fait partie du « système électrique continental synchrone »³³⁷, avec des règles d'exploitation communes. Il en résulte que des défaillances sur le réseau de transport d'électricité d'un pays peuvent affecter la stabilité du système électrique européen. L'analyse des impacts du changement climatique sur les réseaux et les mesures d'adaptation qui en découlent doivent donc être prises en compte à ce niveau.

S'agissant du réseau de distribution, les enjeux d'adaptation sont essentiellement nationaux, voire locaux. La coopération entre les différents acteurs et le rôle d'animation d'Enedis sont indispensables pour décliner au niveau local les scénarios climatiques et définir une vision commune des infrastructures de réseaux à moyen et long terme.

Le modèle de cahier des charges des concessions d'électricité prévoit l'élaboration d'un schéma directeur des investissements sur la durée du contrat (20 à 30 ans), décliné en programmes pluriannuels et annuels. Il appartient aux acteurs chargés de la distribution de l'électricité d'utiliser ces outils pour intégrer dans les programmes d'investissement les mesures d'adaptation au changement climatique. Par ailleurs, le comité du système de la distribution publique d'électricité (CSDPE), qui rassemble des représentants de l'État, des autorités concédantes et des gestionnaires de réseaux, doit devenir un lieu de partage d'information sur l'évolution des aléas climatique et de coordination des actions d'adaptation.

D - Formaliser les objectifs de l'État vis-à-vis des gestionnaires

L'État dispose de plusieurs leviers, à travers la réglementation ou les contrats passés avec les entreprises de service public, pour partager les objectifs d'adaptation au changement climatique.

³³⁷ Ils partagent la même fréquence électrique à 50 Hz (la courbe d'électricité oscille 50 fois par seconde) en situation d'équilibre offre/demande. Selon que la production est supérieure ou inférieure à la consommation, la fréquence augmente ou diminue et il faut intervenir pour rétablir l'équilibre.

L’arrêté du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributeurs d’énergie électrique a été pris à la suite des tempêtes de 1999. Il fixe les prescriptions permettant d’assurer la résistance des ouvrages à des évènements violents dus au vent, au givre, à la neige collante et à la pluie verglaçante. Bien que modifié à plusieurs reprises, il ne prend toujours pas en compte l’évolution des risques liés au changement climatique, notamment les épisodes de chaleur intense. La Cour invite le ministère à analyser dans quelle mesure les référentiels existants demeurent pertinents ou s’ils doivent imposer de nouvelles mesures d’adaptation.

L’adaptation au changement climatique devrait également figurer de façon explicite dans les contrats de service public passés entre l’État et les gestionnaires de réseau.

Le contrat de service public entre l’État et RTE a été signé le 29 mars 2022. Il comprend 40 objectifs articulés autour de trois thèmes (transition énergétique, mutations du système électrique, éclairage des choix énergétiques). Le changement climatique y est évoqué, mais le contrat ne prévoit aucun objectif spécifique lié à l’adaptation du réseau de transport d’électricité. L’État et RTE doivent donc engager des discussions pour insérer dans le contrat existant des objectifs d’adaptation au changement climatique assortis d’indicateurs de résultats.

Par ailleurs, il n’existe toujours pas de contrat de service public entre Enedis et l’État. Dans un rapport de 2012 sur les comptes et la gestion de l’entreprise³³⁸, la Cour a recommandé la signature « *au plus vite* » d’un tel contrat. Cette recommandation a été réitérée dans un nouveau rapport³³⁹ sur les comptes et la gestion d’Enedis publié en 2021. Elle n’est toujours pas mise en œuvre à ce jour, alors que la conclusion d’un tel contrat constitue une obligation légale.

³³⁸ Cour des comptes, *Examen des comptes et de la gestion de la société « Électricité réseau distribution France (exercices 2008-2010) », 2012.*

³³⁹ [Enedis / Cour des comptes \(ccomptes.fr\)](http://www.ccomptes.fr)

III - Anticiper les évolutions des réseaux et évaluer les moyens à mobiliser

Les travaux prospectifs sur l'adaptation des réseaux au changement climatique doivent prendre en compte le fait que le climat de demain sera sensiblement différent de celui d'aujourd'hui. Ils doivent aussi intégrer les enjeux découlant du développement des énergies renouvelables afin de définir des trajectoires d'investissement soutenables.

A - Mieux articuler les réflexions sur la transition énergétique et l'adaptation au changement climatique

La transition énergétique repose notamment sur le développement de la production d'énergies renouvelables d'origine éolienne et solaire. Elle conduit à des changements importants dans la structure et le fonctionnement des réseaux.

1 - L'impact de la transition énergétique sur les réseaux électriques

Le rapport « Futurs énergétiques 2050 » de RTE indique qu'à la différence du parc nucléaire, qui se caractérise par un nombre limité d'installations de grande taille, la production à base d'énergies renouvelables repose sur de multiples sites de production, dont certains de très petite taille, répartis de manière diffuse sur l'ensemble du territoire.

Les parcs de production d'électricité d'origine solaire et éolienne représentaient au 31 décembre 2022 une puissance installée de près de 37 000 MW, soit une augmentation de 61 % en cinq ans. En 2050, ces capacités de production seraient multipliées par un facteur allant de deux à sept selon les scénarios de RTE.

Graphique n° 30 : puissance raccordée des énergies renouvelables terrestres en 2050



Source : RTE (futurs énergétiques 2050)

Note : les scénarios M reposent sur un développement soutenu des énergies renouvelables ; les scénarios N reposent sur une relance de la filière nucléaire (le scénario N03 prévoit à horizon 2050 un mix comportant 50 % d'énergie nucléaire et 50 % d'énergies renouvelables).

Cette évolution aura des impacts significatifs sur la circulation de l'électricité *via* les réseaux. En effet, la localisation des installations de production dépend de l'énergie primaire existante (éolienne ou solaire par exemple), laquelle peut être éloignée des lieux de consommation. Par ailleurs, la production électrique issue des énergies renouvelables peut être déconnectée de la demande, entraînant une circulation plus importante de l'électricité entre les territoires en fonction des besoins. Enfin, alors que les réseaux sont traditionnellement conçus pour acheminer l'électricité depuis le réseau de transport vers le réseau de distribution, les surplus de la production d'origine renouvelable peuvent conduire à des « refoulements » du réseau de distribution vers le réseau de transport.

Les gestionnaires de réseaux doivent accompagner ces évolutions en créant ou en mettant à niveau les ouvrages de raccordement nécessaires. Enedis estime à 10 le nombre de postes-sources devant être créés chaque année d'ici 2040 et la plupart des postes existants verront leur puissance moyenne augmenter.

2 - Intégrer l'impact du changement climatique dans la planification du développement des énergies renouvelables

Les enjeux de développement des énergies renouvelables et d'adaptation au changement climatique sont liés à plusieurs facteurs :

- l'augmentation de la longueur des réseaux résultant du développement des énergies renouvelables accroît mécaniquement l'exposition aux risques climatiques ;
- la conception et le dimensionnement des nouveaux ouvrages de raccordement doivent tenir compte de l'évolution des risques climatiques ;
- les travaux nécessaires au développement de la production renouvelable sont l'occasion d'améliorer la résilience des ouvrages existants.

Pourtant, les réflexions sur ces sujets sont encore trop cloisonnées. En particulier, les outils de planification de l'extension et de l'adaptation des réseaux pour permettre le développement de la production renouvelable ne prennent pas en compte les enjeux climatiques.

Les schémas régionaux de développement des énergies renouvelables

En application de l'article L. 321-7 du code de l'énergie, les schémas régionaux de développement des énergies renouvelables ont pour objectif de faciliter l'intégration de la production d'électricité à base d'énergies renouvelables sur le réseau. Ils sont élaborés par RTE en lien avec les parties prenantes.

Ces schémas s'inscrivent dans les schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET), qui fixent notamment les objectifs régionaux de développement des énergies renouvelables.

Leur construction repose sur le recensement des gisements de production d'énergies renouvelables. La modélisation du fonctionnement du réseau permet ensuite d'identifier les contraintes éventuelles induites par le raccordement du gisement. Selon les cas, ces contraintes aboutiront à des solutions de renforcement de réseau ou à la création de nouveaux ouvrages. Enfin, le schéma évalue les coûts liés à l'adaptation des ouvrages existants ou à la création de nouveaux ouvrages.

Par suite, les outils de planification utilisés pour accompagner la transition énergétique devraient mieux intégrer l'évolution des risques climatiques. À titre d'exemple, la planification spatiale des ouvrages devrait tenir compte des risques d'inondation, actuels et futurs.

B - Adapter les investissements au changement climatique

1 - Approfondir les analyses prospectives

Les deux principaux gestionnaires de réseau intègrent progressivement les enjeux climatiques dans leurs réflexions prospectives.

Le rapport « Futurs énergétiques 2050 » de RTE consacre un chapitre au changement climatique et analyse les principaux paramètres d'évolution du climat et leurs impacts probables sur le système électrique. Les réflexions sur l'évolution du réseau de transport trouvent également leur traduction dans les plans pluriannuels d'investissement. Le schéma décennal de développement du réseau (SDDR) mentionne la liste des principales infrastructures qui doivent être construites avec leur calendrier associé. Un nouveau projet de schéma, couvrant la période 2023-2040, est en préparation. L'un de ses chapitres sera consacré aux risques climatiques auxquels le réseau est désormais exposé, notamment les vagues de chaleur et les inondations, afin d'identifier les actions à mettre en œuvre et d'évaluer les coûts correspondants.

S'agissant de la distribution d'électricité, chaque gestionnaire de réseau desservant plus de 100 000 clients doit élaborer un plan de développement du réseau décrivant les investissements pour les cinq à dix prochaines années au périmètre de sa zone géographique d'intervention. Cette obligation résulte depuis mars 2021 de l'article L. 322-11 du code de l'énergie. Enedis a récemment publié un document préliminaire qui comprend un chapitre consacré à la résilience du réseau face aux risques climatiques. Néanmoins, plus de deux ans après la promulgation de l'article L. 322-11, le décret d'application nécessaire à la mise en œuvre complète de cet article n'est toujours pas intervenu.

2 - Clarifier les stratégies d'investissement

L'adaptation au changement climatique implique pour les gestionnaires de réseaux de réexaminer leurs stratégies d'investissement, pour tenir compte des conditions climatiques futures.

La prise en compte de ces conditions les a déjà conduits à revoir certains référentiels techniques. Ainsi, RTE a fait récemment évoluer ses prescriptions de température maximale de fonctionnement des câbles aériens en les portant de 65 à 85 °C pour les ouvrages neufs ou réhabilités. Le surcoût est estimé de 20 à 40 M€ sur la période 2024-2040 par rapport à une construction à 65 °C.

**Tableau n° 20 : évolution des règles de dimensionnement
des câbles aériens du réseau de transport (RTE)**

Nature de l'ouvrage	T °C de répartition prescrite jusqu'en 2022	Nouvelle T°C de répartition au 01/01/2023
Ouvrages neufs ou reconstruits à neuf	400 kV	90 °C
	225 kV	75 °C à 80 °C
	90/63 kV	65 °C
Ouvrages réhabilités	<i>A minima</i> 65 °C	80 °C à 85 °C sauf dérogation pour descendre à 75 °C

Source : RTE

Une telle approche doit être systématisée. La durée de vie des ouvrages pouvant dépasser 80 ans, les décisions d'investissement ou de renouvellement d'aujourd'hui doivent être conçues pour s'adapter au climat à l'horizon 2100 et au-delà.

Les choix d'investissements dépendront de la probabilité d'occurrence des événements climatiques mais aussi de l'impact financier anticipé de ces événements (dommages causés et coût de l'électricité non distribuée en cas de coupures). Cette analyse coût-bénéfice est rendue particulièrement complexe par les incertitudes concernant les effets concrets du changement climatique. Les études d'investissement sur la consistance et l'étendue des besoins d'adaptation devront en effet reposer sur des situations théoriques, malgré l'incertitude qui s'y rapporte, et non simplement à partir des situations observées dans le passé.

C - Un impact financier encore mal évalué

1 - Mieux identifier les dépenses consacrées aux mesures d'adaptation

L'une des difficultés du chiffrage du coût des politiques d'adaptation tient au fait qu'elles n'impliquent pas nécessairement de dépenses nouvelles. Les investissements améliorant la résilience du réseau, relatifs par exemple aux choix de matériaux, peuvent se traduire par une réorientation de dépenses existantes, sans coût supplémentaire. Les décisions d'investissement peuvent aussi poursuivre plusieurs objectifs et rendre difficile l'identification des dépenses d'adaptation. Ainsi, la mise en souterrain des lignes protège le réseau, contre certains événements climatiques extrêmes tout en améliorant la protection visuelle des sites et l'acceptation sociale des projets. Il en est de même des dépenses consacrées à la surveillance et au pilotage du réseau qui concourent simultanément à l'identification des ouvrages les plus vulnérables aux événements climatiques et à l'amélioration de la performance de l'exploitation.

Malgré ces difficultés, les gestionnaires de réseau, en lien avec l'État, doivent clarifier les modalités d'imputation des dépenses d'adaptation, par exemple en se concentrant sur la finalité poursuivie à titre principal ou sur les seuls investissements « additionnels » par rapport à la situation existante afin d'évaluer les moyens financiers à mobiliser.

2 - Mesurer les coûts d'adaptation au changement climatique

S'agissant du réseau de transport, l'étude « Futurs énergétiques 2050 » de RTE évalue notamment les coûts liés à l'adaptation au changement climatique sur le réseau régional³⁴⁰ à 1,5 Md€ entre 2020 et 2050. Il s'agit d'une estimation préliminaire *a minima* du coût d'adaptation du réseau aux fortes chaleurs et aux risques hydrologiques. Le futur schéma décennal de développement du réseau précisera ce coût d'ici fin 2024.

Au sein de cette enveloppe, RTE évalue d'ores et déjà à une fourchette comprise entre 340 et 680 M€ sur la période 2024-2040 les surcoûts associés à la prise en compte de l'augmentation des températures dans les projets de renouvellement pour obsolescence. S'agissant des

³⁴⁰ Les réseaux régionaux jouent le rôle de répartition entre le grand transport (ouvrages à 400 kV et une partie des réseaux 225 kV) et la distribution (ouvrages entre 230 et 20 kV). Ils représentent 70 % des 100 000 km du réseau de transport.

risques hydrologiques, RTE estime à 64 M€ les besoins pour la seule région Île-de-France et l'étude en cours de la Caisse centrale de réassurance précitée permettra de donner une vision des besoins d'investissement sur l'ensemble du territoire.

S'agissant d'Enedis, les dépenses d'adaptation à venir résultent de la poursuite des actions en cours. En effet, ces prévisions de dépenses reposent sur des programmes lancés depuis des années. Elles sont retracées dans le tableau ci-dessous :

Tableau n° 21 : estimation des principales dépenses d'adaptation à venir pour Enedis (M€)

Aléas climatiques	Actions / programmes	Montant
Tempêtes, vents, neige	Fils nus	1 200
	Plan aléas climatiques et rénovations programmées	8 200
Chaleur	Câbles CPI moyenne tension	2 300
	Câbles CPI basse tension	2 900
Inondations	Île-de-France	500

Source : Cour des comptes, à partir de Capex 2040 (Enedis)

Ces prévisions de dépenses ne couvrent sans doute pas l'ensemble des besoins d'investissement, notamment sur le risque d'inondations, et ne prennent pas non plus en compte l'évolution des risques à horizon 2050 et au-delà. Le futur plan de développement du réseau devra constituer une première étape dans l'identification exhaustive et dans le chiffrage des besoins d'adaptation à climat actuel et à climat futur.

D - Intégrer les enjeux climatiques dans les dépenses globales d'investissement

Tous les gestionnaires de réseaux anticipent une forte augmentation de leurs dépenses d'investissement résultant des raccordements des parcs de production renouvelables, mais aussi des renouvellements de matériels liés au vieillissement des infrastructures.

1 - Une augmentation massive des investissements liés à la transition énergétique

RTE³⁴¹ évalue les besoins d'investissement sur le réseau de transport, selon six scénarios de mix de production, à un montant cumulé compris entre 43 et 90 Md€ au cours de la période 2035-2050 mais ce chiffrage nécessite une mise à jour. Le raccordement des parcs éoliens en mer en constitue le premier poste d'investissements dans cinq des six scénarios ; il est compris entre 34 et 41 % de leur montant total.

Pour sa part, Enedis prévoit que ses investissements annuels devraient atteindre un montant de 5,5 Md€ en 2030, soit une augmentation de 40 % par rapport au niveau actuel (hors Linky). Cette augmentation résulte de l'électrification croissante des usages, dont le développement de la mobilité électrique, ainsi que de la croissance de la production renouvelable. Au cours de la période 2022-2040, Enedis prévoit des investissements à hauteur de 96 Md€ (hors inflation).

2 - Des investissements contraints par des sous-investissements passés

Dans son rapport sur les comptes et la gestion de RTE³⁴², la Cour a relevé l'enjeu industriel majeur que constitue le vieillissement du réseau de transport, dont les dépenses de renouvellement sont appelées à augmenter de façon très importante.

RTE - Un réseau vieillissant

Le maillage territorial du réseau de transport résulte de vagues successives de grands travaux. La première date de l'après-guerre, avec le réseau électrique 225 kV. Le réseau très haute tension (400 kV) s'est développé à partir de 1975 pour accompagner le développement de la production nucléaire et des interconnexions.

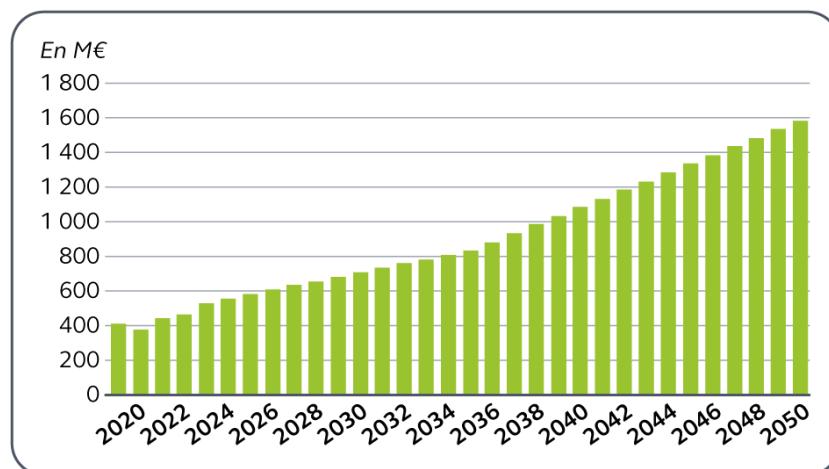
Une grande partie des lignes sont encore en service et imposent un renouvellement calé sur ces grandes périodes d'investissements. L'âge moyen du réseau de transport d'électricité est d'environ 50 ans, globalement supérieur aux autres États européens. Le vieillissement concerne essentiellement le réseau aérien.

³⁴¹ Étude « Futurs énergétiques 2050 », RTE.

³⁴² Observations définitives : Réseau de transport d'électricité (RTE) (ccomptes.fr)

Le schéma décennal de développement du réseau (SDDR) de 2019 évoquait un « mur de renouvellement » et évaluait l'effort financier à 530 M€ par an, en moyenne, sur 15 ans. L'étude « Futurs énergétiques 2050 » a réévalué ce montant et anticipe des dépenses annuelles de l'ordre de 650 M€ par an au cours de la période 2020-2035 et de 1,3 Md€ par an au cours des années 2035-2050. La trajectoire pourrait être une nouvelle fois revue à la hausse dans le nouveau schéma décennal.

Graphique n° 31 : évolution des dépenses de renouvellement pour le réseau de transport (2020-2050)



Source : RTE (futurs énergétiques 2050)

Concernant Enedis, la Cour a relevé, dans son rapport sur les comptes et la gestion de l'entreprise publié en mai 2021, que la baisse des dépenses de modernisation du réseau à la fin des années 2010 avait conduit à freiner le rythme de réalisation de certains programmes. Ces dépenses décalées se cumulent aujourd'hui avec les investissements de raccordement des énergies renouvelables en forte croissance.

Des arbitrages seront nécessaires afin que l'augmentation des dépenses ne conduise pas à un relèvement excessif des tarifs d'électricité des consommateurs. La maîtrise des coûts impose également que les enjeux climatiques, présents et futurs, soient intégrés de façon systématique et anticipée dans les choix d'investissements.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Le changement climatique accroît la vulnérabilité des réseaux de transport et de distribution. En particulier, l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de chaleur ou de pluies torrentielles est susceptible de causer des dommages aux équipements ou d'affecter leur performance.

Les gestionnaires de réseaux ont commencé à prendre des mesures pour faire face à ces risques accrus. Les premières d'entre elles, intervenues dans le prolongement des tempêtes exceptionnelles de 1999, se sont concentrées sur la résilience du réseau face aux tempêtes et vents forts.

Les stratégies d'adaptation se sont progressivement élargies à d'autres risques. Ainsi, la canicule de 2003 a mis en lumière les défaillances de certains câbles du réseau souterrain, conduisant les gestionnaires à remplacer des portions entières du réseau. De même, la crue de la Seine en 2016 a conduit les deux principaux gestionnaires de réseaux, RTE et Enedis, à travailler ensemble à une cartographie de leurs ouvrages.

Les gestionnaires de réseau doivent prendre en compte des conditions climatiques à des horizons de temps plus éloignés que ceux qui sont aujourd'hui retenus dans le cadre des plans d'investissements. La durée de vie moyenne des ouvrages pouvant aller jusqu'à 80 ans, voire plus, un équipement nouvellement mis en service devra être en état de fonctionner dans les conditions climatiques de 2100 et au-delà. L'État doit veiller à la prise en compte adaptée de ces enjeux dans les investissements futurs à travers les contrats de service public.

Les gestionnaires des réseaux électriques font également face à des défis considérables pour assurer le renouvellement d'équipements vieillissants et pour accompagner le développement de la production d'énergies renouvelables dans un contexte de croissance anticipée de la demande électrique. Les enjeux climatiques doivent être intégrés, de façon systématique et anticipée, dans la planification globale de leurs investissements.

La Cour formule les recommandations suivantes :

1. *modifier l'arrêté du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributeurs d'énergie électrique pour prendre en compte l'évolution des risques liés au changement climatique (ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique, 2025) ;*
2. *intégrer dans les contrats de service public conclus entre l'État et les gestionnaires de réseaux (existant pour RTE, à élaborer pour Enedis) des objectifs d'adaptation au changement climatique (ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique, RTE et Enedis, 2024) ;*
3. *publier sans délai le décret d'application prévu par l'article L. 322-11 du code de l'énergie afin de permettre aux gestionnaires de réseau de distribution concernés d'élaborer, en concertation avec les parties prenantes, les plans de développement du réseau (PDR) (ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique, 2024) ;*
4. *identifier et mesurer les coûts d'adaptation au changement climatique des réseaux électriques de transport et de distribution, en fonctionnement et en investissement (RTE, Enedis 2024).*

Réponses reçues à la date de la publication

Réponse du président de Réseau de transport d'électricité (RTE).....	386
Réponse de la présidente d'Enedis	387
Réponse de la présidente de la Commission de régulation de l'énergie (CRE).....	389

Destinataire n'ayant pas d'observation

Monsieur le ministre de la transition écologique et de la cohésion
des territoires

Destinataire n'ayant pas répondu

Madame la ministre de la transition énergétique

RÉPONSE DU PRÉSIDENT DE RÉSEAU DE TRANSPORT D'ÉLECTRICITÉ (RTE)

RTE accueille favorablement les recommandations et les observations que la Cour formule dans ce chapitre. Celles-ci vont dans le sens d'une meilleure prise en compte du changement climatique et d'un renforcement de l'adaptation des réseaux électriques à l'augmentation des températures en France, au regard de la volonté de l'État de préparer notre pays à un scénario à + 4 °C par rapport à l'ère préindustrielle.

