|  |
| --- |
| La place et le rôle de la recherche publique dans l’adaptation au changement climatique |
| **CAHIER RELATIF AUX MÉTHODES ET DONNÉES EN COMPLEMENT DE L’INSERTION** |
|  |

TABLE DES MATIÈRES

[TABLE DES MATIÈRES 3](#_Toc160528281)

[CAHIER RELATIF AUX MÉTHODES ET DONNÉES 4](#_Toc160528282)

[Annexe 1. Méthode d’analyse des citations des travaux du GIEC et des métadonnées associées sur des bases harmonisées 5](#_Toc160528283)

[Annexe 2. Méthode de classification fondée sur les journaux de publications et tirée des métadonnées bibliographiques du GIEC 16](#_Toc160528284)

[Annexe 3. Méthodes sémantiques mobilisées 18](#_Toc160528285)

[Annexe 4. Analyse de robustesse avec les données « *Web of Science* » de l’ANR 28](#_Toc160528286)

[Annexe 5. Analyses de positionnement des travaux français 31](#_Toc160528287)

[Annexe 6. Moyens financiers 43](#_Toc160528288)

[Annexe 7. Viviers scientifiques 56](#_Toc160528289)

[Annexe 8. Infrastructures de recherche pour l’adaptation 58](#_Toc160528290)

[Annexe 9. Représentation de l’expertise française au sein du GIEC 60](#_Toc160528291)

[Annexe 10. Groupes régionaux d’expertise sur le climat 61](#_Toc160528292)

[Annexe 11. Suivi des solutions technologiques pour l’adaptation à travers les brevets 63](#_Toc160528293)

[Annexe 12. Services climatiques 64](#_Toc160528294)

[Annexe 13. Réseau de relations sur le web associés aux services climatiques 81](#_Toc160528295)

[Annexe 14. Laboratoires cités. 83](#_Toc160528296)

[Annexe 15. Bilan d’après le MTE du volet « connaissance et information » du deuxième PNACC 86](#_Toc160528297)

CAHIER RELATIF AUX MÉTHODES ET DONNÉES

Le présent cahier présente sous forme d’annexes les méthodes et données mobilisées dans le chapitre du rapport public annuel de la Cour des comptes de 2024 relatif à la place et au rôle de la recherche publique dans l’adaptation au changement climatique.

Les résultats détaillés qui sous-tendent les observations formulées de façon synthétique dans le chapitre sont également présentés. Ces résultats constituent autant d’exemples d’applications des méthodes ici développées.

Ces éléments sont susceptibles d’être remobilisés pour un suivi actualisé de la recherche dans l’adaptation et pourraient par ailleurs répondre à des besoins nouveaux.

Afin de susciter de nouveaux usages dans une perspective d’intérêt général, les éléments de code source associés aux méthodes les plus importantes et les principaux jeux de données associés sont proposés dans un format numériquement exploitable (voir les licences et conditions précisés dans le document «Presentation\_Cahier\_OpenData\_RPA\_2024\_Place\_et\_rôle\_de\_la\_recherche.docx »). D’autres applications potentielles incluent par exemple l’extension des analyses aux travaux à venir du 7èmz cycle du GIEC ou encore aux publications de l’IPBES sur les enjeux liés à la biodiversité.

***Clause de non-responsabilité*** *: le présent document et les éléments ouverts associés ne sont pas des produits du GIEC, n'ont pas fait l'objet des processus formels de relecture du GIEC et n'ont pas été endossés par le GIEC. Le GIEC ne porte aucune responsabilité pour l'exactitude de ces éléments. Toute référence ou tout usage des matériaux du GIEC, y compris les glossaires et annexes, est destinée uniquement à des fins d'information. L'utilisation ou la confiance accordée à toute information est au seul risque des utilisateurs. Le GIEC décline toute responsabilité, y compris toute représentation ou garantie expresse ou implicite, orale ou écrite, pour toute utilisation du matériel mis à disposition à des tierces parties.*

# Méthode d’analyse des citations des travaux du GIEC et des métadonnées associées sur des bases harmonisées

Finalités et principes de l’approche mise en œuvre

Dans le cadre de son instruction, la Cour a rapidement été confrontée à la problématique de définition et de la stabilisation du périmètre de l’enquête. Les acteurs rencontrés ont indiqué de façon convergente qu’il s’agissait d’un verrou clé à lever étant donné la nature des recherches concernées qui englobent des recherches fondamentales sur le climat ; les recherches sur les risques, les vulnérabilités et l’adaptation qui mobilisent des disciplines très diversifiées ; et les solutions issues de ces recherches telles que les services climatiques, la sélection variétale ou encore les innovations sociales.

Le nœud que constitue la définition du périmètre conditionne l’ensemble des analyses dont les comparatifs internationaux, l’analyse des structures françaises impliquées, ainsi que le suivi de l’évolution des financements.

Si différentes approches sémantiques dérivées d’une étude internationale ont été testées avec succès en lien étroit avec les acteurs de la recherche française, notamment avec l’ANR (voir annexe n°3), ces approches présentaient des limites indépassables soulignées par le HCERES et le CNRS. D’une part elles ne permettent pas de cartographier l’ensemble du périmètre de l’enquête et d’autre part elles comportent une part d’arbitraire dans les choix de mots clés retenus.

Pour pallier ces limitations, la Cour a exploré une approche d’une nature différente fondée sur un périmètre construit à partir des travaux du groupe intergouvernemental d’experts sur l’évolution du climat (GIEC).

Cette approche a nécessité un travail de consolidation et d’harmonisation considérable en lien étroit avec la direction du numérique de la Cour (voir ci-dessous) et a permis de nourrir l’enquête sur la base du large corpus scientifique cité dans les rapports détaillés du 6e cycle du GIEC. Chacun des rapports principaux issus des trois groupes de travail du GIEC représente des milliers de pages et des dizaines de milliers d’articles cités. La Cour a pu ainsi s’appuyer sur un périmètre construit à partir des travaux de synthèse réalisés par les experts scientifiques du GIEC. Les travaux du GIEC permettent de s’appuyer un socle scientifiquement fondé, en phase avec les enjeux des politiques publiques et reconnu au plus haut niveau international.

Le périmètre de l’enquête de la Cour correspond strictement aux périmètres des groupes 1 et 2 du GIEC (sciences du climat d’une part, et risques, vulnérabilités et adaptation d’autre part). Par connexité, elle comprend également le groupe 3 (atténuation) dans ses interactions avec les groupes 1 et 2 afin de cibler l’enjeu majeur de la réduction du risque de mal-adaptation.

Une fois le corpus de citations du GIEC consolidé et harmonisé, il est possible de réaliser des analyses fines de la recherche française pour l’adaptation en s’appuyant sur les systèmes d’informations de la recherche française. En croisant les données relatives au corpus du GIEC avec les nombreuses bases de données de la recherche comme l’archive libre HAL du CNRS pour la France[[1]](#footnote-2), il est possible de déduire les laboratoires (aussi appelés unités de recherche) impliqués, de retracer le positionnement de la France, d’identifier ses principaux partenariats internationaux ou encore d’analyser les financements (ANR et européens) renseignés par les chercheurs dans leurs publications. En conjonction avec HAL qui liste les codes « RNSR » des structures, l’emploi des données ouvertes du répertoire national des structures de recherche (RNSR) du MESR permet d’identifier les laboratoires impliqués en termes de (co-)tutelles ou encore de dominantes disciplinaires, et de replacer les résultats obtenus dans le contexte plus large de la recherche française. Par le contraste qu’elle apporte, cette approche permet également d’identifier les types de laboratoires français qui sont comparativement moins cités par le GIEC, tels que les unités propres ou encore les laboratoires dans le domaine de la santé.

Dans la mesure où certains chapitres du GIEC sont structurés par secteur ou par zone géographique, il a même été possible de préciser la taille relative et le rayonnement de viviers scientifiques français spécifiques en lien avec les enjeux d’adaptation, de positionner la France en regard des autres pays et de confronter la taille de ces viviers aux besoins remontés par les acteurs.

Pour pouvoir réaliser un suivi *par-delà* les travaux du GIEC, tant à des fins de vérification de cohérence ainsi que de suivi en séries longues, les métadonnées[[2]](#footnote-3) du corpus de référence du GIEC stratifiées par groupe ont été également employées pour former la base de deux méthodes supplémentaires de suivi de la recherche pour l’adaptation :

* L’identification des *journaux[[3]](#footnote-4)* les plus cités par le GIEC, et qui sont par ailleurs spécifiques à chacun des groupes du GIEC (annexe 3), afin de pouvoir ensuite retracer le périmètre couvert par chacun des groupes ;
* Les métadonnées des citations du GIEC stratifiées par groupe du GIEC ont également été employées pour enrichir les mots clés employés pour les analyses sémantiques (annexe 4). Bien qu’elles présentent toujours des limites, les analyses sémantiques sont la seule méthode possible pour analyser de façon exhaustive et harmonisée les très grands jeux de données financières telles que celles de l’ANR et de l’Union européenne.

Une nécessaire harmonisation des corpus de référence extraits des rapports du GIEC dans le cas de quelques chapitres afin d’éviter des biais potentiels

De façon générale, la Cour a pu aisément mobiliser les corpus du GIEC pour les besoins de son enquête, en utilisant les clés uniques des publications appelées DOI[[4]](#footnote-5) comme clé universelle permettant de relier ces citations avec les nombreux systèmes d’information de la recherche. Une approche également fondée sur l’utilisation des DOI a été mise en œuvre dans une étude ciblée sur le périmètre du 1er groupe de travail du GIEC[[5]](#footnote-6).

Dans le cadre de son analyse, la Cour a observé quelques anomalies ponctuelles dans certains fichiers bibliographiques du groupe 2 du GIEC qui ne correspondent pas toujours aux citations du rapport. Ces anomalies ont été constatées en rapprochant les fichiers bibliographiques (BIB) mis à disposition sur le site web du GIEC aux sections bibliographiques correspondant des chapitres des rapports (PDF). L’ensemble de ces éléments sont disponibles en ligne sur le site GIEC et la méthode de correction ici proposée peut-être intégralement répliquée.

Pour détecter les anomalies, deux critères ont été employés (voir tableau ci-dessous) :

* + Un critère « d’échelle », donné par le rapport entre le nombre total de références dans les fichiers BIB (avec ou sans DOI) et le nombre total de références attendues d’après les PDF (avec ou sans DOI) ;
  + Un critère « ensembliste », fondé sur le calcul de la part des DOI des fichiers BIB qu’il a été possible de retrouver de façon parfaitement identique (intersection mathématique) par la reconnaissance automatisée des DOI dans les PDF.

1. Comparaison chapitre par chapitre des sources BIB et PDF.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Code employé pour identifier le chapitre (groupe du GIEC suivi du numéro de chapitre) | Nom du chapitre du GIEC | Nombre de pages du fichier PDF [P] | Estimation du nombre de références citées (37 en moyenne par page)  [T = P x 37] | Nombre total de références dans le fichier BIB [Tb] | Critère d’échelle  [Tb / T] | Nombre de DOI du BIB [Db] | Nombre de DOI dans l’intersection du PDF et du BIB [Dinter] | Critère ensembliste [Dinter / Db] |
| I\_1 | Framing, Context, and Methods | 31 | 1147 | 1138 | 99% | 1083 | 778 | 72% |
| I\_2 | Changing State of the Climate System | 41 | 1517 | 1552 | 102% | 1543 | 1106 | 72% |
| I\_3 | Human Influence on the Climate System | 31 | 1147 | 1148 | 100% | 1143 | 752 | 66% |
| I\_4 | Future Global Climate : Scenario-based Projections and Near-term Information | 27 | 999 | 1008 | 101% | 1005 | 653 | 65% |
| I\_5 | Global Carbon and Other Biogeochemical Cycles and Feedbacks | 37 | 1369 | 1349 | 99% | 1325 | 1053 | 79% |
| I\_6 | Short-lived Climate Forcers | 25 | 925 | 858 | 93% | 867 | 633 | 73% |
| I\_7 | The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks and Climate Sensivity | 29 | 1073 | 1032 | 96% | 1017 | 669 | 66% |
| I\_8 | Water Cycle Changes | 52 | 1924 | 1901 | 99% | 1880 | 1320 | 70% |
| I\_9 | Ocean, Cryosphere and Sea Level Change | 40 | 1480 | 1504 | 102% | 1492 | 976 | 65% |
| I\_10 | Linking Global to Regional Climate Change | 49 | 1813 | 1764 | 97% | 1719 | 1234 | 72% |
| I\_11 | Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate | 53 | 1961 | 1776 | 91% | 1864 | 1333 | 72% |
| I\_12 | Climate Change Information for Regional Impact and for Risk Assessment | 49 | 1813 | 1770 | 98% | 1706 | 1295 | 76% |
| I\_13 | Atlas | 32 | 1184 | 1104 | 93% | 1041 | 762 | 73% |
| I\_14 | Annex I\_Observational Products | 9 | 333 | ND | NC | ND | 0 | NC |
| I\_15 | Annex II\_Models | 17 | 629 | ND | NC | ND | 0 | NC |
| I\_16 | Annex III\_Tables of Historical and Projected Well-mixed Greenhouse Gas Mixing Ratios and Effective Radiative Forcing of All Climate Forcers | 2 | 74 | ND | NC | ND | 0 | NC |
| I\_17 | Annex IV\_Modes of Variability | 13 | 481 | ND | NC | ND | 0 | NC |
| I\_18 | Annex V\_Monsoons | 5 | 185 | ND | NC | ND | 0 | NC |
| I\_19 | Annex VI\_Climatic Impact-driver and Extreme Indices | 2 | 74 | ND | NC | ND | 0 | NC |
| I\_20 | Annex VII\_Glossary | 2 | 74 | NC | NC | ND | 0 | NC |
| II\_1 | Point of Departure and Key Concepts | 16 | 592 | 659 | 111% | 422 | 0 | 0% |
| II\_2 | Terrestrial and Freshwater Ecosystems and Their Services | 59 | 2183 | 4055 | 186% | 2745 | 1206 | 44% |
| II\_3 | Oceans and Coastal Ecosystems and Their Services | 57 | 2109 | 2920 | 138% | 2725 | 1780 | 65% |
| II\_4 | Water | 45 | 1665 | 3768 | 226% | 2936 | 757 | 26% |
| II\_5 | Food, Fibre and Other Ecosystem Products | 68 | 2516 | 2584 | 103% | 2212 | 1812 | 82% |
| II\_6 | Cities, Settlements and Key Infrastructure | 44 | 1628 | 1969 | 121% | 425 | 0 | 0% |
| II\_7 | Health, Wellbeing and the Changing Structure of Communities | 41 | 1517 | 2779 | 183% | 2056 | 928 | 45% |
| II\_8 | Poverty, Livelihoods and Sustainable Development | 31 | 1147 | 1067 | 93% | 883 | 464 | 53% |
| II\_9 | Africa | 53 | 1961 | 1908 | 97% | 1545 | 1105 | 72% |
| II\_10 | Asia | 42 | 1554 | 2054 | 132% | 1299 | 674 | 52% |
| II\_11 | Australasia | 36 | 1332 | 1794 | 135% | 1118 | 700 | 63% |
| II\_12 | Central and South America | 46 | 1702 | 2654 | 156% | 1962 | 977 | 50% |
| II\_13 | Europe | 35 | 1295 | 1367 | 106% | 1158 | 711 | 61% |
| II\_14 | North America | 43 | 1591 | 1665 | 105% | 1077 | 815 | 76% |
| II\_15 | Small Islands | 21 | 777 | 841 | 108% | 736 | 563 | 76% |
| II\_16 | Key Risks across Sectors and Regions | 30 | 1110 | 3898 | 351% | 2655 | 661 | 25% |
| II\_17 | Decision-Making Options for Managing Risk | 33 | 1221 | 3594 | 294% | 1503 | 440 | 29% |
| II\_18 | Climate Resilient Development Pathways | 51 | 1887 | 1199 | 64% | 695 | 531 | 76% |
| II\_19 | Biodiversity Hotspots | 9 | 333 | 2834 | 851% | 1511 | 256 | 17% |
| II\_20 | Cities, Settlements and Key Infrastructure | 10 | 370 | 886 | 239% | 731 | 146 | 20% |
| II\_21 | Deserts, Semiarid and Desertification | 13 | 481 | 673 | 140% | 458 | 188 | 41% |
| II\_22 | Mediterranean Region | 16 | 592 | 644 | 109% | 555 | 363 | 65% |
| II\_23 | Mountains | 14 | 518 | 532 | 103% | 457 | 360 | 79% |
| II\_24 | Polar Regions | 14 | 518 | 522 | 101% | 444 | 290 | 65% |
| II\_25 | Tropical Forests | 13 | 481 | 388 | 81% | 154 | 106 | 69% |
| II\_26 | Annex I\_Global to Regional Atlas | 2 | 74 | ND | NC | ND | 0 | NC |
| II\_27 | Annex II\_Glossary | 3 | 111 | ND | NC | ND | 0 | NC |
| III\_1 | Introduction and Framing | 19 | 703 | 759 | 108% | 759 | 441 | 58% |
| III\_2 | Emissions Trends and Drivers+SuppMaterial | 27 | 999 | 772 | 77% | 772 | 483 | 63% |
| III\_3 | Mitigation Pathways Compatible with Long-term Goals | 22 | 814 | 823 | 101% | 823 | 557 | 68% |
| III\_4 | Mitigation and Development Pathways in the Near to Mid-term+Supp\_Material | 27 | 999 | 896 | 90% | 895 | 510 | 57% |
| III\_5 | Demand, Services and Social Aspects of Mitigation+ SuppMaterial1+SuppMaterial2 | 64 | 2368 | 1529 | 65% | 1528 | 892 | 58% |
| III\_6 | Energy Systems | 39 | 1443 | 1575 | 109% | 1574 | 976 | 62% |
| III\_7 | Agriculture, Forestry and Other Land Uses (AFOLU) | 29 | 1073 | 1112 | 104% | 1111 | 762 | 69% |
| III\_8 | Urban Systems and Other Settlements+ SuppMaterial1+SuppMaterial2 | 39 | 1443 | 880 | 61% | 879 | 654 | 74% |
| III\_9 | Buildings+SuppMaterial | 46 | 1702 | 1160 | 68% | 1159 | 760 | 66% |
| III\_10 | Transport | 23 | 851 | 882 | 104% | 881 | 488 | 55% |
| III\_11 | Industry | 19 | 703 | 685 | 97% | 684 | 425 | 62% |
| III\_12 | Cross-sectoral Perspectives+SuppMaterial | 35 | 1295 | 1225 | 95% | 1224 | 861 | 70% |
| III\_13 | National and Sub-national Policies and Institutions | 37 | 1369 | 1392 | 102% | 1391 | 925 | 66% |
| III\_14 | International Cooperation | 28 | 1036 | 1033 | 100% | 1032 | 568 | 55% |
| III\_15 | Investment and Finance | 30 | 1110 | 1123 | 101% | 1123 | 375 | 33% |
| III\_16 | Innovation,Technology Development and Transfer | 24 | 888 | 930 | 105% | 928 | 575 | 62% |
| III\_17 | Accelerating the Transition in the Context of Sustainable Development | 18 | 666 | 649 | 97% | 649 | 321 | 49% |
| III\_18 | Annex I\_Glossary | 3 | 111 | 89 | 80% | 27 | 19 | 70% |
| III\_19 | Annex II\_Definitions, Units and Conventions | 2 | 74 | 29 | 39% | 10 | 8 | 80% |
| III\_20 | Annex III\_Scenarios and Modelling Methods | 16 | 592 | ND | NC | ND | 0 | NC |

Source : Cour des comptes d’après les fichiers bibliographiques (BIB) et chapitres du GIEC (PDF). ND : fichier BIB non-disponible sur les pages web principales des rapports (<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/> ; <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/> et <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3>)[[6]](#footnote-7). NC : non-calculable.

