

Services climatiques : des outils pour les territoires ?

Le développement des « services climatiques » est en plein essor, avec pour objectif de mettre à disposition des outils et des éléments d'aide à la décision pour les entreprises et les gestionnaires des infrastructures, des ressources et des territoires. Cet article présente les enjeux généraux du développement de ces services pour les territoires, illustre comment cette réflexion a pu être instruite dans le cadre du projet AdaMont, et ouvre la discussion sur quelques perspectives et défis futurs.

La notion de services climatiques

Météorologie et climat : des complémentarités évidentes

Les conditions météorologiques déterminent une grande part du fonctionnement quotidien des entreprises humaines individuelles et collectives, et de la disponibilité des ressources sur lesquelles elles s'appuient. Qu'il s'agisse de la température de l'air, de l'occurrence et de la quantité de précipitation sous forme de pluie ou de neige, de la vitesse du vent, du rayonnement solaire, de la qualité de l'air, plusieurs variables météorologiques influencent directement le fonctionnement des écosystèmes naturels ou gérés, et modifient leurs conditions d'exploitation.

De toute évidence, les conditions météorologiques jouent un rôle important pour les écosystèmes et les activités humaines, non seulement en valeur instantanée, mais aussi à plus long terme, celui du mois, de la saison, voire de la décennie. L'angle climatique, à long terme, traduit la distribution statistique des conditions météorologiques auxquelles le territoire est exposé (moyennes, dites normales, et valeurs rares ou extrêmes). L'angle météorologique, concernant le temps qu'il fait et qu'il fera à court terme (quelques heures à quelques jours), traduit la capacité de suivi et d'anticipation à court terme des phénomènes atmosphériques et leurs impacts, y compris les risques naturels.

La combinaison de l'approche climatique de long terme (à quoi doit-on, ou peut-on s'attendre ?) et des capacités de suivi et de prévision à court terme (peut-on quotidiennement mesurer et anticiper un événement potentiellement favorable ou dévastateur ?) permet de construire des stratégies de prévention et de prévision, en d'autres termes de définir les activités humaines qui peuvent raisonnablement s'établir en un lieu donné, et leurs conditions d'exercice.

Avant le développement de méthodes de prévision météorologique relativement fiables dans la deuxième moitié du siècle dernier, l'approche climatique a implicitement fondé les choix d'implantation des sociétés et activités humaines, la connaissance climatique acquise au sujet d'un lieu permettant de mesurer son degré d'habitabilité. L'émergence de méthodes scientifiques pour des prévisions météorologiques dont la fiabilité est, le plus souvent, sous nos latitudes, satisfaisante pendant plusieurs jours, a initialement relégué au second plan la climatologie, qui repose avant tout sur la compilation et l'analyse de données mesurées. En effet, si le climat est stationnaire dans le temps, sa connaissance basique peut être jugée satisfaisante en certains lieux à partir d'une période de mesure de quelques décennies. Il est donc tentant de se contenter d'informations climatiques acquises et mobiliser les progrès de la prévision pour gérer au quotidien les éventuelles situations

à enjeu. L'irruption de la prise de conscience scientifique, puis politique et sociétale, du changement climatique, depuis les années 1990, replace l'enjeu de la connaissance climatique au cœur des problématiques d'aménagement des territoires. En effet, le changement climatique induit une non-stationnarité des « normales » climatiques, et conduit dans un nombre croissant de cas à interroger certains choix d'aménagement au regard de l'évolution climatique future. Ce besoin d'information à tous niveaux géographiques d'action publique et privée a récemment débouché sur la formalisation de la notion de « service climatique ».

Genèse et évolution des services climatiques

L'Organisation météorologique mondiale (OMM) a établi en 2009 un cadre international sur les services climatiques (*Global Framework for Climate Services – GFCS*). Il a pour vocation « *d'aider les sociétés à mieux gérer les risques et perspectives associés à la variabilité et à l'évolution du climat, en particulier les groupes les plus vulnérables* ».

