

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 précocement 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.

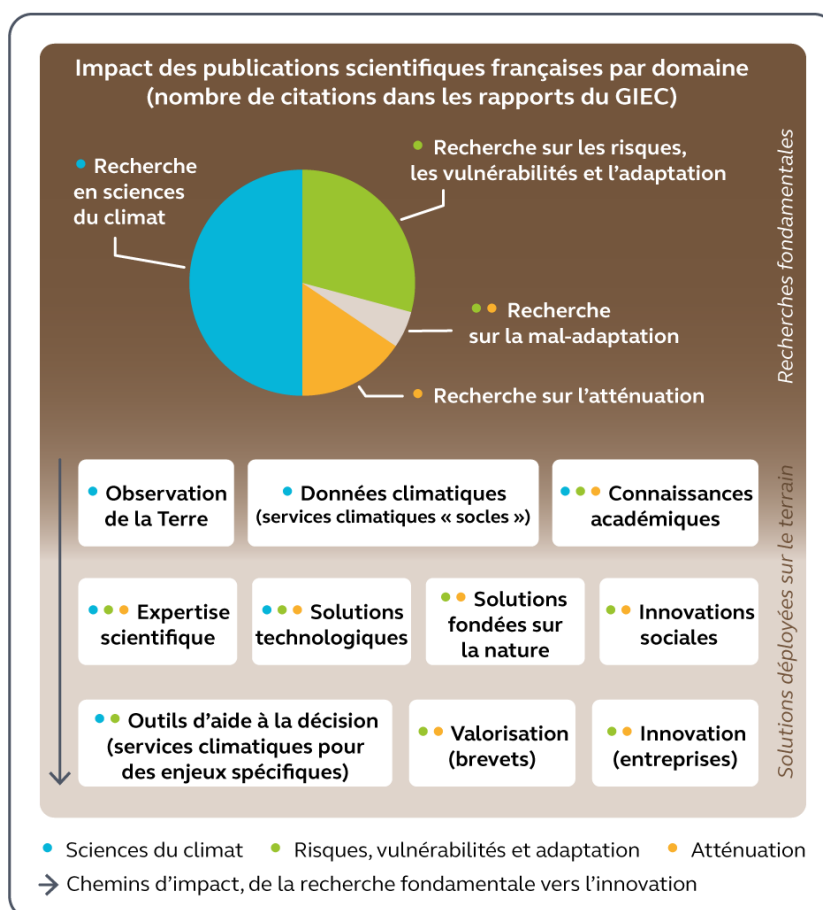
Elle s'est appuyée sur plus de 40 000 citations de publications scientifiques évoquées dans les rapports du 6^{ème} cycle du GIEC. Ces citations ont fait l'objet d'un travail d'harmonisation et de croisement avec des jeux de données ouverts de la recherche française⁸⁰. Des analyses sémantiques ont également 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 Cerfacs à Toulouse.

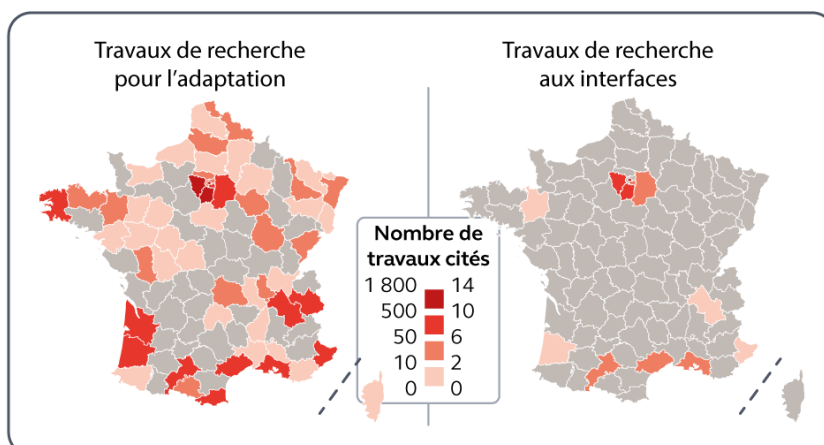
Les analyses réalisées par la Cour à partir des travaux du GIEC indiquent que la France rayonne au plus haut niveau dans le domaine des sciences du climat. Elle se situe entre le 4^e et le 5^e rang mondial suivant les sources, alors qu'elle est 6^e sur le plan scientifique général. Son poids dans les 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.