La figure ci-après indique que les deux critères analysés sont liés par une relation inverse et que les anomalies sont localisées dans la partie située en haut à gauche. Le deuxième groupe du GIEC qui traite à titre principal des enjeux d’adaptation apparaît comme le principal groupe concerné par les anomalies. De façon concordante avec cette analyse, une page du site web du GIEC relative au deuxième groupe indique la mention suivante : *«\* Citation library from the Final Draft. Updated libraries will be provided as they become available* »[[7]](#footnote-8). Cette mention n’existe pas pour les pages relatives aux deux autres groupes.

1. Analyse de concordance des fichiers de citations (BIB) du GIEC en regard des citations tirées des chapitres « physiques » (PDF) correspondants.

Source : analyse Cour des comptes par rapprochement des BIB et PDF du GIEC.

Ce phénomène est susceptible de s’expliquer par des erreurs dans le paramétrage de logiciels bibliographiques couramment employés par les scientifiques pour leurs publications[[8]](#footnote-9).

 Les citations harmonisées pour l’ensemble des trois groupes du GIEC sont obtenues en appliquant les étapes ci-dessous :

* + Dans la plupart des cas pour les chapitres des trois groupes - et c’est systématiquement le cas pour le premier groupe du GIEC - il y a une bonne concordance entre les deux sources. Dans ce cas les fichiers BIB ont été privilégiés ;
  + Certains fichiers BIB n’existent pas, pour certaines annexes notamment. Dans ce cas la Cour s’est fondée sur les DOI récupérés dans les PDF de façon automatisée. Cette étape n’est évidemment pas parfaite car une part des DOI n’est pas reconnue par cette méthode, avec une perte observée de l’ordre de 30 % des DOI ;
  + Dans certains cas, pour certains chapitres du deuxième groupe et dans une moindre mesure du troisième groupe, on observe des discordances, parfois importantes, entre les deux approches. Certains fichiers BIB vont visiblement bien au-delà des citations de certains chapitres PDF (voir par exemple le chapitre « II\_19 » consacré au thème « *biodiversity hotspost* »). Dans ce cas de figure, les DOI de l’intersection mathématique entre le fichier BIB du chapitre et les DOI tirés du .PDF correspondant ont été retenus ;
  + À l’inverse, comme dans certains chapitres du troisième groupe, certains fichiers BIB semblent moins « couvrants » que les PDF (voir par exemple le chapitre III\_8 : « *urban systems and other settlements* »). L’explication de la discordance pourrait résider dans la non-prise en compte des références par les fichiers BIB des références des « *supplementary materials* ». Les fichiers .BIB[[9]](#footnote-10) ont dans ce cas été pris comme référence.;
  + Il y a enfin deux cas particuliers (chapitres « II\_1 » et « II\_6 ») où les PDF ne comportent presque pas de DOI. Dans ce cas les fichiers BIB ont été employés, après avoir contrôlé visuellement l’adéquation entre les références du fichier et les citations des chapitres concernés.

Au total, la Cour a préférentiellement employé les fichiers BIB du GIEC, mais pour éviter les risques de faux positifs potentiels, l’intersection entre les DOI des fichiers BIB et les DOI tirés des PDF des chapitres concernés a été employée dans les cas où le critère d’échelle excédait 120 % et le critère ensembliste plafonnait sous la barre des 50 %. Les DOI des .PDF seuls ont été employés lorsqu’il n’y avait pas d’alternative identifiée.

Correspondance proposée entre les chapitres du GIEC et les secteurs, territoires et zones géographiques retracés dans le rapport

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Code et nom du chapitre | Secteur de rattachement proposé par la Cour | Zone géographique de rattachement proposée par la Cour |
| I\_1\_Framing, Context, and Methods | Généraliste | Transversal |
| I\_2\_Changing State of the Climate System | Généraliste | Transversal |
| I\_3\_Human Influence on the Climate System | Généraliste | Transversal |
| I\_4\_Future Global Climate : Scenario-based Projections and Near-term Information | Généraliste | Transversal |
| I\_5\_Global Carbon and Other Biogeochemical Cycles and Feedbacks | Généraliste | Transversal |
| I\_6\_Short-lived Climate Forcers | Généraliste | Transversal |
| I\_7\_The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks and Climate Sensivity | Généraliste | Transversal |
| I\_8\_Water Cycle Changes | Eau | Transversal |
| I\_9\_Ocean, Cryosphere and Sea Level Change | Mer | Océans |
| I\_10\_Linking Global to Regional Climate Change | Généraliste | Transversal |
| I\_11\_Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate | Généraliste | Transversal |
| I\_12\_Climate Change Information for Regional Impact and for Risk Assessment | Généraliste | Transversal |
| I\_13\_Atlas | Généraliste | Transversal |
| I\_14\_AnnexI\_Observational Products | Généraliste | Transversal |
| I\_15\_AnnexII\_Models | Généraliste | Transversal |
| I\_16\_AnnexIII\_Tables of Historical and Projected Well-mixed Greenhouse Gas Mixing Ratios and Effective Radiative Forcing of All Climate Forcers | Généraliste | Transversal |
| I\_17\_AnnexIV\_Modes of Variability | Généraliste | Transversal |
| I\_18\_AnnexV\_Monsoons | Généraliste | Transversal |
| I\_19\_AnnexVI\_Climatic Impact-driver and Extreme Indices | Généraliste | Transversal |
| I\_20\_AnnexVII\_Glossary | Généraliste | Transversal |
| II\_1\_Point of Departure and Key Concepts | Généraliste | Transversal |
| II\_2\_Terrestrial and Freshwater Ecosystems and Their Services | Biodiversité et services associés | Continents |
| II\_3\_Oceans and Coastal Ecosystems and Their Services | Biodiversité et services associés | Océans et zones littorales |
| II\_4\_Water | Eau | Transversal |
| II\_5\_Food, Fibre and Other Ecosystem Products | Agriculture, sylviculture et pêche | Zones rurales |
| II\_6\_Cities, Settlements and Key Infrastructure | Villes et Urbanisme | Villes |
| II\_7\_Health, Wellbeing and the Changing Structure of Communities | Santé | Transversal |
| II\_8\_Poverty, Livelihoods and Sustainable Development | Développement (pas dans le PNACC) | Transversal |
| II\_9\_Africa | Généraliste | Afrique |
| II\_10\_Asia | Généraliste | Asie |
| II\_11\_Australasia | Généraliste | Océanie |
| II\_12\_Central and South America | Généraliste | Amérique Centrale et du Sud |
| II\_13\_Europe | Généraliste | Europe |
| II\_14\_North America | Généraliste | Amérique du Nord |
| II\_15\_Small Islands | Généraliste | Petites Iles |
| II\_16\_Key Risks across Sectors and Regions | Prévention des risques | Transversal |
| II\_17\_Decision-Making Options for Managing Risk | Prévention des risques | Transversal |
| II\_18\_Climate Resilient Development Pathways | Développement (pas dans le PNACC) | Transversal |
| II\_19\_Biodiversity Hotspots | Biodiversité et services associés | Transversal |
| II\_20\_Cities and Settlements by the Sea | Villes et Urbanisme | Villes et Zones littorales |
| II\_21\_Deserts, Semiarid and Desertification | Généraliste | Déserts et zones semi-arides |
| II\_22\_Mediterranean Region | Généraliste | Région méditerranéenne |
| II\_23\_Mountains | Généraliste | Montagnes |
| II\_24\_Polar Regions | Généraliste | Régions polaires |
| II\_25\_Tropical Forests | Biodiversité et services associés | Forêts tropicales |
| II\_26\_AnnexI\_Global to Regional Atlas | Généraliste | Transversal |
| II\_27\_AnnexII\_Glossary | Généraliste | Transversal |
| III\_1\_Introduction and Framing | Généraliste | Transversal |
| III\_2\_Emissions Trends and Drivers | Généraliste | Transversal |
| III\_3\_Mitigation Pathways Compatible with Long-term Goals | Généraliste | Transversal |
| III\_4\_Mitigation and Development Pathways in the Near to Mid-term | Généraliste | Transversal |
| III\_5\_Demand, Services and Social Aspects of Mitigation | Généraliste | Transversal |
| III\_6\_Energy Systems | Energie | Transversal |
| III\_7\_Agriculture, Forestry and Other Land Uses (AFOLU) | Agriculture etsylviculture | Zones rurales |
| III\_8\_Urban Systems and Other Settlements | Villes et Urbanisme | Villes |
| III\_9\_Buildings | Bâtiment | Villes |
| III\_10\_Transport | Transport et mobilité | Transversal |
| III\_11\_Industry | Industrie | Transversal |
| III\_12\_Cross-sectoral Perspectives | Généraliste | Transversal |
| III\_13\_National and Sub-national Policies and Institutions | Généraliste | Transversal |
| III\_14\_International Cooperation | Généraliste | Transversal |
| III\_15\_Investment and Finance | Assurances/banques | Transversal |
| III\_16\_Innovation,Technology Development and Transfer | Généraliste | Transversal |
| III\_17\_Accelerating the Transition in the Context of Sustainable Development | Généraliste | Transversal |
| III\_18\_AnnexI\_Glossary | Généraliste | Transversal |
| III\_19\_AnnexII\_Definitions, Units and Conventions | Généraliste | Transversal |
| III\_20\_AnnexIII\_Scenarios and Modelling Methods | Généraliste | Transversal |

Source : correspondance proposée par la Cour et inspirée par la nomenclature employée dans le PNACC pour les secteurs.

# Méthode de classification fondée sur les journaux de publications et tirée des métadonnées bibliographiques du GIEC

Finalités et principes de l’approche mise en œuvre

Une méthode inspirée de la logique de classement du schéma de classification « *Web of Science* » qui se fonde à titre principal[[10]](#footnote-11) sur une classification au grain des journaux[[11]](#footnote-12) a été développée par la Cour à partir des métadonnées des citations du GIEC pour créer une classification « à façon ». Cette classification est par construction adaptée au périmètre de l’enquête et peut être directement intégrée pour paramétrer l’outil InCites qui calcule de nombreux indicateurs en séries longues à partir des données du « *Web of Science* ».

Pour chaque journal et chaque groupe du GIEC, un taux de spécialisation a été calculé par la Cour à partir des métadonnées des citations du GIEC en rapportant le nombre de citations pour un groupe donné au nombre total de citations par les trois groupes (sans redondances, l’union des trois ensembles étant employée). Le groupe de spécialisation assigné à un journal est donné par le maximum des trois taux calculés.

Le taux maximal permet d’évaluer le niveau de cette spécialisation d’un journal (1 étant le niveau maximal, 1/3 + epsilon le niveau le plus faible, un score de 1/3 indiquant un journal parfaitement généraliste au sens de cette approche puisqu’il y a trois groupes du GIEC au total).

Table des journaux déduite de l’approche précitée

1. Rang des journaux classés par ordre de citations décroissantes déduits de l’ensemble des métadonnées du GIEC (ensemble du monde).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Rang du journal | Ensemble des groupes du GIEC | Groupe 1 | Groupe 2 | Groupe 3 |
| 1 | geophysical research letters | geophysical research letters | regional environmental change | energy policy |
| 2 | journal of climate | journal of climate | frontiers in marine science | journal of cleaner production |
| 3 | environmental research letters | climate dynamics | climate and development | climate policy |
| 4 | nature climate change | journal of geophysical research-atmospheres | geophysical research letters | renewable & sustainable energy reviews |
| 5 | climate dynamics | atmospheric chemistry and physics | environmental science & policy | energy research & social science |
| 6 | climatic change | international journal of climatology | marine policy | applied energy |
| 7 | journal of geophysical research-atmospheres | nature geoscience | international journal of environmental research and public health | energy |
| 8 | energy policy | bulletin of the american meteorological society | international journal of climatology | energy economics |
| 9 | international journal of climatology | geoscientific model development | ecology and society | energy and buildings |
| 10 | atmospheric chemistry and physics | cryosphere | climate risk management | environmental science & technology |

Source : analyse Cour des comptes d’après les citations harmonisées du GIEC et les métadonnées des fichiers bibliographiques du GIEC. Les journaux sont classés par ordre de citation décroissante pour le périmètre considéré. S’agissant des groupes isolés du GIEC, seuls les journaux avec une spécificité par groupe du GIEC d’au moins 80 % sont considérés. Les journaux généralistes (Science, Nature, PNAS, Nature Communications, PLOS ONE) sont écartés car ils couvrent l’ensemble du périmètre scientifique, y compris en dehors du périmètre du GIEC. L’archive « ssrn electronic journal », employée en sciences sociales et qui ne constitue pas un journal mais un espace de dépôt de prépublications pour des disciplines variées, a également été écartée car elle n’est pas référencée dans InCites.

# Méthodes sémantiques mobilisées

Afin d’identifier les contenus spécifiques relatifs à l’adaptation, tout particulièrement pour les données où une telle classification n’existe pas, la Cour s’appuie notamment sur des analyses sémantiques. La recherche qui porte sur l'adaptation au changement climatique est difficile à délimiter. Elle est par nature interdisciplinaire et ne peut être définie simplement comme un sous-ensemble disciplinaire ou la somme de quelques-uns.

Pour ce faire, deux méthodes ont considérées :

* Une analyse ciblée sur la recherche en adaptation en adaptant la stratégie par l'étude scientométrique de l'adaptation au changement climatique menée par Nalau et Verrall (2021)[[12]](#footnote-13) ;
* Une analyse plus large fondée sur le corpus formé par les rapports du GIEC.

I. Approche sémantique adaptée de Nalau et Verall (2021)

I.A. Présentation et adaptation de la méthode

Une stratégie de recherche de phrases propres aux recherches dans le domaine de l’adaptation a été identifiée par la Cour dans la littérature scientifique (Nalau et Verrall, 2021). Cette citée est notamment citée dans le rapport du deuxième groupe du GIEC[[13]](#footnote-14). Quant à Mme Johanna Nalau, coautrice de l’étude, elle est *lead author* d’un chapitre du deuxième groupe du GIEC (« Chapter 15: Small Islands ») ; ce qui indique qu’il s’agit d’une scientifique reconnue dans ce domaine.

Afin d’assurer la meilleure couverture possible du périmètre concerné et renforcer la portée et la pertinence des observations de l’enquête, la Cour a sollicité de nombreux acteurs de la recherche pour bénéficier de leurs recommandations sur l’approche proposée, le cas échéant en proposant d’éventuels ajustements ou des requêtes alternatives.

Les phrases clés de Nalau et Verrall (2021) ont été progressivement adaptées et élargies en prenant en compte les recommandations des acteurs :

* Suivant un conseil de la DGRI convergent avec celui d’autres acteurs de la recherche, les critères d’exclusion proposés par Nalau et Verrall (2021) n’ont pas été appliqués afin de ne pas écarter a priori les sciences de l’adaptation fondées sur la nature et le vivant[[14]](#footnote-15) ;
* Suivant une recommandation de l’ANR, la phrase « coping with » (faire face) a été généralisée[[15]](#footnote-16) ;
* Une version traduite en français a notamment été proposée afin de pouvoir élargir le spectre de l’analyse aux contenus francophones tels que les productions des sciences humaines et sociales retracées dans HAL ou certains projets financés par l’ANR.

Afin de pouvoir suivre une part importante du financement de la recherche française en adaptation, des diligences approfondies ont été mises en œuvre avec le concours de l’ANR. Ces diligences ont porté jusqu’au grain des codes sources respectifs employés pour les filtrages sémantiques appliqués aux données des projets lauréats mises à disposition par l’Agence (hors-PIA). Des stratégies d’analyse sémantiques partagées ont ainsi pu être mise en œuvre.

Sur la base des phrases de Nalau et Verrall (2021) « généralisées » (voir ci-dessus), les échanges méthodologiques entre la Cour et l’ANR ont permis de converger vers trois modalités d’analyses complémentaires testées sur les données ouvertes de l’ANR, avec un traitement harmonisé des contenus sémantiques :

* + Recherche par phrase, au plus proche de l’étude de Nalau et Verrall (79 projets ANR identifiés) ;
  + Recherche par racines de mots clés, sans tenir compte de l’ordre des mots, avec une racine imposée et toutes les terminaisons possibles (552 projets ANR trouvés) ;
  + Recherche fondée sur les caractères contenus dans les mots clés, également sans tenir compte de leur ordre (674 projets détectés).