Ce cadre international se décline selon cinq objectifs prioritaires :

- réduire la vulnérabilité des populations aux risques climatiques grâce à l'amélioration des services climatiques fournis ;
- faire progresser les principaux objectifs de développement à l'échelle de la planète en améliorant la fourniture de l'information climatologique ;
- intégrer l'information climatologique dans le processus décisionnel ;
- renforcer l'implication des fournisseurs et des utilisateurs des services climatologiques ;
- maximiser l'utilité de l'infrastructure existante des services climatologiques.

Ces objectifs généraux sont déclinés par diverses organisations nationales et internationales.

En France, l'Alliance nationale de recherche pour l'environnement (Allenvi) propose la définition suivante : « *le terme « services climatiques » désigne l'ensemble des informations et prestations qui permettent d'évaluer et de qualifier le climat passé, présent ou futur, d'apprécier les impacts des changements climatiques sur l'activité économique, la société et l'environnement, et de fournir des éléments pour entreprendre des mesures d'atténuation et d'adaptation.* » Cette définition est centrée sur les évolutions passées et futures de long terme, et correspond le plus souvent à l'idée générale associée à la notion de service climatique.

Il existe en France différents types de services en cours de déploiement ou de développement, fourniture de données climatiques et de projections (portail national Drias – Les futurs du climat¹, site et application de Météo-France ClimatHD² et offre de services de Météo-France et d'autres organismes), observatoires régionaux du climat (ORECC³, OPCC⁴...) et démarches de synthèse régionales (AcclimaTerra⁵, GREC Sud⁶), développement de démonstrateurs dans le cadre de la Convention nationale services climatiques, développement d'un Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique⁷.

En Europe, différentes initiatives proposent des études et outils pour l'aide à la décision pour les organisations, filières économiques et gouvernements, tels que l'UKCIP⁸ qui propose différents services pour large partie inspirés des méthodes d'analyse métiers et d'analyse de risque, ou la CIPRA⁹ qui propose une boîte à outils pour l'adaptation au changement climatique pour les territoires alpins, également inspirée de l'analyse métier. La communauté de connaissance et d'innovation européenne « KIC Climate »¹⁰ travaille sur les questions d'atténuation et d'adaptation et soutient le développement d'entreprises innovantes dans le domaine des services climatiques. Le volet « Services climatique » du programme européen Copernicus (*Copernicus Climate Change Services, C3S*)¹¹ développe des systèmes d'information sectoriels (*Sectorial Information System*) à l'échelle européenne voire mondiale. Ouranos Québec¹² propose un modèle assez abouti de plateforme de ressources pour l'adaptation au changement climatique, autour d'un organisme à but non lucratif qui développe des projets collaboratifs impliquant un réseau de 450 chercheurs, experts, praticiens et décideurs issus de différentes disciplines et organisations.

Les apports du projet AdaMont

Schéma général

Dans cet ensemble de services ou plateformes climatiques en développement, la réflexion menée dans le projet AdaMont se situe de façon complémentaire à ces différentes initiatives en s'intéressant à outiller des territoires de taille intermédiaire, infrarégionaux, avec des ressources et des outils de gestion venant en complément à des projections climatiques régionalisées adaptées à ces territoires.

Le schéma de plateforme de service climatique proposé par le projet AdaMont est assez proche de la structuration adoptée par Ouranos Québec mentionné ci-dessus, avec un ensemble de ressources et d'outils pour accompagner la réflexion, la décision et l'action.