Plus généralement, le réchauffement climatique aura des impacts sur le fonctionnement d'ensemble de notre système électrique, qu'il s'agisse de la consommation, de la production ou du transport et de la distribution d'électricité. En 2021, l'étude de RTE sur les Futurs énergétiques 2050 s'était appuyée sur une description fine de l'évolution probable du climat de notre pays, afin de quantifier la probabilité d'évènements extrêmes tels que vagues de froid, canicules, tempêtes, épisodes de sécheresse et leurs conséquences sur le système électrique. Par ailleurs, la récente publication du Bilan prévisionnel 2023 a permis de réaffirmer la nécessité de développer de nouvelles capacités de production, de maîtriser la consommation d'électricité ainsi que d'accroître le potentiel de flexibilité du système électrique français dans le but d'augmenter sa résilience face aux aléas climatiques ou d'autres natures.

En ce qui concerne le réseau de transport d'électricité, il convient tout d'abord de rappeler que sa logique même de conception intègre une notion de résilience à travers la redondance des chemins électriques offerts entre deux points du réseau, via un fort maillage territorial. Cette résilience structurelle constitue une première réponse importante vis-à-vis d'évènements climatiques extrêmes mais localisés.

Pour autant, l'infrastructure de transport d'électricité, majoritairement aérienne, reste exposée à des évènements climatiques géographiquement étendus. Ce fut le cas notamment des tempêtes de décembre 1999 qui ont balayé une vaste portion du territoire. Nous avons su tirer les enseignements de ces évènements et RTE s'est organisé pour renforcer son infrastructure, dès sa conception, et la rendre résiliente sur le long terme à des risques de tempêtes et de vents violents. Cette résilience a d'ailleurs pu être vérifiée lors de la tempête Ciara qui a frappé les côtes bretonnes et le nord-ouest de la France en novembre 2020 et au cours de laquelle les impacts sur les infrastructures aériennes de transport d'électricité ont été très contenus.

Pour l'avenir, RTE procède actuellement à la mise à jour de son schéma décennal de développement du réseau (SDDR) qui précisera, courant 2024, les évolutions du réseau de transport d'électricité indispensables pour atteindre la neutralité carbone et ce jusqu'à l'horizon 2040. Pour la mise en œuvre de ce schéma, RTE assurera le renouvellement et la construction de nombreux ouvrages dont la durée de vie peut atteindre 80 ans. Il apparaît effectivement indispensable d'assurer que ces nouvelles infrastructures soient construites dans une optique de résilience au climat de 2050, voire de 2100. La résilience du réseau de transport au changement climatique occupera donc une place importante dans le prochain schéma décennal et s'appuiera sur différents travaux relatifs aux fortes chaleurs ou, en partenariat avec la Caisse Centrale de Réassurance (CCR), sur les risques d'inondation et de submersion.

RTE s'efforcera enfin de répondre à la recommandation n° 4 de la Cour qui préconise d'identifier et de mesurer les coûts d'adaptation au changement climatique des réseaux électriques de transport, en fonctionnement et en investissement. Le prochain schéma décennal en sera le vecteur d'explicitation, tant en consistance de travaux qu'en volumes d'investissements, au travers d'une méthode transparente. Je souhaite toutefois souligner qu'un tel exercice sera de nature largement plus économique que comptable. En effet, au regard de la nature de nos équipements, il est rarement possible d'isoler la part attribuée à des besoins d'adaptation, de celle qui répond à d'autres contraintes de vieillissement des actifs ou d'augmentation et de modification des flux d'électricité. Concrètement, l'adaptation au changement climatique passe, selon les cas, par une légère surélévation des pylônes, une augmentation de la section des câbles souterrains, un renforcement des fondations, ce qui explique notre difficulté à identifier ces coûts ex post dans notre comptabilité, mais qui n'empêche pas de reconstituer ces coûts par des méthodes appropriées.

RÉPONSE DE LA PRÉSIDENTE D'ENEDIS

La grande qualité des échanges et des travaux qui ont été menés entre la Cour des comptes et les équipes d'Enedis tout au long de l'enquête ont permis d'aboutir à un résultat d'une grande pertinence et d'une grande précision auquel Enedis souscrit globalement.

Enedis est pleinement consciente de la nécessité d'adapter les réseaux au changement climatique et très engagée en ce sens depuis plusieurs décennies déjà. Je me réjouis que le rapport présente les choses sous cet éclairage, sans minimiser les enjeux humains, techniques, financiers qui sont encore en grande partie devant nous.

Comme la Cour le fait remarquer, Enedis peut toutefois s'appuyer sur une longue expérience. Notre entreprise a pris des mesures d'ampleur pour faire face aux risques climatiques depuis la fin des années 1990, après les tempêtes Lothar et Martin, et a fait évoluer son modèle d'exploitation des réseaux, du déploiement des premiers systèmes de manœuvre télécommandée au pilotage permis par les technologies les plus récentes. Notre capacité de réponse aux crises a été largement développée depuis, et les stratégies d'adaptation se sont progressivement élargies à de nouveaux risques. Les tempêtes de l'automne 2023, Ciarán et Domingos, ont apporté la preuve que d'une part il fallait continuer à œuvrer pour consolider le réseau face à des événements plus fréquents et plus forts, et d'autre part qu'Enedis était capable de répondre rapidement et efficacement par une mobilisation d'ampleur.

Les plans d'adaptation aux aléas climatiques et la suppression progressive des technologies les plus incidentogènes que nous avons mis en œuvre sont bien valorisés par la Cour. Ces adaptations sont en effet déployées de la manière la plus fine possible en fonction des observations les plus récentes et des moyens les mieux calibrés.

Vous soulignez également que les enjeux d'adaptation supposent une excellente coopération entre les différents acteurs, soyez à nouveau assurés que cette ligne conduite imprègne notre action nationale et locale partout sur le territoire.

Alors que s'ouvre par ailleurs un nouveau chapitre de la stratégie française pour l'énergie et le climat, il est utile de rappeler que le document préliminaire au plan de développement du réseau d'Enedis qui comprend toute une partie consacrée à la résilience du réseau face aux risques climatiques, sera étoffé prochainement. Enedis s'attachera de plus à le mettre en œuvre.

Enedis prévoit en effet, comme cela est indiqué dans les pages conclusives du relevé d'observations provisoires, une augmentation à hauteur des 25 % de ses investissements annuels d'ici 2032, avec un passage de 4,4 Mds€/an en 2022 à plus de 5 Mds€/an à horizon 2032, incluant non seulement la poursuite des programmes en cours répondant au risque climatique, mais également l'intégration de l'évolution des usages, conséquence de la transition énergétique, dans la planification de ses investissements. Les investissements de long terme font quant à eux l'objet d'études prospectives de plus en plus précises. Le gestionnaire de réseau prend en compte différents horizons temporels afin de cadrer au mieux les investissements nécessaires au renouvellement et à la consolidation des réseaux en fonction des conditions climatiques qui seront celles de la fin de notre siècle.

Ces investissements s'inscriront dans un cadrage stratégique précis et une gestion opérationnelle efficace, qui s'appuiera en particulier sur toutes les souplesses offertes par le pilotage du réseau avec l'aide des flexibilités et de la gestion de données en masse. Bien conduits, ces choix permettront de larges économies et éviteront de nombreux investissements lourds, en particulier dans de nouveaux moyens de production.

La Cour a souhaité formuler plusieurs recommandations dont deux s'adressent aux gestionnaires de réseau. Enedis en prend bonne note. Elle peut d'ores et déjà s'appuyer sur le socle des travaux déjà engagés pour y répondre à court terme et ne manquera pas, dans les mois qui viennent, de renforcer encore l'arsenal de ses outils scientifiques et techniques, comme sa stratégie, pour adapter le réseau de distribution publique d'électricité au changement climatique dans les prochaines décennies.

RÉPONSE DE LA PRÉSIDENTE DE LA COMMISSION DE RÉGULATION DE L'ÉNERGIE (CRE)

En préambule, je souhaitais tout d'abord vous remercier pour la qualité des échanges menés dans le cadre de ces travaux avec les services de la Commission de régulation de l'énergie (CRE) et pour la prise en compte de nos remarques dans le cadre de la rédaction de votre rapport.

Je souhaitais également souligner l'importance que la CRE accorde aux politiques d'investissements des gestionnaires de réseaux de transport et de distribution d'électricité, ainsi qu'au maintien d'un haut niveau de qualité d'alimentation en France.

Dans le cadre de ses compétences relatives aux investissements dans le réseau de transport d'électricité, la CRE s'assure que RTE prévoit les investissements nécessaires à la sécurité du réseau et à un haut niveau de résilience. De même, les documents prospectifs des opérateurs, schéma décennal de développement du réseau (SDDR) pour RTE et, prochainement, les plans de développement de réseau (PDR) pour les gestionnaires de réseaux de distribution de plus de 100 000 clients, sont soumis à son examen. La CRE s'assure ainsi de la pertinence de la méthodologie retenue pour les choix d'investissements, et de son adéquation avec les besoins actuels et futurs du réseau.

Depuis plusieurs périodes tarifaires, la CRE a fixé dans le TURPE des objectifs de qualité d'alimentation ambitieux aux gestionnaires de réseaux et une régulation incitative, qui ont permis une réduction durable de la durée et de la fréquence des coupures. Pour respecter ces objectifs,

les gestionnaires de réseaux ont notamment mis en œuvre des politiques d'investissements permettant de sécuriser les ouvrages les plus sensibles en cas d'événements climatiques.

Le projet de chapitre de votre rapport évoque la nécessaire clarification des stratégies d'investissements des gestionnaires de réseaux en matière de résilience au changement climatique.

Cet objectif de clarification est poursuivi par la CRE et il est notamment pleinement intégré dans les travaux en cours avec RTE sur son prochain SDDR. S'agissant des réseaux publics de distribution, je souscris pleinement à la troisième recommandation de votre projet (« publier sans délai le décret d'application prévu par l'article L. 32211 du code de l'énergie afin de permettre aux gestionnaires de réseau de distribution concernés d'élaborer, en concertation avec les parties prenantes, les Plans de développement du réseau (PDR) »), qui permettra une meilleure visibilité sur la prise en compte des enjeux climatiques et les investissements associés.

Il est à noter que si la résilience au changement climatique doit être un des paramètres pris en compte dans la définition des stratégies d'investissements, il ne doit pas être le seul. Les réseaux de transport et de distribution d'électricité font en effet face à de multiples enjeux tels que le développement accéléré de la production d'origine renouvelable, notamment l'éolien en mer pour RTE, la montée en puissance de la mobilité électrique ou encore les enjeux de décarbonation de la consommation. Les gestionnaires de réseaux doivent intégrer l'ensemble de ces enjeux dans leur stratégie de dimensionnement, tout en maîtrisant la hausse des coûts pour les consommateurs d'électricité.

Sur ce dernier point, je souhaite insister sur la nécessaire prise en compte de la soutenabilité financière des trajectoires qui seront élaborées par les gestionnaires de réseaux. RTE et Enedis sont confrontés à une très forte hausse de leurs investissements. Votre projet de chapitre évoque d'ailleurs cette question, au regard notamment des prévisions de l'étude « Futurs énergétiques 2050 », qui pourraient être revues à la hausse dans le nouveau SDDR.

L'adaptation au changement climatique des réseaux électriques, objectif que la CRE partage pleinement, devra donc faire l'objet, comme mentionné dans votre projet, d'analyses coûts-bénéfices comme les autres politiques d'investissements de RTE et Enedis.

5

L'adaptation du réseau ferroviaire national au changement climatique

PRÉSENTATION

Le réseau ferroviaire, constitué de plus de 27 000 km de lignes, est structurellement vulnérable aux événements météorologiques extrêmes qui touchent le territoire métropolitain : les équipements électroniques et métalliques (voies, caténaires) sont sensibles à la température, les voies et leurs assises sont exposées aux inondations et ruissellements, etc. Cette vulnérabilité intrinsèque est pour partie liée à l'ancienneté du réseau. En outre, la vétusté de certaines composantes de l'infrastructure accentue leur sensibilité aux aléas météorologiques.

Vents violents, fortes pluies, foudre, fortes chaleurs, grands froids provoquent chaque année des milliers d'incidents, du retard de quelques minutes à la fermeture de voies pour remise en état. Les gestionnaires du réseau ferroviaire doivent donc composer au quotidien avec les aléas météorologiques et s'y adapter. Or, les tendances qui se dégagent des modèles de prévision climatique montrent un accroissement de la pression des aléas météorologiques sur le réseau ferroviaire, malgré la raréfaction des épisodes de grands froids en plaine.

SNCF Réseau a été la première entité au sein du groupe ferroviaire national à engager une réflexion sur les risques accrus par le changement climatique et à mener des études de vulnérabilité physique du réseau. Un comité stratégique sur l'adaptation au changement climatique se réunit deux fois par an au niveau du groupe et une étude de vulnérabilité est actuellement en cours au sein de SNCF Gares et connexions.

Les conséquences opérationnelles et financières du changement climatique sont encore mal connues. Ces données sont pourtant essentielles à la mise en place des programmes d'investissements à venir. S'il est hors de portée financière et peu pertinent de mettre l'ensemble du réseau historique aux normes les plus exigeantes, l'investissement à consentir pour le régénérer et le moderniser doit être mis en regard des coûts qu'occasionnerait une absence d'adaptation au changement climatique.

Au vu de la vulnérabilité physique du réseau ferroviaire, accentuée par la vétusté de certaines de ses composantes, les conséquences du changement climatique sur sa fiabilité pour les usagers et l'évolution de son équilibre économique ne sont pas encore suffisamment connues pour éclairer les choix stratégiques d'adaptation (I). La mise en œuvre d'une démarche d'adaptation nécessitera une structuration de l'action des gestionnaires d'infrastructure mais également une plus grande implication des pouvoirs publics pour définir un niveau de résilience cible et veiller à ce que les gestionnaires d'infrastructure puissent le décliner dans des plans d'adaptation opérationnels (II).

I - Des conséquences opérationnelles et financières encore mal connues

Dans un contexte où le changement climatique se traduira par une augmentation des événements météorologiques extrêmes, les gestionnaires d'infrastructure SNCF Réseau et SNCF Gares et connexions doivent se doter d'outils d'identification des conséquences opérationnelles et de mesure des coûts induits par les vulnérabilités du réseau.

A - Une vulnérabilité au changement climatique accrue par la vétusté du réseau

1 - Des événements météorologiques extrêmes plus fréquents et plus intenses

Plus qu'à la température moyenne, l'infrastructure ferroviaire est sensible aux fortes chaleurs et aux grands froids. Or les modèles climatologiques (cf. chapitre de cadrage) font apparaître, outre une évolution à la hausse des températures moyennes annuelles et estivales, une augmentation des épisodes de fortes chaleurs, de trois à quatre fois plus fréquents par rapport à la situation actuelle dans le scénario RCP 4.5 et de cinq à dix pour le scénario 8.5 du GIEC. À l'inverse, les périodes de gel devraient devenir rares en plaine dès 2050. Dans les zones montagneuses, les successions d'épisodes de gels et dégels pourraient être plus fréquentes.

La France devrait également connaître des épisodes de sécheresse plus marqués entraînant une augmentation des feux de végétation et des risques de déstabilisation des sols par les phénomènes de gonflement et de retrait des argiles. Comparées à la situation actuelle, les simulations des scénarios RCP 4.5 et 8.5 du cinquième rapport du GIEC³⁴³ montrent respectivement une augmentation de l'ordre de cinq jours et dix jours de sécheresse par an. L'ensemble du territoire pourrait être concerné, mais la moitié ouest du pays ainsi que le pourtour méditerranéen seraient plus affectés.

Les modèles climatiques du rapport DRIAS³⁴⁴ 2020 anticipent, une augmentation de la fréquence et de l'intensité des fortes pluies, les régions les plus exposées étant celles de la moitié nord, notamment aux frontières du Nord et Nord-Est et sur le littoral de la Manche.

2 - Une vulnérabilité intrinsèque accrue par l'ancienneté du réseau et par la vétusté de certains éléments

a) Une infrastructure structurellement vulnérable

Dans les gares de voyageurs, les aléas climatiques se traduisent surtout par des problèmes de confort des voyageurs et de maintenance. Les retraits/gonflements des argiles peuvent cependant être à l'origine de dégâts significatifs sur la structure des bâtiments³⁴⁵. Certaines gares sont également exposées aux inondations : en octobre 2015, la gare de Cannes a ainsi dû être fermée pendant 48 heures en raison de pluies diluviales.

Les voies ferrées, constituées de rails en acier fixés à des traverses et maintenus en position par le ballast, sont un ensemble solidaire qui guide le train et absorbe les contraintes imposées par son poids et sa vitesse. Elles doivent aussi résister aux autres forces qui s'imposent à elles, notamment les éventuels mouvements du terrain et la dilatation des rails.

³⁴³ Pour plus de détails, voir chapitre introductif.

³⁴⁴ « Donner accès aux scénarios climatiques Régionalisés français pour l'Impact et l'Adaptation de nos Sociétés et environnements » (DRIAS).

³⁴⁵ Cf. Cour des comptes, *Sols argileux et catastrophes naturelles - Des dommages en forte progression, un régime de prévention et d'indemnisation inadapté*, communication au Comité d'évaluation et de contrôle des politiques publiques de l'Assemblée nationale, février 2022.

Les voies courent le long d'ouvrages en terre (déblais, remblais) et sont jalonnées d'ouvrages d'art (tunnels, ponts, etc.). Ce sont les éléments dont la durée de vie est la plus longue, de l'ordre du siècle ; les ouvrages en terre n'ont d'ailleurs pas vocation à être remplacés sur l'ensemble du linéaire. Leur stabilité dépend notamment de facteurs météorologiques et hydrogéologiques.

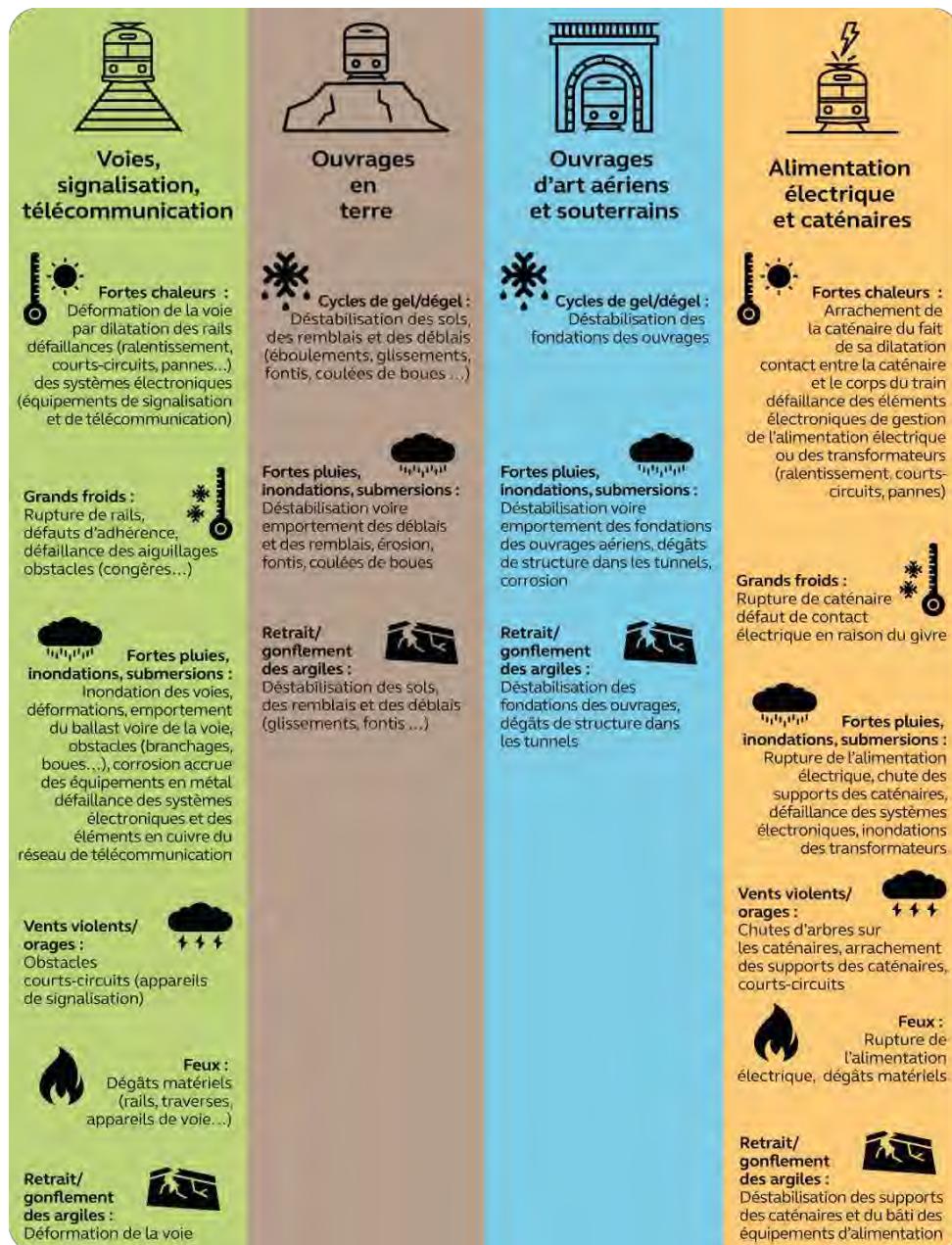
Les voies sont également équipées de postes et d'appareils de signalisation et de guidage, qui permettent de connaître la position du train, de contrôler sa vitesse et sa trajectoire et de manœuvrer à distance des systèmes de sécurité (barrières aux passages à niveau par exemple). L'informatisation progressive de ces équipements les rend plus performants mais aussi plus vulnérables au climat. Malgré des normes de construction exigeantes, une parfaite étanchéité n'est pas garantie et la résistance aux chaleurs extrêmes des abris techniques qui les hébergent, est limitée à 70°C³⁴⁶.

Enfin, les voies électrifiées (environ 15 000 km) sont équipées de caténaires elles-mêmes alimentées par un réseau de transport et de transformation de l'électricité géré par SNCF Réseau.

Les principales vulnérabilités de l'ensemble de ces éléments sont reprises ci-après.

³⁴⁶ Des températures supérieures à 60 ° C ont déjà été mesurées sur les toits en tôle dans la zone de Ballan Miré - Joué lès Tours, dans le cadre de l'expérimentation sur des revêtements isolants visant à rehausser ce degré de résistance.

Schéma n° 16 : vulnérabilités physiques du réseau aux aléas climatiques rencontrés



Source : Cour des comptes, d'après données SNCF Réseau

b) Un réseau ancien et parfois vétuste

Le réseau ferroviaire français se compose de 2 136 km de lignes à grande vitesse, 13 999 km de lignes à trafic fort ou moyen (catégories 1 à 6 de l'Union Internationale des Chemins de fer - UIC) et 11 078 km de lignes à faible trafic (UIC 7 à 9)³⁴⁷. Outre cette diversité d'usage, le réseau ferroviaire réunit un ensemble de composantes très hétérogènes, reflétant plus d'un siècle de conceptions et de technologies.

Le réseau classique a souvent été construit sur des points bas (contrainte de pente), avec des marges de sécurité inférieures à celles pratiquées aujourd'hui et sur la base d'historiques météorologiques datés. La crue du Rhône de décembre 2003 a, par exemple, largement excédé le précédent pic de 1856, contraignant SNCF Réseau à réaliser de lourds travaux sur les ouvrages hydrauliques de la voie ferrée entre Tarascon et Arles afin de restaurer sa transparence hydraulique³⁴⁸, pour un montant de travaux de l'ordre de 100 M€. À l'inverse, les lignes à grande vitesse (LGV) bénéficient à la fois de normes de construction plus exigeantes et d'un tracé moins exposé aux aléas. Par exemple, lors de l'épisode cévenol de 2021 dans le Gard et l'Hérault, la ligne classique et la route ont été inondées mais pas la ligne nouvelle construite entre Nîmes et Montpellier.