Par construction, il est attendu que la première méthode de détection des contenus en lien avec l’adaptation est la plus spécifique et la troisième la plus sensible ; la deuxième méthode permet d’offrir un compromis entre ces deux objectifs (voir résultats ci-dessous).

De façon importante, ces méthodes de détection sont valables quelles que soient les phrases clés originellement employées. L’approche par racines de mots clés, qui offre un bon compromis entre spécificité et généralité, a été employée de façon systématique. Quant aux critères d’exclusion, ils n’ont pas été employés dans les analyses retracées dans le rapport pour ne pas réduire le champ couvert par l’adaptation. Au demeurant, l’évaluation des critères d’exclusion sur la base des citations du GIEC pour la France indiquent qu’ils ont un effet très modeste, mais qu’ils peuvent être intéressants pour distinguer différents types de recherche en adaptation.

La cohérence générale de la méthode a pu être appréciée sur la base des données des citations du GIEC croisées avec HAL (voir résultats ci-dessous). Cette approche permet une analyse de cohérence externe sur la base d’un corpus indépendant.

En outre, sur la base des ensembles de projets détectés comme étant susceptible de concourir aux recherches dans le domaine de l’adaptation, l’ANR a mobilisé des experts de cette thématique afin de pouvoir écarter les faux positifs (projets ANR détectés par erreur) et se rapprocher au maximum du périmètre du programme national d’adaptation au changement climatique (PNACC). L’erreur commise par cette méthode a ainsi pu être estimée de façon précise (voir résultats ci-dessous).

Enfin une vérification additionnelle a pu être réalisée sur la base d’un jeu de données ouvert constitué par le CIRAD (voir résultats ci-dessous).

I.B. Analyses de cohérence de l’approche dérivée de Nalau et Verall (2021) avec différents jeux de données pour la France

I. B.1. Cohérence générale évaluée à partir des données des citations du GIEC croisées avec HAL (France).

Si l’on prend le groupe 2 du GIEC comme référence (groupe de prédilection pour les travaux relatifs à la recherche en adaptation), il apparaît que la première méthode de détection par phrases des contenus en lien avec l’adaptation est la plus spécifique et la troisième par caractères la plus sensible ; la deuxième méthode par racines de mots clés permet d’offrir un compromis entre ces deux objectifs (voir résultats ci-dessous).

1. Taux de détection suivant les groupes du GIEC.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Modalité d’analyse sémantique | Critères d’exclusion dérivés de Nalau et Verall | Ensemble des groupes du GIEC | Groupe 1 | Groupe 2 | Groupe 3 |
| Totaux documents | Écartés | 2 422 | 1 407 | 891 | 394 |
| Considérés | 2 142 | 1 342 | 675 | 384 |
| % détectés par phrase | Écartés | 3 % | 1 % | 7 % | 2 % |
| Considérés | 2 % | 1 % | 5 % | 2 % |
| % détectés par racines de mots | Écartés | 11 % | 6 % | 22 % | 8 % |
| Considérés | 9 % | 6 % | 16 % | 8 % |
| % détectés par caractères | Écartés | 14 % | 9 % | 24 % | 11 % |
| Considérés | 11 % | 8 % | 17 % | 10 % |

Source : analyse Cour des comptes d’après HAL. Les % sont exprimés par rapport aux totaux avec les critères d’exclusion écartés (première ligne du tableau).

Sur un plan plus qualitatif, les trois méthodes sémantiques employées permettent de capter préférentiellement les profils scientifiques représentés dans le 2e groupe du GIEC (voir tableaux ci-dessous et notamment le dernier pour la définition des codes employés pour les disciplines et disposer d’une comparaison avec l’ensemble du périmètre couvert par HAL).

Les critères d’exclusion jouent un rôle négligeable, à l’exception du groupe 2 où leur effet est plus marqué. Leur emploi conduit à augmenter la part relative des sciences humaines et sociales au détriment des sciences du vivant, ce qui est cohérent avec la sémantique mobilisée.

1. Profils disciplinaires des documents détectés par les méthodes sémantiques mises en œuvre. Les disciplines sont classées par effectifs décroissants.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Modalité d’analyse sémantique | Critères d’exclusion dérivés de Nalau et Verall | Ensemble des groupes du GIEC | Groupe 1 | Groupe 2 | Groupe 3 |
| Détection par phrase | Écartés | sde (1er)  sdv (2e)  shs (3e)  sdu (4e) phys (5e) | sde (1er)  shs (2e)  sdu (3e)  sdv (4e) Pas de 5e | sde (1er)  sdv (2e)  shs (3e)  sdu (4e)  phys (5e) | sde (1er)  sdv (2e)  shs (2e)  sdu (4e)  Pas de 5e |
| Considérés | sde (1er)  shs (2e)  sdv (3e)  sdu (4e)  phys (5e) | sde (1er)  shs (2e)  sdu (3e)  sdv (4e) Pas de 5e | sde (1er)  shs (2e)  sdv (3e)  sdu (4e)  phys (5e) | sde (1er)  sdv (2e)  shs (2e)  sdu (4e)  Pas de 5e |
| Détection par racines de mots | Écartés | sde (1er)  sdv (2e)  sdu (3e)  shs (4e)  phys (5e) | sdu (1er)  sde (2e)  sdv (3e)  shs (4e)  stat (5e) | sde (1er)  sdv (2e)  sdu (3e)  shs (4e)  spi (5e) | sde (1er)  sdv (2e)  shs (2e)  sdu (4e)  Pas de 5e |
| Considérés | sde (1er)  sdu (2e)  sdv (3e)  shs (4e)  phys (5e) | sdu (1er)  sde (2e)  sdv (3e)  shs (4e)  stat (5e) | sde (1er)  shs (2e)  sdv (3e)  sdu (4e)  spi (5e) | sde (1er)  sdv (2e)  shs (2e)  sdu (4e)  Pas de 5e |
| Détection par caractères | Écartés | sde (1er)  sdu (2e)  sdv (3e)  shs (4e)  phys (5e) | sdu (1er)  sde (2e)  sdv (3e)  phys (4e)  shs (5e) | sde (1er)  sdv (2e)  sdu (3e)  shs (4e)  spi (5e) | sde (1er)  shs (2e)  sdv (3e)  sdu (4e)  phys (5e) |
| Considérés | sde (1er)  sdu (2e)  shs (3e)  sdv (4e)  phys (5e) | sdu (1er)  sde (2e)  sdv (3e)  phys (4e)  shs (5e) | sde (1er)  shs (2e)  sdu (3e)  sdv (4e)  spi (5e) | sde (1er)  shs (2e)  sdv (3e)  sdu (4e)  phys (5e) |

Source : analyse Cour des comptes d’après HAL.

1. Disciplines scientifiques détaillées des articles cités par les groupes du GIEC.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Disciplines scientifiques[[16]](#footnote-17) | Ensemble des groupes du GIEC (2422 articles) | | Groupe 1  (1407 articles) | | Groupe 2  (891 articles) | | Groupe 3  (394 articles) | |
|  | Articles | % du total | Articles | % du total | Articles | % du total | Articles | % du total |
| **Planète et univers (0.sdu)** | 1824 | **44%** | 1499 | **64%** | 425 | 26% | 131 | 21% |
| **Sciences de l’environnement (0.sde)** | 1074 | 26% | 426 | 18% | 602 | **37%** | 164 | 27% |
| **Sciences du vivant (0.sdv)** | 489 | 12% | 98 | 4% | 355 | 22% | 72 | 12% |
| **Sciences de l’homme et de la société (0.shs)** | 376 | 9% | 49 | 2% | 164 | 10% | 192 | **31%** |
| **Physique (0.phys)** | 261 | 6% | 230 | 10% | 39 | 2% | 15 | 2% |
| 0.spi | 52 | 1% | 17 | 1% | 15 | 1% | 22 | 4% |
| 0.info | 34 | 1% | 11 | 0% | 18 | 1% | 7 | 1% |
| 0.stat | 23 | 1% | 17 | 1% | 7 | 0% | 1 | 0% |
| 0.chim | 8 | 0% | 5 | 0% | 4 | 0% | 0 | 0% |
| 0.qfin | 8 | 0% | 1 | 0% | 0 | 0% | 7 | 1% |
| 0.math | 7 | 0% | 4 | 0% | 4 | 0% | 0 | 0% |
| 0.scco | 1 | 0% | 1 | 0% | 0 | 0% | 0 | 0% |
| Cumul | 4 157 | 100% | 2 358 | 100% | 1 633 | 100% | 611 | 100% |

Source : analyse Cour des comptes d’après HAL. Nota pour l’interprétation des effectifs et cumuls : un même article peut être rattaché à plusieurs disciplines et peut également être cité par plusieurs groupes du GIEC.

1. Profils disciplinaires représentés dans HAL   
   pour l’ensemble du périmètre HAL.Science.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Disciplines scientifiques | Code des disciplines dans HAL | Documents (dont articles) | % du total |
| Sciences de l'homme et société  (dont l’économie : « 1.shs.eco ») | shs | 1 240 255 | 34% |
| Sciences du vivant | sdv | 654 724 | 18% |
| Physique | phys | 369 747 | 10% |
| Informatique | info | 346 837 | 9% |
| Sciences de l'ingénieur | spi | 330 229 | 9% |
| Sciences de l'environnement | sde | 180 752 | 5% |
| Chimie | chim | 175 469 | 5% |
| Planète et univers | sdu | 143 957 | 4% |
| Mathématiques | math | 126 885 | 3% |
| Sciences cognitives | scco | 46 521 | 1% |
| Statistiques | stat | 20 735 | 1% |
| Économie et finance quantitative | qfin | 10 884 | 0% |
| Science non linéaire | nlin | 4 362 | 0% |
| **Cumul** |  | **3 651 357** | **100%** |

Source : statistiques relatives aux disciplines scientifiques de l’archive HAL (<https://hal.science/browse/domain>), consultées le 10/05/2023. La terminologie des disciplines a été reprise de HAL.

I.B.2. Estimation de l’erreur commise sur la base du jeu de données de référence de l’ANR pour le PNACC

Les résultats rapportés dans ce tableau ci-dessous confirment le caractère optimal de la recherche par racines de mots clés. Les écarts avec l’ANR s’expliquent par le fait que la méthode de Nalau et Verall n’a été conçue que pour capter qu’une sous-partie bien précise du deuxième groupe du GIEC : la sous-partie dévolue à l’adaptation.

1. Estimation de l’erreur commise en regard du jeu de données de l’ANR.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Modalité d’analyse sémantique (sans les critères d’exclusion) | Total indiqué par l’ANR comme étant dans le périmètre du PNACC | Total détecté par la Cour avec la méthode indiquée | Total détecté par la Cour présent dans le jeu de l’ANR | Part du jeu de l’ANR capté par la Cour | Part de « vrais positifs » parmi les détectés |
| Détection par phrase | 828 | 79 | 63 | 7,6 % | 79,7 % |
| **Détection par racines de mots** | **828** | **552** | **364** | **44,0 %** | **65,9 %** |
| Détection par caractères | 828 | 674 | 415 | 50,1 % | 61,6 % |

Source : analyses Cour des comptes comparée avec le jeu de référence de l’ANR ainsi que les données ouvertes de l’ANR.

Toutefois, la comparaison fine de la méthode dérivée de Nalau et Verall avec les sous-ensembles classés « à la main » du jeu de référence de l’ANR indique que cette méthode va capter également des projets relatifs à la connaissance du climat ainsi qu’à ses impacts, et pas exclusivement des projets en adaptation (voir tableau ci-dessous). La réponse de l’INRAE à la Cour confirme cette analyse sur la base de données indépendantes[[17]](#footnote-18). Pour cette raison, le filtre dérivé de Nalau et Verall n’est employé pour capter la recherche en adaptation sur des bases homogènes et comparables qu’en l’absence d’alternative identifiée.

1. Estimation de l’erreur commise en regard du jeu de données de l’ANR pour le sous-ensemble de projets catégorisés « à la main » par des experts comme étant dans le domaine de l’adaptation à proprement parler).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Modalité d’analyse sémantique (sans les critères d’exclusion) | Total indiqué par l’ANR comme étant dans le périmètre du PNACC pour l’adaptation spécifiquement | Total détecté par la Cour avec la méthode indiquée | Total détecté par la Cour présent dans le sous-jeu de l’ANR | Part du sous-jeu de l’ANR capté par la Cour | Part de « vrais positifs » parmi les détectés |
| Détection par phrase | 295 | 79 | 44 | 14,9 % | 55,7 % |
| **Détection par racines de mots** | **295** | **552** | **198** | **67,1 %** | **35, 9 %** |
| Détection par caractères | 295 | 674 | 209 | 70,8 % | 31,0 % |

Source : analyses Cour des comptes comparée avec le jeu de référence de l’ANR ainsi que les données ouvertes de l’ANR.

S’agissant de l’analyse des données de l’ANR, le jeu de référence de l’agence pour le PNACC a été utilisé de façon préférentielle dans le rapport principal. La cohérence globale de ce jeu de données a pu être vérifiée quantitativement par la Cour tant par la méthode dérivée de Nalau et Verall (voir ci-dessous) qu’avec une méthode plus couvrante qui intègre également les mots clés dérivés des travaux du GIEC (voir le point II ci-dessous).

I.B.3. Estimation de l’erreur commise sur la base du jeu de données de référence du CIRAD

Le CIRED a constitué un jeu de publications de référence obtenu par une analyse sémantique multilingue portant sur l’ensemble du périmètre scientifique du groupe 2 du GIEC, y compris avec les risques et les vulnérabilités, et appliquées aux données de l’archive ouverte des publications de l’organisme accessibles va l’outil « Agritrop » [[18]](#footnote-19).

Sur les 753 publications retracées dans l’archive ouverte au moment de l’analyse de la Cour, il a été possible d’en détecter 480, soit 64 % du total, avec l’approche dérivée de Nalau et Verall consistant à détecter les racines de mots clés (sans les critères d’exclusion). Les chiffres sont de 16 % et 65 % du total avec les méthodes par phrases et par caractères respectivement. Ces éléments confirment le caractère optimal de la recherche par racines de mots clés.

Quant aux écarts observés avec le jeu du CIRAD, ils peuvent s’expliquer par le fait que les termes relatifs aux risques et vulnérabilités ne sont pas explicitement pris en compte avec l’approche sémantique dérivée de Nalau et Verall.

II. Approche sémantique dérivée des glossaires et du corpus du GIEC

II.A. Présentation de la méthode

Les métadonnées contenues dans les fichiers bibliographiques du GIEC sont exploitées pour enrichir les mots clés employés et construire des « détecteurs » sémantiques calés sur les périmètres de chacun des trois groupes du GIEC. Ces mots clés sont également employés pour des requêtes bibliométriques.

Les mots clefs proposés sont issus des glossaires des rapports dont la fréquence d’occurrence dans les titres des publications citées par le GIEC. En effet, titres mis à part, et notamment dans le cas du rapport du troisième groupe, les métadonnées sont très incomplètes. Cette inégalité de complétude interdit donc toute analyse de fréquence d'occurrence de mots clefs sur d'autres champs que les titres. Les titres ont par ailleurs l’avantage de regrouper les mots les plus importants d’une publication.

Trois cas sont distingués dans la recherche des mots-clefs au sein des titres :

* Les mots unitaires du type *Adaptation ;*
* Les suites de mots tels que *Climate model* appréhendés comme des phrases indivisibles ;
* Les suites de mots suivies d'un sigle souvent entre parenthèses de laquelle on supprime cette dernière partie.

Chaque mot (ou bloc de mot) est cherché comme une phrase (c’est-à-dire un bloc indivisible) dans les titres des références du GIEC. En fonction du nombre d'occurrences dans les titres, on construit l'indice de spécialisation de chaque mot stratifié groupe suivant des métriques analogues à celles employés pour les journaux.

Les mots-clefs les plus fréquents dont l’indice de spécialisation est supérieur à 0,8 sont utilisés pour renforcer les analyses sémantiques ainsi que pour permettre des requêtages d’outils bibliométriques (voir ci-dessous).

Par ailleurs, on observe, sans surprise, que le mot « climat » est le plus fréquent dans le corpus du GIEC. S’il est peu spécifique parmi les trois groupes, il est spécifique des thématiques générales GIEC par rapport aux autres domaines de la science. Le terme « climat » est donc employé également pour la construction des filtres sémantiques.

II.B. Construction des filtres sémantiques adaptés à la recherche *pour* l’adaptation

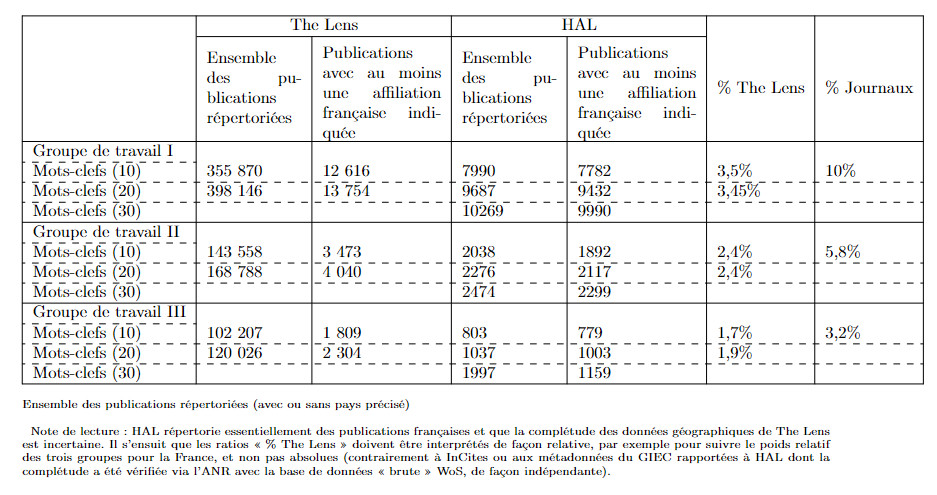
Pour un groupe du GIEC donné, le filtre sémantique est donné par la conjonction (opérateur « ET ») du mot « climat » et d’au moins un terme parmi les *k* termes spécifiques les plus fréquents pour ce même groupe. La valeur de *k* est définie au point ci-dessous.