1. <http://www.drias-climat.fr/>

2. <http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climathd>

3. Observatoire régional des effets du changement climatique : <http://orecc.auvergnerhonealpes.fr>

4. Observatoire pyrénéen du changement climatique : <https://www.opcc-ctp.org/fr/>

5. Comité scientifique régional sur le changement climatique en Nouvelle-Aquitaine : <http://www.acclimaterra.fr/>

6. Groupe régional d'experts sur le climat en région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur : <http://www.grec-sud.fr/>

7. Accessible sur le site du Cerema : <https://www.cerema.fr/fr/activites/transition-energetique-climat/adaptation-au-changement-climatique>

8. <https://www.ukcip.org.uk/>

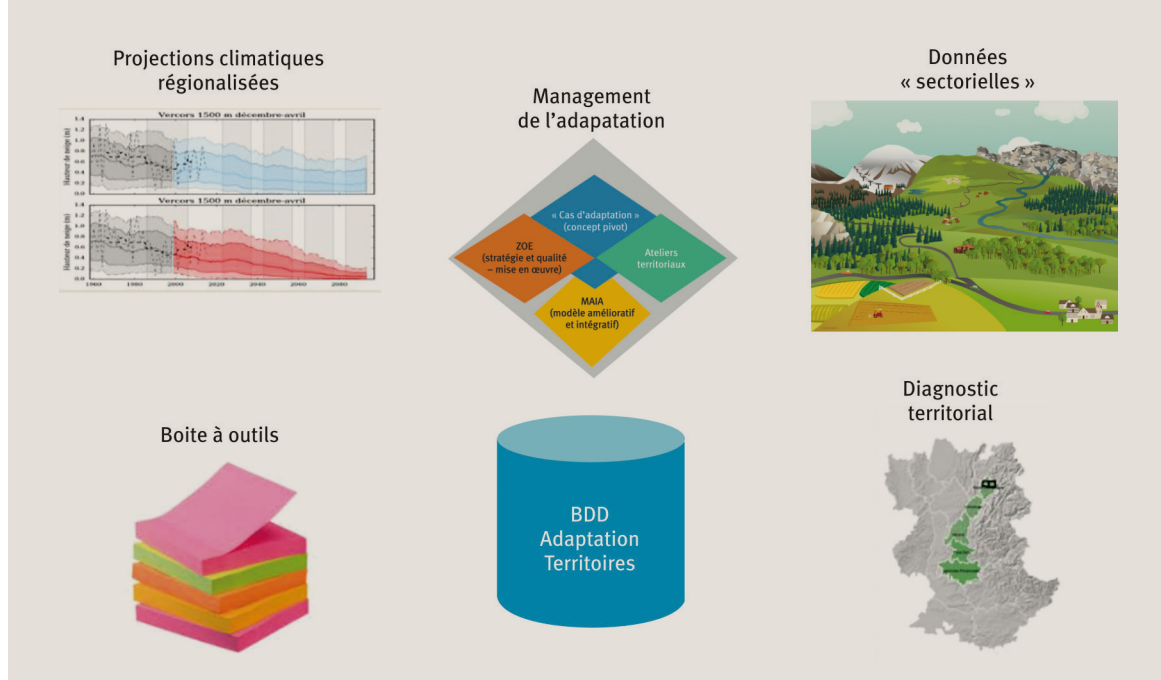
9. <https://www.cipra.org/fr/nouveautes/une-boite-a-outils-pour-lutter-contre-le-changement-climatique>

10. <https://www.climate-kic.org/>

11. <https://climate.copernicus.eu/>

12. <https://www.ouranos.ca/>

❶ Schéma de principe de la plateforme de services climatiques pour les territoires de montagne proposée par le projet AdaMont.



► Ces différentes entrées sont présentées sur la figure ❶. Elles sont reliées entre elles par le modèle intégré MAIA et sa base de données, dédiés à l'adaptation (voir l'article de Philippe *et al.*, pages 30-35 dans ce même numéro). Ce modèle de données offre le potentiel d'une utilisation dynamique, personnalisée et interopérable de ces différentes entrées, qui permet d'envisager le développement d'une application en ligne dédiée aux pratiques d'adaptation au changement climatique en montagne.

Projections climatiques et données sectorielles

La fourniture de projections climatiques et d'indicateurs sur les impacts constitue un dispositif central des services climatiques, avec dans ce cas la nécessité de fournir des projections climatiques adaptées pour les territoires, et d'en décrire les impacts sur les différentes activités économiques et de gestion des ressources naturelles dans les territoires de montagne.