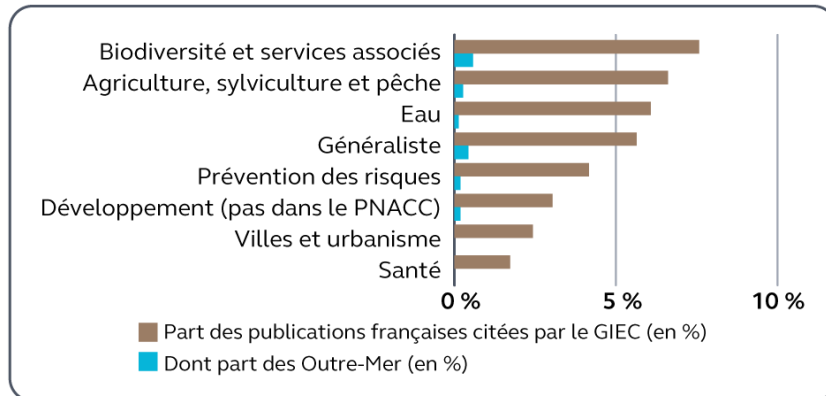
Source : analyses Cour des comptes d'après les citations du GIEC (6e cycle) croisées avec Hal

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).

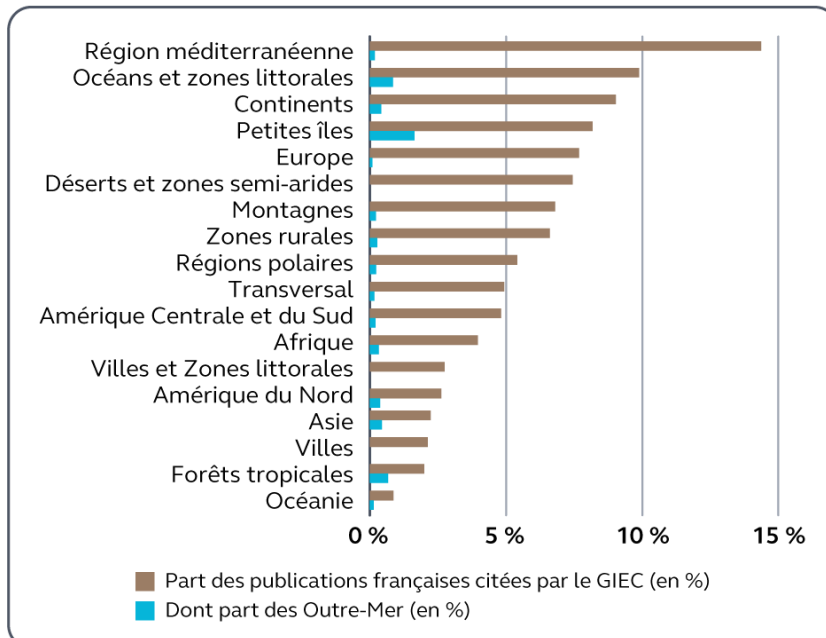
Les travaux français figurent au plus haut niveau international dans les domaines de la biodiversité et des services écosystémiques, des zones méditerranéennes et des zones littorales et insulaires. La France est également bien positionnée sur les enjeux agricoles, forestiers et liés à l'eau. Son positionnement 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.

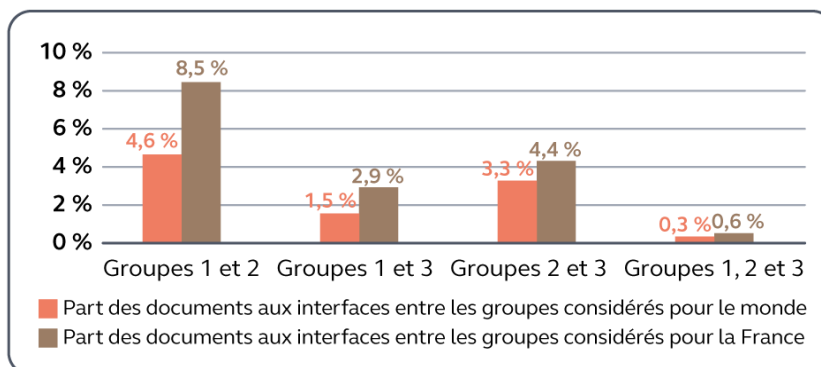
2 - Des sciences humaines et sociales sous-représentées

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.