Le filtre pour la recherche pour l’adaptation est donné par l’union de la méthode dérivée de Nalau et Verall, du filtre du groupe 1, ainsi que du filtre du groupe 2.

II.C. Paramétrage des filtres à partir de requêtes The Lens et HAL.

Les mots-clefs dont l’indice de spécialisation est supérieur à 0,8 sont utilisés dans HAL et The Lens (base de données de publications en open data à l’échelle du monte entier) comme filtres pour estimer un volume des corpus, avec différentes valeurs de k employées (voir tableau ci-dessous).

1. Ajustement de la valeur de *k* par des requêtes sur HAL et The Lens.



Le tableau indique qu’une valeur de k = 10 suffit pour donner des résultats satisfaisants.

Quelle que soit la valeur de k, on observe par ailleurs que la dysmétrie observée dans le corps de texte du rôle de la recherche française entre les corpus adaptation et atténuation prévaut à grande échelle (voir tableau ci-dessous).

II.C. Vérification de cohérence en appliquant la méthode au jeu de données de référence de l’ANR pour le PNACC.

Les résultats rapportés dans ce tableau ci-dessous permettent de valider les filtres sémantiques préposés avec k = 10 et confirment le caractère optimal de la recherche par racines de mots clés.

1. Estimation de l’erreur commise en regard du jeu de données de l’ANR.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Modalité d’analyse sémantique (sans les critères d’exclusion) | Total indiqué par l’ANR comme étant dans le périmètre du PNACC | Total détecté par la Cour avec la méthode indiquée | Total détecté par la Cour présent dans le jeu de l’ANR | Part du jeu de l’ANR capté par la Cour | Part de « vrais positifs » parmi les détectés |
| **Détection par phrase dérivée de Nalau et Verall**  **OU**  **« avec le mot « climat » ainsi qu’au moins un mot spécifique du groupe 1 (k = 10) ou du groupe 2 (k = 10) »** | 828 | 895 | 595 | 71,9 % | 66,5 % |
| **Détection par racines de mots dérivée de Nalau et Verall**  **OU**  **« avec le mot « climat » ainsi qu’au moins un mot spécifique du groupe 1 (k = 10) ou du groupe 2 (k = 10) »** | **828** | **987** | **637** | **76,9 %** | **64,5 %** |
| **Détection par caractères dérivée de Nalau et Verall**  **OU**  **« avec le mot « climat » ainsi qu’au moins un mot spécifique du groupe 1 (k = 10) ou du groupe 2 (k = 10) »** | 828 | 1053 | 659 | 79,6 % | 62,3 % |

Source : analyses Cour des comptes comparée avec le jeu de référence de l’ANR ainsi que les données ouvertes de l’ANR.

# Analyse de robustesse avec les données « *Web of Science* » de l’ANR

Objectifs

Afin de préciser la portée des analyses réalisées à partir des outils HAL et *InCites*, la Cour a réalisé des échanges méthodologiques approfondis avec l’ANR qui exploite l’outil du « *Web of Science* ». Sur la base des 42 325 données de citations du GIEC harmonisées par la Cour, l’ANR a pu récupérer 36 121 références à partir de l’outil « *Web of Science* ».

Les métadonnées tirées de « *Web of Science* » ont permis des vérifications ciblées, tant par l’ANR que par la Cour, de façon indépendante, afin de dresser un panorama aussi robuste et précis que possible sur la recherche pour l’adaptation.

Résultats

L’analyse des métadonnées de « *Web of Science* » indiquent que la couverture de HAL est globalement très satisfaisante pour ce qui concerne les citations du GIEC (voir tableau ci-dessous). Avec l’emploi de HAL pris isolément, il est en effet possible de capter plus de 70 % de la production totale française telle que retracée dans l’union mathématique des références françaises retracées dans HAL et « *Web of Science* » pour la France. Le ratio entre les nombres respectifs de références retracées dans HAL et « *Web of Science* » (France) est supérieur à 76 %.

1. Analyse du recouvrement entre HAL et « *Web of Science* » (WOS).

|  |  |
| --- | --- |
| Périmètre de l’analyse pour la France explicitement identifiée dans les bases | Nombre de DOI uniques |
| WOS (France) | 3 168 |
| HAL | 2 422 |
| Intersection de WOS et HAL | 2 187 |
| Union de WOS et HAL | 3 403 |
| Références dans WOS mais pas dans HAL | 981 |
| Références dans HAL mais pas dans WOS | 235 |

Source : analyses de la Cour à partir des métadonnées brutes de « Web of Science » communiquées par l’ANR et comparées avec les données issues de HAL.

Le tableau ci-dessous présente une analyse détaillée des données de « *Web of Science* ». Les résultats indiquent que la relation d’ordre observée entre les trois groupes du GIEC pour la France est parfaitement congruente avec celle rapportée dans le rapport sur la base des outils HAL et *InCites*.

1. Tableau. Analyse de robustesse des résultats tirés de HAL sur la base d’un jeu de données « Web of Science » communiqué par l’ANR.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Groupes du GIEC considérés | Ensemble des groupes du GIEC | Sciences du climat  (groupe 1) | Risques, vulnérabilités et adaptation (groupe 2) | Atténuation (groupe 3) |
| Documents uniques cités par le GIEC (analyse Cour) [G] | 42 325 | 14 900 | 16 252 | 13 778 |
| Documents uniques cités par le GIEC et retrouvés par l’ANR dans Web of Science (WoS) (données ANR) [Wtot] | 36 121 | Non calculable de façon aisée sans l’ensemble des DOI | Non calculable de façon aisée sans l’ensemble des DOI | Non calculable de façon aisée sans l’ensemble des DOI |
| Documents uniques cités par le GIEC et retrouvés par l’ANR dans Web of Science (WoS) avec un identifiant « DOI » unique (données ANR retraitées par la Cour) [Wdoi] | 33 891 | 12 190 | 14 169 | 9 859 |
| Part des documents retrouvés dans WoS avec un DOI  [G/Wdoi] | 80,0 % | 81,8 % | 87,1 % | 71,6 % |
| Nombre de documents impliquant au moins un auteur affilé à une structure de recherche française (données ANR retraitées par la Cour)  [Fdoi tiré de Wdoi] | 3 168 | 1 712 | 1 191 | 590 |
| Poids estimé de la France dans les citations du GIEC [Fdoi/Wdoi] | 9,3 % | 14,0 % | 8,4 % | 6,0 % |
| Rang mondial de la France déduit des données Web of Science de l’ANR en ne comptant chaque pays qu’une fois par document (analyse Cour) | Sixième[[19]](#footnote-20) | Quatrième[[20]](#footnote-21) | Septième[[21]](#footnote-22) | Onzième[[22]](#footnote-23) |

Source : analyses de la Cour à partir des métadonnées brutes de « Web of Science » communiquées par l’ANR.

Enfin, la figure ci-dessous indique que HAL et Web of Science donnent des résultats parfaitement congruents y compris au grain très fin des 67 chapitres du GIEC. Il n’y a donc pas de biais particulier associé à l’emploi de l’un ou l’autre des deux outils pour ce qui concerne les thématiques scientifiques, secteurs, et territoires traités dans les chapitres détaillés des trois rapports détaillés du GIEC.

1. Analyse de concordance entre HAL et Web of Science (France) au grain de l’ensemble des chapitres des trois rapports principaux du GIEC (6e cycle).

Source : analyses de la Cour à partir des métadonnées brutes de « Web of Science » communiquées par l’ANR et comparées avec les données issues de HAL. La relation linéaire est donnée par HAL = 0,78 WoS. Le coefficient de corrélation de Pearson entre les deux variables est de 98,6 % avec une p-valeur négligeable.

# Analyses de positionnement des travaux français

La place des travaux français dans les trois groupes du GIEC

1. Poids scientifique de la France sur la scène internationale dans le domaine de la recherche pour l’adaptation d’après trois méthodes complémentaires.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Groupes du GIEC considérés | Ensemble des groupes du GIEC | Sciences du climat (groupe 1) | Risques, vulnérabilités et adaptation (groupe 2) | Atténuation (groupe 3) |
| Documents uniques cités par le GIEC [T] | 42 325 | 14 900 | 16 252 | 13 778 |
| Totaux des documents retrouvés dans HAL [H] | 2 513 | 1 438 | 941 | 417 |
| Totaux des documents retrouvés dans HAL avec au moins une structure française citée [F] | 2 422 | 1 407 | 891 | 394 |
| Poids estimé de la France dans les citations du GIEC (Cour d’après Hal) | 5,7 % | 9,4 % | 5,5 % | 2,9 % |
| Poids de la France déduit de l’outil InCites (Cour) | 8,6 % | 10,0 % | 5,8 % | 3,2 % |
| Poids de la France déduit de l’outil « Web of Science » (Cour à partir des données de l’ANR) | 9,3 % | 14,0 % | 8,4 % | 6,0 % |
| Rang mondial de la France déduit de l’outil InCites (Cour) | Cinquième  derrière les Etats-Unis, la Chine, le Royaume-Uni et l’Allemagne | Cinquième  derrière les Etats-Unis, la Chine, le Royaume-Uni et l’Allemagne | Huitième  derrière les Etats-Unis, la Chine, le Royaume-Uni, l’Allemagne, l’Espagne, l’Australie et le Canada | Dixième  derrière la Chine, les Etats-Unis, le Royaume-Uni, l’Allemagne, le Canada, l’Espagne, l’Australie, l’Italie et l’Inde |
| Rang mondial de la France déduit de « Web of Science » (Cour à partir des données de l’ANR) | Sixième  derrière les Etats-Unis, le Royaume-Uni, l’Allemagne, l’Australie et la Chine | Quatrième  derrière les Etats-Unis, le Royaume-Uni et l’Allemagne | Septième  derrière les Etats-Unis, le Royaume-Uni, l’Australie, l’Allemagne, le Canada et les Pays-Bas | Onzième  derrière les Etats-Unis, le Royaume-Uni, l’Allemagne, les Pays-Bas, la Chine, l’Australie, le Canada, la Suède, l’Italie et l’Autriche |

Source : analyses Cour des comptes d’après trois méthodes complémentaires pour la période 1999 à 2021 qui concentre l’essentiel des citations des rapports du dernier cycle du GIEC. Cette période regroupe 98 % des citations du GIEC pour le monde entier. D’après InCites, tous journaux scientifiques confondus, la France se situe au sixième rang mondial sur cette même période et représente 4,5 % des publications mondiales. Données InCites datées d’avril 2023 (“dataset updated Apr 28, 2023. Includes Web of Science content indexed through Mar 31, 2023”).

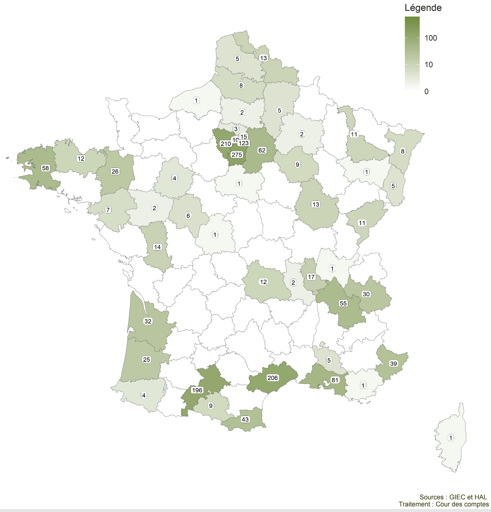
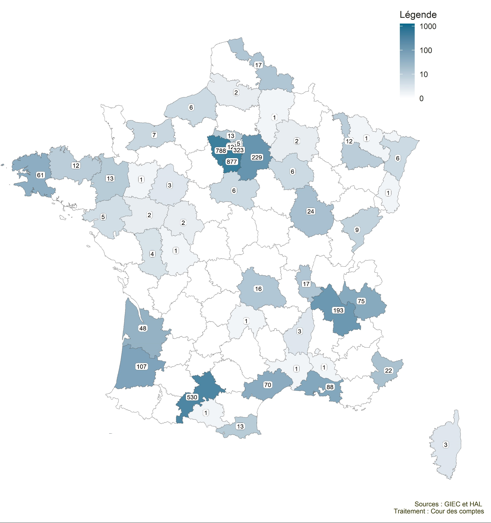
1. Estimation de l’évolution de la production scientifique (en %) ainsi que du rang de la France (en places) d’après des données indirectes fondées sur les journaux scientifiques particulièrement cités par le GIEC.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Production de 1999 à 2010 (rang de la France) | | Production de 2011 à 2021 (rang de la France) | | Évolution en % (en places pour la France) | |
|  | Monde | France | Monde | France | Monde | France |
| Ensemble des groupes du GIEC | 41 762 | 3 721  (4e) | 67 717 | 5 708  (5e) | 62 % | 53 % (- 1 place) |
| Sciences du climat (groupe 1) | 38 096 | 3 630  (4e) | 57 018 | 5 933  (5e) | 50 % | 63 % (- 1 place) |
| Risques, vulnérabilités et adaptation (groupe 2) | 19 928 | 1 657  (5e) | 72 092 | 3 689  (9e) | 262 % | 123 % (-4 places) |
| Atténuation (groupe 3) | 26 159 | 874  (11e) | 111 405 | 3 479  (10e) | 326 % | 298 %  (+ 1 place) |

Source : synthèse Cour des comptes d’après InCites consulté en juin 2021. La méthode ici employée est basée sur des données indirectes (dix premiers journaux cités par le GIEC pour chaque ensemble analyse, hors journaux généralistes et uniquement avec les journaux spécifiques à plus de 80 % pour les trois groupes du GIEC analysés de façon isolée). \*Les journaux du groupe 1 étant les plus fréquemment cités, il s’ensuit que les résultats d’ensemble sont semblables à ceux du groupe 1.

Une recherche nationale marquée par d’importantes disparités sectorielles et territoriales

1. Répartition départementale des citations des structures françaises citées par les deux premiers groupes du GIEC.



Source : analyses Cour des comptes d’après les citations du GIEC (6e cycle) croisées avec l’outil Hal. La carte en bleu représente les structures citées par le groupe 1 relatif aux sciences fondamentales du climat. La carte en vert représente les structures citées par le groupe 2 relatif aux risques, vulnérabilité et à l’adaptation au changement climatique.

1. Citation par le GIEC des principaux opérateurs rattachés aux Outre-Mer

Source : analyses Cour des comptes d’après les citations du GIEC (6e cycle) croisées avec l’outil HAL.

1. Disciplines des articles français cités par le GIEC

Source : Cour des comptes d’après les données de citations du GIEC harmonisées et croisées avec Hal.

1. La France n’échappe pas à la logique mondiale de « silo », tout particulièrement pour les interactions entre adaptation et atténuation

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Groupes 1 et 2 | Groupes 1 et 3 | Groupes 2 et 3 | Groupes 1, 2 et 3 |
| Totaux des documents (uniques) cités par tous les groupes considérés [T\_intersection] | 1 372 | 411 | 950 | 128 |
| Totaux des documents (uniques) cités par au moins un des groupes considérés [T\_union] | 29 780 | 28 267 | 29 080 | 42 325 |
| **Part des documents aux interfaces entre les groupes considérés**  **[=T\_intersection / T\_union]** | **4,6 %** | **1,5 %** | **3,3 %** | **0,3 %** |
| Totaux avec au moins une structure française citée cités par tous les groupes considérés [F\_intersection] (HAL) | 180 | 50 | 55 | 15 |
| Totaux avec au moins une structure française citée cités par tous les groupes considérés [F\_union] (HAL) | 2 118 | 1 751 | 1 230 | 2 422 |
| **Part des documents aux interfaces entre les groupes considérés pour la France**  **[=F\_intersection / F\_union]** | **8,5 %** | **2,9 %** | **4,4 %** | **0,6 %** |
| **Poids relatif de la France par rapport au monde** | **1,8** | **1,9** | **1,3** | **2,0** |

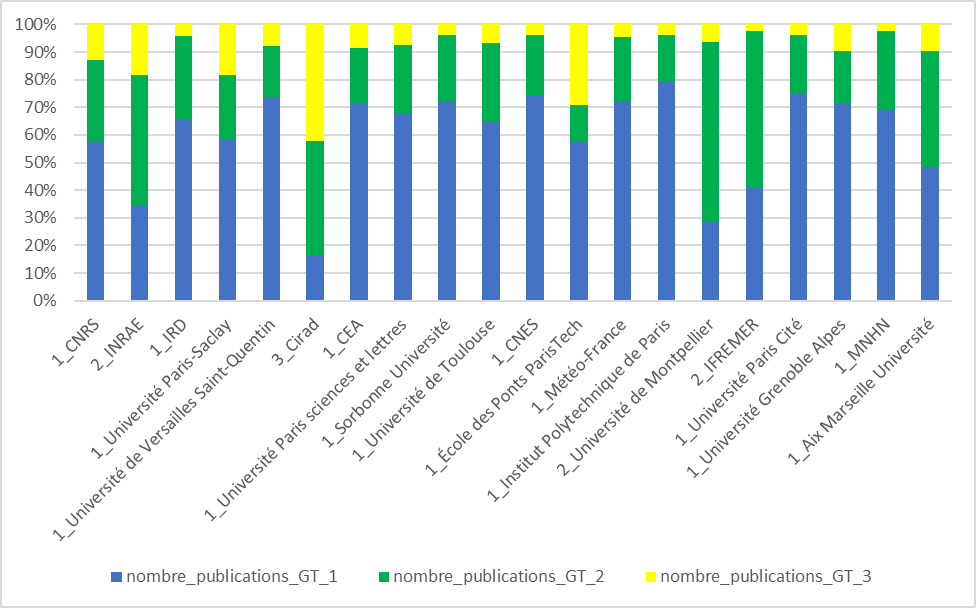
*Source : analyses Cour des comptes d’après les citations du GIEC et HAL.*

1. Part des publications des opérateurs   
   dans la recherche en adaptation (en %)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Opérateur de recherche | Nombre de publications de recherche pour l'adaptation | Nombre de publications de recherche en adaptation | Part de la recherche en adaptation dans la recherche pour l'adaptation |
| CNRS | 1835 | 193 | 11% |
| Inraé | 518 | 105 | 20% |
| IRD | 849 | 80 | 9% |
| Université Paris-Saclay | 689 | 73 | 11% |
| Université de Versailles Saint-Quentin | 894 | 55 | 6% |
| Cirad | 142 | 51 | 36% |
| CEA | 843 | 49 | 6% |
| Université Paris sciences et lettres | 656 | 44 | 7% |
| Sorbonne Université | 662 | 43 | 6% |
| Université de Toulouse | 389 | 42 | 11% |
| CNES | 586 | 41 | 7% |
| École des Ponts ParisTech | 252 | 32 | 13% |
| Météo-France | 349 | 30 | 9% |
| Institut Polytechnique de Paris | 488 | 28 | 6% |
| Université de Montpellier | 181 | 27 | 15% |
| Ifremer | 145 | 25 | 17% |
| Université Paris Cité | 339 | 21 | 6% |
| Université Grenoble Alpes | 220 | 19 | 9% |
| MNHN | 299 | 18 | 6% |
| Aix Marseille Université | 127 | 18 | 14% |

Source : analyses Cour des comptes d’après les citations du GIEC (6e cycle) croisées avec l’outil Hal. La recherche pour l’adaptation correspond aux publications citées par le groupe 1 ou le groupe 2 du GIEC. La recherche en adaptation est identifiée par application d’un filtre sémantique dérivé de Nalau et Verall sur l’ensemble des publications citées par le GIEC pour les opérateurs concernés. Comme l’indique Météo France dans le cadre ses échanges avec la Cour, il serait également intéressant de pouvoir réaliser des analyses complémentaires en fonction du nombre de personnels de recherche affectés par les différents opérateurs de recherche au sein des unités mixtes de recherche. Cette approche ne peut toutefois pas être mise en œuvre sur la base des données actuellement mobilisables[[23]](#footnote-24).