L'ancienneté des technologies présentes sur le réseau historique obère aussi sa capacité à absorber tant les exigences du trafic ferroviaire actuel que les contraintes météorologiques, les deux pouvant se cumuler. Ainsi, les premières caténaires posées sur le réseau ne bénéficiaient d'aucun dispositif de régularisation, c'est-à-dire de systèmes de contre-poids permettant de compenser mécaniquement les phénomènes de dilatation ou de contraction du métal en fonction de la température. La durée de vie des caténaires étant de l'ordre de 80 à 100 ans, il existe encore un linéaire significatif de conducteurs non régularisés ou seulement partiellement (caténaires de type « Midi » et « Compound »)³⁴⁹. Même lorsque les caténaires sont équipées, les plages de régularisation³⁵⁰ restent variables : 45 °C pour les plus anciennes, 70 °C pour les plus récentes et même 80 °C sur les LGV.

L'audit externe sur l'état du réseau réalisé en 2022 a constaté la persistance des difficultés liées à la vétusté de certaines composantes de l'infrastructure malgré les efforts de régénération entrepris, ce qui peut se traduire par une moindre résilience aux aléas climatiques.

³⁴⁷ Source : Audit sur l'état du réseau 2021 réalisé par IMDM pour SNCF Réseau.

³⁴⁸ La transparence hydraulique est l'aptitude que possède un ouvrage ou un aménagement à ne pas faire obstacle aux mouvements des eaux.

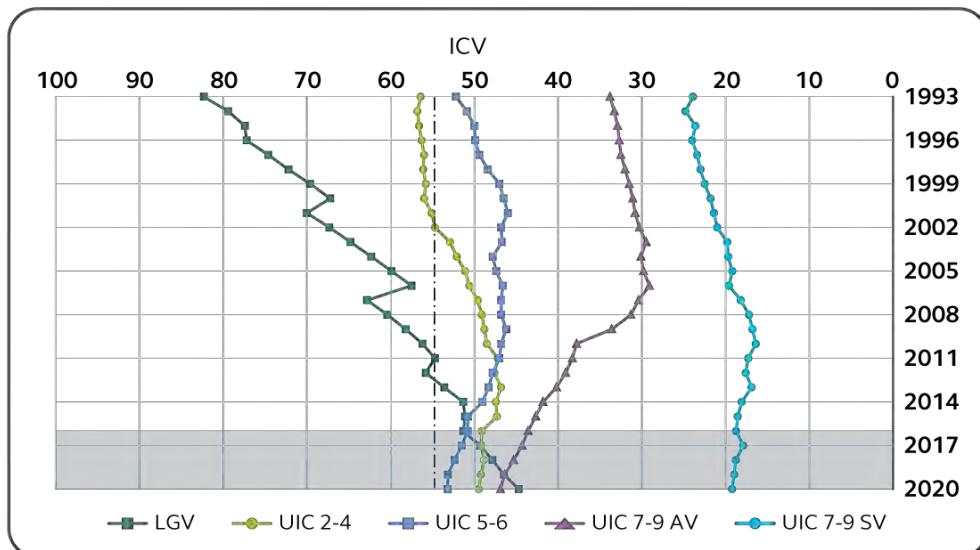
³⁴⁹ En 2018, le rapport d'audit du réseau faisait état de 800 km de voies équipées de caténaires de type « Midi » dépourvues de tout dispositif de régularisation.

³⁵⁰ La plage de régularisation correspond à l'amplitude thermique couverte par le système des contre-poids. Au-dessus de la température maximale, les contrepoids reposent sur leur butée et ne jouent plus leur rôle de teneur.

Par exemple, l'usure des différentes composantes de la voie ferrée amoindrit sa capacité à absorber les forces qui s'exercent sur elle, dont la dilatation des rails. Une voie usée devra faire l'objet d'une surveillance renforcée, voire de limitations temporaires de vitesse, à des niveaux de température inférieurs à ce qu'elle peut nominalement supporter (souvent, 70 °C au niveau du rail, soit environ 50 °C ambiants) pour prévenir les déformations au passage des trains.

Le graphique ci-dessous retrace l'évolution de l'indice de consistance de la voie qui est l'outil utilisé par SNCF Réseau pour mesurer la vétusté de ses voies (ICV). L'indice optimal est fixé à 55, une voie neuve étant cotée à 100. Il s'est dégradé entre 1993 et 2017, sauf pour les voies de catégorie UIC 7 à 9 avec voyageurs. Depuis cinq ans, on note une légère amélioration de la consistance des voies des groupes UIC 2 à 4 (soit l'essentiel des réseaux de transit de masse et de haute performance) et UIC 5 à 6. L'ICV des petites lignes de fret (UIC 7 à 9 sans voyageurs) demeure très faible et celui des lignes à grande vitesse a continué à baisser.

Graphique n° 32 : évolution de l'indice de consistance des voies entre 1993 et 2020



Source : rapport de la mission d'audit sur l'état du réseau ferré national - 2021

Les voies considérées comme trop vétustes (voies dites hors d'âge) représentent encore 18 % du linéaire classé en UIC 2 à 4 et 15 % du linéaire classé en UIC 5 et 6. L'audit externe de 2022 conclut que « *l'effort de rattrapage n'est pas terminé* ».

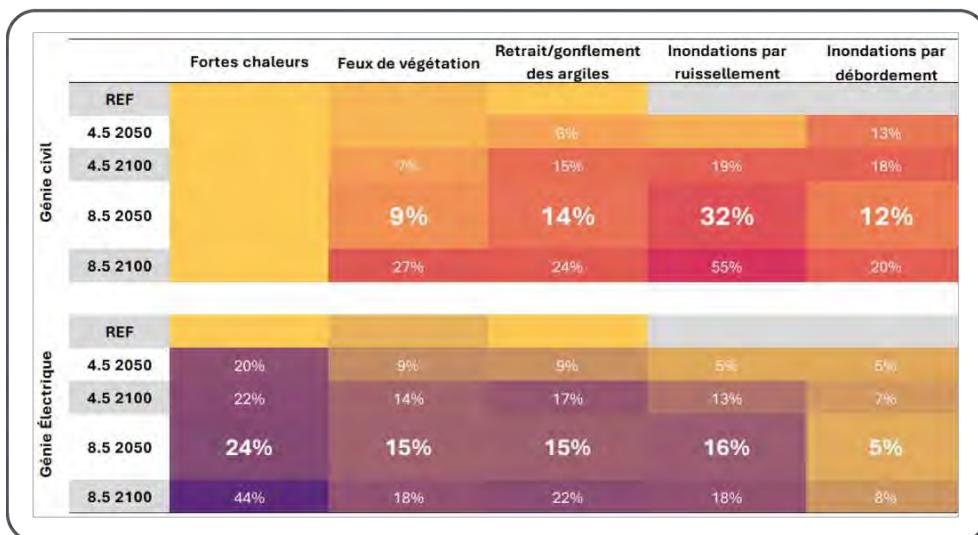
De la même façon, le réseau des télécommunications ferroviaires reste constitué de 33 000 km de fils de cuivre, souvent mal isolés et sensibles aux inondations, contre 27 765 km de fibre optique, résistante face au changement climatique.

3 - Des diagnostics de vulnérabilité physique à affiner

a) Une augmentation du niveau de risque et de la part exposée du réseau

SNCF Réseau a réalisé plusieurs études de vulnérabilité selon deux scénarios du GIEC, le RCP 4.5 et le RCP 8.5 et deux horizons temporels distincts, 2030 à 2050 et 2080 à 2100. Elles révèlent une augmentation de la part du réseau ferré national (RFN) concerné par des risques considérés comme forts ou très forts. Le génie civil est particulièrement exposé aux risques de retrait/gonflement des argiles et d'inondations par ruissellement, tandis que le génie électrique est très affecté par l'augmentation des fortes chaleurs.

Tableau n° 22 : pourcentage de linéaire de voies du RFN affectées par type et intensité de risque (risque fort et très fort)



Source : Analyse de la résilience au changement climatique du réseau ferré national – focus sur les vulnérabilités physiques – SETEC/ Risk Weather Tech/ SNCF Réseau (2023)

Note : le dégradé de couleur du jaune au violet correspond à l'évolution du linéaire concerné pour les niveaux de risque fort à très fort par rapport à la situation de référence.

SNCF Gares et connexions a lancé en 2023 une étude de vulnérabilité dont les résultats ne sont pas encore connus.

b) La nécessité d'une analyse prédictive des vulnérabilités du réseau

Au-delà de ces premiers travaux, qui devront être poursuivis à l'échelle régionale et mieux intégrer les aléas climatiques plus rares tels que les submersions marines et les phénomènes d'embruns ou les effets de l'augmentation des épisodes de gel/dégel sur la stabilité des sols en montagne, SNCF Réseau et SNCF Gares et Connexions devront développer des outils de diagnostic et de surveillance prédictifs, en particulier pour les aléas risquant d'affecter les actifs les plus nombreux et les moins bien documentés comme les ouvrages en terre. Les outils de maintenance prédictive qu'a développés SNCF Réseau, tels que l'outil Toutatis de gestion des risques liés aux fortes pluies, permettent d'anticiper la réaction à cet aléa en temps réel, mais sans pouvoir modéliser les effets du changement climatique.

Or, dans un contexte de changement climatique, l'approche actuelle, qui s'appuie sur une analyse rétrospective des risques fondée notamment sur l'historique des ouvrages et les zones de fragilité repérées lors des tournées, pourrait amener le gestionnaire de réseau à avoir trop souvent un temps de retard. SNCF Réseau, en coopération avec SNCF Gares et Connexions, devraient développer des initiatives plus prospectives sur le modèle du projet MINERVE de modélisation du réseau ferroviaire sous la forme d'un « jumeau numérique », qui devrait permettre à terme de disposer de simulations sur toute l'infrastructure.

B - L'absence d'évaluation des effets du changement climatique sur la performance du réseau

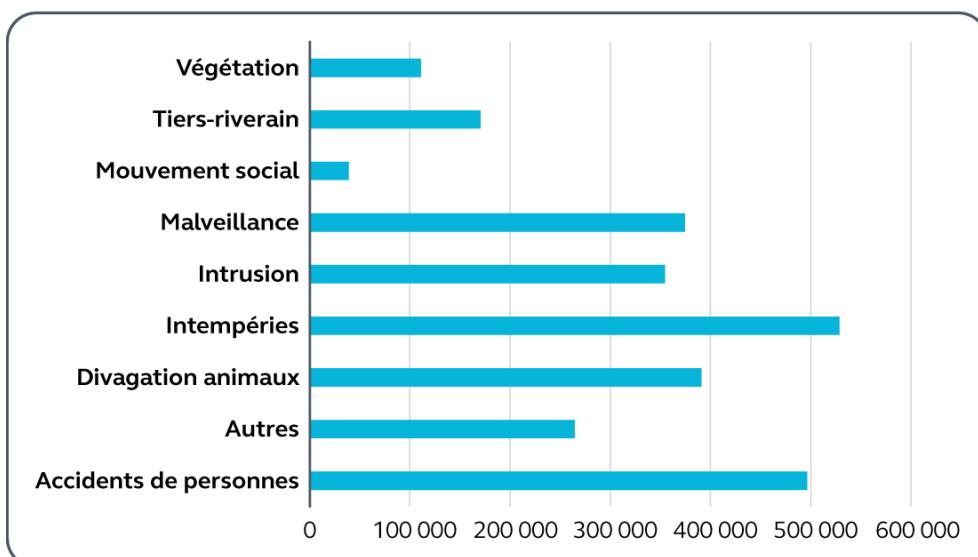
Les conséquences des événements météorologiques sur la fiabilité du réseau, ses coûts de fonctionnement, les dépenses d'investissement induites ou encore le produit des péages ne sont pas suivies en tant que telles et de façon exhaustive dans les outils de gestion des deux entreprises. Les études existantes ne donnent donc encore qu'une vision incomplète des effets du changement climatique sur la performance de l'infrastructure.

1 - Une vision partielle des risques liés au changement climatique sur l'exploitation du réseau

a) Une hausse prévisible de l'indisponibilité à moyen terme

Les intempéries génèrent des désordres sur l'infrastructure et donc des irrégularités imputées à SNCF Réseau. En 2022, le taux d'irrégularité³⁵¹ global du système ferroviaire s'est établi à 10,6 %. SNCF Réseau a été à l'origine d'un tiers de ces irrégularités. 46 % des irrégularités imputables à SNCF Réseau relèvent de causes externes qui se répartissent comme suit :

Graphique n° 33 : répartition des minutes perdues pour causes externes en 2022 imputables à SNCF Réseau



Source : SNCF Réseau

En 2022, les intempéries ont été à l'origine de 19 % des minutes perdues imputables à SNCF Réseau pour causes externes. À titre illustratif, au cours de la période 2019-2021, les principales causes d'incidents ont, en moyenne, été les vents forts et les orages (41 %), les pluies violentes (21 %), suivis du givre et de la neige (20 %) et des fortes chaleurs (12 %), mais il existe de fortes variations d'une année à l'autre.

³⁵¹ Entendu comme le ratio entre la somme des trains commerciaux arrivant avec 5 minutes 59 secondes et plus de retard à l'arrivée et la somme de tous les trains commerciaux circulant sur la même période

Les dysfonctionnements relevés dans les gares sont rarement d'origine météorologique et génèrent relativement peu d'irrégularités.

Les premiers travaux sur la vulnérabilité fonctionnelle du réseau au changement climatique ne sont pas encore disponibles. SNCF Réseau a toutefois effectué une première appréciation du risque d'augmentation de l'indisponibilité du réseau du fait des intempéries sur la base d'une projection de la fréquence des événements météorologiques extrêmes³⁵² selon les scénarios du GIEC. L'étude conclut à une multiplication des irrégularités par 2,2 à horizon 2050 et par 8 à horizon 2100 sur la base du scénario RCP 4.5, et à une multiplication par 2,4 à horizon 2050 et par 11 à horizon 2100 dans le scénario RCP 8.5 du GIEC.

Ces résultats sont cependant sous-évalués, les irrégularités journalières utilisées dans cette étude ne prenant notamment pas en compte les annulations du fait de la fermeture des lignes pour travaux de réparation. Les conséquences opérationnelles du changement climatique pourraient donc être plus importantes que ce qui est actuellement mesuré ou projeté. Elles ne peuvent cependant être précisément appréciées que par des études à l'échelle des axes ferroviaires, les conséquences pour le trafic de la fermeture d'une ligne dépendant du maillage du réseau.

b) Un changement climatique non encore pris en compte dans le système de management de la sécurité ferroviaire

D'une manière générale, SNCF Réseau privilégie la sécurité ferroviaire et interdit la circulation des trains lorsque des épisodes météorologiques violents sont prévus. Dans le cadre du management des risques naturels, SNCF Réseau suit cinq risques météorologiques qui figurent tous à des niveaux de fréquence élevée : vents violents, fortes chaleurs, froid extrême, foudre et risques liés aux précipitations et inondations. Ces deux derniers sont cotés parmi les risques naturels dont la gravité est la plus élevée.

Selon les données de l'établissement public de sécurité ferroviaire (EPSF), sur l'ensemble des incidents impliquant la sécurité ferroviaire, les intempéries ont été à l'origine de 33 accidents significatifs³⁵³ sur la période 2015-2022 (pour 120 à 150 accidents significatifs par an³⁵⁴). Deux accidents ont entraîné des blessures graves.

³⁵² Augmentation de la fréquence des phénomènes de fortes chaleurs et de fortes pluies de période de retour de 10 ans ou de 50 ans actuellement, stabilité des vents violents et des orages, nette diminution des épisodes de neige et gel.

³⁵³ La directive (UE) 2016/798 du 11 mai 2016 définit l'accident significatif comme tout accident impliquant un véhicule ferroviaire en mouvement et provoquant la mort ou des blessures graves pour au moins une personne ou des dommages matériels significatifs (150 000 €) ou des interruptions de circulation de six heures ou plus.

³⁵⁴ Hors année 2020, non significative en raison des conséquences de la crise sanitaire sur les circulations ferroviaires.

Le risque que pourrait faire peser le changement climatique sur la sécurité ferroviaire n'est pas analysé en tant que tel, même si l'EPSF envisage de mener une réflexion sur ce sujet. Les risques météorologiques restent appréhendés dans une logique rétrospective d'identification des causes qui, par construction, ne tient pas compte de l'évolution future du climat. Les données recensées ne s'inscrivent pas dans un référentiel de suivi permettant de garantir la qualité et l'homogénéité des remontées d'information sur les incidents causés par un aléa météorologique.

2 - L'absence de mesure des coûts des aléas climatiques

SNCF Réseau ne dispose pas d'outils fiables de suivi des pertes de recettes et des coûts occasionnés par les intempéries, en investissement comme en fonctionnement. Les projections à moyen et long terme constituent donc un exercice délicat, dont les résultats ne peuvent être considérés que comme des ordres de grandeur provisoires.

a) Une première estimation des pertes d'exploitation

Une étude de SNCF Réseau, menée en 2022, estimé à 530 000 € par an, entre 2018 et 2021, les pertes de péages liées aux trains supprimés. Sur cette base, ces pertes pourraient, selon les scénarios 4.5 et 8.5 du GIEC, dépasser 1 M€ par an en 2050, et atteindre respectivement 4,2 M€ et 5,8 M€ en 2100, pour un chiffre d'affaire total de SNCF Réseau de 8,2 Md€ en 2022 dont 7 Mds de péages. SNCF Réseau reconnaît cependant que ces évaluations sont très sous-estimées du fait des limites des outils de suivi des suppressions de trains et de péages.

Ces pertes ne reflètent en outre que très partiellement le coût pour le système ferroviaire dans son ensemble. La fermeture durant un mois de la voie entre Montpellier et Béziers à la suite des inondations de 2019 a occasionné des pertes d'exploitation pour l'entreprise ferroviaire SNCF d'un montant de 17,5 M€, nettement plus élevé que le coût de réparation des dégâts constatés sur la voie par SNCF Réseau (4,1 M€).

L'étude menée par SNCF Réseau apprécie également le coût socio-économique des minutes perdues pour les usagers finaux. Elle conclut à une perte de 13 M€ par an en moyenne sur la période 2018 à 2021. En projetant les données des scénarios RCP 4,5 et RCP 8,5, il pourrait être de 28,6 M€ à 31 M€ à horizon 2050 et de 104 M€ à 143 M€ à horizon 2100. À ces sommes, s'ajoute le coût social de la perte d'attractivité du mode ferroviaire liée à la diminution de la régularité des trains, alors même que les pouvoirs publics ont retenu d'ambitieux objectifs de report modal.

b) Des surcoûts climatiques non identifiés

Les événements météorologiques ont des conséquences financières à plusieurs niveaux : investissements pour la protection des ouvrages, investissements curatifs de réparation des dégâts, surcoûts liés à la surveillance et à la maintenance. Ni la comptabilité analytique des différentes entités du groupe SNCF, ni les outils de suivi des travaux et de la maintenance de SNCF Réseau et de SNCF Gares et Connexions, ne permettent d'isoler ces coûts.

Le réseau peut en effet subir de nombreux dégâts directs causés par des aléas climatiques : effondrement de remblais ou de déblais (Villeneuve-lès-Béziers 2019, Wimereux 2022), envahissement, déformation, déstabilisation, emportement des voies, défaut d'alimentation ou rupture de caténaire (pour l'année 2020 : tempêtes Ciara le 10 février, Dennis le 16 février, Leon et Jorge les 29 février et 1^{er} mars, Alex le 30 septembre, Barbara le 21 octobre, Bella les 25-27 décembre), pertes d'appareils de voie ou d'équipements informatiques, incendie (sous-station de Noisy-le-Sec en 2019), dégâts sur le bâti du fait de la sécheresse ou des inondations, dégâts sur les verrières, inondations (Cannes en 2015, Toulouse Matabiau en 2017), etc. Il subit aussi des dégradations indirectes liées par exemple à une augmentation des effets de la corrosion ou à la déstabilisation des sols.

Ces dégâts engendrent des coûts qui, en l'absence de comptabilisation spécifique et exhaustive, peuvent être approchés à travers le suivi des sinistres occasionnés par des événements naturels établi par le département Risques et assurances de SNCF SA. Pour SNCF Réseau et SNCF Gares et Connexions, 3 139 sinistres ont été recensés au titre des causes naturelles entre 2019 et 2022 pour un montant total de 70,8 M€, soit 17,7 M€ en moyenne par an³⁵⁵. Ces sinistres représentent 12 % du total des sinistres renseignés par les deux entités et 36 % des montants. Les montants des dégâts peuvent être ponctuellement très élevés lors d'événements météorologiques exceptionnels tels que la tempête Alex en octobre 2020, qui a causé de lourds dommages sur des ouvrages d'art (vallée de la Roya) pour un montant estimé à 25 M€. Entre 2009 et 2021, SNCF Réseau a connu cinq événements de ce type, pour un montant total de 38 M€³⁵⁶.

³⁵⁵ Les coûts des dommages s'entendent au sens strict : réparation et remplacement des biens concernés, à l'exception des pertes de chiffre d'affaires, des coûts d'immobilisation des matériels roulants, des péages perdus, des coûts de gestion des perturbations de trafic.

³⁵⁶ Outre la tempête Alex il s'agit de : la tempête Klaus (2009, 7,4 M€), la tempête Xynthia (2010, 6 M€), les inondations de la Seine (2006, 5,6 M€), les inondations de Villeneuve-lès-Béziers (2019, 4,1 M€)

Le changement climatique pourrait également entraîner une augmentation des coûts des opérations de surveillance telles que les visites des ouvrages en terre après de violentes lames d'eau, les tournées liées aux fortes chaleurs (relevé des températures au niveau du rail, surveillance de la voie dans les trains etc.) ou les tournées de bûcherons après des vents violents. Il en va de même des opérations de maintenance préventive visant à préparer l'infrastructure aux épisodes de fortes chaleurs, de grands froids ou aux crues (renfort en eau dans les gares, vérification des caténaires et des ouvrages hydrauliques³⁵⁷, démontage des appareils de voie, etc.) ou encore au risque d'incendie (traitement de la végétation aux abords des voies). Ces coûts ne sont pas non plus suivis de manière agrégée par SNCF Réseau ou SNCF Gares et Connexions.

Il n'est pas illogique de considérer que les surcoûts liés aux phénomènes climatiques font partie de la « vie normale » d'un réseau de transport, au même titre que le roulement des trains sur la voie ou le passage des voyageurs sur les quais contribuent à leur usure. Toutefois, leur mesure devient indispensable à l'appréciation des investissements à consentir pour s'adapter aux effets du changement climatique, au regard, notamment, des surcoûts occasionnés par la pression supplémentaire que le climat exercera à l'avenir sur l'infrastructure.

À ce jour, il n'existe pas de plan d'investissement afin d'améliorer la résilience de l'infrastructure au climat futur. On peut certes rapprocher de cet objectif certains travaux comme ceux réalisés sur la voie Tarascon-Sète pour restaurer sa transparence à la suite des inondations d'Arles en 2003 (de l'ordre de 100 M€) ou le plan d'investissement en pompes de relevage dans les gares d'Île-de-France. Mais il s'agit d'interventions ponctuelles qui répondent au risque d'inondation à climat constant.

II - Le besoin d'une démarche stratégique d'adaptation structurée, encadrée par l'État

Pour sortir d'une logique de réponse au cas par cas et construire une stratégie d'adaptation au changement climatique, les gestionnaires d'infrastructure doivent pouvoir se référer à un niveau de résilience cible, partagé par les parties prenantes, dont la définition relève de la responsabilité de l'État.

³⁵⁷ Les interventions préventives sur les dispositifs longitudinaux d'écoulement et de drainage des ouvrages d'art ont par exemple représenté un coût de 10,8 M€ par an entre 2016 et 2021.