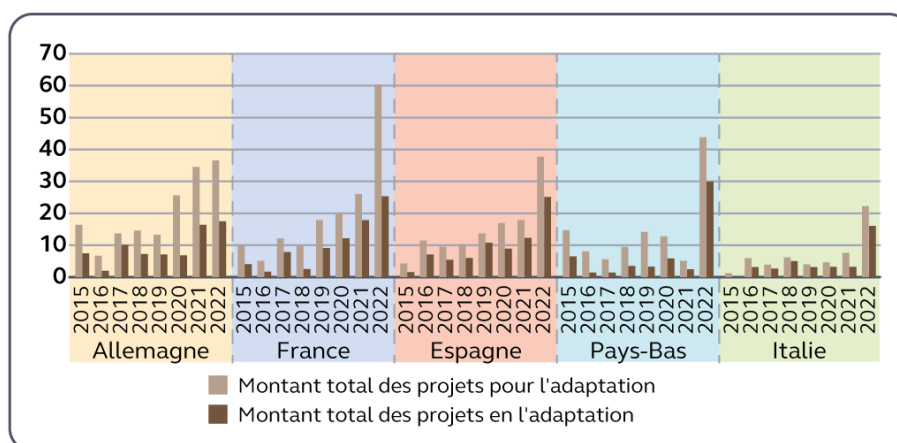
⁸⁴ L'ANR serait 17^{ème} d'après InCites et 18^{ème} d'après les données de la base *Web of Science* communiquées par l'ANR, avec des retraitements pour écarter les synonymes.

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/accellerer-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/eesr/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 Côte 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'Inrae, 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 scénarisations 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

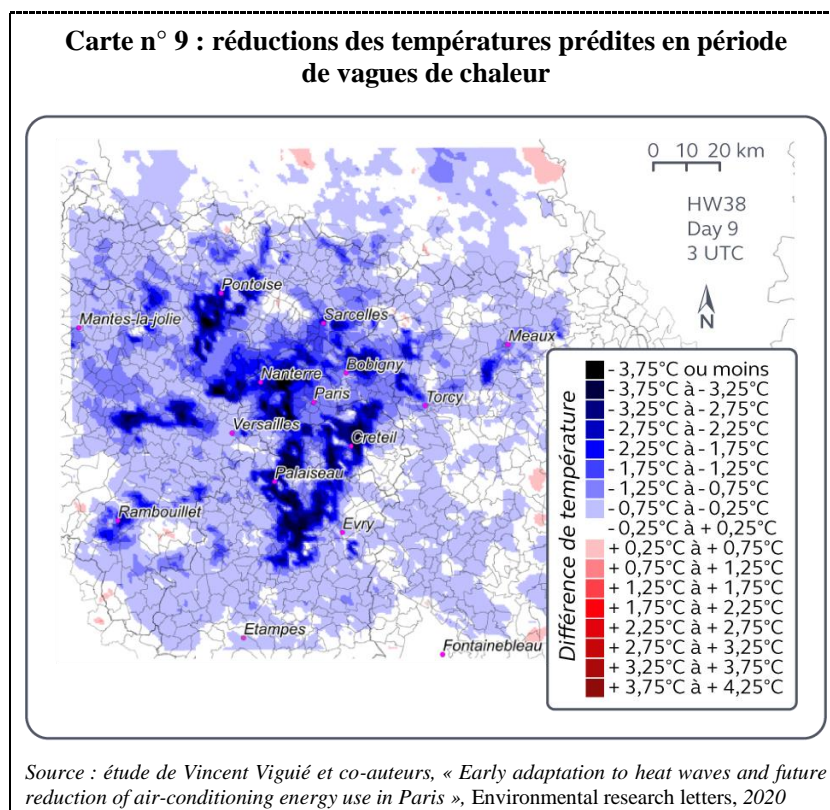
Un cas type de mal-adaptation consisterait à déployer à large échelle la climatisation pour réduire l'impact des vagues de chaleur. Cette solution aurait deux conséquences néfastes : d'une part, elle augmenterait les rejets de CO₂, ce qui renforcerait les impacts du changement climatique ; d'autre part, 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 prédites 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 Vigié 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-ladaptation-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 élabore, 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'écologie 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'État, 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'IDDRI 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 concerner 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 doit 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.