1. Profils de citations des 20 premiers opérateurs de la recherche en adaptation   
   (en %)



Source : analyses Cour des comptes d’après les citations du GIEC (6e cycle) croisées avec l’outil Hal. Le numéro indiqué en vis-à-vis de chaque opérateur de recherche indique le groupe du GIEC où il est le plus cité.

Quelques exemples de structurations intégratives dans le domaine de la recherche en soutenabilité

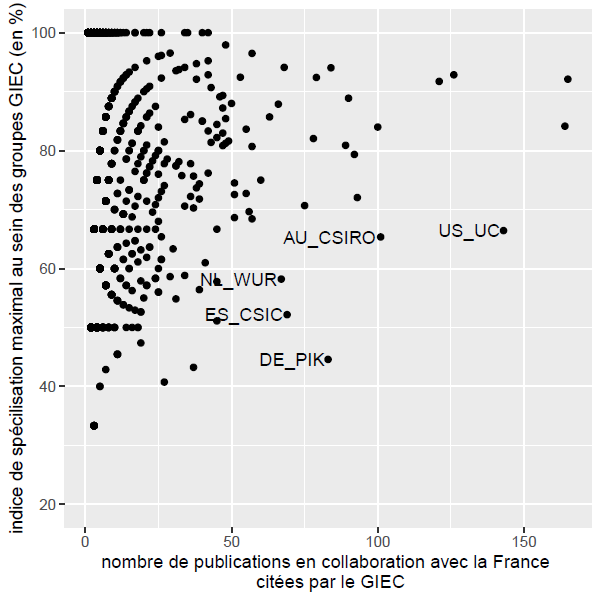
Un comparatif international réalisé par la Cour à partir des travaux cités par le GIEC et croisés avec la base Hal du CNRS (voir graphique ci-dessous) indique que cinq grandes structures qui collaborent activement avec les acteurs de la recherche française présentent des profils équilibrés entre les trois groupes du GIEC : l’université de Californie aux Etats-Unis, le CSIRO australien, le conseil supérieur de la recherche scientifique espagnol, ainsi que l’université de Wageningen aux Pays-Bas et le Potsdam institute for climate impact research allemand.

Si les trois premières structures étrangères identifiées sont multisites à l’image des grands opérateurs français que sont le CNRS et à l’Inraé, les deux dernières concentrent leurs forces scientifiques sur des sites uniques. L’université de Wageningen est positionnée en tant qu’université mondiale de référence dans les secteurs de l’agriculture et de l’environnement. Le Potsdam institute for climate impact research (PIK) a un positionnement ciblé sur les enjeux climatiques et de soutenabilité planétaire ; il fait donc l’objet d’un développement spécifique.

Fondé en 1992, le PIK est une organisation à but non-lucratif qui réalise des études interdisciplinaires en lien avec la recherche pour l’adaptation dans de nombreux secteurs, y compris dans le domaine de la santé. En 2022, son budget est de 31,5 M€[[24]](#footnote-25) et il emploie 407 personnes regroupées dans la ville allemande de Potsdam, à proximité de Berlin. L’initiative ISIMIP[[25]](#footnote-26) coordonnée par le PIK développe des jeux de données climatiques et socioéconomiques dans le but de proposer des analyses d’impacts pour de nombreux secteurs. Ces éléments sont mis à disposition du public dans le cadre du projet ISIpedia[[26]](#footnote-27), également coordonné par le PIK, avec des financements européens et français. Le LSCE, première fédération de recherche française des sciences du climat, a contribué aux projets ISMIP et ISIpedia.

En France, la restructuration de l’université de la Rochelle autour d’une stratégie de formation et de recherche ciblée sur les enjeux littoraux constitue un autre exemple d’initiative originale, même si la Cour observe que le profil de cet établissement demeure polarisé sur le groupe 2 du GIEC, en raison notamment de lacunes dans le domaine de l’économie.

1. Comparaison internationale du profil d’opérateurs de recherche collaborant avec la France



Source : analyses Cour des comptes d’après les citations du GIEC (6e cycle) croisées avec l’outil HAL. L’indice de spécialisation maximal correspond au ratio le plus élevé entre le nombre de citation dans un groupe du GIEC donné rapporté aux citations dans l’ensemble des groupes. Par construction, cet indice est compris entre 33 % (profil de citations parfaitement équilibré) et 100 % (profil de citations totalement spécialisé). Dans l’ensemble, l’indice de spécialisation maximal tend à décroître avec le nombre de publications citées[[27]](#footnote-28), avec quelques exceptions notables ici indiquées par des étiquettes. Légende des cinq établissements identifiés comme étant de grande taille et doté d’un profil équilibré : l’université de Californie aux Etats-Unis (« US\_UC »), le CSIRO australien (« AU\_CSIRO »), le conseil supérieur de la recherche scientifique espagnol (« ES\_CSIC »), ainsi que l’université de Wageningen aux Pays-Bas (« NL\_WUR ») et le Potsdam institute for climate impact research allemand (« DE\_PIK »).

De nombreux laboratoires visibles et impliqués pour l’adaptation de la France au changement climatique

Afin de compléter ses observations quantitatives (voir analyses ci-dessous), et en complément des échanges avec les tutelles, bailleurs, agences d’expertise et opérateurs de recherche (organismes et universités), la Cour a pris l’attache de nombreux laboratoires visibles dans le domaine de l’adaptation et répartis sur l’ensemble du territoire national (Ile-de-France, métropoles de Toulouse et Grenoble, La Rochelle ainsi que Kourou en Guyane). Elle a également échangé avec deux fédérations de laboratoires (institut Pierre-Simon Laplace en Ile-de-France et observatoire des sciences de l’univers de Grenoble) qui concentrent de nombreuses forces dans ces domaines.

Quelle que soit leur positionnement, l’ensemble de ces acteurs sont visibles au sein des rapports du GIEC. La Cour a pu constater la très large palette de solutions et d’expertise pour l’adaptation proposée par ces laboratoires et leurs regroupements.

1. Poids et rayonnement général des laboratoires dans les domaines de la recherche pour l’adaptation et en adaptation.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nature du laboratoire | Total | Recherche pour l’adaptation | Recherche en adaptation | Part pour l’adaptation | Part en adaptation |
| Unité mixte | 1 547 | 187 | 84 | 12% | 5% |
| Unité propre  (dont unités expérimentales) | 1 857 | 43 | 12 | 2% | 1% |
| Unité mixte internationale | 47 | 1 | 1 | 2% | 2% |
| Ensemble des unités | 3 451 | 231 | 97 | 7% | 3% |

Source : Source : analyses Cour des comptes d’après les citations du GIEC (6e cycle) croisées avec les outils hal et RNSR. Seul le grain des laboratoires est considéré.

1. Estimation comparative des laboratoires mobilisés dans la recherche pour l’adaptation sur la base des réponses des opérateurs au questionnaire de la Cour

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Tutelle | Nombre total de laboratoires | Nombre de laboratoires actifs dans la recherche pour l'adaptation (réponses des opérateurs) | Nombre de laboratoires cités par les groupes 1 et 2 du GIEC (analyse de la Cour) | Part des laboratoires cités par le GIEC dans le total indiqué par l'opérateur |
| CNRS | 1 161 | 241 | 148 | 61% |
| Inraé | 256 | 145 | 49 | 34% |
| IRD | 65 | 41 | 33 | 80% |
| Cirad | 28 | 27 | 21 | 78% |
| Inserm | 367 | 5 | 7 | 140% |
| CEA | 127 | 4 | 5 | 125% |
| Université Grenoble Alpes | 89 | 3 | 14 | 467% |
| Météo-France | 5 | 2 | 3 | 150% |

Source : réponses des opérateurs et analyse de la Cour d’après les citations du GIEC (6e cycle) croisées avec les outils Hal et RNSR. Pour l’analyse de la Cour, seul le grain des laboratoires est considéré.

1. Tutelle des laboratoires impliqués dans la recherche pour l’adaptation.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tutelles | Nombre de laboratoires impliqués dans la recherche pour l'adaptation | Nombre de laboratoires impliqués dans la recherche en adaptation | Part de la recherche en adaptation dans la recherche pour l'adaptation |
| CNRS | 148 | 64 | 6% |
| Inraé | 49 | 29 | 11% |
| IRD | 33 | 20 | 31% |
| Sorbonne Université | 27 | 11 | 7% |
| Cirad | 21 | 15 | 54% |
| Université Paris sciences et lettres | 18 | 9 | 9% |
| Université de Montpellier | 16 | 9 | 12% |
| Institut Agro | 15 | 10 | 28% |
| Université Grenoble Alpes | 14 | 5 | 6% |
| Aix-Marseille Université | 14 | 8 | 7% |

Source : Cour d’après les citations du GIEC (6e cycle) croisées avec les outils Hal et RNSR, et associée à des analyses sémantiques.

1. Taille, concentration et principaux laboratoires de recherche suivant les groupes du GIEC considérés.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Ensemble des groupes | Groupe 1 | Groupe 2 | Groupe 3 |
| Nombre de laboratoires | 272 | 138 | 176 | 106 |
| Niveau de concentration des citations pour les laboratoires du groupe concerné (indice de Gini ; en %) | 81% | 92% | 78% | 85% |
| Dix premiers laboratoires les plus cités (classés par nombre décroissant de citations par le GIEC retracées dans HAL ; voir l’annexe consacrée aux laboratoires pour la signification des sigles). | LSCE  LOCEAN  LMD  CNRM  IGE  LATMOS  LEGOS  CIRED  CEREGE  LOV | LSCE  LOCEAN  LMD  CNRM  IGE  LATMOS  LEGOS  CEREGE  LAERO  HSM | LSCE  LOCEAN  CNRM  MARBEC  LOV  LIENSs  LMD  IMBE  IGE  LEGOS | LSCE  CIRED  GAEL  CNRM  LMD  ECOSYS  CES  LOCEAN  PjSE  AIDA |

Source : afin de pouvoir interpréter les indices de Gini sur des bases comparables, le même ensemble de laboratoire est considéré pour les quatre calculs, en l’occurrence les 272 laboratoires avec au moins une publication citée par au moins l’un des trois groupes du GIEC.

1. Part des publications des laboratoires   
   dans la recherche en adaptation (en %)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Laboratoire de recherche | Nombre de publications de recherche pour l'adaptation | Nombre de publications de recherche en adaptation | Part de la recherche en adaptation dans la recherche pour l'adaptation |
| 1\_LSCE | 594 | 38 | 6% |
| 1\_LOCEAN | 263 | 11 | 4% |
| 1\_LMD | 220 | 14 | 6% |
| 1\_CNRM | 217 | 17 | 8% |
| 1\_IGE | 119 | 7 | 6% |
| 1\_LATMOS | 77 | 3 | 4% |
| 1\_LEGOS | 70 | 5 | 7% |
| 3\_CIRED | 22 | 16 | 73% |
| 1\_CEREGE | 56 | 5 | 9% |
| 2\_LOV | 46 | 4 | 9% |
| 2\_MARBEC | 46 | 10 | 22% |
| 2\_LIENSs | 41 | 15 | 37% |
| 2\_IMBE | 38 | 7 | 18% |
| 1\_HSM | 31 | 3 | 10% |
| 1\_ISEM | 28 | 1 | 4% |
| 1\_METIS | 26 | 4 | 15% |
| 2\_CEFE | 26 | 3 | 12% |
| 1\_LAERO | 25 | 1 | 4% |
| 1\_BGS | 23 | 1 | 4% |
| 2\_GET | 20 | 1 | 5% |

Source : analyses Cour des comptes d’après les citations du GIEC (6e cycle) croisées avec l’outil Hal. La recherche pour l’adaptation correspond aux publications citées par le groupe 1 ou le groupe 2 du GIEC. La recherche en adaptation est identifiée par application d’un filtre sémantique dérivé de Nalau et Verall sur l’ensemble des publications citées par le GIEC pour les laboratoires concernés. Le numéro indiqué en vis-à-vis de chaque laboratoire indique le groupe du GIEC où il est le plus cité.

1. Profils de citations des 20 premiers laboratoires cités par le GIEC (en %)

Source : analyses Cour des comptes d’après les citations du GIEC (6e cycle) croisées avec l’outil Hal. Le numéro indiqué en vis-à-vis de chaque laboratoire indique le groupe du GIEC où il est le plus cité.

1. Disciplines des laboratoires impliqués dans la recherche pour l’adaptation et la recherche en adaptation

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Domaine scientifique | Nombre total de laboratoires | Nombre de laboratoires impliqués dans la recherche pour l’adaptation | Nombre de laboratoires impliqués dans la recherche en adaptation | Part de la recherche pour l’adaptation | Part de la recherche en adaptation |
| Sciences de la terre et de l'univers, espace | 159 | 65 | 36 | 41% | 23% |
| Sciences agronomiques et écologiques | 365 | 90 | 52 | 25% | 14% |
| Physique | 213 | 22 | 4 | 10% | 2% |
| Sciences pour l'ingénieur | 363 | 37 | 10 | 10% | 3% |
| Chimie | 250 | 18 | 3 | 7% | 1% |
| Sciences de la société | 460 | 31 | 16 | 7% | 3% |
| Sciences humaines et humanités | 662 | 40 | 19 | 6% | 3% |
| Sciences et technologies de l'information et de la communication | 466 | 22 | 10 | 5% | 2% |
| Biologie, médecine et santé | 1057 | 40 | 17 | 4% | 2% |

Source : analyses Cour des comptes d’après les citations du GIEC (6e cycle) croisées avec l’outil Hal. La recherche en adaptation est identifiée par application d’un filtre sémantique dérivé de Nalau et Verall sur l’ensemble des publications citées par le GIEC pour les laboratoires concernés. Au niveau des disciplines des laboratoires, les sciences de la terre et de l'univers ainsi que les sciences agronomiques et écologiques prévalent dans la recherche pour l’adaptation et la recherche en adaptation. À l’inverse, le secteur biologie – santé est très peu représenté.

# Moyens financiers

Comparaison des bailleurs internationaux sur la base de sources scientométriques

Deux méthodes ont été comparées pour positionner les bailleurs indiqués dans les publications citées par le GIEC sur la base du nombre d’articles citant le bailleur : le retraitement des bailleurs sur la base des données « *Web of Science* » communiquées par l’ANR ainsi que la méthode de classification fondée sur les journaux identifiés dans l’annexe n°2 en mobilisant l’outil InCites.

La gestion des synonymes diffère suivant les sources : « *Web of Science* » liste des dénominations des bailleurs, de leurs composantes et/ou de leurs instruments de financement alors qu’InCites gère ces synonymes de façon « *automatique* ».

Un exemple de cas complexe à traiter est la NSF américaine, puisqu’elle est présentée dans « *Web of Science* » par ses dénominations complètes ("nationalsciencefoundation", "usnationalsciencefoundation", "u.s.nationalsciencefoundation"), par ses sigles ("usnsf", "nsf") ou par ses composantes ("directorateforgeosciences;divatmospheric&geospacesciences", "divatmospheric&geospacesciences;directorateforgeosciences" ou "officeofpolarprograms;directorateforgeosciences" ; les termes entre guillemets correspondent aux sorties brutes après harmonisation de la casse).

La Cour a donc proposé un regroupement des bailleurs sur la base du dictionnaire décrit dans le tableau ci-dessous.