A - Une approche de l'adaptation au changement climatique trop centrée sur les ajustements à la marge et *a posteriori*

Ni la politique publique d'adaptation au changement climatique, à travers le PNACC-2 ou le chantier « Mieux se déplacer » du Secrétariat général à la planification écologique, ni les documents encadrant l'action des gestionnaires d'infrastructures, comme les contrats de performance passés avec l'État, ceux conclus avec les autorités organisatrices de la mobilité ou encore la charte de l'État actionnaire responsable de l'Agence des participations de l'État, ne prévoient d'objectif à atteindre ou d'obligations pour le secteur ferroviaire en matière d'adaptation au changement climatique. Ce phénomène n'est seulement mentionné dans le contrat de performance de la filiale SNCF Gares et Connexions, qu'en tant qu'élément de contexte de l'activité des gares.

Les incitations économiques n'apparaissent pas non plus suffisantes pour faire émerger une stratégie globale d'adaptation. Les investissements pour le réseau ferroviaire, qui contribuent positivement à la réduction des émissions de gaz à effet de serre, sont par exemple systématiquement reconnus comme durables au sens du Règlement « taxonomie », sans que soit démontrée leur adéquation avec l'objectif d'adaptation au changement climatique³⁵⁸. La hausse des primes d'assurance dans un marché assurantiel tendu, notamment après l'épidémie de covid 19, a certes incité le secteur à prêter davantage attention au degré de résilience des infrastructures assurées, mais cet examen est par construction réalisé au regard des aléas climatiques de court ou moyen terme.

De ce fait, la gestion au quotidien des infrastructures existantes est ajustée pour tenir compte des aléas climatiques pour des raisons de sécurité à titre principal, mais aussi de préservation de l'infrastructure et du matériel roulant, au regard de leurs effets déjà connus, et non de ceux projetés.

En ce qui concerne l'exploitation, les gestionnaires d'infrastructures s'appuient sur un contrat passé avec un fournisseur de services météorologiques, dont les données abondent de premiers outils prédictifs, comme l'outil Metigate qui modélise la température du rail à trois jours à

³⁵⁸ Le Règlement (UE) 2020/852 du Parlement européen et du Conseil du 18 juin 2020 sur l'établissement d'un cadre visant à favoriser les investissements durables et modifiant le règlement (UE) 2019/2088 prévoit six objectifs pour qu'une activité soit considérée comme durable : l'atténuation du changement climatique ; l'adaptation au changement climatique ; l'utilisation durable et la protection des ressources aquatiques et marines ; la transition vers une économie circulaire ; la prévention et le contrôle de la pollution ; et la protection et la restauration de la biodiversité et des écosystèmes.

partir des prévisions de nébulosité, d'ensoleillement et d'humidité. SNCF Réseau peut ainsi décider de réduire les vitesses de circulation en fonction des alertes, par exemple en période de fortes chaleurs pour préserver la géométrie de la voie, ou lorsque des vents traversants risquent de renverser le matériel roulant. Des tournées de surveillance « chaleurs et fortes chaleurs » sont aussi déclenchées lorsque la température du rail est susceptible d'atteindre 45 °C. Des retours d'expérience systématisés permettent d'affiner les gestes métiers d'une saison sur l'autre.

La gestion de l'infrastructure existante est ainsi rendue plus efficace par ces différents ajustements au fil de l'eau. Cependant les référentiels qui encadrent ces opérations ne font pas l'objet de révisions prospectives pour tenir compte des effets anticipés du changement climatique.

Il en va de même en ce qui concerne les choix de modernisation ou de renouvellement des composantes de l'infrastructure. Le remplacement des éléments les plus vétustes contribue certes à renforcer la résilience du système aux aléas climatiques mais ces éléments restent à dimensionner par rapport aux prévisions d'évolution du climat.

Une partie de ces choix résulte du recours contraint à certains composants industriels standardisés, dans une logique de baisse des coûts. Lorsque les constructeurs appliquent strictement des normes européennes de construction non encore adaptées au changement climatique, ces produits n'offrent pas toujours une résistance suffisante pour un environnement météorologique plus contraignant (ex. des abris techniques). De la même manière, parmi les normes Eurocodes auxquelles sont soumises les constructions et reconstructions, comme celles des gares, certaines, comme la norme NF EN 1991-1-4 sur l'action du vent, ne peuvent plus être considérées comme prévoyant des marges suffisantes³⁵⁹. L'impact du changement climatique (actions du vent, actions thermiques notamment) sur certaines valeurs caractéristiques des ouvrages peut en effet nécessiter la révision de leur dimensionnement, sous l'effet de la hausse des marges.

La mise à jour des normes relatives aux infrastructures est prévue dans la stratégie européenne d'adaptation au changement climatique, « *Bâtir une Europe résiliente – la nouvelle stratégie de l'Union européenne pour l'adaptation au changement climatique* »³⁶⁰. Toutefois, les gestionnaires d'infrastructures gagneraient à identifier, dans l'attente et au cas par cas, d'une part, les équipements industriels pour lesquels les exigences de sécurité ou de performance justifient des produits aux

³⁵⁹ Source : *Face au réchauffement climatique, la résilience des infrastructures remise en cause*, Le Moniteur, 29 septembre 2021

³⁶⁰ EUR-Lex - 52021DC0082 - EN - EUR-Lex (europa.eu), février 2021

spécificités techniques adaptées à un environnement plus contraignant et, d'autre part, les gares que l'environnement immédiat expose à des vulnérabilités nouvelles, ce qui implique d'en renforcer la résistance. La démarche d'éco-conception EMC2B (Energie, Matière, Carbone, Climat et Biodiversité), retenue par SNCF Gares et Connexions et par sa filiale AREP³⁶¹, qui comporte un volet d'adaptation au changement climatique des gares³⁶², pourrait être complétée d'une méthodologie permettant de s'assurer de leur bon dimensionnement.

Concernant les composantes de l'infrastructure dont les normes de développement constituent des référentiels internes à la main des gestionnaires d'infrastructures³⁶³, les marges en conception ne sont pas nécessairement connues, la question de la résilience ne s'étant pas posée en ces termes jusqu'à présent. Certains ajustements de la résistance des composants ont été décidés compte tenu des retours d'expérience, comme le relèvement, après la canicule de 2003, de la température extérieure que les rails supportent (+ 6 °C), ou les réglages de la nouvelle génération de caténaires sur la ligne Tarbes-Montréjeau, qui seront en capacité de supporter une amplitude thermique de – 10 °C à + 60 °C, au lieu de – 20 °C à + 50 °C jusqu'à présent. Ces choix n'ont toutefois pas été examinés sous le prisme d'analyses prospectives des aléas auxquels ces composantes seront soumises.

Il existe parfois des solutions dites « sans regrets » (cf. chapitre introductif) pour rehausser le niveau de résistance des composantes, comme l'installation de revêtements de protection, expérimentés sur les abris techniques, qui aurait permis de diminuer la chaleur interne de ces installations de 16 °C en moyenne durant l'été 2021. Mais les marges ainsi créées ne sont pas toujours suffisantes pour pallier des dimensionnements insuffisants en conception. Dès lors, la révision régulière de ces normes internes pour les adapter à l'évolution des connaissances en matière de changement climatique devrait être réalisée à une fréquence préalablement établie, par exemple sur un rythme décennal, et associer des personnalités qualifiées indépendantes.

³⁶¹ AREP est une agence d'ingénierie et d'architecture pluridisciplinaire, spécialisée dans la conception écologique d'infrastructures, dont les gares, au travers de la démarche EMC2B.

³⁶² EMC2B prévoit d'adapter les gares au changement climatique, en portant par exemple une attention spécifique à la ventilation intérieure naturelle des sites, et pour leur extérieur, en combinant plusieurs techniques visant à éviter de retenir la chaleur (par exemple le recours aux masques solaires, volets, peinture blanche à effet albédo et végétalisation des toits).

³⁶³ Dans le cadre de la revue des normes à adapter au regard des enjeux du changement climatique, prévue par le premier Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC 1), le Cerema avait identifié 34 normes à actualiser, dont 27 constituaient des référentiels internes à SNCF Réseau.

Enfin, pour la construction de lignes nouvelles, si les principaux effets probables du projet sur son environnement doivent être détaillés en tenant compte du changement climatique dans les études d'impacts³⁶⁴, celles-ci ne spécifient pas le degré de résilience du projet au changement climatique, qui est laissé à la discréTION du maître d'ouvrage. Ainsi, les lignes nouvelles les plus récentes, dont les contrats ont été formalisés au début la décennie 2010³⁶⁵, n'ont pas été dimensionnées au regard du changement climatique.

Pour les projets en cours de lignes nouvelles, des études ont été réalisées pour examiner les vulnérabilités potentielles de certains ouvrages (par exemple, dans le cadre de la ligne nouvelle Paris-Normandie, la hausse anticipée du niveau de la mer a été prise en compte pour modéliser le niveau de pression exercée par l'eau sur le tunnel sous-fluvial traversant de Rouen). Mais des choix structurants, comme celui des tracés, n'ont pas été examinés à l'aune du changement climatique. Or la carte actuelle des zones présentant des risques d'inondation (plan de prévention du risque inondation, ou atlas des zones inondables), utilisée pour ces tracés, ne tient pas non plus compte des anticipations de hausse du niveau de la mer³⁶⁶.

Sans rendre sa certification par un tiers obligatoire, comme le prévoient notamment les lignes directrices « *Optique des changements climatiques* » au Canada, le recours à un référentiel d'analyse normé de l'adaptation au changement climatique des projets d'infrastructure ferroviaire, sur le modèle des référentiels qui existent en matière d'analyse socio-économique des projets de transports, pourrait être systématisé dès les étapes de configuration des tracés, pour favoriser une meilleure prise en compte de cet enjeu à chaque étape du projet.

B - Une vision cible de l'adaptation au changement climatique à définir par l'Etat

L'élaboration d'une vision cible de l'adaptation au changement climatique du réseau ferroviaire, partagée par les différentes parties prenantes (autorités organisatrices de la mobilité, gestionnaires d'infrastructures, usagers), apparaît nécessaire pour enclencher une dynamique d'adaptation. L'adoption d'une trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC), pour laquelle une consultation a été lancée

³⁶⁴ Articles L. 122-3 et R.122-5 du Code de l'environnement

³⁶⁵ Contrat de concession de la ligne TGV-Sud Est Atlantique passé en 2011 pour 50 ans avec Lisea, contrats de partenariat de la ligne Bretagne-Pays de la Loire conclu en 2011 pour 25 ans avec Eiffage, et du Contournement Nîmes-Montpellier signé en 2012 pour 25 ans avec la société Oc'Via.

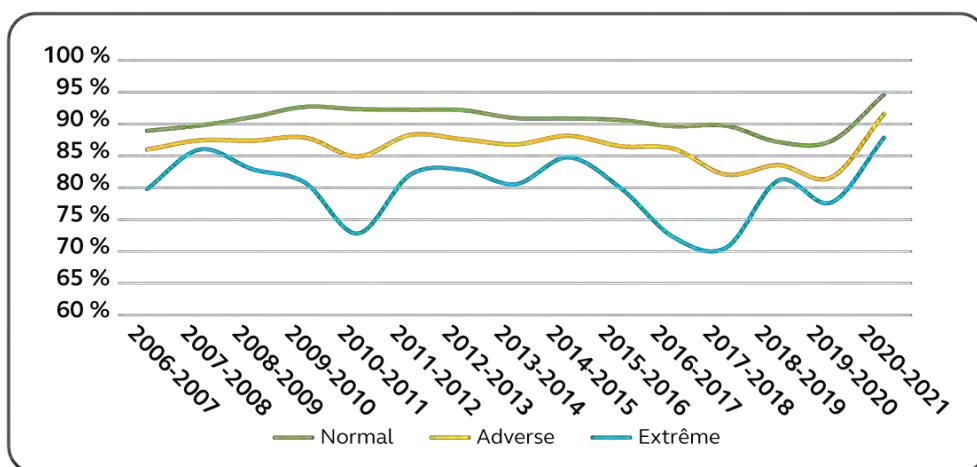
³⁶⁶ Seul le Plan de Prévention des Risques Littoraux (PPRL) est majoré du risque d'élévation du niveau de la mer.

par le ministère en charge de la transition écologique en mai 2023, constitue un préalable nécessaire à cette démarche. Il convient en particulier de déterminer un niveau de disponibilité attendu du réseau en fonction de l'intensité des aléas rencontrés ; celui-ci doit être compatible avec l'atteinte de l'objectif consistant à porter à 42 % la part modale du transport ferroviaire en 2050³⁶⁷.

De manière symétrique, cette cible devrait aussi déterminer le niveau d'indisponibilité jugée acceptable du réseau ferroviaire en fonction de l'intensité et de la fréquence des aléas climatiques rencontrés, afin de concentrer les investissements sur les adaptations prioritaires. Par exemple, renoncer à investir dans l'adaptation de certaines parties du réseau aux épisodes de givre ou de neige, qui seront plus rares, à la condition d'assurer des solutions de substitution quelques jours par an, pourrait permettre en contrepartie d'effectuer des aménagements assurant la résistance du réseau aux fortes chaleurs, plus longues et plus fréquentes.

Le déploiement d'un indicateur de performance du réseau selon différents degrés de gravité des phénomènes météorologiques, comme celui développé par *Network Rail* au Royaume-Uni, constituerait également un outil d'évaluation utile.

Graphique n° 34 : niveau de performance du réseau ferroviaire au Royaume-Uni, selon l'intensité des aléas climatiques rencontrés



Source : *Network Rail*

³⁶⁷ Article L. 143 de la loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets, dite loi « climat et résilience ».

En pratique, enfin, la résilience de l'infrastructure ferroviaire dépend de sa bonne articulation avec son environnement, et donc de la coordination des parties prenantes dans les territoires. SNCF Réseau a ainsi mis en place en Bretagne un projet en partenariat avec le secteur agricole pour limiter le ruissellement des champs vers les voies et pour développer des solutions dont le coût et le maintien en état sont partagés. De la même manière, la gestion de la végétation contre le risque d'incendie implique pour SNCF Réseau de dialoguer avec un nombre croissant de parties prenantes par suite de l'extension du périmètre des obligations légales de débroussaillement.

La gestion de la végétation : des impératifs contradictoires à concilier

Outre son impact indirect sur l'extension du périmètre des obligations légales de débroussaillement pour des raisons de sécurité ferroviaire et de prévention des incendies, le changement climatique modifie le cycle de croissance des végétaux, ce qui implique pour les gestionnaires d'infrastructure de procéder à des opérations de débroussaillement plus fréquentes chaque année. Or, la réalisation des opérations de débroussaillement est contrainte dans le temps par l'application des dispositions de l'article L. 411-1 du code de l'environnement, qui interdit « *la destruction, l'altération ou la dégradation [des] habitats naturels* » des espèces protégées, et se traduit par des périodes d'interdictions. Ces impératifs contradictoires complexifient la gestion par SNCF Réseau de ses obligations de débroussaillement et risquent d'en augmenter les coûts, alors que SNCF Réseau consacre 200 M€ par an à la gestion de la végétation aux abords des voies.

C - Une réflexion stratégique à structurer

En raison de leur degré d'exposition aux risques météorologiques, les gestionnaires d'infrastructure SNCF Réseau ainsi que Lisea et Oc'Via, respectivement concessionnaire de la LGV Sud-Est Atlantique et titulaire du contrat de partenariat portant sur le contournement Nîmes-Montpellier, apparaissent comme plus avancés dans la prise en compte des enjeux d'adaptation du réseau liés au changement climatique que les autres acteurs du secteur des transports.

Depuis le 1^{er} janvier 2020 et le passage de la SNCF au statut de société anonyme, la holding a mis en place un comité stratégique d'*« adaptation au changement climatique »*, qui réunit les présidents du

groupe deux fois par an. En 2022, ce comité a choisi de retenir les scénarios RCP 4.5 et 8.5 du GIEC pour la généralisation des études de vulnérabilité. Pour la poursuite de ces travaux, un suivi plus fin, à l'aide d'indicateurs par exemple, permettrait de mieux mesurer au niveau du groupe les avancées réalisées par chacune des filiales, alors qu'aucune obligation de rapportage ne leur est aujourd'hui imposée.

SNCF Réseau et SNCF Gares et Connexions n'ont pas mis en place d'organisation spécifique. Pourtant, des freins structurels au déploiement d'une politique d'adaptation demeurent. Un audit interne réalisé en 2019 par la SNCF identifiait ainsi, parmi les principales limites à l'émergence d'une stratégie d'adaptation chez SNCF Réseau, l'absence de déclinaison des orientations stratégiques en plans d'actions. Du côté de SNCF Gares et Connexions, la connaissance renforcée de l'état des quais et des halles transférés par SNCF Réseau au 1^{er} janvier 2020, qui a débuté avec l'identification des principales zones de risques d'inondations en Île-de-France, constitue un préalable. La mise en place d'instances de suivi apparaît donc comme une condition de réussite de l'adaptation.

En outre, une meilleure identification des vulnérabilités du réseau au changement climatique suppose d'internaliser certaines compétences, et de poursuivre la sensibilisation du personnel des gestionnaires d'infrastructures. La poursuite de l'identification des vulnérabilités du réseau implique d'abord de ne pas dépendre du savoir-faire et de la disponibilité des bureaux d'étude, et donc de s'approprier les connaissances nécessaires à l'exercice de la maîtrise d'ouvrage, à l'aide d'une méthodologie d'analyse des vulnérabilités partagée par les collaborateurs pour garantir une approche homogène de ces études. SNCF Réseau a entrepris de le faire pour l'étude en cours sur l'arc languedocien. Des formations au pilotage de ces études plus approfondies que celles actuellement proposées devraient être organisées³⁶⁸. L'actualisation des systèmes d'information établis pour traiter les données de ces études devra aussi être assurée dans la durée.

Plus largement, la sensibilisation des acteurs opérationnels de terrain doit être poursuivie afin d'assurer leur bonne appropriation des cartes et des enseignements des études de vulnérabilité, et donc la traduction de ces dernières dans leurs gestes métiers et la gestion opérationnelle du réseau.

³⁶⁸ Pour les agents en charge de la rédaction des cahiers des charges des études de vulnérabilité régionales de SNCF Réseau, deux formations de trois heures ont été organisées avec le Cerema.

Enfin, la réflexion stratégique des gestionnaires d'infrastructures doit inclure la formalisation d'un véritable plan d'action, sous la forme d'un document-cadre permettant de rendre compte du niveau de résilience de l'infrastructure et de son évolution. Le *Climate Change Act* adopté en 2008 au Royaume-Uni, qui impose aux opérateurs d'infrastructure de réaliser une évaluation des risques liés au changement climatique tous les cinq ans et de communiquer un suivi des mesures prises, constitue un possible modèle normatif.

**Exemple de plan d'adaptation au changement climatique :
le cas de *Network Rail* au Royaume-Uni**

Network Rail a publié en décembre 2021 son troisième rapport sur l'adaptation au changement climatique de l'infrastructure ferroviaire du Royaume-Uni, complété par huit plans régionalisés qui couvrent l'ensemble du réseau ferroviaire.

Le plan d'adaptation de *Network Rail* détaille entre autres : l'évaluation des vulnérabilités actuelles du réseau ferroviaire au Royaume-Uni, les coûts engendrés par type d'aléas climatiques chaque année, l'organisation de la gouvernance climatique de l'entreprise et sa stratégie, la méthodologie d'évaluation des risques dus au changement climatique, et un rapport de progrès sur la mise en œuvre du plan.

Ce plan a été examiné par l'*Office of Rail and Road*, le régulateur britannique, qui a rendu un avis dans lequel il a souligné les limites de la stratégie menée par *Network Rail*, comme l'absence d'informations fournies quant à la manière dont l'opérateur la lie aux plans commerciaux et de gestion des actifs ferroviaires.

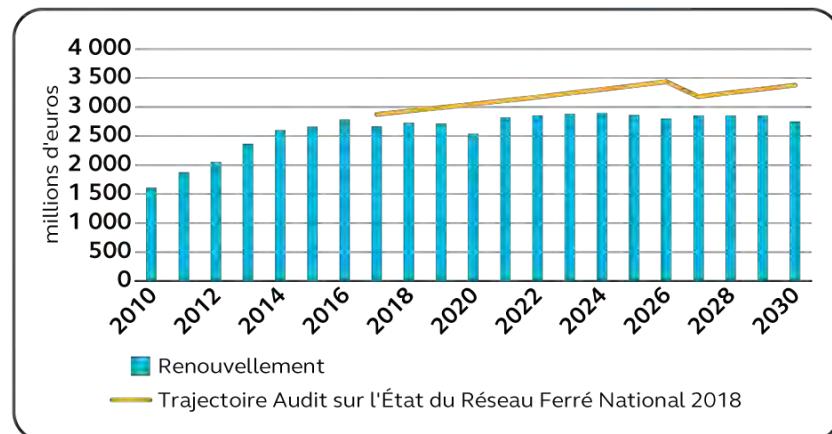
L'intégration des plans d'adaptation aux contrats de performance passés avec l'État permettrait d'en effectuer le bilan selon une fréquence préétablie. Ces revues régulières devraient aussi être l'occasion d'approfondir les risques aujourd'hui mal appréhendés à l'échelle d'un seul opérateur, tels ceux issus des interdépendances entre réseaux. En effet, ces interdépendances, matérialisées notamment par 16 000 points de connexions entre les réseaux de distribution d'électricité, d'eau et de télécommunications et le réseau ferroviaire, constituent un angle mort des études de vulnérabilité réalisées, alors même qu'il est arrivé qu'un *black-out* électrique paralyse une gare³⁶⁹.

L'intégration des plans d'adaptation de l'infrastructure dans les contrats de performance permettrait également de garantir que le coût des investissements à effectuer, non encore connu, soit pris en compte dans les enveloppes financières allouées.

³⁶⁹ Le 23 décembre 2020, la circulation de tous les trains (TER et TGV) a par exemple été interrompue à la gare Lille Flandres pendant près de 45 minutes, en raison d'une panne d'électricité survenue après de fortes pluies.

Estimation des besoins de financement et d'investissement sur le réseau ferroviaire

Graphique n° 35 : investissements de régénération du réseau : trajectoire de l'audit et montants alloués dans le contrat de performance entre l'État et SNCF Réseau



Source : Autorité de régulation des transports

Le contrat de performance passé entre l'État et SNCF Réseau pour la période 2021-2030, fondé sur une trajectoire de 2,84 Md€ courants par an en moyenne, en progression par rapport à la trajectoire financière précédente, représente une enveloppe inférieure de 13 % en moyenne aux préconisations de l'audit externe du réseau ferroviaire de mars 2018.

Pour assurer un fonctionnement optimal de l'infrastructure, ce qui conduirait à résorber complètement le vieillissement des voies et appareils de voies, à stabiliser l'âge moyen des postes de signalisation à l'horizon 2040 puis changer les postes obsolètes à l'horizon 2060, et à ralentir le vieillissement des autres composantes, l'audit externe de 2022 estime nécessaire d'augmenter l'enveloppe de régénération de 1 Md€ par an.

SNCF Réseau a élaboré des scénarios d'évolution du réseau pour la période 2022-2040, la simulation « Ulysse », qui dessine :

- un scénario au « fil de l'eau » à 118 Md€ de dépenses d'investissement (CAPEX) qui ne permet pas d' enrayer le vieillissement du réseau ;
- un scénario à 158 Md€ de CAPEX qui préserveraît sa performance actuelle et augmenterait les capacités de trafic ;
- un scénario à 212 Md€ de CAPEX, qui permettrait de doubler la part modale du secteur ferroviaire, et de rajeunir l'infrastructure et son exploitation.

Le coût des investissements à réaliser, dont l'évaluation est complexe mais nécessaire à l'établissement de ces plans, pourrait *a minima* être approché par grandes masses à partir de premiers périmètres limitatifs, comme l'a proposé SNCF Gares et Connexions avec une liste d'opérations types, dont la surélévation des équipements informatiques et le renforcement des toitures, la pose de brise-soleil et de fissuromètres pour mesurer les effets du retrait/gonflement des argiles. Dans le cadre de la révision de la programmation pluriannuelle de ses investissements, SNCF Gares et Connexions a prévu de consacrer 113 M€ en fonds propres à l'adaptation au changement climatique sur la période 2024-2032.