1. Synonymes identifiés pour les bailleurs de la recherche

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Bailleur avec code pays | Nom du bailleur (pays) | Synonymes identifiés (format "R", avec expressions régulières sur les bordures appliquées à certains acronymes) |
| US\_NSF | National Science Foundation (Etats-Uni) | c("usnsf", "nationalsciencefoundation", "\\bnsf\\b", "usnationalsciencefoundation", "u.s.nationalsciencefoundation", "\\bnationalsciencefoundation(nsf)", "u.s.nationalsciencefoundation", "directorateforgeosciences;divatmospheric&geospacesciences", "divatmospheric&geospacesciences;directorateforgeosciences","officeofpolarprograms;directorateforgeosciences") |
| UE | Union européenne | c("europeanunion", "europeancommission", "\\beu\\b", "europeanresearchcouncil", "horizon2020", "h2020", "\\berc\\b", "europeanresearchcouncil", "europeancommunity", "fp7") |
| UK\_NERC | Natural Environment Research Council (Royaume-Uni) | c("naturalenvironmentresearchcouncil", "\\bnerc\\b", "uknaturalenvironmentresearchcouncil", "uknerc", "naturalenvironmentalresearchcouncil") |
| CN\_NSFC | Natural Science Foundation of China (NSFC) | c("nationalnaturalsciencefoundationofchina", "naturalsciencefoundationofchina", "naturalsciencefoundation", "nsfc") |
| US\_DOE | Department Of Energy (Etats-Unis) | c("usdepartmentofenergy", "u.s.departmentofenergy", "\\bdoe\\b", "officeofscience") |
| US\_NOAA | National Oceanic and Atmospheric Administration (Etats-Unis) | c("noaa", "nationaloceanicandatmosphericadministration") |
| US\_NASA | NASA (Etats-Unis) | c("usnasa", "\\bnasa\\b", "nationalaeronauticsandspaceadministration") |
| AU\_ARC | Australian Research Council (Asutralie) | c("australianresearchcouncil", "\\barc\\b") |
| UK\_EPSRC | Engineering and Physical Sciences ResearchCouncil (Royaume-Uni) | c("epsrc", "engineeringandphysicalsciencesresearchcouncil") |
| DE\_DFG | Forschungs Gemeinschaft (Allemagne) | c("dfg", "germanresearchfoundation", "forschungsgemeinschaft") |
| DE\_BMBF | Bundes Ministerium Fur Bildung und Forschung (Allemagne) | c("germanfederalministryofeducationandresearch(bmbf)", "germanfederalministryofeducationandresearch", "bmbf", "bundesministeriumfurbildungundforschung") |
| JP\_JSPS | Japan Society for the Promotion of Science (Japon) | c("jspskakenhi", "grants-in-aidforscientificresearch", "\\bjsps\\b") |
| UK\_ESRC | Economic and Social Research Council (Royaume-Uni) | c("esrc", "economicandsocialresearchcouncil") |
| CA\_NSERC | Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (Canada) | c("naturalsciencesandengineeringresearchcouncilofcanada", "nserc") |
| CH\_NSF | National Science Foundation (Suisse) | c("swissnationalsciencefoundation", "swissnsf", "\\bsnsf\\b") |
| CN\_NKP | National Key R&D Programofchina (Chine) | c("nationalkeyresearchanddevelopmentprogramofchina", "nationalkeyr&dprogramofchina") |
| CN\_CAS | Chinese Academy (Chine) | c("chineseacademy", "\\bcas\\b") |
| FR\_ANR | ANR (France) | c("\\banr\\b", "agencenationaledelarecherche", "frenchnationalresearchagency", "agencenationalepourlarecherche") |
| NO\_RCN | Research Council of Norway (Norvège) | c("researchcouncilofnorway", "\\brcn\\b", "norgesforskningsrad") |
| CGIAR | CGIAR (organsation internationale) | c("cgiar", "consultativegrouponinternationalagricultural") |
| UK\_OTHERS | Autres agences (Royaume-Uni) | c("\\buk\\b", "ahrc", "bbsrc") |
| CN\_NBP | National Basic Research Program of China (Chine) | c("nationalbasicresearchprogramofchina") |
| FR\_CNRS | CNRS (France) | c("\\bcnrs\\b", "cnrs-insu", "centrenationaldelarecherchescientifique", "\\binsu\\b") |
| JP\_MEXT | MEXT (Japon) | c("japaneseministryofeducation,culture,sports,scienceandtechnology", "japaneseministryofeducation,culture,sports,science,andtechnology", "japaneseministryofeducation", "ministryofeducation,culture,sports,scienceandtechnologyofthejapanesegovernment", "mext") |
| FR\_CNES | CNES (France) | c("centrenationaldetudesspatiales", "cnes-tosca", "frenchspaceagencycnes", "\\bcnes\\b") |
| FR\_IRD | IRD (France) | c("\\bird\\b", "institutderecherchepourledeveloppement") |
| FR\_ADEME | ADEME (France) | c("agencedelenvironnementetdelamaitrisedelenergie", "\\bademe\\b") |
| FR\_METEOFRANCE | Météo France (France) | c("\\bmeteofrance\\b", "\\bmeteo-france\\b", "projectmeteo-france", "centrenationalderecherchesmeteorologiquesofmeteo-france") |
| FR\_EDF | EDF (France) | c("\\bedf\\b", "electricitedefrance") |

Source : Cour des comptes. Les synonymes ont été identifiés en s’appuyant notamment sur une étude de l’ANR analysant les occurrences les plus fréquentes des bailleurs dans les articles ainsi que sur une analyse comparable réalisée de façon indépendante par la Cour.

Après retraitement, chaque bailleur (ou ses synonymes) n’a été compté qu’une seule fois par article pour faciliter les retraitements et l’interprétation.

La base d’article considérée dans « *Web of Science* » est l’ensemble des articles avec un DOI identifié, sans DOI en doublon, avec une date de publication, et avec une analyse ciblée sur la période 2012 à 2021 qui regroupe l’essentiel des citations du GIEC et qui est bien postérieure à la création de l’ANR pour réduire les biais potentiels lié au périmètre temporel.

1. Répartition des vingt premiers bailleurs indiqués dans les publications citées par le GIEC (nombre de citations des bailleurs).

Source : analyse Cour des comptes d’après le jeu de données « Web of Science » de l’ANR.

1. Répartition des quinze premiers bailleurs indiqués dans les publications citées par le GIEC où la France joue un rôle prépondérant (nombre de citations des bailleurs).

Source : analyse Cour des comptes d’après le jeu de données « Web of Science » de l’ANR. Afin de cibler les publications où la France joue un rôle prépondérant, seuls sont retenus dans l’assiette de calcul les articles avec une affiliation française indiquée pour les premiers ou derniers auteurs. Pour ce qui concerne les seuls articles où la France joue un rôle prépondérant, l’UE est le premier bailleur, suivi de l’ANR et du NERC (*natural environment research council*) britannique. Sous l’effet potentiel du Brexit puis de la montée en puissance des financements de l’agence dans le cadre de la loi de programmation de la recherche, le poids relatif de l’ANR augmente après 2018. Les opérateurs français de recherche publics (CNRS, CNES, IRD, Météo France) et privés (EDF, qui est par ailleurs cotutelle de plusieurs laboratoires de recherche en lien avec le secteur public[[28]](#footnote-29)) sont fréquemment cités dans les publications en tant que financeurs. L’Ademe soutien également la recherche française pour l’adaptation de façon significative, avec par ailleurs des financements ciblés vers des actions de maturation de solutions pour l’adaptation[[29]](#footnote-30).

Financements européens

1. Analyse des taux de sélection aux appels Horizon 2020 et Horizon Europe.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Nombre de projets  (tous domaines) | | | Nombre de projets  pour l'adaptation | | | Nombre de projets  en adaptation | | |
| Pays | Déposés | Lauréats | Taux de sélection | Déposés | Lauréats | Taux de sélection | Déposés | Lauréats | Taux de sélection |
| Espagne | 37 879 | 4 774 | 13% | 1 192 | 191 | 16% | 708 | 107 | 15% |
| Allemagne | 26 957 | 4 326 | 16% | 942 | 159 | 17% | 509 | 81 | 16% |
| France | 23 955 | 3 744 | 16% | 852 | 158 | 19% | 480 | 84 | 18% |
| Italie | 35 632 | 3 555 | 10% | 1 030 | 111 | 11% | 627 | 69 | 11% |
| Pays-Bas | 15 747 | 2 779 | 18% | 516 | 104 | 20% | 280 | 43 | 15% |
| Ensemble des cinq pays | 140 170 | 19 178 | 14% | 4 532 | 723 | 16% | 2 604 | 384 | 15% |

Source : analyses sémantiques de la Cour des comptes d’après les jeux de données Horizon 2020 et Horizon Europe du MESR.

Financements de l’agence nationale de la recherche (ANR)

1. Évolutions des financements de l’ANR entre les PNACC n°1 et °2   
   (en M€, en % et évolutions en points)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Total montants 2010 à 2022 (en M€) | Sous-total période du PNACC n°1 (2011 à 2015) | | Sous-total période du PNACC n°2 (2018 à 2022) | | Évolution entre les deux périodes (en points) |
|  |  | Montants (en M€) | Part du total (en %) | Montants (en M€) | Part du total (en %) |  |
| Ensemble des recherches soutenues (effet « basal » de la loi de programmation de la recherche) | 78 13,96 | 2 370,77 | 30,3% | 3 788,87 | 48,5% | 18,1 points |
| Total recherche pour l'adaptation (ANR au titre du PNACC) | 306,41 | 113,65 | 37,1% | 142,98 | 46,7% | 9,6 points |
| dont recherche en compréhension du climat (ANR) | 100,95 | 22,04 | 21,8% | 62,98 | 62,4% | 40,6 points |
| dont recherche sur l'impact du changement climatique (ANR) | 98,59 | 41,98 | 42,6% | 43,58 | 44,2% | 1,6 points |
| dont recherche en adaptation (ANR) | 106,86 | 49,63 | 46,4% | 36,42 | 34,1% | -12,4 points |

Source : analyses Cour des comptes d’après les données ouvertes de l’ANR ainsi que le jeu de données « PNACC » constitué par l’agence.

Financements des programmes d’investissement d’avenir (PIA), dont programmes et équipements prioritaires de recherche (PEPR)

1. Projets PIA (France 2030) financés par l’ANR sur la période 2010 à 2022 et identifiés par l’agence comme étant en lien avec la recherche pour l’adaptation.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Code du projet** | **Action France 2030** | **Acronyme du projet** | **Établissement coordinateur** | **Date de début** | **Date de fin** | **Budget (M€)** | **Brevets déclarés** | **Période (ajout Cour)** |
| 2011-EQX-16 | EQPX | XYLOFOREST | INRAE | 22/02/2011 | 31/12/2019 | 10,2 |  | PNACC 1 |
| 2011-EQX-20 | EQPX | GEOSUD | INRAE | 22/02/2011 | 30/09/2020 | 11,5 |  | PNACC 1 |
| 2011-LABX-061 | LABX | L-IPSL | Sorbonne université | 13/04/2011 | 31/08/2018 | 5,4 |  | PNACC 1 |
| 2011-LABX-067 | LABX | LabexMER | Université Bretagne Occidentale | 13/04/2011 | 15/10/2018 | 9,14 |  | PNACC 1 |
| 2011-LABX-092 | LABX | SPS | Université Paris Saclay | 13/04/2011 | 30/11/2018 | 10,1 | 1 | PNACC 1 |
| 2011-LABX-021 | LABX | COTE | Université de Bordeaux | 13/04/2011 | 31/12/2019 | 11 | 1 | PNACC 1 |
| 2011-LABX-020 | LABX | CORAIL | PSL | 13/04/2011 | 31/12/2020 | 6,8 | 4 | PNACC 1 |
| 2011-LABX-041 | LABX | IDGM+ | Université Clermont Auvergne | 13/04/2011 | 31/03/2022 | 11,7 |  | PNACC 1 |
| 2011-LABX-002 | LABX | AGRO | Université de Montpellier | 13/04/2011 | 31/12/2022 | 28,6 | 6 | PNACC 1 |
| 2011-LABX-016 | LABX | CeMEB | Université de Montpellier | 13/04/2011 | 31/12/2022 | 7,2 |  | PNACC 1 |
| 2011-LABX-028 | LABX | Entreprendre | Université de Montpellier | 13/04/2011 | 31/12/2022 | 8,6 |  | PNACC 1 |
| 2011-LABX-096 | LABX | TULIP | Université de Toulouse | 13/04/2011 | 31/12/2024 | 13,4 | 21 | PNACC 1 |
| 2011-LABX-013 | LABX | CEBA | CNRS | 13/04/2011 | 31/12/2024 | 17,8 | 2 | PNACC 1 |
| 2011-BIO-015 | BTBR | BREEDWHEAT | INRAE | 01/09/2011 | 28/02/2020 | 9 |  | PNACC 1 |
| 2011-BIO-015 | BTBR | AMAIZING | INRAE | 01/10/2011 | 30/11/2021 | 9 |  | PNACC 1 |
| 2012-LABX-09 | LABX | OTMed | Université Aix\_Marseille | 01/03/2012 | 31/12/2019 | 7 |  | PNACC 1 |
| 2012-LABX-25 | LABX | BASC | Université Paris Saclay | 01/03/2012 | 31/12/2020 | 5 |  | PNACC 1 |

# Viviers scientifiques

1. Évolution des effectifs d’enseignants-chercheurs permanents par discipline de la recherche pour l’adaptation.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Périmètre | | 2010 | 2021 | Évolution (en %) |
| Total sciences du climat  (périmètre du groupe 1 du GIEC) | | 582 | 570 | -2% |
| dont maîtres de conférences | sous-total | 405 | 381 | -6% |
| dont section 37 Enveloppes fluides du système Terre et autres planètes | 122 | 121 | -1% |
| dont section 36 Terre solide : géodynamique des enveloppes supérieures, paléo-biosphère | 283 | 260 | -8% |
| dont professeurs des universités | sous-total | 177 | 189 | 7% |
| dont section 37 Enveloppes fluides du système Terre et autres planètes | 60 | 64 | 7% |
| dont section 36 Terre solide : géodynamique des enveloppes supérieures, paléo-biosphère | 117 | 125 | 7% |
| Total risques, vulnérabilités et adaptation  (périmètre du groupe 2 du GIEC) | | 3598 | 3560 | -1% |
| dont maîtres de conférences | sous-total | 2524 | 2430 | -4% |
| dont section 67 Biologie des populations et écologie | 501 | 500 | 0% |
| dont section 05 Sciences économiques | 1277 | 1172 | -8% |
| dont section 23 Géographie physique, humaine, économique et régionale | 597 | 588 | -2% |
| dont section 24 Aménagement de l'espace, urbanisme | 149 | 170 | 14% |
| dont professeurs des universités | sous-total | 1074 | 1130 | 5% |
| dont section 67 Biologie des populations et écologie | 175 | 196 | 12% |
| dont section 05 Sciences économiques | 531 | 567 | 7% |
| dont section 23 Géographie physique, humaine, économique et régionale | 272 | 276 | 1% |
| dont section 24 Aménagement de l'espace, urbanisme | 96 | 91 | -5% |

Source : analyse par la Cour des données ouvertes du MESR relatives aux effectifs nationaux d’enseignants-chercheurs et d’enseignants titulaires. Les sections ont été identifiées sur la base des conseils des acteurs d’une part et des analyses de données de la Cour d’autres part (identification des disciplines concernées dans Hal et theses.fr)

1. Évolution comparée des effectifs de docteurs dans le domaine de la recherche pour l’adaptation et en adaptation en regard de l’ensemble des domaines scientifiques

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Année de soutenance de la thèse | Nombre total de thèses | Thèses pour l'adaptation | Thèses en adaptation |
| 1990 | 10 831 | 35 | 15 |
| 2000 | 11 162 | 36 | 11 |
| 2010 | 12 878 | 119 | 51 |
| 2019 | 13 150 | 268 | 111 |
| Évolution 2000 à 2010 (en %) | 15 % | 231 % | 364 % |
| Évolution 2010 à 2019 (en %) | 2 % | 125 % | 118 % |

Source : analyses sémantiques de la Cour appliquées aux données de theses.fr

1. Évolution en séries longues des effectifs de docteurs dans le domaine de la recherche pour l’adaptation et en adaptation

Source : analyses sémantiques de la Cour appliquées aux données de theses.fr. Le nombre moyen de thèses soutenues chaque année en France est de l’ordre de 12 000 par an.

# Infrastructures de recherche pour l’adaptation

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nom de l'infrastructure de recherche** | **Catégorie d'infrastructure** | **Nature de l'infrastructure (serveurs de calculs, dispositif expérimental, etc.)** | **Investissement initial** | **Montant moyen (2019-2023) apporté chaque année en fonctionnement depuis la mise en service (en M€)** | **Montant moyen annuel incluant les RH (2019 -2023)** |
| CEPMMT | OSI | Organisation, serveurs et moyens de calcul |  | 9 |  |
| ICOS | IR\* | Infrastructure distribuée, dispositifs standardisés de mesure de gaz à effets de serre de haute précision, compréhension cycle du carbone et impact sur le climat | 10 | 3 | 6 |
| CONCORDIA | IR\* | Station franco-italienne en Antarctique |  | 6 |  |
| FOF | IR\* | Flotte océanographique française (FOF)navires océanographiques, robots sous-marins, flotteurs |  | 69 |  |
| ACTRIS | IR | Infrastructure distribuée, dispositifs de d'observation et d'expérimentation, composition atmosphère | 1 | 2 | 8 |
| OZCAR | IR | Infrastructure distribuée, observation et à étude de la zone critique, dispositifs de mesures sur sites | 23 | 5 | 13 |
| ARGO | IR | Infrastructure distribuée, Réseau global d'observation de l'océan en temps réel, flotteurs | 10 | 2 | 3 |
| ILICO | IR | Infrastructure distribuée, dispositifs de mesure et d'observations des milieux littoraux et côtiers | 5 | 2 | 10 |
| IAGOS | IR | Infrastructure distribuée (échelle globale) pour la composition de l'atmosphère utilisant des dispositifs de mesures automatiques embarqués sur une flotte d'avions commerciaux (Airbus). Observations in-situ depuis 1994. Base de données unique au monde pour la description de toute la troposphère (essentiel pour la qualité de l'air et climat), contribuant au service Atmosphère de Copernicus. | 5 | 1 | 1 |
| DATATERRA | IR | e-infra / pôles de données et e-services. Point d'accès aux données d'observation de la Terre dans le respect de science ouverte |  | 11 | 24 |
| RZA | IR | Infrastructure distribuée pour l'étude de socio-écosystèmes |  | 19 | 45 |
| DRIIHM | Labex | Infrastructure distribuée, dispositif de recherche interdisciplinaire sur les interactions hommes milieux | 7 | 1 | 17 |
| AnaEE | IR | Infrastructure distribuée, Analyse et expérimentation sur les écosystèmes | 14 | 2 | 7 |
| CLIMERI France | IR | Infrastructure de recherche nationale de modélisation du système climatique de la Terre |  |  |  |
| In-Sylva-France | IR | In-Sylva France Infrastructure Nationale de recherche pour la gestion adaptative des forêts |  |  | 9 |
| PNDB | IR | Pôle National de données de Biodiversité |  |  |  |
| RARe | IR | Ressources Agronomiques pour la Recherche |  | 2 | 18 |
| SAFIRE (IR IN AIR) | IR | Flotte aéroportée |  |  |  |
| Phénome-Emphasis | IR | Dispositif expérimental | 29 |  | 9 |
| LiPh4SAS | IR | Dispositif expérimental |  | 1 | 40 |
| Emerg’in | IR | Analyse et expérimentation | 2 |  |  |
| Southgreen | IR | Une partie de l'IR nationale IFB. Calculs&stockage |  |  |  |
| PHIV | IR | Une partie de l'IR France Bioimaging. Analyse et expérimentation |  |  |  |
| Maison des sciences de l’homme SUD | IR | Partie de l'IR réseau national des Maisons de Science de l'Homme. Incubation et soutien aux projets de recherche inter/multi disciplinaires à l'interface sciences société |  |  |  |
| CORIOLIS | IR | Centre de données et services in situ Coriolis. |  |  |  |
| ODATIS | IR | pôle de données numériques |  |  |  |
| THEIA | IR | pôle de données numériques |  |  |  |
| **TOTAL** | | | **106** | **137** | **208** |

*Source : Cour des comptes, d’après les réponses à l’enquête.*

# Représentation de l’expertise française au sein du GIEC

1. Répartition par pays des principaux auteurs   
   des rapports des trois groupes du GIEC (6e cycle)

Source : Cour des comptes d’après le site officiel du GIEC (https://apps.ipcc.ch/report/authors/report.authors.php?q=35&p= avec q=35, 36 ou 37). Seuls les auteurs principaux sont ici considérés (« coordinating lead authors » et « leads » ainsi que les « leads authors »).