En outre, les gestionnaires de réseau devraient identifier des mesures d'adaptation susceptibles d'être rapidement intégrées dans les programmes de renouvellement en cours. Par exemple, la question du relèvement de la température de libération du rail³⁷⁰, établie de manière standard à 25°C sur l'ensemble du réseau ferroviaire, pourrait être posée lors de toutes les opérations de renouvellement des voies dans les régions les plus exposées aux grandes chaleurs.

³⁷⁰ C'est-à-dire la température à laquelle la contrainte exercée sur la voie est nulle.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Les études disponibles ne donnent qu'une image très macroscopique des vulnérabilités physiques de l'infrastructure et ne permettent pas d'en apprécier la vulnérabilité fonctionnelle, élément pourtant central pour l'attractivité du transport ferroviaire. De la même façon, les gestionnaires d'infrastructure ne disposent pas des outils nécessaires à l'identification et à la mesure des coûts générés par le changement climatique.

Les gestionnaires d'infrastructures doivent également s'assurer, tant pour les projets nouveaux que pour les opérations de régénération, que les matériels présentent des marges suffisantes par rapport à l'intensité et à la fréquence des aléas futurs. Dans cette optique, une révision régulière des normes et des référentiels de conception au regard des évolutions climatique devrait être mise en œuvre. Le référentiel des analyses socio-économiques des projets devra être complété sur le volet climatique.

L'adaptation au changement climatique nécessite un pilotage stratégique plus structuré chez les deux gestionnaires d'infrastructure, mais surtout une implication forte des pouvoirs publics, sur lesquels repose la responsabilité de définir un niveau de résilience cible et de veiller à ce que les gestionnaires d'infrastructure puissent le décliner dans des plans d'adaptation opérationnels.

La Cour formule donc les recommandations suivantes :

1. *identifier et mesurer les coûts d'adaptation au changement climatique du réseau ferroviaire et des gares, en fonctionnement et en investissement (SNCF Réseau, SNCF Gares et connexions ; 2026) ;*
 2. *intégrer les dernières prévisions de changement climatique dans les normes et référentiels nationaux de conception des composantes du réseau ferroviaire et des gares et ajuster régulièrement les marges de conception en conséquence (SNCF Réseau, SNCF Gares et connexions, ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires ; 2024) ;*
 3. *pour les projets de développement d'infrastructures de transport, compléter le référentiel des analyses socio-économiques par une analyse de la résilience au changement climatique (ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires ; 2025) ;*
 4. *définir un plan d'adaptation au changement climatique inclus dans le contrat d'objectifs et performance, et fondé sur une étude d'impact, une budgétisation et un suivi organisé (SNCF Réseau, SNCF Gares et connexions, ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires ; 2025).*
-

Réponses reçues à la date de la publication

Réponse du ministre de la transition écologique et de la cohésion des territoires.....	418
Réponse du président-directeur général de SNCF réseau	419
Réponse de la directrice générale de SNCF Gares et Connexions.....	420

Destinataire n'ayant pas répondu

Monsieur le ministre délégué auprès du ministre de la transition écologique et de la cohésion des territoires, chargé des transports
--

RÉPONSE DU MINISTRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET DE LA COHÉSION DES TERRITOIRES

Les constats de la Cour des comptes illustrent bien l'ampleur des enjeux d'adaptation au changement climatique pour le réseau ferroviaire et mettent en lumière les démarches déjà engagées par les gestionnaires d'infrastructures, notamment en matière d'analyse des risques. Ces travaux, impliquant nos services, s'inscrivent en cohérence avec le troisième plan national d'adaptation au changement climatique, à l'élaboration duquel SNCF Réseau et SNCF Gares & Connexions sont associés,

Je soutiens pleinement l'intégration du changement climatique dans les normes et référentiels techniques et nous nous assurerons que celle-ci s'appuie sur le scenario de réchauffement de référence. En particulier, nos services veilleront à la définition par les gestionnaires d'infrastructures d'une feuille de route sur les modalités de révision de leurs référentiels internes. L'Établissement public de sécurité ferroviaire (EPSF) travaillera avec les acteurs du secteur pour encourager et accompagner l'intégration des risques liés au changement climatique au sein de leurs méthodes de gestion de la sécurité et du risque.

Je partage également la nécessité de prendre en compte les impacts du changement climatique dans l'évaluation des projets de transport. À cet effet, nos services, en lien avec France stratégie, feront évoluer le référentiel socio-économique national en un référentiel socio-écolo économique tenant notamment compte des coûts liés au changement climatique. Pour l'adaptation du réseau existant, des outils socio-écolo-économiques complémentaires pourront être développés pour hiérarchiser les investissements à partir des études de vulnérabilité.

Je soutiens aussi l'élaboration de plans d'adaptation au changement climatique par SNCF Réseau et SNCF Gares & Connexions, dont les grands principes et jalons seront définis à l'occasion des prochaines actualisations des contrats.

Sur le plan financier, je tiens à souligner l'engagement inédit pour la régénération et la modernisation du réseau ferroviaire, avec respectivement 1 Md€/an et Md€/an d'investissements complémentaires d'ici la fin du quinquennat, ce qui apportera des réponses aux enjeux de maintien à niveau du réseau ferré évoqués dans votre rapport.

RÉPONSE DU PRÉSIDENT-DIRECTEUR GÉNÉRAL DE SNCF RÉSEAU

Je vous remercie pour le chapitre du rapport public annuel 2024, relatif à l'adaptation du réseau ferré au changement climatique, que vous m'avez transmis le 30 octobre.

La résilience face au dérèglement du climat est une priorité de l'entreprise et sans doute l'un des plus grands défis de la société moderne. Le chapitre de la Cour nous paraît bien explicité les actions déjà engagées par SNCF Réseau et celles qu'ils convient de déployer dans les prochaines années pour se préparer à un réchauffement pouvant atteindre + 4 °C à l'horizon de la fin du siècle.

SNCF Réseau a déjà lancé de nombreuses initiatives pour s'adapter au changement climatique, à la fois pour approfondir la connaissance (à travers des études prospectives de vulnérabilité pour la France entière et des focus sur certaines régions plus particulièrement exposées) et pour engager les actions concrètes. Celles-ci s'organisent autour de trois axes :

- l'adaptation des politiques d'exploitation, pouvant impliquer le ralentissement des vitesses commerciales en période de canicule, voire la décision de ne pas faire partir les trains en cas d'avertissement de tempête majeure ;*
- l'adaptation des actions de surveillance et d'entretien : traitement de la végétation aux abords des voies pour éviter les chutes d'arbres et les départs de feu, automatisation de la surveillance des talus, utilisation d'une peinture thermique blanche pour que les équipements chauffent moins en plein soleil, pour ne citer que quelques exemples.*
- l'adaptation des actifs eux-mêmes : en profitant le plus possible des cycles de renouvellement déjà prévus, la régénération permet d'équiper le réseau avec des composants plus résilients à la chaleur, à l'eau et au vent — cartes électroniques de la signalisation, caténaires, etc. L'augmentation de l'effort de renouvellement du réseau ferré, annoncé par la Première ministre en début d'année 2023, va à ce titre contribuer à une meilleure résistance du réseau aux intempéries.*

La Cour formule quatre recommandations, que nous intégrons à notre stratégie :

- S'agissant de la mesure des coûts de l'adaptation (recommandation 1), nous suivons déjà les impacts financiers des intempéries (réparations, pertes de recettes, investissements dans la résilience), même si il reste difficile d'attribuer au changement climatique ces différents coûts. Un suivi plus centralisé permettra d'améliorer la vision globale.*

- *La mise à jour des référentiels (recommandation 2) pour se préparer à un réchauffement allant jusqu'à + 4 °C constitue aussi un outil de pilotage essentiel. Il faut agir au bon niveau : parfois au niveau européen ; parfois au niveau local, pour répondre à des problématiques territoriales spécifiques. Dans tous les cas, il sera indispensable de tenir compte des impacts financiers pour limiter le renchérissement des coûts pour SNCF Réseau et pour le secteur.*
- *L'analyse de la résilience, à inclure dans l'évaluation des projets de développement (recommandation 3), même si elle est prioritairement adressée au ministère de la Transition écologique et de la cohésion des territoires, est un sujet essentiel pour SNCF Réseau. Nous souhaitons développer un outil qui pourrait permettre de coter la résilience non seulement des grands projets mais aussi d'autres types d'investissements.*
- *Enfin, la définition d'un plan stratégique d'adaptation au changement climatique (recommandation 4) est d'ores et déjà engagée au sein de SNCF Réseau et pourrait en effet utilement se traduire dans notre contrat de performance, pour confirmer la mobilisation au plus haut niveau de l'entreprise comme de l'actionnaire.*

Le défi du changement climatique concerne non seulement SNCF Réseau, SNCF Gares & Connexions et l'État, mais l'ensemble du secteur ferroviaire français (opérateurs, ingénieries...) et avec, comme vous le notez, la nécessité en amont de déterminer le niveau de disponibilité attendu pour le réseau. Nous espérons que votre rapport et sa publication permettront de mobiliser tous les acteurs concernés en s'appuyant sur les premiers résultats déjà atteints par SNCF Réseau.

RÉPONSE DE LA DIRECTRICE GÉNÉRALE SCNF GARES ET CONNEXIONS

Je vous remercie pour le chapitre du rapport public annuel 2024, relatif à l'adaptation du réseau ferré au changement climatique, que vous m'avez transmis le 30 octobre ainsi que pour la qualité des échanges que nous avons eu avec la 2^{ème} chambre au cours du I^{er} semestre.

En complément des éléments inscrits au chapitre je souhaite voir publier les points suivants :

SNCF Gares & Connexions remercie la Cour des comptes pour ce chapitre consacré à « L'adaptation du réseau ferroviaire national au changement climatique » et les recommandations formulées.

Comme le rapport le souligne, le changement climatique est une réalité déjà tangible en France qui impacte de façon sensible le réseau ferroviaire et les gares, pouvant affecter aussi bien l'intégrité des infrastructures, le fonctionnement des équipements que le confort des agents et des voyageurs.

C'est pour prendre en compte ces impacts que nous avons formalisé dès 2019 et intégrons dans la conception de nos projets de construction ou de rénovation de gares la démarche EMC2B pour énergie, matière, carbone, climat, biodiversité.

L'année 2023 marque cependant une accélération dans la structuration de notre démarche d'adaptation avec l'allocation d'une enveloppe d'investissement de 113 millions d'euros couvrant la période 2024-2032, pilotée par une équipe dédiée au sein de la Direction RSE, intégrée au Secrétariat Général de l'entreprise créé au 1er septembre. Ce positionnement au sein du Secrétariat Général assure une articulation du sujet de l'adaptation avec les équipes financières, juridiques, et stratégiques en charge de la feuille de route globale de l'entreprise.

Comme le souligne la Cour des Comptes, nous avons également lancé en septembre 2023 une étude de vulnérabilité globale sur l'ensemble de nos actifs et activités, nous permettant de mieux évaluer nos vulnérabilités physiques et fonctionnelles aux horizons 2030, 2050 et 2100, selon les scenarii du GIEC RCP 4.5 et 8.5.

Cette étude, dont les premiers résultats sont attendus pour la fin de l'année 2023, livrera des cotations de vulnérabilité détaillées qui pourront être intégrées aux outils de gestion du bâti et de gestion d'actifs et ainsi aux démarches de pilotage des investissements.

Ce diagnostic initial de vulnérabilité servira de socle à la formulation d'un plan d'adaptation au changement climatique. Le dimensionnement des investissements à mobiliser sera précisé dans ce cadre. Ces travaux rejoignent les recommandations 1 et 5 de la Cour.

Dans le cadre de ces travaux, tel que le mentionne la Cour, nous reconnaissions qu'un maximum de leviers devront être activés : allant de la formation des équipes jusqu'au développement d'outils de suivi d'impacts en passant par la mise à jour de nos normes et référentiels de conception des composantes de gares.

Sur ce point, qui fait l'objet de la recommandation 2 de la Cour des Comptes, nous précisons que les enjeux d'adaptation au changement climatique sont intégrés à notre référentiel de gestion de projet via le renvoi à la méthode EMC2B. Nous rappelons également l'importance de la mise à jour par les pouvoirs publics des réglementations et normes nationales et européennes liées au secteur du bâtiment auxquels nous sommes également soumis afin d'accélérer la prise en compte de la résilience dans les projets de construction et de rénovation.

En synthèse, il nous paraît essentiel de souligner que les enjeux du changement climatique concernent un ensemble large de parties prenantes au-delà même de SNCF Gares & Connexions, SNCF Réseau et l'État, avec, comme vous le notez, la nécessité en amont de déterminer le niveau de résilience cible. Nous souhaitons que ce rapport contribue à faciliter les travaux de tous autour d'un cadre partagé.

6

La prise en compte de l'adaptation au changement climatique dans la politique immobilière de l'État

PRÉSENTATION

Parmi les politiques publiques impliquées dans la réponse au défi de l'adaptation au changement climatique, la politique immobilière de l'État à l'égard de son propre parc, qui comprend 200 000 bâtiments et représente 95 millions de mètres carrés, montre un réel retard. Cette situation tient pour partie à une connaissance insuffisamment fine des caractéristiques et de l'état d'entretien de ce parc de taille considérable, très diversifié et réparti sur l'ensemble du territoire métropolitain et ultramarin, mais aussi à la difficulté de mobiliser les ressources nécessaires à son entretien et à sa rénovation. Elle résulte également de l'intégration très récente, dans une politique immobilière de l'État qui donne la priorité à la diminution de ses émissions de gaz à effet de serre et de son empreinte carbone, des préoccupations d'adaptation de ses bâtiments au réchauffement climatique. Ainsi l'immobilier de l'État constitue encore un angle mort de la politique d'adaptation au réchauffement climatique.

Le présent chapitre établit le constat de l'inadaptation du parc immobilier de l'État aux risques découlant du changement climatique, risques par ailleurs mal mesurés (I), avant de constater l'inadéquation des mesures déjà prises et de proposer des pistes pour une véritable politique d'adaptation de l'immobilier de l'État (II).

I - Un parc immobilier de l'État mal adapté aux risques climatiques

L'État est doté d'un parc immobilier très vaste et très diversifié sur lequel pèsent des risques climatiques variés et insuffisamment appréhendés.

A - Un parc immobilier de l'État étendu et diversifié

Le périmètre de la politique immobilière de l'État comprend l'ensemble des biens appartenant à l'État, ainsi que ceux qu'il occupe ou qu'il contrôle directement ou indirectement à travers des établissements publics nationaux (EPN) ou des opérateurs de l'État (notamment les universités). Les établissements hospitaliers, les écoles, les collèges et les lycées n'en font pas partie.

Le parc immobilier de l'État est très étendu : il comprend près de 200 000 bâtiments différents occupant 95 millions de mètres carrés et répartis sur l'ensemble du territoire, métropolitain et ultramarin, sous diverses altitudes et latitudes. Son exposition aux risques liés au réchauffement climatique varie selon la localisation du bâtiment. Ces risques sont de plusieurs natures : températures extrêmes, tempêtes, inondations, élévation du niveau des mers, créant des désordres géologiques (retrait-gonflement des sols argileux, recul du trait de côte) etc.

Tableau n° 23 : parc immobilier de l'État ventilé par fonction

Type de bâtiment	Nombre de bâtiments	Surface (m ²)
Bureau	20 521	22 862 303
Bâtiment enseignement ou sport	10 290	20 139 079
Bâtiment technique	45 536	19 335 774
Logement	48 660	18 157 011
Bâtiment sanitaire ou social	7 269	9 195 318
Bâtiment culturel	1 462	3 279 356
Bâtiment agricole ou d'élevage	1 924	629 974
Ouvrages d'art réseaux voiries	15 459	470 699
Édifice du culte	320	375 823
Monument et mémorial	1 040	360 817
Autres	40 197	291 859
Total	192 278	95 098 014

Source : Infocentre France Domaine – Inventaire immobilier – Extraction du 28/04/2023

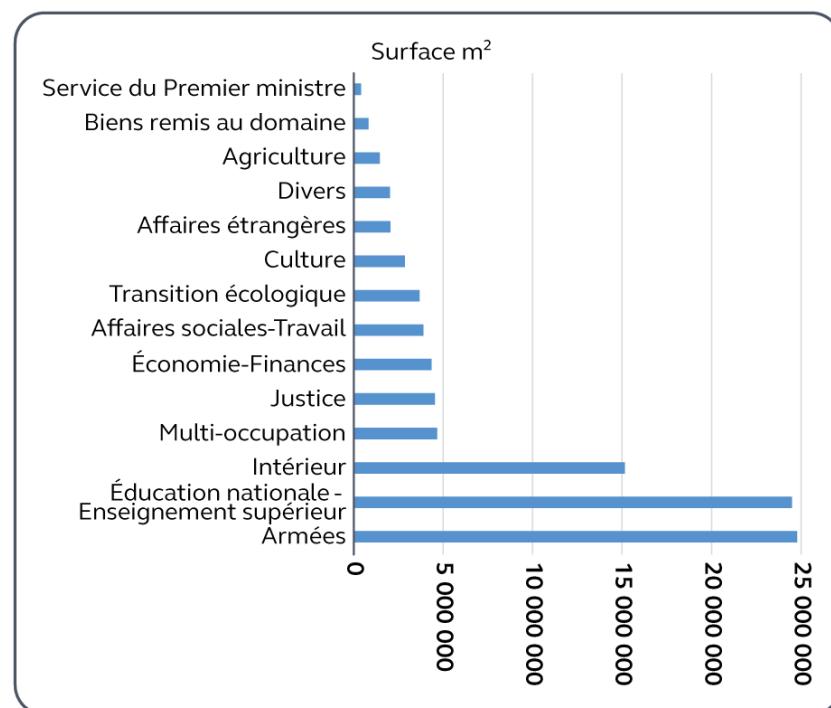
L'essentiel du parc de l'État est composé de bureaux (24 %), de bâtiments d'enseignement ou de sport (22 %), de bâtiments techniques (19 %) et de logements (19 %). Par ses fonctions, ce parc peut exposer ses usagers et ses agents à des risques de plus forte intensité, notamment aux épisodes caniculaires. C'est le cas par exemple des établissements pénitentiaires, des casernes, des gendarmeries et des hôtels de police, des universités, des bâtiments techniques et industriels qui relèvent principalement des secteurs de la recherche (laboratoires) ou de la défense.

Les surfaces occupées par l'État se sont contractées de 5,4 % entre 2017 et 2021, sous l'effet de la cession de biens initiée par la circulaire du 28 février 2007 et de la réduction des surfaces de bureaux visée par la circulaire du 16 janvier 2009. L'État a poursuivi dans ce cadre un triple objectif d'efficacité des services publics, de maîtrise de ses dépenses de fonctionnement et de réduction de son empreinte environnementale. Une circulaire de la Première ministre, en date du 8 février 2023, a fixé une nouvelle doctrine d'occupation des immeubles de l'État qui devrait conduire dans la durée à poursuivre la réduction des surfaces de bureaux.

Sur le total de cette surface, l'État et ses opérateurs sont propriétaires de 75,8 millions de mètres carrés, soit 80 % des surfaces, le solde étant loué ou mis à disposition. Ce patrimoine est très concentré. Près de la moitié des bâtiments relève des ministères des armées et de l'intérieur, les deux tiers

si l'on y ajoute ceux de l'éducation nationale et de l'enseignement supérieur, principalement constitués des universités et des laboratoires de recherche. Les bâtiments scolaires relèvent en revanche des collectivités locales (communes, départements et régions).

Graphique n° 36 : parc immobilier de l'État ventilé par administration



Source : Infocentre France Domaine – Inventaire immobilier – Extraction du 28/04/2023

B - Une mesure lacunaire des risques liés au réchauffement climatique

L'étendue géographique du parc immobilier expose celui-ci, selon les types de bâtiments et leur localisation, à tous les risques découlant du réchauffement climatique. Un quart des surfaces de bureaux occupées par l'État ou ses opérateurs est par exemple situé dans des régions métropolitaines méridionales (Corse, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie) particulièrement exposées aux canicules et à la sécheresse ; 3,5 % se trouvent dans les territoires ultramarins, où la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes est plus élevée.

Ces risques doivent être pris en compte par la direction de l'immobilier de l'État (DIE), chargée du pilotage de la politique immobilière de l'État. Forte de ses 1 500 agents, rattachée au ministère des comptes publics, elle a développé ou enrichi des outils de recensement et de diagnostic de l'état des bâtiments. Ainsi, l'un des modules³⁷¹ du logiciel comptable de l'État, Chorus, tient un inventaire patrimonial, tandis que le système d'information de l'immobilier de l'État comporte un référentiel technique qui recense les principales caractéristiques de chaque bâtiment (surfaces, accessibilité, bilan énergétique, etc.) et dispose d'un outil d'analyse et de diagnostic. Ce dernier permet d'établir les schémas pluriannuels de stratégie immobilière ministérielle (SPSI) et leur déclinaison pour les services déconcentrés, les schémas directeurs immobiliers régionaux (SDIR).

Ces outils sont cependant encore en cours de déploiement. À fin juin 2022, les données présentes dans le référentiel technique des biens occupés par les opérateurs de l'État n'affichaient un indice global de complétude que de 65 %³⁷², en progression toutefois de cinq points sur une année. Pour les données relevant de l'état technique, de l'accessibilité ou du confort d'usage, ce ratio ne s'élevait à la même date qu'à 60 %. Pour mesurer de façon précise la vulnérabilité des bâtiments aux effets du réchauffement, ces données devront être doublement complétées, d'une part, par une caractérisation technique exhaustive des locaux recensés et, d'autre part, par un élargissement des données collectées (relevés de températures, qualité des matériaux, exposition solaire, etc.).

Seuls une meilleure connaissance des caractéristiques d'exposition aux risques liés au réchauffement climatique de chaque bâtiment et leur rapprochement avec la carte territoriale des probabilités d'événements climatiques, telle que celle fournie par Météo France *via* le portail DRIAS³⁷³, permettront, à terme, de déployer une politique d'adaptation du parc immobilier au changement climatique.

³⁷¹ Le module REFX.

³⁷² PLF 2023, DPT - *Politique immobilière de l'Etat*.

³⁷³ Voir le chapitre introductif du présent rapport.

II - L'urgence d'adapter la politique immobilière de l'État au changement climatique

L'État s'est progressivement doté d'une stratégie immobilière visant à atténuer le réchauffement climatique par la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Cette politique est ordonnée autour d'objectifs, d'outils de programmation, d'une gouvernance sophistiquée et de financements. Pourtant, en dépit de la forte exposition du parc immobilier de l'État aux conséquences désormais avérées et subies du réchauffement climatique, la politique actuelle n'intègre pas cette dimension critique dans ses priorités.

A - Une politique immobilière de l'État qui n'a pas encore pris en compte l'adaptation au réchauffement climatique

1 - Une priorité accordée à l'atténuation dans les stratégies immobilières

Focalisée sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre des bâtiments, la politique immobilière de l'État n'a jusqu'ici pas considéré l'adaptation du parc aux effets du réchauffement climatique comme un objectif. De ce fait, les outils de diagnostic et de mesure nécessaires n'ont pas été développés. Les phénomènes liés au réchauffement climatique sont pourtant observés depuis longtemps, que ce soit en tendance (+ 1,5 à 2°C depuis 2010 par rapport à 1961-1990), à l'occasion d'épisodes caniculaires, notamment depuis 2003, ou de catastrophes naturelles à répétition (inondations, ouragans dans les Antilles : *Mathew* en 2016, *Irma* en 2017, *Beryl* en 2018).