# Groupes régionaux d’expertise sur le climat

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nom | Région | Site web | Structure juridique | Date de création (date de la première action significative) | Financeurs principaux |
| AclimaTerra | Nouvelle-Aquitaine | [http://www.acclimaterra.fr](http://www.acclimaterra.fr/) | Association loi 1901 | 2011 | Région Nouvelle-Aquitaine |
| GREC Alpes-Auvergne | Auvergne-Rhône-Alpes | [https://grec-alpes-auvergne.osug.fr](https://grec-alpes-auvergne.osug.fr/) | Aucun | 2012 (anciennement Ouranos AURA jusqu'en 2023) | Etablissements et/ou des collectivités territoriales impliqués dans le GREC, ainsi que via les projets inter ou transdisciplinaires dans lesquels la structure serait impliquée |
| GREC-Sud | PACA | [http://www.grec-sud.fr](http://www.grec-sud.fr/) | Association loi 1901 | 2015 | Région PACA; ADEME |
| RECO | Occitanie | [https://reco-occitanie.org](https://reco-occitanie.org/) | Association loi 1901 | 2018 | Région Occitanie; ADEME; LabEx AGRO 2011-LABX-002 |
| Synergîles | Guadeloupe | [https://www.synergile.fr](https://www.synergile.fr/) | Association loi 1901 | 2015 | Région Guadeloupe; ADEME; Préfecture de la Région Guadeloupe |
| GREC francilien | Ile-de-France | [https://grec-idf.eu](https://grec-idf.eu/) | Aucun | 2020 | Région Ile-de-France; Ville de Paris; CNRS |
| Climibio | Hauts-de-France | [https://climibio.univ-lille.fr](https://climibio.univ-lille.fr/) | Aucun | 2015 | Région Hauts-de-France, MESR |
| GIEC normand | Normandie | <https://www.normandie.fr/giec-normand> | Aucun | 2022 | Région Normandie |
| GIEC des Pays de la Loire | Pays de la Loire | Aucun | Aucun | 2020 | Région Pays de la Loire via Comité 21 Grand Ouest |
| Haut Conseil Breton pour le Climat | Bretagne | https://www.bretagne.bzh/le-haut-conseil-breton-pour-le-climat | Aucun | 2021 | Région Bretagne |

1. Rayonnement des Grec sur Internet

Source : Cour des comptes à partir de l’outil Ubersuggest. Le rayonnement du « GIEC des Pays de la Loire » n’a pas pu être mesuré car il ne dispose pas d’un site web.

# Suivi des solutions technologiques pour l’adaptation à travers les brevets

1. Positionnement de la France en matière de brevets pour l’adaptation.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Périmètre des brevets | Nombre de brevets France | Nombre de brevets monde\* | Part de la France | Rang mondial de la France | Trois premiers déposants dans le domaine de la recherche publique |
| Total adaptation (code Y02A) | 21 398 | 509 337 | 4,2 % | 6e | CNRS Institut Pasteur  INSERM |
| Total atténuation (code Y02B ou Y02C ou Y02D ou Y02E ou Y02P ou Y02T ou Y02W) | 176 589 | 3 627 245 | 4,9 % | 6e | CEA  CNRS  IFP |
| Total adaptation et atténuation conjointement (code Y02A et au moins l’un des codes pour l’atténuation) | 5 371 | 98 782 | 5,4 % | 6e | CEA  CNRS  IFP |
| Total adaptation ou atténuation (code Y02) | 192 616 | 4 037 800 | 4,8 % | 6e | CEA  CNRS  IFP |

Source : synthèse Cour des comptes d’après <https://worldwide.espacenet.com/patent/search> consulté en juin 2023. Nombre total de brevets pour lesquels un pays est précisé pour le demandeur. Dans le domaine du climat, les principaux opérateurs de recherche déposants sont le CEA, le CNRS ainsi que l’institut français du pétrole (IFP). Dans le cas spécifique de l’adaptation, c’est le CNRS, l’Institut Pasteur et l’Inserm qui déposent le plus de brevets. Si la prépondérance de la santé peut ici étonner en regard des faiblesses scientifiques rapportées précédemment sur les interactions entre santé et climat (I), elle s’explique par le fait que les brevets retracent des innovations médicamenteuses, par exemple contre les infections et les parasites qui sont amenés à se développer sous l’effet de l’évolution du climat. Il ne s’agit donc pas d’approches « englobantes » de la santé telles que la santé publique, domaine qui est plus particulièrement concerné par les enjeux d’adaptation pour éclairer les politiques publiques en matière de santé des populations dans un contexte de climat changeant qui risque notamment d’induire une progression de la malnutrition, une propagation plus importante des maladies infectieuses ainsi qu’une charge accrue sur le système de santé[[30]](#footnote-31).

# Services climatiques

1. Liste des services climatiques identifiés en lien avec l’enquête.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nom du service | Description | Année de mise en service | Secteur | Public ciblé | Principales structures françaises impliquées en lien avec le périmètre de l'enquête | Financements européens identifiés ? | Nombre de domaines référents |
| Copernicus | Portail européen de données climatiques | 2020 | gen | be; ap; ct; ae; ens; part | Commission européenne ; IPSL | Oui (Commission) | 2746 |
| Drias Climat | Portail français de données climatiques | 2012 | gen | be; ap; ct; ae; ens; part | IPSL ; CERFACS ; CNRM |  | 1130 |
| Isimip | Portail de modèles d'impacts intersectoriels | 2012 | gen | be; ap | IPSL | Oui (ERA4CS pour le projet Isipedia dérivé d'Isimip) | 311 |
| Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique | Portail français de documentation des outils, projets et acteurs de l'adaptation | 2020 | gen | be; ap; ct; ae; ens; part | ONERC, CEREMA, ADEME, Météo-France |  | 109 |
| Medscope | Modèles climatiques sur le bassin méditerranéen | 2021 | gen | be; ap | Météo-France ; INRAE | Oui (ERA4CS) | 75 |
| Climat HD | Application web de sensibilisation. Diagnostic de changement climatique passé et futur à l'échelle régionale | 2015 | gen | be; ap; ct; ae; ens; part | Météo-France |  | 66 |
| Aforce | Réseau mixte technologique qui a pour objectif d'accompagner les forestiers dans l'adaptation des forêts aux changements climatiques | 2008 | agri | ap; ct | Opérateurs de recherche français dans le secteur forrestier |  | 64 |
| Climadiag commune | Indicateurs thématiques sur la base des projections DRIAS 2020 à destination des communes | 2022 | gen | be; ap | Météo-France |  | 58 |
| ClimSnow | Prédictions fines de l'évolution de l'enneigement et services opérationnels associés | 2021 | tour | ae ; ct | Météo France | Oui (projet européen ProSnow dans le cadre d'Horizon 2020) | 47 |
| Alpages sentinelles | Réseau d'éleveurs et de scientifiques qui collaborent pour créer un dispositif de diagnostic de vulnérabilité | 2018 | agri | ae; ap; ct; be | INRAE |  | 42 |
| Datasuds | Portail de données sur le climat de pays du Sud | 2019 | gen | be; ap; ct; ae; ens; part | IRD |  | 39 |
| Aqui\_fr | Outil de modélisation des ressources en eau souterraines en temps réel, capable d'effectueur des prévisions saisonnières | 2018 | eau | ap | Météo France; BRGM; CNRS |  | 38 |
| CoCliMe | Evaluation des effets du changement climatique sur les écosystèmes marins et les conséquence sur l'alimentation et la santé humaine | 2018 | peche | be; ap | IFREMER | Oui (ERA4CS) | 35 |
| Aquaclew | Projet d'amélioration de la mise à disposition des données sur le climat et l'eau | 2020 | eau | be; ap | INRAE | Oui (ERA4CS) | 31 |
| Trajectories | Projet de recherche visant à construire des outils pour l'adaptation de 3 territoires alpins pilote | 2019 | gen | ae; be; ap | Univerisité Grenoble Alpes |  | 28 |
| ESPRI | Base de données climatologiques | 2020 | gen | be | IPSL |  | 26 |
| Drias Eau | Mise à disposition des projections climatiques régionalisées réalisées par les laboratoires français de modélisation de l'eau | 2023 | eau | be; ap; ct; ae; ens; part | INRAE ; Météo-France |  | 21 |
| Publithèque Météo | Portail de données climatologiques | 2020 | gen | be; ap | Météo France |  | 20 |
| SERV\_FORFIRE | Système de prévision et d'alertes sur les feux de forêts | 2018 | agri | be; ap; ct | BRGM | Oui (ERA4CS) | 18 |
| CoCliServ | Développement d'un service climatique directement ancré dans les communautés locales, en partant des besoins de connaissance locaux | 2018 | gen | be; ct; ap | Université de Versailles Saint Quentin ; Université Paris-Saclay$ | Oui (ERA4CS) | 15 |
| Faveur | Calcul des performances hydriques d'une toiture végétalisée | 2017 | bat | part; ae; ct | Leesu |  | 9 |
| Portal | Portail de références de projets de solutions fondées sur la nature dans les Alpes | 2020 | gen | ae; ap; ct; be | OSUG; CNRS |  | 9 |
| Urclim | Urclim fournit une aide à la décision aux urbanistes et aux acteurs associés | 2018 | urb | be; ae; ap | Météo France | Oui (ERA4CS) | 9 |
| Vineas | Plateforme collaborative qui rassemble acteurs et projets et permet de partager des connaissances sur l'adaptation de la viticulture méditerranéenne au changement climatique | 2021 | agri | ae; ap; ct | Inrae, CIRAD | Oui (projet européen MEDCLIV financé par la Climate-KIC ) | 9 |
| Sarra | Modèle de simulation des cultures au Brésil, au Sénégal, etc. | 2000 | agri | be; ct; ap | CIRAD |  | 6 |
| CANARI | Calcul d'indicateurs agro-climatiques sur la base des projections DRIAS | 2023 | agri | be; ap; ct; ae | Solagro; Météo France |  | 5 |
| Climadiag entreprise | Indicateurs thématiques sur la base des projections DRIAS à destination des entreprises | 2022 | gen | be; ae | Météo France |  | 4 |
| Sea level rise | Démonstrateur proposant des variables liées à la surface de la mer pour l'aide à la décision | 2021 | mer | be; ct; ap | BRGM | Oui (ERA4CS) | 4 |
| Clim2power | Estimation de des effets du changement climatique sur les rendements en énergie renouvelables et sur les besoin de chauffage et de refroidissement | 2020 | ener | be; ae; ct; ap | Mines ParisTech | Oui (ERA4CS) | 3 |
| AgroMetInfo | Site internet d’information, permettant d’analyser l’influence du climat sur la production agricole et d’anticiper des adaptations de l’itinéraire technique | 2020 | agri | be; ap | INRAE ; Météo France |  | 2 |
| Artaclim | Projet de recherche-action transfrontalier dont l'objectif principal est de promouvoir l'introduction de mesures d'adaptation au changement climatique dans le cadre de la planification et de l'aménagement du territoire des administrations publiques | 2017 | gen | ae; ap; ct | Université Grenoble Alpes |  | 2 |
| e-Watch | Portail de structuration, gestion, suivi et restitution des données d'observatoires, utilisé dans de nombreux projets de pilotage de la transition agro-écologique et de partage de données multi-sites | 2016 | agri | be | CIRAD |  | 1 |
| Democlim | Aide les gestionnaires de l'eau à l'élaboration d'un diagnostic climatique territorial en Bretagne | 2020 | eau | ap; be | Université Rennes 2; Météo-France |  | 0 |
| Forets-21 | Forêts-21 est un service web forestier de pilotage stratégique des forêts de production métropolitaines. Le portail met à disposition les simulations de différents modes de gestion forestière en contexte de changement climatique. | 2022 | agri | be; ap | INRAE |  | 0 |
| Géoportail Anacim | Projections climatiques pour des indicateurs agro-climatiques au Sénégal | 2021 | agri | ct; ae | IRD |  | 0 |
| Ilot de chaleur urbain | Offre de diagnostics de l’îlot de chaleur urbain à l’échelle d’une commune. | 2020 | urb | be; ap; ct | Météo-France |  | 0 |
| Observatoires ORACLE | Aider le monde agricole à mieux appréhender le changement climatique et à intégrer ces évolutions dans ses prises de décision, à des fins d’adaptation et d’atténuation | 2011 | agri | ct; ae | Météo-France |  | 0 |
| Pixfruit | Prévision de la récolte de fruits tropicaux | 2019 | agri | ct; ae | CIRAD |  | 0 |
| SoYeald | Application de Pixfruit à la culture de la mangue | 2021 | agri | ct; ae | CIRAD |  | 0 |

Source : synthèse Cour des comptes. Les services ont été identifiés sur la base des réponses des acteurs rencontrés ainsi que par de recherches bibliographiques, notamment sur la base du centre de ressources pour l’adaptation porté par le MTE dont les typologies ont été réemployées. Le rayonnement (nombre de domaines référents) a été obtenu avec l’outil Ubersuggest employé par la Cour pour les sites web suivants : https://climate.copernicus.eu/ ; https://www.drias-climat.fr/ ; https://www.isimip.org https://www.adaptation-changement-climatique.gouv.fr ; https://www.medscope-project.eu/ ; https://meteofrance.com/climathd ; https://www.reseau-aforce.fr ; https://meteofrance.com/climadiag-commune ; https://www.climsnow.com/ ; https://www.alpages-sentinelles.fr/ ; https://dataverse.ird.fr ; https://www.geosciences.ens.fr/recherche/projets/aqui-fr ; https://www.coclime.eu ; https://aquaclew.eu ; https://trajectories.univ-grenoble-alpes.fr/ ; https://mesocentre.ipsl.fr ; https://www.drias-eau.fr/ ; https://publitheque.meteo.fr/okapi/accueil/okapiWebPubli/index.jsp ; https://servforfire-era4cs.eu ; http://cocliserv.cearc.fr/ ; https://faveur.cerema.fr/public/home ; https://portal.osug.fr ; http://urclim.prod.lamp.cnrs.fr ; https://www.vineas.net/fr/1/home.html ; https://sarra-h.teledetection.fr/ ; https://canari-france.fr/ ; https://meteofrance.com/climadiag-entreprise ; https://sealevelrise.brgm.fr/sea-level-scenarios/ ; https://viewer.webservice-energy.org/clim2power/index.html ; https://www.agrometinfo.fr/ ; http://artaclim.eu/index.php/fr ; https://www.cirad.fr/collaborer-avec-nous/solutions-cirad-innov/produits-et-services/e-watch ; https://www.creseb.fr/projet-democlim/ ; https://forets21.inra.fr/pelican3.1/ ; http://geoportail.anacim.sn:8000/climap/proj/ ; https://services.meteofrance.com/changement-climatique/ilot-de-chaleur-urbain ; https://normandie.chambres-agriculture.fr/toutes-les-publications/publication/actualites/observatoire-oracle-les-enseignements-du-passe-climatique ; https://www.cirad.fr/collaborer-avec-nous/solutions-cirad-innov/produits-et-services/previsions-de-recolte-de-fruits-tropicaux-l-expertise-pixfruit ; https://www.sowit.fr/estimation-de-rendement-2/

Légendes employées :

* La signification des codes secteurs est la suivante : gen (généraliste), agri (agriculture et sylviculture), eco (approche économique), banq (banques et assurances), bâtiment (bat), biodiversité (biodiv), eau (eau), ener (energie), envi (environnement), indus (industrie), mer (mer), peche (pêche), risq (prévention des risques), ste (santé), tour (tourisme), trpt (transports et mobilité), urb (urbanismes et villes).
* La signification des codes publics ciblés est la suivante : ae (acteur économique) ; be (bureau d'études), ct (collectivité territoriale) ; ens (enseignant) ; part (particulier) ; ap (opérateur public).

1. Effectifs et rayonnement des services climatiques   
   par secteur

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Secteur | Rayonnement cumulé | Nombre de services créés | Rayonnement moyen |
| Services transversaux | 4638 | 15 | 309 |
| Tourisme | 47 | 1 (Climsnow) | 47 |
| Eau, Mer et Pêche | 129 | 6 | 21,5 |
| Agriculture et Sylviculture | 147 | 13 | 11 |
| Construction et Urbanisme | 18 | 3 | 6 |
| Energie | 3 | 1 | 3 |

Source : Cour des comptes. Le rayonnement a été calculé avec l’outil Ubersuggest. Les secteurs sont classés par ordre décroissant du rayonnement moyen.