En 2018, une réflexion interministérielle dans le cadre de la conférence nationale de l'immobilier public (CNIP) a été à l'origine d'une première feuille de route pour la transition énergétique des bâtiments de l'État. Plusieurs orientations ont été arrêtées et mises en œuvre dans le cadre de différents chantiers pilotés par la direction de l'immobilier de l'État, parmi lesquels la mise en place d'un suivi périodique des consommations énergétiques ou l'élaboration d'une nouvelle méthode de construction des schémas directeurs, qui place la transition énergétique au rang de priorité. De même, a été mise en place une procédure de « labellisation » des projets neufs ou de rénovation, qui conditionne l'accord de la CNIP ou, à l'échelon déconcentré, des conférences

régionales de l'immobilier public. Ce label valide le respect de critères tenant à la qualité intrinsèque du projet, à sa performance énergétique, économique et écologique et à son impact financier. Aucun critère ne porte cependant sur les réponses apportées par le projet aux défis de l'adaptation au changement climatique.

Le secrétariat général à la planification écologique (SGPE), créé en juillet 2022 et placé sous l'autorité du Premier ministre, veille à la bonne articulation de l'ensemble des politiques publiques en faveur de la transition écologique. S'agissant de la politique immobilière, le SGPE a conduit, avec la direction de l'immobilier de l'État, un groupe de travail « *Planification écologique, bâtiment de l'État* » dont l'objectif était de proposer en 2023, avec l'appui du centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema), une trajectoire financière pluriannuelle de rénovation des bâtiments publics. Cette dernière vise essentiellement des objectifs d'atténuation.

De même, dans la circulaire de la Première ministre du 8 février 2023 relative à la nouvelle doctrine d'occupation des immeubles de l'État, ne figure qu'un seul objectif de réduction de « l'empreinte environnementale » de l'État et notamment des émissions de gaz à effet de serre. La question du « confort d'usage » des immeubles de l'État, en particulier pendant les périodes de canicule, n'y est pas abordée.

Enfin, au titre des financements, les crédits budgétaires conventionnels comme ceux issus de plans exceptionnels consacrés à l'immobilier, ont financé à titre principal des mesures de rénovation thermique ou d'économie d'énergie.

2 - Des investissements immobiliers ciblés sur la rénovation thermique et sur les économies d'énergie

Depuis 2018, deux budgets immobiliers exceptionnels ont été créés :

- le programme 348 *Rénovation des cités administratives*, doté d'un milliard d'euros sur cinq ans à compter de 2018 dans le cadre du Grand plan d'investissement ;
- le programme 362 *Écologie - action 01 : rénovation énergétique*, du plan de relance de 2020, doté de 2,7 milliards d'euros pour le soutien du secteur du bâtiment et des travaux publics. Cette enveloppe est destinée aux travaux de rénovation énergétique des bâtiments publics appartenant à l'État ou à ses opérateurs.

Le Grand plan d'investissement de l'automne 2017, porté par le programme 348 (1 Md€), a inclus un premier chantier de rénovation des cités administratives, consacré en priorité à la rénovation énergétique mais aussi à l'accueil des usagers et au cadre de travail³⁷⁴. La direction de l'immobilier de l'État a été chargée de ce volet du Grand plan d'investissement en janvier 2018. À l'issue d'appels à projets, 38 cités administratives ont été retenues pour des opérations de reconstruction (notamment à Amiens, à Lille, à Lyon ou à Nantes) ou de rénovations lourdes des bâtiments. Les coûts de reconstruction s'échelonnent entre 49,3 M€ (Nantes) et 149,4 M€ (Lille), et les projets de rénovation entre 471 000 € (Aurillac) et 54 M€ (Strasbourg).

Le plan de relance de 2020 a renforcé les moyens alloués à ces actions, en cohérence avec la loi Elan³⁷⁵, qui fixe des objectifs de performance énergétique pour les bâtiments, et avec le décret tertiaire³⁷⁶, qui précise ses modalités d'application en imposant aux entreprises et à l'État de réduire la consommation d'énergie de leurs bâtiments abritant des activités tertiaires. Une enveloppe exceptionnelle de 4 Md€ a été affectée à la rénovation énergétique des bâtiments de l'État (1,31 Md€), des bâtiments universitaires et de recherche (1,36 Md€), jugés prioritaires³⁷⁷, et aux projets des collectivités territoriales (1,3 Md€), via un abondement de la dotation de soutien à l'investissement local (DSIL)³⁷⁸. Financée au titre du plan européen « *Next Generation EU* » au profit de la lutte contre le changement climatique et de la neutralité carbone, elle a permis de financer plus de 6 500 projets³⁷⁹ de tailles très diverses. Nombre d'entre eux ont porté sur le remplacement des ampoules par des LED (programme TIGRE – travaux immobiliers à gains rapides).

Parmi les projets consacrés à la rénovation thermique, 60 %, soit environ 1 600 opérations, comprenaient une dimension d'isolation. Même si ces travaux d'isolation ne visaient pas directement à adapter les bâtiments aux effets du réchauffement, ils ont pu contribuer incidemment à améliorer le confort d'été.

³⁷⁴ Mission 22 *Action et transformation publique*, Programme 348 *Rénovation des cités administratives et des sites multi-occupants*.

³⁷⁵ Loi dite Élan n° 2018-1021 du 23 novembre 2018 portant évolution du logement, de l'aménagement et du numérique.

³⁷⁶ Décret n° 2019-771 du 23 juillet 2019 dit « tertiaire ».

³⁷⁷ Mission *Plan de relance*, programme 362 *Écologie*, action 01 *Rénovation énergétique*.

³⁷⁸ La direction générale des collectivités locales du ministère de l'intérieur et de la cohésion des territoires (DGCL) a été chargée du suivi de ce volet. Le patrimoine des collectivités locales est trois fois supérieur en surfaces à celui de l'État. Leurs quelque 6 500 projets ont concerné au deux tiers les bâtiments d'enseignement, qui ne font pas partie de l'immobilier de l'État mais sont affectés au service public de l'éducation.

³⁷⁹ À fin avril 2023, 98 % des crédits avaient été engagés et 54 % consommés sur l'enveloppe totale de 2,7 Md€.

Au-delà de ce constat général, quelques rares opérations ont fait exception, en ciblant spécifiquement l'adaptation aux épisodes de canicule. C'est le cas du programme de construction de 15 000 places de prison sur la période 2018-2027 et de la rénovation de douze établissements pénitentiaires construits avant l'an 2000. L'Agence publique pour l'immobilier de la justice (APIJ), qui assure la maîtrise d'ouvrage déléguée de ce programme, a défini ses propres normes de « confort d'été » et a permis d'identifier des solutions pour limiter la température dans ces lieux de confinement non climatisés.

3 - L'immobilier, angle mort du plan national d'adaptation au changement climatique

Dans le cadre de la mise en œuvre du *Grenelle de l'environnement*³⁸⁰, une concertation nationale avait été organisée en vue de préparer le premier plan national d'adaptation au changement climatique - PNACC 1 (2011-2015). Au titre du volet « Urbanisme et cadre bâti », une fiche-action confiée à la direction de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages du ministère de la transition écologique prévoyait quatre chantiers :

- Action n° 1 : intervenir pour l'adaptation au changement climatique au niveau des documents d'urbanisme ;
- Action n° 2 : adapter la gestion de la nature en ville et la gestion des espaces verts ;
- Action n° 3 : lutter contre la canicule en ville et limiter l'effet d'îlot de chaleur ;
- Action n° 4 : agir pour le confort du bâti dans le contexte de hausse globale des températures.

Les principaux enjeux de l'adaptation de l'immobilier de l'État au réchauffement climatique avaient donc été correctement identifiés il y a plus de dix ans. Ils n'ont pas pour autant trouvé de traduction concrète dans la mise en œuvre de ces orientations. Seul un appui à des travaux de recherche sur ce sujet avait été financé, selon les conclusions de l'évaluation du thème n° 11 du PNACC 1³⁸¹ - « urbanisme et cadre bâti », établie en novembre 2015 par le Conseil général de l'environnement et du développement durable.

³⁸⁰ Loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement.

³⁸¹ Conseil général de l'environnement et du développement durable, *Évaluation du PNACC*, rapport n° 010178-01, novembre 2015.

Après cette première prise de conscience, il est surprenant de constater que le deuxième PNACC (2018-2022) n'a pas repris et approfondi cet enjeu d'adaptation. Les actions concernées ont en effet été dispersées dans des rubriques transversales portant sur « *la recherche et la connaissance* », « *l'information et la sensibilisation* » ou « *les lois, codes, normes et règlements techniques* ».

Parmi les 471 sous-actions que porte le PNACC 2, 90 ont été identifiées par la Cour comme susceptibles d'intéresser indirectement la politique immobilière de l'État et deux seulement concernent spécifiquement le bâti et ont été mises en œuvre : la réglementation environnementale 2020 (RE 2020), d'une part, et la prise en compte du phénomène de retrait-gonflement des sols argileux³⁸² dans les techniques de construction, d'autre part. La plupart des autres mesures visent des objectifs transversaux non ciblés sur les questions liées aux constructions. Fin 2022, 43 mesures sur 90 étaient toujours en cours ou n'avaient pas commencé à être mises en œuvre. Or, la réalisation de 25 d'entre elles aurait dû arriver à échéance au plus tard à cette date.

L'une des rares avancées en matière d'adaptation résulte de l'adoption de la réglementation environnementale RE 2020 qui, tout en encadrant à titre principal les émissions de carbone et les consommations d'énergie des bâtiments neufs, vise également à garantir le confort en cas de forte chaleur et impose des exigences spécifiques pour résister aux épisodes de canicule. Elle fixe notamment des seuils de température à ne pas dépasser³⁸³. L'application de cette réglementation est toutefois limitée aux constructions neuves, dont l'impact sur le parc immobilier de l'État est faible, compte tenu d'un taux de renouvellement de 2 à 3 % par an.

L'enjeu de l'adaptation étant désormais clairement identifié, le prochain plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC 3), en cours d'élaboration, devra impérativement décrire la stratégie immobilière à adopter dans le cadre du nouveau scénario climatique retenu par le Gouvernement.

³⁸² « *Sols argileux et catastrophes naturelles* » - Rapport de la Cour des comptes – février 2022.

³⁸³ Seuil maximal de 1250 degrés-heures (DH), soit 25 jours avec des températures de 30°C en journée et de 28°C la nuit.

B - L'urgente intégration dans la politique immobilière de l'État d'actions d'adaptation au réchauffement climatique

1 - Intégrer l'adaptation au changement climatique dans les priorités de la stratégie immobilière de l'État

Lors de l'examen par le Conseil de l'immobilier de l'État³⁸⁴, en novembre 2022, de l'évolution des orientations en matière de transition environnementale, aucune mesure spécifique à l'adaptation n'a été introduite. Le contexte international et la hausse des coûts de l'énergie ont conforté la priorité donnée à la réduction de la consommation et de la dépendance de la France aux énergies fossiles importées, comme l'illustre le plan de sobriété énergétique lancé par le gouvernement le 6 octobre 2022.

Plus récemment, fin 2022, un groupe de travail intitulé « planification écologique », piloté par la direction de l'immobilier de l'État et par le secrétariat général à la planification écologique, a été constitué pour bâtir une trajectoire pluriannuelle de rénovation des bâtiments publics. Plusieurs scénarios ont été dessinés à cette occasion. Le plus exigeant, qui incluait notamment l'objectif d'adaptation au changement climatique, a rapidement été écarté en raison des efforts financiers qu'il aurait fallu consentir, jugés hors de portée dans le contexte budgétaire actuel. Le scénario dit « réglementaire », qui prévoit de répondre aux seuls objectifs d'ores et déjà fixés, a été retenu. Il prévoit :

- la rénovation d'ici 2034 des logements de l'État identifiés comme « passoires thermiques »³⁸⁵ conformément à la loi « climat et résilience »³⁸⁶ ;
- l'atteinte des objectifs de baisse de consommation énergétique du dispositif éco énergie tertiaire pour le parc tertiaire ;
- la rénovation au niveau *Nearly Zero energy Building* d'au moins 3 % du parc par an ; l'application du décret BACS³⁸⁷ se traduisant par la mise en place d'une régulation des équipements de chauffage et de refroidissement et de leur calorifugeage ;

³⁸⁴ Le CIE est un organe consultatif chargé d'éclairer le ministre en charge des Domaines sur la mise en œuvre de la stratégie immobilière. Il produit des avis motivés sur les SPSI et SDIR. Il est actuellement présidé par M. Jean-Paul Mattéi, député.

³⁸⁵ La DIE, à partir de données de l'observatoire national de la rénovation thermique estime que près de 17 % des logements de l'État (8 300) seraient classés F ou G.

³⁸⁶ Loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets.

³⁸⁷ Décret n° 2023-259 du 7 avril 2023 relatif aux systèmes d'automatisation et de contrôle des bâtiments tertiaires (*Building Automation and Control System* ou « BACS »).

- l'application de la directive européenne sur la performance environnementale des bâtiments³⁸⁸, transposée en France sous la forme d'un objectif de réduction de la consommation des 15 % de bâtiments les moins performants en 2030, part portée à 25 % en 2034 ;
- l'application du dispositif « services publics écoresponsables »³⁸⁹ (sortie des chaudières fioul et installation de bornes « infrastructure de recharge de véhicule électrique »).

Compte tenu de la répétition rapprochée des évènements climatiques critiques, il semble urgent d'inscrire également dans ce scénario un objectif d'adaptation. Ce volet devra être intégré aux orientations portées par la future stratégie française sur l'énergie et le climat et ses différentes composantes (la stratégie nationale bas carbone, le plan national d'adaptation au changement climatique et la programmation pluriannuelle de l'énergie) et faire l'objet de déclinaisons opérationnelles dans les stratégies ministérielles nationales et déconcentrées.

2 - Appliquer le cadre réglementaire aux bâtiments de l'État

Le levier réglementaire constitue un instrument efficace d'adaptation du parc immobilier de l'État, en prescrivant des obligations inscrites dans un calendrier. La politique immobilière de l'État est soumise aux dispositions de la directive européenne sur la performance énergétique des bâtiments³⁹⁰. Celle-ci a introduit en 2018 l'obligation pour chaque État membre d'établir des stratégies de rénovation à long terme pour soutenir la rénovation du parc national de bâtiments, tant publics que privés, en vue de constituer un parc immobilier à haute efficacité énergétique et décarboné d'ici 2050. Cette directive cible en priorité l'atténuation mais inclut dans les objectifs de performance et de décarbonation le refroidissement et le chauffage des locaux.

³⁸⁸ Directive (UE) 2018/844 du parlement Européen et du conseil du 30 mai 2018 modifiant la directive 2010/31/UE sur la performance énergétique des bâtiments et la directive 2012/27/UE relative à l'efficacité énergétique.

³⁸⁹ Circulaire du Premier ministre du 25 février 2020 « Engagements de l'État pour des services publics écoresponsables ».

³⁹⁰ Directive 2010/31/UE modifiée par la directive modificative 2018/844/UE. La directive EPBD, pour *Energy Performance of Building Directive*, soit « performance énergétique des bâtiments ».

Au plan national, l'État est particulièrement concerné par les obligations d'économies d'énergie dans le secteur tertiaire, introduites par la loi Elan. Le décret du 23 juillet 2019, dit « tertiaire », a fixé les obligations de réduction de la consommation d'énergie finale dans des bâtiments à usage tertiaire au travers du dispositif « éco énergie tertiaire »³⁹¹. L'État est tenu par ces obligations, qui visent à dégager des économies d'énergie d'au moins 40 % d'ici 2030, 50 % en 2040 et 60 % en 2050, par rapport au niveau atteint en 2010. Comme évoqué précédemment, la norme RE2020, applicable aux bâtiments publics mis en chantier depuis 2022, s'inscrit dans la même logique. Enfin, en ce qui concerne les logements de l'État, la loi dite « Climat et résilience »³⁹² impose à tous bailleurs de remettre à ses locataires des biens décents, répondant à un critère de performance énergétique minimal. Cette réglementation s'applique à l'État quand il loue à des tiers ou met des logements à la disposition de ses agents, quel que soit leur statut d'occupation.

Même si ces réglementations d'atténuation du changement climatique contribuent concomitamment à l'objectif d'adaptation, il paraît nécessaire et urgent de les compléter par des mesures spécifiquement ciblées sur ce dernier enjeu. Des prescriptions techniques particulières apparaissent nécessaires pour assurer la protection des cinq façades, le rafraîchissement naturel, la végétalisation des toits et abords, tout en proscrivant les mesures de mal-adaptation³⁹³. C'est le sens de la treizième recommandation du rapport³⁹⁴ de l'inspection générale de l'environnement et du développement durable publié en décembre 2022, qui recommande de « *s'assurer que les impacts du changement climatique sont systématiquement pris en compte lors de l'élaboration et de la révision des normes et référentiels techniques, notamment ceux relatifs aux infrastructures et au bâtiment* ».

³⁹¹ Les principales obligations portent sur la mise en place d'un système de suivi et de management énergétique du bâtiment, plan d'action moyen et long terme, schéma directeur énergétique, plan de financement.

³⁹² Loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets.

³⁹³ Comme le recours à la climatisation.

³⁹⁴ IGEDD, *Mission de parangonnage international sur les politiques d'adaptation au changement climatique* », décembre 2022.

3 - Pour généraliser les diagnostics de vulnérabilité et résilience, adapter les systèmes d'information

La prise en compte de l'adaptation au changement climatique requiert de réaliser pour chaque bâtiment un diagnostic de vulnérabilité et de résilience, en croisant les informations sur ses caractéristiques avec celles des prévisions à moyen et long terme sur les évolutions du réchauffement et leurs conséquences sur tout le territoire. Les résultats de ces diagnostics permettront de définir plus précisément les niveaux d'adaptation à atteindre et de prioriser les chantiers à lancer.

Pour établir le diagnostic des risques nécessaire à l'élaboration des schémas directeurs immobiliers régionaux, les acteurs de la politique immobilière de l'État s'appuient sur les informations du portail *Géorisques* du ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires qui présente, sur chaque point du territoire, l'historique et le niveau d'exposition mesuré à ce jour. Les données issues de la projection des différents scénarios d'élévation des températures du GIEC et ses effets sur les aléas climatiques ne sont pas aujourd'hui disponibles dans l'outil. Cette limite, qui s'ajoute à l'absence d'interfaçage des données de *Géorisques* au système d'information immobilière de l'État, affaiblit significativement la fiabilité des diagnostics de risques aggravés par le changement climatique.

Des outils susceptibles de porter ces diagnostics existent déjà pour la construction privée. *Batadapt*, mis au point par l'observatoire de l'immobilier durable³⁹⁵, est fondé sur une cartographie qui combine le réchauffement et les risques naturels à l'emplacement du bâtiment, avec des projections temporelles à 2030, 2050, 2070 et 2090. Une analyse croisée des risques climatiques et des caractéristiques intrinsèques d'un bâtiment sélectionné permet d'évaluer, sur une échelle notée de 1 à 5, sa vulnérabilité aux différents aléas et de déterminer les priorités à accorder aux actions adaptatives.

La fiabilisation et la complétude techniques de l'inventaire des bâtiments de l'État, la déclinaison territoriale des scénarios de réchauffement et leur confrontation aux caractéristiques des bâtiments recensés, la mise à disposition d'outils de diagnostic et d'aide à la décision sont autant de chantiers à lancer ou à accélérer pour répondre aux enjeux d'adaptation de la politique immobilière de l'État au changement climatique.

³⁹⁵ Cet organisme privé réunit en particulier des compagnies d'assurance, des établissements bancaires comme le groupe Caisse des dépôts et des sociétés immobilières. Il travaille en partenariat avec le ministère de la transition écologique et l'Agence pour la transition écologique (Ademe).

4 - Estimer les trajectoires de financement et prioriser les investissements

Les dations budgétaires exceptionnelles de 5 Md€ engagées depuis 2018 à travers le Grand plan d'investissement fin 2017, puis le plan de relance en 2020, illustrent la prise de conscience et les premiers efforts de l'État pour contribuer à l'atténuation du réchauffement climatique.

Le groupe de travail animé depuis 2022 par la direction de l'immobilier de l'État et le secrétariat général à la planification écologique (cf. *supra*, le point B.1) a travaillé sur la base d'un rapport d'étude du Cerema, une méthode de programmation pluriannuelle à l'horizon 2051, intégrant des objectifs de performance, une estimation budgétaire et des modalités techniques et financières.

Comme rappelé précédemment, compte tenu de l'incertitude sur les moyens budgétaires mobilisables à l'avenir, seul le scénario dit « réglementaire » est à ce stade retenu, complété par un second scénario qui ajoute des actions plus ambitieuses de décarbonation³⁹⁶. Ce travail, qui n'intègre pas d'objectifs spécifiques en matière d'adaptation, a été présenté à la Conférence nationale de l'immobilier public en 2023.

D'ici 2051, des trajectoires de dépenses sur 28 ans sont estimées respectivement pour les deux scénarios, à 142,2 milliards d'euros (soit 5,1 milliards d'euros par an en moyenne) et à 146 milliards d'euros (soit 6,4 milliards d'euros par an en moyenne). De cet effort supplémentaire brut pourraient être déduits les crédits existants (16 Md€), les recettes et les dépenses évitées consécutives à la réduction des surfaces d'immobilier tertiaire (25,4 Md€) et les économies liées aux baisses de dépenses énergétiques (24,5 Md€), soit un total de 66,4 Md€ de moindres dépenses, le solde à financer s'établissant à 75,8 Md€ ou 79,6 Md€ selon les scénarios.

Simplifié à ce stade, ce premier travail présente certaines faiblesses : à réglementation supposée constante d'ici 2051, il anticipe que l'État parviendra à réduire ses surfaces tertiaires d'un quart d'ici 2033 et que les dépenses seront relativement stables sur la période de 28 ans. De plus, les calculs n'intègrent pas l'inflation actuelle, ni d'hypothèses à moyen et long terme d'évolution du coût des matériaux et de l'énergie. Surtout, ce modèle omet une part significative des dépenses associées à la transition écologique qui devront être planifiées et hiérarchisées elles aussi, d'ici 2051 ou au-delà, et notamment :

³⁹⁶ Comme la suppression de l'ensemble des consommations fossiles directes et l'augmentation de l'emploi de matériaux biosourcés.

- les travaux complémentaires nécessaires pour adapter les bâtiments, en fonction de leur localisation, aux effets du réchauffement climatique : épisodes caniculaires plus longs et plus intenses, risques d'inondations, sécheresse des sols, etc. ;
- les surcoûts afférents à la construction de nouveaux bâtiments respectant les normes en vigueur, y compris la réglementation environnementale RE2020 sur le confort d'été, qui seront substitués à ceux dont les coûts de rénovation seraient exorbitants ;
- les investissements dans les énergies renouvelables associés aux bâtiments rénovés (panneaux solaires en particulier, susceptibles d'alimenter des systèmes de rafraîchissement).

Il apparaît donc probable que le coût complet de la transition sera plus élevé que le chiffrage estimatif des trajectoires conçues par la DIE et le Cerema.

La question de la soutenabilité financière de tels investissements est posée. À l'évidence, une hiérarchisation des priorités devra être établie, en fonction des types de bâtiments, de l'intensité et de la probabilité de l'exposition aux risques selon les localisations ou du caractère essentiel des services publics concernés, par exemple, vis-à-vis des populations les plus fragiles (enfants, malades, personnes âgées).

5 - Appliquer une démarche partenariale et participative

Une adaptation efficace de la politique immobilière de l'État doit s'inscrire dans une démarche participative et partenariale.

Qu'elle réponde à un risque lié à des évènements thermiques, venteux ou géologiques, l'adaptation des bâtiments de l'État est en partie dépendante de l'action d'autres acteurs, au premier rang desquels les collectivités locales.