1. Effectifs et rayonnement des services climatique suivant la nature des bénéficiaires.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Bénéficiaires | Rayonnement cumulé | Nombre de services créés | Rayonnement moyen |
| Opérateurs publics | 1016 | 27 | 38 |
| Bureaux d'études | 937 | 27 | 35 |
| Collectivités territoriales | 468 | 22 | 21 |
| Acteurs économiques | 402 | 18 | 21 |
| Particuliers | 247 | 6 | 41 |
| Enseignants | 235 | 4 | 59 |

Source : Cour des comptes. Le rayonnement a été calculé avec l’outil Ubersuggest. Drias Climat et Copernicus ont été écartés de cette analyse.

1. rayonnement (en rouge, échelle de gauche) et effectifs (en noir, échelle de droite) des services climatiques en fonction de leur année de mise en service : des portails de données ouvertes (DRIAS Climat en France et C3S de Copernicus dans l’Union européenne) qui jouent un rôle stratégique.

Source : Cour des comptes. Le rayonnement a été calculé avec l’outil Ubersuggest et correspond au nombre de domaines sur le web citant le service concerné.

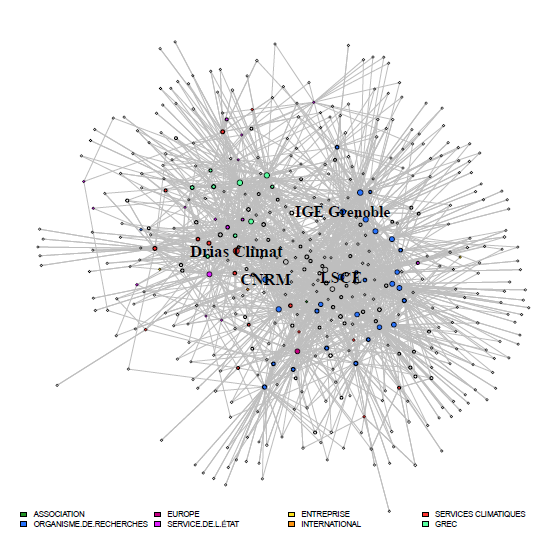
# Réseau de relations sur le web associés aux services climatiques

L’analyse développée sur les services climatiques intègre une étude de la connectivité entre les acteurs qui s’appuie sur la construction de réseaux web. Les URL des services climatiques (et autres acteurs) identifiés comme centraux ont servi de points de départ à l’investigation des liens (web) entrants et sortants afin de mesurer le rayonnement et la densité des liens qui unissent les différents acteurs du domaine.

Les liens entrants ont été explorés automatiquement *(« crawling »)* grâce à l’outil [Ubersuggest](https://app.neilpatel.com/) en se limitant aux services climatiques, aux laboratoires spécialisés dans la recherche pour l’adaptation identifiés par la Cour dans le cadre de son analyse des citations du GIEC ainsi qu’aux groupes régionaux d’experts sur l’évolution du climat. Cette approche permet de limiter la remontée de sites web peu pertinents en lien avec le sujet de l’enquête. Un paramétrage ciblé sur des URL spécifique a été employé car certains services climatiques, dont certains portés par Météo-France, sont directement adossés à un URL générique qui n’est pas spécifique aux enjeux d’adaptation.

Les liens sortants ont été explorés automatiquement grâce à l’outil [Hyphe](https://hyphe.medialab.sciences-po.fr/) développé par le Médialab de Sciences Po. Cet outil a été employés pour les trois types d’entités précédemment identifiées ainsi que pour trois groupes d’acteurs complémentaires : opérateurs publics, collectivités territoriales et bureaux d’études. L’identification de ces acteurs s’est notamment appuyée sur la cartographie des acteurs proposée par le centre de ressource pour l’adaptation porté par le MTE.

Les deux informations ont enfin été rassemblées afin de reconstituer la connectivité qui lie les services climatiques et les acteurs (laboratoires, GREC, collectivités territoriales, acteurs publiques, bureaux d’études) de l’écosystème. Au regard de la taille du réseau obtenu qui comporte également de nombreux sites web non directement liés à l’enquête, l’analyse a été ensuite focalisée sur la plus grande composante fortement connexe du réseau dirigé[[31]](#footnote-32). Cette approche permet de cibler l’analyse sur le « cœur » du sujet.

1.  Réseau de relations sur le web associés aux services climatiques impliquant les acteurs français de la recherche pour l’adaptation

Source : Cour des comptes, d’après les données du web explorées avec es outils Ubersuggest et Hyphe (juin 2023). Seul le réseau fortement connexe est ici pris en compte, c’est-à-dire le réseau où chaque acteur peut rejoindre n’importe quel autre acteur en suivant le sens des liens.

# Laboratoires cités.

1. Détail des laboratoires cités.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Sigle | Nom | Établissements auxquels le laboratoire est rattaché | Nombre de publications citées par le GIEC (ensemble des groupes) | Groupe du GIEC qui cite le plus le laboratoire  (indice de spécialisation) |
| LSCE | Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement | CEA\*\*\*  CNRS\*\*  U. Versailles\*\*  U. Paris-Saclay\* | 632 | 1 |
| LOCEAN | Laboratoire d'Océanographie et du Climat : Expérimentations et Approches Numériques | Sorbonne U.\*\*\*  CNRS\*\*  Museum Paris\*\*  IRD\*\* | 266 | 1 |
| LMD | Laboratoire de Météorologie Dynamique | ENS Paris\*\*\*  CNRS\*\*  École Polytechnique\*\*  IP PARIS\*\*  PSL U.\*\*  Sorbonne U.\*\*  ENPC\* | 223 | 1 |
| CNRM | Centre National de Recherches Météorologiques | Météo France\*\*\*  CNRS\*\* | 222 | 1 |
| IGE | Institut des Géosciences de l’Environnement | U. Grenoble Alpes\*\*\*  CNRS\*\*  Grenoble INP\*\*  INRAE\*\*  IRD\*\* | 120 | 1 |
| LATMOS | Laboratoire Atmosphères, Milieux, Observations Spatiales | U. Versailles\*\*\*  CNRS\*\*  Sorbonne U.\*\*  CNES\*  U. Paris-Saclay\* | 79 | 1 |
| LEGOS | Laboratoire d'études en Géophysique et océanographie spatiales | Toulouse 3\*\*\*  CNRS\*\*  IRD\*\*  CNES\*\* | 71 | 1 |
| CIRED | Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement | ENPC\*\*\*  AgroParisTech\*\*  CIRAD\*\*  CNRS\*\*  EHESS\*\*  U. Paris-Saclay\*\*  Météo France\* | 67 | 3 |
| CEREGE | Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement | Aix-Marseille U.\*\*\*  CNRS\*\*  Collège de France\*\*  INRAE\*\*  IRD\*\*  PSL U.\*\* | 58 | 1 |
| LOV | Laboratoire d'Océanographie de Villefranche | Sorbonne U.\*\*\*  CNRS\*\* | 47 | 2 |
| MARBEC | MARine Biodiversity Exploitation and Conservation | U. Montpellier\*\*\*  CNRS\*\*  IFREMER\*\*  INRAE\*\*  IRD\*\* | 46 | 2 |
| LIENSs | LIttoral ENvironnement et Sociétés | U. La Rochelle\*\*\*  CNRS\*\* | 41 | 2 |
| IMBE | Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Écologie marine et continentale | Aix-Marseille U.\*\*\*  Avignon U.\*\*  CNRS\*\*  IRD\*\* | 40 | 2 |
| HSM | HydroSciences Montpellier | U. Montpellier\*\*\*  CNRS\*\*  IRD\*\*  IMT Mines Alès\* | 32 | 1 |
| ISEM | Institut des Sciences de l'Évolution de Montpellier | U. Montpellier\*\*\*  CNRS\*\*  CIRAD\*\*  EPHE\*\*  IRD\*\*  PSL U.\*\*  INRAP\*\*\* | 29 | 1 |
| METIS | Milieux Environnementaux, Transferts et Interactions dans les hydrosystèmes et les Sols | Sorbonne U.\*\*\*  CNRS\*\*  EPHE\*\*  PSL U.\*\* | 27 | 1 |
| CEFE | Centre d’Écologie Fonctionnelle et Évolutive | U. Montpellier\*\*\*  CNRS\*\*  EPHE\*\*  Institut Agro\*\*  IRD\*\*  U. Montpellier 3\*\*  INRAE\* | 26 | 2 |
| LAERO | Laboratoire d'aérologie | U. Toulouse 3\*\*\*  CNRS\*\*  IRD\* | 25 | 1 |
| BGS | BioGéoSciences | U. Bourgogne\*\*\*  CNRS\*\*  EPHE\*\*  PSL U.\*\*  U. Bourgogne-Franche-Comté\*\*  Institut Agro\* | 23 | 1 |
| GET | Géosciences Environnement Toulouse | U. Toulouse 3\*\*\*  CNRS\*\*  IRD\*\*  BRGM\*  CNES\* | 20 | 2 |
| ECOSYS | Écologie fonctionnelle et écotoxicologie des agroécosystèmes | INRAE\*\*\*  AgroParisTech\*\* U. Paris-Saclay\*\* | 13 | 3 |
| GAEL | Laboratoire d'Économie Appliquée de Grenoble | U. Grenoble Alpes\*\*\*  CNRS\*\*  Grenoble INP\*\*  INRAE\*\* | 13 | 3 |
| AIDA | Agroécologie et Intensification Durables des cultures Annuelles | CIRAD\*\*\* | 10 | 3 |
| CES | Centre d'Économie de la Sorbonne | U. Paris 1\*\*\*  CNRS\*\* | 10 | 3 |
| PjSE | Paris Jourdan Sciences Economiques | EHESS\*\*\*  CNRS\*\*  ENPC\*\*  ENS Paris\*\*  INRAE\*\*  PSL U. \*\*  U. Paris 1\*\* | 10 | 3 |

Source : RNSR et analyses Cour des comptes d’après les citations du GIEC (6e cycle) croisées avec l’outil HAL. Les laboratoires sont ici classés par ordre décroissant du nombre de publications citées par le GIEC (ensemble des groupes). Les astérisques désignent les rôles des établissements vis-à-vis du laboratoire concerné d’après le RNSR :

\*\*\* : tutelle de référence ;

\*\* : tutelle ;

\* : établissement participant.

1. L’outil HAL a été privilégié car il est ouvert, ce qui facilitera l’actualisation des données pour le pilotage et permettra leur reproductibilité par tous les acteurs quels que soient leurs moyens bibliométriques. En outre, HAL a l’immense avantage sur les outils bibliométriques existants de proposer des descripteurs des entités de recherche (référentiel HAL des structures) très détaillés et par construction adaptés au suivi du système de recherche français dans sa diversité, y compris pour les sites universitaires ainsi que les Outre-Mer. La couverture de HAL pour les travaux impliquant des laboratoires français cités par le GIEC, globalement satisfaisante, a pu être vérifiée de façon analytique avec l’ANR qui dispose d’un accès aux données brutes de « *Web of Science* », base de données bibliométrique qui fait référence sur la scène internationale. [↑](#footnote-ref-2)
2. Les fichiers bibliographiques proposés par le GIEC sur son site renseignement l’année de publication, le journal de publication et le titre de la publication de façon suffisamment exhaustive pour nourrir les deux méthodes décrites. Seules les métadonnées correspondant aux citations harmonisées par la méthode décrite plus bas ont été retenues. [↑](#footnote-ref-3)
3. Un article scientifique est publié dans un journal. À un journal donné va donc correspondre de nombreuses publications. Il est donc possible d’identifier avec précision les journaux qui publient le plus de travaux cités par le GIEC et chacun de ses trois groupes. [↑](#footnote-ref-4)
4. DOI signifie « *digital object identifier* », voir : <https://www.doi.org/> [↑](#footnote-ref-5)
5. Voir : <https://www.carbonbrief.org/guest-post-what-13500-citations-reveal-about-the-ipccs-climate-science-report/> ainsi que les éléments méthodologiques rapportés dans <https://zenodo.org/records/7615825>. [↑](#footnote-ref-6)
6. Pour les annexes des rapports du GIEC, il a été observé que des fichiers BIB complémentaires sont proposés sur d’autres pages du site du GIEC (<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/>, <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/> <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/>). Leur prise en compte n’a qu’une incidence mineure sur le nombre total de DOI uniques obtenus à l’issu des étapes d’harmonisation et de consolidation. [↑](#footnote-ref-7)
7. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/> (consulté en juin 2023). [↑](#footnote-ref-8)
8. Voir par exemple : <https://www.overleaf.com/learn/latex/Bibliography_management_with_bibtex#Export_from_reference_library_services> et <https://tex.stackexchange.com/questions/41821/creating-bib-file-containing-only-the-cited-references-of-a-bigger-bib-file> [↑](#footnote-ref-9)
9. Une alternative plus couvrante serait de prendre l’union mathématique entre les BIB et les PDF mais une approche homogène a ici été privilégiée. [↑](#footnote-ref-10)
10. Les articles publiés dans les journaux multidisciplinaires font l’objet d’un processus de reclassification spécifique : <https://incites.help.clarivate.com/Content/Research-Areas/wos-reclass-papers-multidiscipline-journals.htm> [↑](#footnote-ref-11)
11. <https://incites.help.clarivate.com/Content/Research-Areas/wos-research-areas.htm> [↑](#footnote-ref-12)
12. Nalau et Verall (2021à) “Mapping the evolution and current trends in climate change adaptation science”, Climate Risk Management, <https://doi.org/10.1016/j.crm.2021.100290> [↑](#footnote-ref-13)
13. Chapitre II\_1, « *Point of Departure and Key Concepts*”. [↑](#footnote-ref-14)
14. Un exemple en est donné par la mobilisation de méthodes de sélection variétale pour obtenir des plantes davantage résistantes à des stress couramment associés au changement climatique (stress hydrique et thermique accrus, tant « en moyenne » que lors d’évènements extrêmes). [↑](#footnote-ref-15)
15. Sous la forme de l’expression régulière « cop\* with ». [↑](#footnote-ref-16)
16. La terminologie a été reprise de HAL : <https://hal.science/browse/domain> [↑](#footnote-ref-17)
17. « *Cette équation [(Nalau et Verall)] a permis d'analyser de manière succincte mais néanmoins satisfaisante notre production dans ce domaine […]. À noter toutefois que quelques publications identifiées par cette requête relèvent davantage de recherches sur les impacts du changement climatique que sur l'adaptation à proprement parler.* » source : réponse de l’Inraé au questionnaire général de la Cour. [↑](#footnote-ref-18)
18. Voir : <https://agritrop.cirad.fr/id/saved_search/2154> [↑](#footnote-ref-19)
19. Pour le périmètre scientifique couvert par l’ensemble des groupes du GIEC, la France se situe derrière les Etats-Unis, le Royaume-Uni, l’Allemagne, l’Australie et la Chine. [↑](#footnote-ref-20)
20. Pour ce groupe, la France est positionnée derrière les Etats-Unis, le Royaume-Uni et l’Allemagne. [↑](#footnote-ref-21)
21. Pour ce qui concerne ce groupe, la France se situe derrière les Etats-Unis, le Royaume-Uni, l’Australie, l’Allemagne, le Canada et les Pays-Bas. [↑](#footnote-ref-22)
22. S’agissant de l’atténuation, la France est positionnée derrière les Etats-Unis, le Royaume-Uni, l’Allemagne, les Pays-Bas, la Chine, l’Australie, le Canada, la Suède, l’Italie et l’Autriche. [↑](#footnote-ref-23)
23. Le répertoire national des structures de recherche (RNSR) ne précise pas le détail des effectifs par établissement des laboratoires. [↑](#footnote-ref-24)
24. À concurrence de 13,3 M€ de financements de base apportés par l’État fédéral et le Lander ainsi que de 18,2 M€ de fonds propres. Voir le rapport 2022 du PIK (<https://www.pik-potsdam.de/de/produkte/publikationen/sachberichte/sachbericht-2022>). [↑](#footnote-ref-25)
25. <https://www.isimip.org/> [↑](#footnote-ref-26)
26. <https://www.isimip.org/isipedia/> et <https://www.isipedia.org/> [↑](#footnote-ref-27)
27. 79 % des entités internationales présentent un indice maximal de 100 % dans le jeu de données analysé. Un test statistique non-paramétrique confirme la très forte association négative entre spécialisation et nombre de citation (coefficient de corrélation de Spearman -0.69 avec une p-valeur négligeable). [↑](#footnote-ref-28)
28. Par exemple, l’école nationale des ponts et chaussées et EDF exercent une responsabilité partagée sur deux laboratoires qui conduisent des études en lien avec l’adaptation : le laboratoire d'hydraulique Saint-Venant (LHSV) ainsi que le centre d'enseignement et de recherche en environnement atmosphérique (Cerea). Le Cerea est par ailleurs membre de l’IPSL, la fédération de recherche française la plus active dans les sciences du climat d’après les analyses scientométriques de la Cour. [↑](#footnote-ref-29)
29. Au-delà de son programme de soutien aux thèses, la Cour a pu observer lors de ses échanges avec l’Ademe qu’elle finance également, notamment dans le cadre des investissements d’avenir, des projets de recherche et développement pour l’adaptation plus finalisés permettant de passer des connaissances vers des applications opérationnelles, ainsi que des entreprises innovantes en lien avec BpiFrance. [↑](#footnote-ref-30)
30. Voir le chapitre « *Health, wellbeing and the changing structure of communities* » du rapport détaillé du deuxième groupe du GIEC (2022). [↑](#footnote-ref-31)
31. Voir : Dorogovtsev et al. (2001), «*Giant strongly connected component of directed networks »* Physical review E, <https://journals.aps.org/pre/abstract/10.1103/PhysRevE.64.025101> [↑](#footnote-ref-32)