En matière d'aménagement des territoires et d'urbanisme, plusieurs niveaux de collectivités territoriales interviennent pour définir orientations ou règlements qui encadrent la construction ou la rénovation des bâtiments. Chaque région arrête son schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires, qui définit notamment les grandes orientations régionales ; les intercommunalités élaborent leur schéma de cohérence territoriale, plus précis ; les intercommunalités ou les communes arrêtent ensuite les règles précises qui s'imposent en matière d'aménagement urbain (zonage, constructibilité, prescriptions écologiques). Elles mobilisent à cet effet leurs documents d'urbanisme : carte communale, plan local d'urbanisme communal ou intercommunal.

Au rythme de leur révision, ces documents doivent se mettre en conformité avec les Plans « climat – air – énergie » territoriaux établis par les intercommunalités de plus de 20 000 habitants, qui définissent les objectifs stratégiques et les plans d'action en vue d'atténuer le changement climatique, de le combattre efficacement et de s'y adapter.

L'adaptation des bâtiments de l'État dépend par conséquent des règles de construction-rénovation qui s'imposent dans le territoire où ils se trouvent et de l'environnement urbain qui les entoure : végétalisation, désimperméabilisation des sols, suppression des points chauds, mobilités douces et décarbonées, etc. À ce titre, la mise en cohérence des schémas directeurs immobiliers régionaux de l'État avec les documents d'orientation des collectivités locales est indispensable.

De même, la mise en commun des analyses de risques territoriaux liés au réchauffement, des diagnostics immobiliers et des outils afférents, de la programmation des travaux, constitue une condition importante pour obtenir un impact sensible des politiques locales et partagées d'adaptation. Une coordination locale par l'État (préfets ou sous-préfets) devrait permettre de développer des synergies et des économies d'échelle entre l'immobilier de l'État et ceux des collectivités locales. Le rapport public annuel 2023 avait déjà recommandé une plus forte coopération en matière d'investissements immobiliers dans les collèges³⁹⁷.

Enfin, l'adaptation des bâtiments ne saurait ignorer l'avis des usagers, qu'ils soient agents publics y travaillant ou y habitant, ou utilisateurs du service public rendu, avec pour ces derniers, une attention particulière portée aux publics les plus fragiles à raison de leur âge, de leur handicap ou de leur santé ou encore de leur fragilité socio-économique. En la matière, des démarches participatives doivent être imaginées et pratiquées pour garantir la bonne adéquation des aménagements prévus aux besoins réels.

³⁹⁷ Cour des comptes, Rapport public annuel (2023), seconde partie, *chapitre 3 : La construction, la rénovation et l'entretien des collèges : mieux articuler les actions de l'éducation nationale et des départements.*

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Cette analyse met en évidence deux constats principaux. Premièrement, il devient urgent d'agir en raison de la fréquence croissante et de l'intensité accrue des phénomènes climatiques, susceptibles de gravement perturber la fourniture des services publics dans certaines régions. Il est par conséquent impératif d'intégrer des objectifs répondant aux enjeux d'adaptation dans la politique immobilière de l'État, dont les effets devront répondre à des préoccupations très ciblées et territorialisées. Deuxièmement, il s'avère indispensable de construire des réponses de long terme adaptées et现实的, en s'appuyant sur des diagnostics établis à partir des cartes territoriales des risques. Ces solutions doivent s'inscrire dans des schémas pluriannuels coordonnés avec l'ensemble des parties prenantes. Elles doivent enfin découler d'une programmation ambitieuse et soutenable des investissements, dont la mise en œuvre devra s'échelonner pour répondre aux situations les plus prioritaires.

La Cour formule les recommandations suivantes :

1. *intégrer l'objectif d'adaptation dans la politique immobilière de l'État, en précisant les priorités, le calendrier et une trajectoire financière incluant les financements additionnels nécessaires (ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique, secrétariat général à la planification écologique) ;*
 2. *achever la fiabilisation du référentiel technique de l'immobilier de l'État et compléter ces informations avec des indications sur les composants des bâtiments (ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique).*
-

Réponse reçue à la date de la publication

Réponse du secrétaire général à la planification écologique..... 442
--

Destinataires n'ayant pas d'observation

Monsieur le ministre de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique
--

Monsieur le ministre de la transition écologique et de la cohésion des territoires
--

RÉPONSE DU SECRÉTAIRE GÉNÉRAL À LA PLANIFICATION ÉCOLOGIQUE

Le secrétariat général à la planification écologique partage les grands constats formulés par la Cour des comptes dans son relevé d'observations provisoires (ROP), qui appelle toutefois certains commentaires.

Tout d'abord, la formulation « L'immobilier, angle mort du plan national d'adaptation au changement climatique » mérite d'être nuancée. En effet, comme cela est noté dans le ROP, l'enjeu d'adaptation des bâtiments au changement climatique, dont ceux de l'État, est bien identifié et des premiers outils et actions ont été mis en place. Le sujet reste effectivement moins avancé que celui de la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre, mais le plan national d'adaptation au changement climatique 3, en cours de construction, vise bien à définir et opérationnaliser notre stratégie d'adaptation aux effets du changement climatique, en se fondant sur une trajectoire de réchauffement de référence afin d'avoir un cadrage commun pour les actions des différents acteurs. Concernant les bâtiments en général, et ceux de l'État en particulier, l'enjeu sera surtout de pouvoir intégrer les enjeux d'adaptation lors des rénovations prévues, afin d'agir efficacement sur les flux.

7

Le ministère des armées face aux défis du changement climatique

PRÉSENTATION

Le ministère des armées occupe une situation particulière au sein de l’État s’agissant de sa capacité à contribuer à la lutte contre le réchauffement climatique ou à s’y adapter. En effet, l’exercice de l’activité opérationnelle, qui est au cœur de la mission des armées, est indissociable de l’usage d’un parc considérable de véhicules terrestres, aériens ou navals, le plus souvent fortement motorisés (engins blindés et autres véhicules terrestres, avions de combat et de transport, navires de surface et sous-marins) et qui représentent la part la plus importante des matériels du ministère des armées³⁹⁸. Par ailleurs, en raison de l’importance de son effectif (près de 266 000 agents militaires et civils) et des contraintes sur les personnels qui sont inhérentes au fonctionnement des armées, le ministère des armées dispose d’un parc immobilier d’une surface de plus de 25 millions de mètres carrés, représentant le quart de la surface utile brute occupée par l’État.

Pour les armées, optimiser autant que possible la consommation d’énergie des véhicules et plateformes militaires – donc accroître leur autonomie – est un enjeu essentiel de leur performance opérationnelle. En retour, le primat de ces exigences opérationnelles conduit les forces armées à bénéficier de dérogations, tant à l’échelon national qu’européen et international, quant à leur participation à la politique générale de lutte contre le réchauffement climatique. Dès lors, les démarches engagées par le ministère des armées pour apporter sa contribution à la réduction des émissions de gaz à effet de serre sont restées limitées (I). En outre, ce n’est que récemment que le ministère a commencé à identifier les adaptations nécessitées par les effets prévisibles du changement climatique sur la capacité des forces armées à réaliser leurs missions³⁹⁹ (II).

³⁹⁸ La valeur comptable brute des équipements de mobilité (véhicules terrestres tels que les chars, avions de chasse et de transport, navires de surface et sous-marins) représente plus de 75 % de la valeur totale des matériels du ministère des armées.

³⁹⁹ L’évolution des conflictualités résultant du changement climatique et les adaptations nécessaires pour y faire face, problématique identifiée dans le rapport annexé à la loi relative à la programmation militaire pour les années 2024-2030, ne sont pas traitées par le présent chapitre. Les implications concrètes de ces questions sur l’appareil de défense demeurent encore trop imprécises pour que la Cour les ait prises en compte dans son enquête.

I - Le ministère des armées face au changement climatique : une démarche contrainte par les impératifs opérationnels

Les forces armées sont fortement consommatrices d'énergie et, en raison des enjeux auxquels elles répondent, bénéficient d'un régime dérogatoire en matière d'obligation de réduction des émissions de gaz à effet de serre (A). S'agissant de leurs activités opérationnelles, qui représentent une part prépondérante de leur consommation d'énergie et dont les performances sont à ce jour très liées à l'utilisation des énergies fossiles, la trajectoire de réduction des émissions de gaz à effet de serre ne peut viser que des objectifs limités (B). Concernant les infrastructures relevant du régime de droit commun, les objectifs pluriannuels de réduction ont été jusqu'à présent atteints, plus toutefois par l'effet d'une diminution du format des forces que par celui d'une réduction nominale des consommations (C).

A - Une consommation d'énergie élevée

Résultant des engagements des armées en opérations comme des activités d'entraînement qui les précèdent, la consommation annuelle moyenne d'énergie par personnel actif du ministère des armées (45 800 kWh) représente près du double de celle du personnel tous secteurs d'activité confondus de la France (28 300 kWh). Elle compte pour 1,45 % dans la consommation nationale finale hors ménages et représente une dépense annuelle de l'ordre du milliard d'euros, soit près de 3 % du budget de la mission *Défense*.

Cette consommation d'énergie est, pour les trois quarts, imputable aux activités opérationnelles des forces armées et de leurs soutiens, c'est-à-dire essentiellement à l'usage des plateformes mobiles : aéronefs (avions et hélicoptères), navires de surface et sous-marins et véhicules terrestres (chars, blindés, camions et autres véhicules).

Le quart restant correspond essentiellement à la consommation au titre de l'activité dite non opérationnelle, c'est-à-dire le chauffage des bâtiments et les usages liés au fonctionnement courant (bureautique, *data centers*, simulateurs, navires à quai, etc.), sans qu'il soit possible de déterminer la part respective de chacun de ces usages.

L'insuffisance des outils de mesure pour bâtir une politique appropriée

Le ministère des armées a publié début 2013 son « bilan carbone », conformément à l'article 75 de la loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement. Ce bilan n'a pas été actualisé depuis, alors que la loi prévoyait sa mise à jour au moins tous les trois ans.

Des informations relatives aux consommations d'énergie existent néanmoins, mais elles ne sont toujours que partielles.

Ainsi le service d'infrastructure de la défense (SID) produit annuellement un indicateur de l'évolution de l'empreinte carbone, mais celui-ci ne porte que sur le patrimoine immobilier occupé par le ministère, sans que la continuité des informations soit assurée puisque de nouveaux points de comptage ont été pris en compte en 2021. Par ailleurs, le ministère n'est pas en mesure de valoriser ce que peut être sa contribution en matière de séquestration de carbone liée à ses emprises maritimes ou forestières.

En ce qui concerne les mobilités opérationnelles, le bilan de leurs consommations énergétiques n'est pas réalisé par les trois armées avec un niveau de détail suffisant. L'analyse de ces bilans, s'ils étaient établis avec davantage de précision, permettrait pourtant d'identifier les optimisations possibles.

En raison de la nécessité de ne pas dégrader les capacités opérationnelles des forces armées, les textes européens relatifs à la trajectoire de décarbonation prévoient que, pour celles-ci, les États membres peuvent déroger à certaines de leurs dispositions. Ainsi, la directive 2009/33/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 avril 2009, qui instaure des contraintes en matière de consommation d'énergie et d'émission de CO₂ pour le renouvellement du parc de véhicules routiers des administrations des États membres, exonère de ses prescriptions les véhicules conçus et construits ou adaptés pour être utilisés uniquement par les forces armées. De la même façon, ne s'appliquent pas aux forces armées certaines dispositions de la directive 2012/27/CE du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2012 qui a pour objet l'amélioration de l'efficacité énergétique. Il s'agit notamment de celles qui sont relatives aux règles de rénovation énergétique des bâtiments, dès lors que ceux-ci servent à des fins de défense nationale, ou des dispositions qui concernent les achats, lorsque ceux-ci portent sur des produits, services ou bâtiments pour lesquels l'application des dispositions de la directive entre en conflit avec les exigences inhérentes à l'activité de forces armées.

Au niveau national, la loi portant évolution du logement, de l'aménagement et du numérique du 23 novembre 2018, dite « loi Elan », et le décret du 23 juillet 2019 relatif aux obligations d'actions de réduction de la consommation d'énergie finale dans les bâtiments à usage tertiaire, dit

« décret tertiaire », mettent en œuvre, pour les bâtiments, dont ceux de l’État, les obligations européennes en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre (- 40 % en 2030 par rapport à 2010, - 50 % en 2040 et - 60 % en 2050). Néanmoins les forces armées bénéficient de dérogations pour les bâtiments ou parties de bâtiments où s’exerce une activité opérationnelle à des fins de défense.

En revanche, les armées ne bénéficient pas de dérogation pour ce qui concerne les aéronefs et les navires. Mais les mesures destinées à réduire les émissions de gaz à effet de serre pour ces deux types de matériel sont aujourd’hui peu exigeantes, puisqu’il s’agit essentiellement de mesures incitatives. Tel est par exemple le cas de la taxe incitative relative à l’utilisation d’énergie renouvelable dans le transport (TIRUERT), qui s’applique, pour le secteur aérien, lorsque le taux d’incorporation de biocarburant est inférieur au taux fixé : 1 % en 2022, taux qui serait porté à 2 % en 2025 et 5 % en 2030.

B - Pour les activités opérationnelles, une politique de réduction formulée récemment, aux objectifs limités

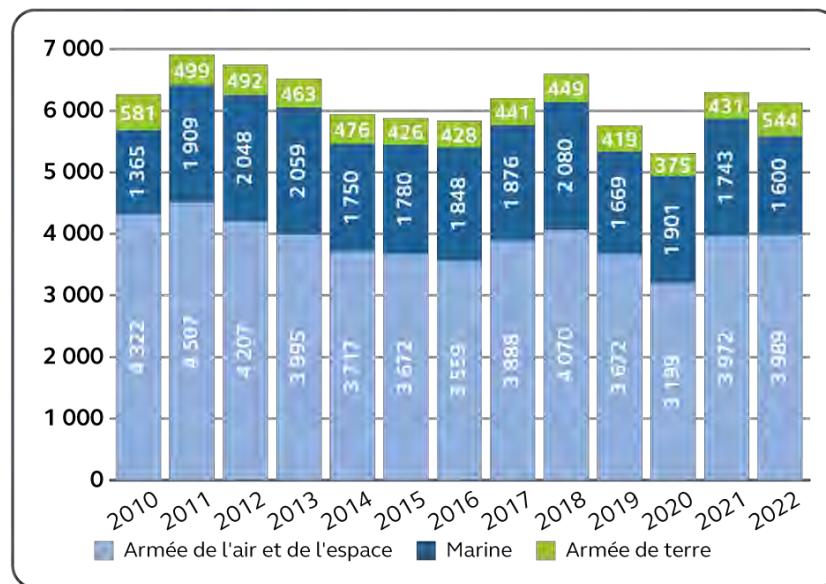
L’impératif opérationnel de sobriété énergétique a longtemps été considéré par les armées comme le moteur d’une démarche vertueuse qui ne les a pas incitées à pousser plus avant leur effort de maîtrise des consommations (1). Mais la politique énergétique définie en 2022, aux objectifs certes limités, constitue une évolution (2). La situation de la France diffère en réalité peu de celle des autres pays développés (3).

1 - Une consommation d’énergie jusqu’à présent stable

La sobriété, préoccupation constante des forces armées, est consubstantielle à leurs activités. Outre le fait que le besoin en carburant est un facteur limitant du rayon d’action des aéronefs, des navires et des véhicules, la maîtrise de sa consommation permet aussi de diminuer les risques de vulnérabilité inhérents à son transport, en particulier pour l’armée de terre. L’existence de cette contrainte de sobriété n’a toutefois pas incité les forces armées à approfondir leur démarche en y intégrant la prise en compte des préoccupations liées au réchauffement climatique.

La consommation de carburant fossile nécessaire aux mobilités opérationnelles n’a ainsi globalement pas varié depuis 2010, l’armée de l’air et de l’espace représentant de l’ordre des deux tiers de la consommation. En prenant en compte les aéronefs embarqués sur les navires de surface et l’aviation légère de l’armée de terre, la consommation des aéronefs représente les trois quarts de la consommation de carburant fossile des armées.

Graphique n° 37 : consommation d'énergie des armées sur la période 2010-2022 (GWh)



Source : Cour des comptes d'après les données du ministère des armées

Note : consommations facturées par le service de l'énergie opérationnelle (SEO).

2 - Les ambitions limitées de la politique énergétique définie en 2022

Ce n'est qu'en 2022, dans le cadre de la stratégie énergétique de défense adoptée en 2020 (cf. *infra*), que les armées ont formalisé leur politique de l'énergie opérationnelle, avec trois volets : la sobriété (« *consommer moins* »), le développement durable (« *consommer mieux* ») et la résilience (« *consommer sûr* »).

Pour autant, à la différence de maintes activités civiles et à l'exception des navires à propulsion nucléaire, la mobilité des engins opérationnels repose sur l'usage de moteurs thermiques utilisant des carburants fossiles, sans qu'il soit possible d'escompter, à moyen terme, quelque évolution significative de ce mode de motorisation. Certes, le ministère prévoit bien que des techniques ou énergies alternatives pourront être mises en œuvre : moteurs hybrides pour certains matériels terrestres, batteries (fantassins, équipements, camps, etc.), hydrogène pour des applications spécifiques (certains drones, stockage temporaire d'électricité, génération autonome d'électricité, etc.), énergies intermittentes pour la production d'énergie des camps. Mais au regard des besoins globaux en énergie des forces armées, l'impact de ces solutions alternatives sur leur consommation restera marginal.

Compte tenu de la répartition des consommations entre les armées, l'emploi d'un carburant unique, dit carburéacteur, qui alimente la plupart des aéronefs, mais aussi, moyennant un additif, la plupart des véhicules militaires terrestres, devrait rester, à moyen terme, prépondérant dans l'approvisionnement en énergie des engins de mobilité opérationnelle.

Néanmoins, contrepartie de cet usage prédominant du carburant unique, celui-ci ne peut pas être utilisé, sans adaptation spécifique, par les moteurs de conception récente dès lors qu'ils sont dotés de systèmes de dépollution conformes aux normes européennes les plus récentes. En revanche, les véhicules diesels, dont les moteurs répondent aux normes plus anciennes peuvent, sauf exception, fonctionner avec le carburéacteur. La principale exception est constituée par les chars Leclerc, qui doivent encore être adaptés pour pouvoir fonctionner avec du carburéacteur.

Mais, plus de 95 % de la consommation de carburéacteur étant imputable aux vols des aéronefs militaires, il paraît difficile de prévoir, au moins à moyen terme, une évolution significative de leur motorisation, sauf, en mettant en œuvre d'autres motorisations (électriques, à hydrogène), à dégrader substantiellement leurs performances opérationnelles. Tout au moins peut-on constater que déjà l'objectif du ministère des armées d'incorporer dans le carburéacteur 1 %⁴⁰⁰ de biocarburant en 2022, dans le cadre de sa politique d'atténuation du changement climatique (cf. *infra*), a été atteint. Cette action devrait s'amplifier puisqu'il est prévu de porter le taux d'incorporation du biocarburant à 5 % à échéance de 2030, comme dans l'aéronautique civile.

Aussi, au-delà des efforts qui pourront être faits pour réduire les consommations, ne serait-ce que sous la pression des hausses probables du coût de l'énergie, il paraît difficile d'espérer que la contribution de l'activité opérationnelle des armées à la réduction des émissions de gaz à effets de serre puisse suivre un rythme comparable à celui auquel sont en principe soumises les activités civiles. La crédibilité de l'outil de défense repose sur des performances opérationnelles qui requièrent de la puissance, donc de l'énergie.

3 - Une situation semblable dans les autres pays développés

En matière de politique énergétique pour les forces armées, la France ne diffère pas des autres pays développés, ainsi qu'en témoigne une étude réalisée en 2021 par l'observatoire de la sécurité des flux et des matières énergétiques. Portant sur l'Allemagne, l'Australie, le Canada, les États-Unis, les Pays-Bas et le Royaume-Uni, cette étude fait ressortir que les politiques de ces pays sont assez concordantes : si la préoccupation en matière climatique est partagée, les actions visant à l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre sont limitées.

⁴⁰⁰ Dans les faits, l'objectif est de 0,5 %, car lorsque le biocarburant incorporé est produit dans des conditions de développement durable, il compte double.

Ainsi cette étude montre que :

- les activités opérationnelles sont toujours exclues des obligations d'atténuation, la préservation des capacités d'action des armées étant prioritaire. Il est fait état, pour quelques pays, d'une recherche de sobriété, mais toujours avec l'objectif d'une amélioration de la résilience et de l'autonomie des forces armées ;
- la question de l'énergie nucléaire, utilisée aussi pour la propulsion navale par les États-Unis et le Royaume-Uni, n'est jamais abordée, alors qu'il s'agit d'un moyen de décarbonation puissant des forces armées dès lors qu'elles disposent d'une marine importante ;
- le principal inducteur de la consommation des armées est leur format, c'est-à-dire que les plus grandes variations de consommation résultent du format des armées et non des actions de sobriété ;
- les infrastructures et les mobilités non opérationnelles sont régies par les règles civiles en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Néanmoins, trois pays présentent des particularités. Les États-Unis développent une véritable politique énergétique, mais dans le seul but de diminuer « l'empreinte logistique » de leurs forces armées, c'est-à-dire réduire leur vulnérabilité en augmentant leur autonomie, notamment énergétique. L'Allemagne présente la particularité que la *Bundeswehr* a pris en considération les questions environnementales de longue date, avec la formation de 1 000 personnes aux questions climatiques et environnementales. Enfin, les Pays-Bas sont les seuls à afficher un objectif à moyen terme de réduction de consommation de carburants fossiles pour leurs mobilités opérationnelles.

C - La réduction du format des armées, raison essentielle de la réduction de la consommation énergétique des infrastructures

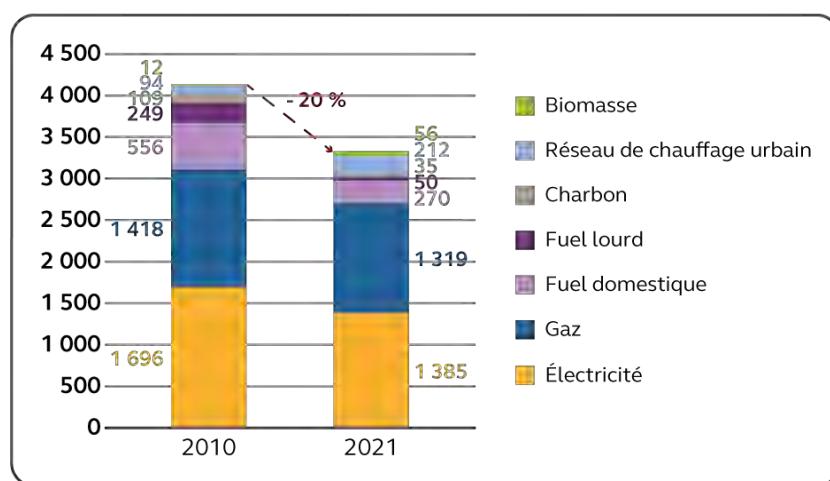
Sous réserve des dérogations prévues pour les forces armées, le ministère des armées est tenu de se conformer aux obligations de réduction de consommation d'énergie prévues la loi Elan, qui s'appliquent aux bâtiments à usage tertiaire, dès lors qu'ils représentent une surface de plancher supérieure à 1 000 m². À l'instar de tous les opérateurs publics et privés concernés, il doit en outre rendre compte de la mise en œuvre de ses obligations sur la plateforme numérique OPERAT développée par l'Ademe. Toutefois, pour des raisons touchant à la protection de données relatives à la défense, il a été dispensé de procéder à une restitution détaillée de ses engagements pour les 17 millions de m² de bâtiments soumis aux obligations de réduction des consommations (sur 27 millions de m² au total), mais doit seulement produire une restitution globale. Il reste que celle-ci n'avait toujours pas été réalisée en juin 2023, malgré le délai supplémentaire accordé au ministère.

Le ministère des armées suit les consommations d'énergie de ses infrastructures, mais avec un niveau de détail différent de celui qui est en principe demandé, et sur un périmètre ne permettant pas de vérifier la mise en œuvre effective des obligations qui lui incombent.

Antérieurement à sa stratégie énergétique de défense (SED), validée en octobre 2020 et portant sur un champ plus large, le ministère des armées avait élaboré une stratégie ministérielle de la performance énergétique (SMPE) pour les années 2020 à 2023, dont le champ d'application était circonscrit aux infrastructures et aux mobilités non opérationnelles. Les cibles qui ont alors été définies en termes de réduction, d'ici 2030, des consommations d'énergie finale (- 21 % par rapport à 2012) et d'énergie fossile (- 38 %), sont proches des engagements nationaux (respectivement - 20 % et - 40 %). L'objectif portant sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre (- 55 % par rapport à 2009) est plus ambitieux que les engagements nationaux (- 40 %).

Le bilan de ces consommations (cf. tableau n° 1) montre que le ministère des armées a réduit la consommation d'énergie de ses infrastructures de 20 % entre 2010 et 2021. Pour une part, cette réduction résulte sans conteste de l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments. Elle a aussi été obtenue par la diminution des surfaces utilisées qu'a entraînée la réduction du format des armées. Le ministère des armées n'est cependant pas en mesure d'évaluer l'impact de ce second facteur, les méthodes de comptabilisation des surfaces ayant été modifiées depuis 2010.

Graphique n° 38 : évolution de la consommation d'énergie (GWh) des infrastructures du ministère entre 2010 et 2021



Source : Cour des comptes d'après les données ministère des armées

L'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments provient essentiellement du remplacement ou de la moindre utilisation des chaudières fonctionnant au fioul ou au charbon, et de la mise en œuvre de neuf contrats de performance énergétique (CPE), portant sur près de 5 % de la consommation d'énergie du ministère (hors activités opérationnelles). De plus, le regroupement sur le site de Balard des centres de décision du ministère, jusqu'alors disséminés sur une douzaine d'entreprises, a aussi contribué à améliorer l'efficacité énergétique globale des bâtiments.

En revanche, plusieurs facteurs sont venus grever la capacité du ministère des armées à améliorer son efficacité énergétique. Au niveau central, la dispersion des responsabilités se traduit par l'intervention de nombreux services insuffisamment coordonnés. À l'échelon local, l'insuffisance de personnel capable d'apporter son expertise en matière de pilotage de l'énergie constitue aussi un facteur limitant. Enfin, l'insuffisante connaissance des consommations détaillées prive le ministère de capacité de pilotage et de meilleure maîtrise des consommations.

Pour la prochaine stratégie ministérielle de performance énergétique (2024-2030), le ministère des armées a prévu d'améliorer le suivi des actions pour s'assurer du respect de la trajectoire de diminution des consommations d'énergie fossile et de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Il est nécessaire qu'il s'assure que ce suivi soit effectif.

II - L'identification à peine entamée des adaptations au changement climatique

La stratégie « Climat & Défense » a défini la démarche pour identifier les adaptations au changement climatique à mettre en œuvre (A), mais pour quelques sujets, cette identification a été réalisée dans d'autres cadres (B). Par ailleurs, les dérogations dont bénéficient les forces armées vont conduire à des divergences avec le domaine civil, qui nécessiteront des adaptations de leur part d'une nature particulière (C).

A - Une démarche structurée par la stratégie Climat & Défense

La stratégie Climat & Défense définit une démarche pour identifier les adaptations au changement climatique à prévoir (1), notamment pour les équipements (2) et les infrastructures (3).

1 - Une démarche définie par la stratégie Climat & Défense adoptée en 2022

La prise de conscience par les armées de la nécessité de réfléchir de façon plus systématique à leur adaptation au changement climatique les a conduites à élaborer leur stratégie portant sur le climat. Il s'agit de la stratégie Climat & Défense, rendue publique par la ministre en avril 2022⁴⁰¹ et dont il est fait état dans le rapport annexé à la loi relative à la programmation militaire pour les années 2024-2030.

La stratégie Climat & Défense présente une zone de recouvrement importante avec la stratégie énergétique de défense, puisqu'elle reprend les sujets déjà couverts par cette dernière (la réduction des émissions de gaz à effet de serre), tout en élargissant le propos aux questions relatives à l'adaptation de l'appareil de défense au changement climatique.

Dressant le tableau des défis à relever, cette stratégie détermine les axes d'efforts impliquant d'engager des actions idoines : la connaissance et l'anticipation, l'adaptation des capacités et des savoir-faire aux nouvelles conditions climatiques, l'atténuation du changement climatique. Elle rappelle en outre que les évolutions doivent s'inscrire dans un double contexte de coordination ou de coopération : d'une part, interministérielle, à la fois pour assurer le partage et la diffusion de l'expertise, mais aussi pour garantir que soit bien prise en compte, à cet échelon, la singularité des armées ; d'autre part, internationale et interalliée, également dans la perspective de la mise en commun de savoir-faire, mais aussi pour garantir que les évolutions escomptées n'affectent pas l'interopérabilité des forces armées françaises avec celles de leurs partenaires.

Dans l'immédiat, l'apport principal de la stratégie Climat & Défense réside dans le fait d'avoir lancé une réflexion systématique sur les actions qu'implique l'adaptation des armées au changement climatique ou, dans les domaines où des actions ont déjà été lancées, de les organiser et de les piloter.

Les sujets sont répartis sur trois axes, confiés chacun à un groupe de travail, dont les résultats sont attendus dans un délai d'un à deux ans :

- l'évolution de la conflictualité et de l'emploi des forces résultant du changement climatique : conflits pour accéder aux ressources, dynamique des mouvements migratoires, impact géostratégique de l'ouverture de nouvelles voies maritimes du fait de la fonte des glaces en arctique, etc.⁴⁰² ;
- le domaine capacitaire et l'innovation ;
- la résilience des infrastructures.

⁴⁰¹ La France est d'ailleurs l'un des premiers pays développés à avoir adopté une stratégie en matière de climat pour ses forces armées.

⁴⁰² Sujet non traité dans le cadre de la présente enquête (cf. *supra*).

Deux autres groupes de travail couvrent les questions de l'accompagnement de l'adaptation au changement climatique, au niveau national (environnement normatif et enjeux de défense) et international (coopération internationale).

2 - La démarche relative aux équipements

Copiloté par la direction générale de l'armement (DGA) et l'état-major des armées (EMA), le groupe de travail relatif au domaine capacitaire et à l'innovation associe l'ensemble des acteurs concernés du ministère, ainsi que les industriels. Parmi eux, l'Agence de l'innovation de défense (AID) contribue aux travaux, en diffusant les études relatives aux sujets liant climat et capacités de défense que son travail de veille lui permet de collecter.

L'objectif du groupe de travail est d'identifier, par milieu (terre, air, mer), l'ensemble des effets et des risques liés au changement climatique sur les systèmes d'arme (en matière d'emploi, de soutien et d'interfaçage). Les effets indirects du changement climatique résultant de l'évolution des conflictualités (résultats attendus du premier groupe de travail, cf. *supra*) constituent une donnée d'entrée des travaux à réaliser.

Les équipements évolueront à terme pour réduire leur empreinte carbone, même si ces évolutions se feront lentement (cf. *supra*). Mais le mandat du groupe de travail ne fait pas état de cette problématique, qui constitue aussi une donnée d'entrée de la réflexion.

Sur ce point, l'organisation de la DGA n'a jusqu'à présent pas été formellement modifiée pour retracer la prise en compte des stratégies et politiques définies depuis 2012, notamment la stratégie énergétique de défense et la stratégie Climat & Défense, dont les effets attendus sur les mobilités opérationnelles (cf. *infra*) sollicitent une implication forte de cette administration. La DGA a néanmoins prévu de revoir prochainement son organisation.

3 - La démarche relative aux infrastructures

Le pilotage du groupe de travail « résilience des infrastructures » est confié conjointement à la direction centrale du service infrastructure de défense (DCSID) et à l'état-major des armées (EMA). Il a pour objectif de proposer un plan d'adaptation des infrastructures et des emprises du ministère aux effets du changement climatique à l'échéance 2030 (montée des eaux, tempêtes, inondations torrentielles, hausse des températures, stress hydrique, etc.).

Pour réaliser cette mission, le groupe de travail s'appuie non seulement sur les compétences propres du ministère, mais aussi sur des compétences émanant d'institutions extérieures ou d'entreprises privées (Cerema, BRGM, Véolia, EDF, la Fondation pour la recherche scientifique, etc.). Il devrait ainsi pouvoir disposer d'outils élaborés par ces dernières, telle que la carte des risques climatiques à l'échelle communale réalisée par *AXA Climate*.

Au début de l'année 2023, le groupe de travail a lancé une enquête auprès des 55 commandants de base de défense pour répertorier les phénomènes climatiques extrêmes intervenus⁴⁰³ ces 10 dernières années dans leur ressort et identifier les vulnérabilités des entreprises et des infrastructures face aux aléas climatiques.

Pour la poursuite de ses travaux, le groupe de travail a retenu deux scénarios du GIEC afin de quantifier la sensibilité des infrastructures aux risques :

- un scénario tendanciel (le scénario SSP2-4.5), qui anticipe une augmentation de niveau des mers en 2050 par rapport à l'ère pré-industrielle de 30 cm et une augmentation de la température moyenne de 2,0 °C ;
- un scénario pessimiste (le scénario SSP5-8.5), qui prévoit une augmentation de niveau des mers en 2050 par rapport à l'ère pré-industrielle de 35 cm et une augmentation de la température moyenne de 2,4 °C.

Le groupe de travail envisage ensuite une démarche en deux temps. La première phase consiste, à partir d'une approche homogène restant à définir, à identifier, parmi les 4 000 emprises du ministère, celles qui sont prioritaires, c'est-à-dire qui sont à la fois les plus exposées aux aléas climatiques et abritent les activités les plus critiques sur le plan fonctionnel. La seconde phase consistera à réaliser des audits approfondis pour ces sites prioritaires, afin de déterminer les travaux à y réaliser et d'en évaluer le coût.

La feuille de route du groupe de travail ne définit pas de calendrier précis, autre que la fourniture de son programme de travail détaillé en fin d'année 2022. Il pensait néanmoins être en mesure d'établir la hiérarchie des priorités (fin de la première phase) d'ici la fin de l'année 2023.

⁴⁰³ Ce sont les événements extrêmes (amplifiés par le changement climatique) dans leurs trois dimensions (amplitude, durée et fréquence), qui sont les plus porteurs de risques.

B - Des travaux plus avancés pour les installations nucléaires et l'intervention des armées en cas de catastrophe naturelle

Avant même que soit élaborée la stratégie Climat & Défense, les perspectives induites par le changement climatique ont conduit le ministère des armées à se mobiliser et à développer des actions sur deux sujets qui sont pour lui particulièrement critiques : les installations à terre nécessaires aux navires et sous-marins à propulsion nucléaire (1) et l'intervention des armées sur le territoire national en cas de catastrophe naturelle (2).

1 - Les bases navales déjà sous la contrainte des règles régissant les installations nucléaires

Plusieurs sites du ministère des armées comportent des installations hébergeant des activités de nature nucléaire, relatives essentiellement à la propulsion nucléaire des navires de surface (porte-avions à propulsion nucléaire Charles de Gaulle, basé à Toulon) et des sous-marins (quatre sous-marins nucléaires lanceurs d'engins – SNLE – basés à l'Île-Longue, dans la rade de Brest et entretenus, pour certains travaux de maintenance, à Brest et six sous-marins nucléaires d'attaque – SNA – basés à Toulon).

La conception et la construction de ces installations nucléaires est soumise à des prescriptions fixées par des référentiels de sûreté qui tiennent compte aussi bien des risques d'agression que des conditions d'environnement, les uns et les autres identifiés *ex ante* ou à l'occasion de réévaluations ultérieures de sûreté.

À la suite de l'accident nucléaire de Fukushima de mars 2011, les autorités de sûreté nucléaire ont demandé que soit pris en compte le retour d'expérience de cet événement pour réexaminer la sûreté des installations à vocation nucléaire. Cette démarche s'est notamment traduite par l'instauration d'un nouveau référentiel de sûreté (*« intégration de nouvelles exigences de sûreté pour la propulsion nucléaire »* ou INES-PN), dont les dispositions intègrent les conséquences de deux aléas naturels supplémentaires que sont les séismes et la submersion marine.

Pour la quantification de l'aléa que représente une éventuelle submersion marine, a été prise en considération la hauteur d'eau maximale théorique induite par la conjonction des marées avec les conditions climatiques (pression atmosphérique), majorée par l'intégration de paramètres traduisant l'impact des phénomènes exceptionnels. Telle qu'elle s'est effectuée, la révision du référentiel de sûreté a retenu le scénario pessimiste défini en 2010 par l'observatoire national sur les effets

du réchauffement climatique (Onerc), concluant, pour les sites de métropole, à une élévation des mers moyenne de 0,25 m en 2050 et 0,60 m en 2100. Mais au bout du compte, du fait des facteurs majorants (pression atmosphérique et phénomènes exceptionnels), la hauteur maximale retenue est beaucoup plus élevée (2,00 m en 2050).

L'autre paramètre sur lequel le changement climatique a un impact, la température, a aussi été actualisé.

Les coûts d'adaptation au changement climatique, c'est-à-dire les coûts des travaux nécessaires pour tenir compte de l'élévation du niveau de l'eau et des températures résultant du changement climatique, ne peuvent toutefois être isolés des autres coûts de mise à niveau des infrastructures.

Les exigences de sûreté sont maintenant à actualiser en fonction des derniers travaux du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Le scénario à prendre en compte par le ministère des armées n'a pas encore été déterminé. Néanmoins, le cadre méthodologique existe et la prise en compte précoce des facteurs majorants (cf. ci-dessus) fait que l'augmentation de la hauteur maximale retenue devrait être, en valeur relative, faible.

Les installations nucléaires ne couvrent, en particulier pour les bases de Toulon et de Brest, qu'une partie des surfaces (de l'ordre de 10 % pour la base navale de Toulon). Jusqu'à présent, l'obligation d'adaptation aux effets escomptés du changement climatique n'a porté que sur ces parties. Néanmoins, dans la mesure où ils ont été déjà définis pour les infrastructures à caractère nucléaire, les paramètres à prendre en compte pour le dimensionnement des ouvrages dans les zones non nucléaires sont connus⁴⁰⁴.

2 - Un renforcement de la contribution des armées en cas de catastrophe naturelle sur le territoire national

Parmi les perspectives tracées par la loi du 1^{er} août 2023 relative à la programmation militaire pour les années 2024 à 2030 figure l'objectif d'améliorer la contribution des forces armées à la protection du territoire national et de renforcer celle qui concerne les territoires d'outre-mer. Ceci passe, en particulier, par une adaptation continue de leurs missions d'intervention en cas de catastrophe naturelle, sanitaire ou climatique, mais aussi par un renforcement de l'articulation et de la coordination avec les forces de sécurité intérieure, que devrait favoriser la mise en place de réserves territoriales.

⁴⁰⁴ Ce qui différencie les installations nucléaires des autres installations est la conformité aux exigences, vérifiée par les autorités de sûreté, qui n'est pas requise pour les installations non nucléaires.

Ces orientations ne font jamais que prolonger, en les enrichissant, les dispositifs d'interventions déjà programmées des armées sur le territoire national, essentiellement d'ailleurs l'armée de terre. L'actuel contrat opérationnel imparié aux forces armées prévoit ainsi leur engagement en cas de catastrophe naturelle et pour l'assistance aux populations sur le territoire national et outre-mer, en renfort des forces de sécurité intérieure et de sécurité civile. Sont mentionnées la contribution des armées à la lutte contre les feux de forêt (plan Héphaïstos), en cours de révision à la suite des incendies de 2022, et la mobilisation des moyens spécialisés (logistique, aviation légère de l'armée de terre, génie) en cas de catastrophe naturelle.

Dans le cadre de la refonte des contrats opérationnels, les armées prévoient de mettre en place un dispositif spécifique (Guépard-territoire national), adapté à l'intervention sur le territoire métropolitain comme outre-mer. Ce dispositif comprendra l'ensemble des capacités liées à cette mission de protection et d'assistance aux populations dans le cadre des catastrophes naturelles.

Les orientations qui engagent les armées à devoir se préparer à intervenir davantage sur le territoire national ont en outre rendu nécessaire une évolution de leur organisation. Ainsi, est envisagée la création d'un état-major interarmées « territoire national » pour améliorer le dialogue civilo-militaire et permettre une meilleure prise de décision stratégique. De même, devraient être renforcées les responsabilités des officiers généraux de l'armée de terre, déjà présents sur le territoire, qui sont en mesure de travailler avec les soutiens interarmées et qui maîtrisent leur environnement institutionnel. Enfin, l'armée de terre prévoit de s'appuyer davantage sur les réserves et cherche à mettre en œuvre le projet de volontaires du territoire national (VTN), pour constituer des bataillons en métropole et des compagnies outre-mer afin de disposer de capacités d'intervention supplémentaires implantées dans les territoires.

Ainsi, même si de telles interventions étaient déjà prévues et ont été mises en œuvre ces dernières années, la préparation et l'organisation des forces armées devront dorénavant correspondre au niveau d'engagement qui leur sera demandé du fait du risque accru d'événements extrêmes liés au changement climatique.

C - Les risques de divergence par rapport aux technologies mises en œuvre dans le secteur civil

Le maintien, sur une période qui pourrait être encore longue, des dérogations dont bénéficient les armées en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre va engendrer, dans ce domaine, une divergence, allant en s'accentuant, entre leur trajectoire et celle du monde civil. Cette évolution pourrait peser sur les conditions d'approvisionnement de certains de leurs équipements (1), mais avoir également des conséquences sur leurs possibilités de recrutement auprès des jeunes générations (2). Ce sont là deux sujets que le processus d'adaptation au changement climatique doit aussi prendre en compte.

1 - Les risques portant sur la base industrielle et technologique de défense (BITD)

Même si elles ne s'appliquent pas en général à la défense, les règlementations européenne et française en matière d'environnement constituent un facteur de risque considéré comme majeur, que la direction générale de l'armement (DGA) cherche à anticiper. En effet, le fait que les spécifications propres aux équipements militaires s'éloignent de l'ensemble des exigences toujours plus contraignantes qui s'appliquent au secteur civil menace de restreindre le nombre d'entreprises aptes à travailler avec le ministère des armées, et pourrait fragiliser ses approvisionnements. La démarche d'éco-conception mise progressivement en œuvre par la DGA vise notamment à prévenir ce risque.

Celui-ci est particulièrement avéré pour les motorisations thermiques. En raison des dérogations dont bénéficient les armées pour leurs mobilités opérationnelles, le ministère continuera à utiliser, maintenir et même développer des matériels dotés de motorisations thermiques, alors que le secteur civil se sera concentré sur les nouvelles motorisations (essentiellement électriques, et de façon plus accessoire, thermiques à hydrogène). En conséquence, certaines activités de la base industrielle et technologique de défense (BITD) relatives aux motorisations (essentiellement pour les véhicules terrestres, et peut être à terme plus lointain, pour les navires) qui, jusqu'à maintenant, étaient duales, c'est-à-dire qui portaient à la fois sur le secteur civil et le secteur de la défense, deviendront progressivement spécifiques à ce dernier.

Une telle orientation emportera inévitablement, pour la défense, une augmentation des dépenses relatives aux approvisionnements des équipements concernés dans un contexte budgétaire déjà très dégradé, sauf à trouver le moyen, par des coopérations internationales, de mutualiser la production des dispositifs de propulsion spécifiques aux armées et donc d'en réduire les coûts unitaires.

2 - Le risque d'attractivité lors des recrutements

Devant encore longtemps conserver pour leurs équipements des motorisations à carburant fossile, les armées vont de plus en plus apparaître comme l'un des derniers secteurs d'activité fortement émetteurs de gaz à effet de serre. Certes, tant que la propulsion des avions civils et militaires reposera sur des technologies similaires et que la principale variable d'évolution consistera dans l'adjonction de biocarburant au kérósène actuel, l'armée de l'air et de l'espace pourra encore échapper au regard négatif que ce particularisme pourrait lui valoir. En revanche, celui-ci sera sans doute plus difficile à assumer sur longue période pour la marine, et encore plus l'armée de terre, dès lors qu'ira s'accroissant la divergence des modes de motorisation des engins mobiles, entre le monde civil et l'univers militaire.

Pour peu qu'il soit de plus en plus difficile de faire valoir la dimension d'exception d'une activité qui doit d'abord et avant tout étonner sa performance sur ce que les ennemis potentiels déplacent en termes de puissance, l'armée de terre et la marine encourrent le risque d'être de plus en plus considérées comme « non vertueuses ». Cette dégradation possible de leur image sur ce motif auquel les jeunes sont aujourd'hui très sensibles pourrait avoir pour conséquence une perte d'attractivité contribuant à leurs difficultés à recruter.

Les trois armées ont conscience de ce risque, qu'elles ont bien identifié dans les travaux qu'elles poursuivent pour décliner à leur niveau la politique énergétique définie par l'état-major des armées. Pour y parer, elles s'emploient à valoriser les différentes actions qu'elles mènent en matière de développement durable dans tous les domaines où elles ne manquent pas de faire preuve de volontarisme dès lors que la performance opérationnelle n'est pas susceptible d'en être affectée (consommation énergétique des bâtiments, gestion des déchets, actions relatives à la biodiversité, etc.). Il apparaît néanmoins opportun que le ministère des armées s'emploie à évaluer régulièrement ce risque d'image et d'attractivité, en procédant à des analyses sociologiques, des enquêtes, des sondages, etc., en complément des travaux récents déjà menés par ailleurs.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Le contexte particulier du ministère des armées en matière d'énergie fait que les adaptations au changement climatique, si celles-ci ne présentent a priori, pour les infrastructures, pas de différence par rapport aux autres secteurs, sont de nature très différente pour ce qui relève de l'activité opérationnelle des forces.

L'impératif d'un niveau d'opérationnalité élevé des forces armées justifie l'octroi de dérogations conduisant à faire diverger, en conservant des technologies fortement émissives en gaz à effet de serre, leur trajectoire de décarbonation de celle des autres secteurs d'activité. Deux domaines concernés par cette problématique ont été identifiés : la fourniture d'équipements de mobilité (véhicules terrestres, navires de surface), pour lesquels les motorisations s'éloigneront de celles du monde civil, augmentant en conséquence leurs coûts d'approvisionnement, et les recrutements, qui pourraient souffrir d'un manque d'attractivité en raison de la conservation de démarches non vertueuses en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Le ministère des armées a, dans le cadre de sa stratégie Climat & Défense, lancé en 2022 les travaux pour identifier les adaptations nécessaires pour faire face au changement climatique. Il doit aussi veiller à accentuer ses efforts en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre afin d'éviter, autant qu'il est possible, que ne s'accroissent encore les écarts avec le monde civil.

Enfin, les différents travaux d'identification des adaptations nécessaires sont à ce jour insuffisamment avancés pour que le ministère des armées soit en mesure d'en évaluer les coûts.

Dans ce contexte, la Cour formule les recommandations suivantes :

1. *quantifier les contributions de chaque action de la stratégie ministérielle de performance énergétique à l'atteinte des objectifs cibles et actualiser annuellement les trajectoires prévisionnelles (ministère des armées) ;*
 2. *réaliser un « bilan carbone » sur l'ensemble des services du ministère des armées, y compris pour la séquestration de carbone, et l'actualiser à la fréquence prévue par les textes (ministère des armées) ;*
 3. *approfondir les travaux pour optimiser les consommations d'énergie pour les mobilités opérationnelles, notamment en utilisant au mieux les données disponibles et en améliorant le recueil de celles qui sont pertinentes (ministère des armées) ;*
 4. *accélérer le processus d'identification des adaptations au changement climatique que les forces armées vont devoir mettre en œuvre (ministère des armées).*
-

**Réponse reçue
à la date de la publication**

Destinataire n'ayant pas d'observation

Monsieur le ministre de la transition écologique et de la cohésion des territoires

Destinataire n'ayant pas répondu

Monsieur le ministre des armées