Le projet AdaMont a pu contribuer à cet objectif en consolidant une méthode de régionalisation des projections climatiques adaptée à l'échelon territorial et aux territoires de montagne en particulier. Ces projections, mises à disposition dans le portail Drias, présentent la particularité de fournir des données sur l'enneigement aux côtés des données climatiques classiques (Verfaillie *et al.*, 2017).

Dans le prolongement d'AdaMont, ces données de projection climatique sont utilisées pour créer ou affiner des modèles d'impacts. Les données sur l'enneigement ont ainsi pu être combinées à la caractérisation des domaines skiables et des pratiques de gestion de la neige pour caractériser la fiabilité de l'enneigement des stations de montagne et pour développer des outils de gestion et de décision (voir l'article de George *et al.*, pages 44-51 dans ce même numéro). D'autres travaux sont en cours sur le développement de modèles d'im-

pacts sur la base de ces projections climatiques en lien avec d'autres enjeux socio-économiques essentiels pour les territoires de montagne : adaptation en alpages, évolution des peuplements forestiers, risques naturels... avec la préoccupation de caractériser non seulement le changement futur moyen, mais aussi la gamme des conditions pouvant être rencontrées chaque année, la fréquence d'occurrence des conditions les plus favorables ou défavorables pour un secteur donné, et l'incertitude associée à ces estimations.

Ces projections et modèles d'impact constituent autant d'outils qui contribuent à préciser les aléas, perturbations, impacts, expositions et vulnérabilités liés aux évolutions climatiques et aux risques engendrés. Les développements en la matière, bien que prometteurs, restent cependant encore partiels et doivent donc être poursuivis.

Le recours à des données qualitatives aux côtés de la mobilisation des données quantitatives disponibles s'est donc imposé dans le projet AdaMont. Ces données, recueillies au cours d'ateliers participatifs, ont été mises en forme et capitalisées dans le modèle intégré MAIA et sa base de données (voir l'article de Philippe *et al.*, pages 30-35 dans ce même numéro), modèle qui permet d'interroger les éléments de connaissance disponibles pour les différentes filières économiques et qui permet de révéler des interactions entre elles. Cette caractérisation des éléments du « système d'adaptation territorial » repose sur une démarche de capitalisation progressive de la connaissance, à la fois pour couvrir les différentes activités et ressources à enjeux, mais aussi pour faire évoluer la connaissance de façon continue afin de prendre en compte les retours d'expérience, les innovations de pratique, et l'évolution des enjeux et des connaissances académiques.

Management de l'adaptation

L'adaptation aux changements et particulièrement aux changements climatiques, est une problématique complexe qui nécessite de disposer d'une vision multi-acteurs et multi-échelles. Cette composante d'approche intégrée de l'adaptation est en développement dans les différentes initiatives de services climatiques.

Pour tenter de répondre à ces enjeux, le projet AdaMont a pour sa part pris le parti d'une « approche processus » et de la mise en place d'un « système de management de l'adaptation » afin de permettre d'avoir une approche structurée, intégrée et opérationnelle considérant l'ensemble des parties-prenantes d'un territoire, dans la diversité de leurs enjeux, de leurs pratiques, de leur type et de leur niveau d'intervention sur le territoire (voir l'article de Arlot, pages 8-11 dans ce même numéro).

Le système de management de l'adaptation ainsi proposé est envisagé comme un package d'aide à la mise en œuvre et au suivi de stratégies d'adaptation au changement climatique intégrées et durables, à destination des gestionnaires de territoires infrarégionaux à forte composante non urbaine. Cette option poursuit et prolonge les démarches de plus en plus utilisées d'analyse métier ainsi que les travaux en cours de définition de normes de management pour le développement durable et l'adaptation au changement climatique. Elle les outille.

Diagnostic territorialisé et indicateurs

La réalisation de diagnostics territoriaux de vulnérabilité au changement climatique constitue généralement la première étape de la démarche d'adaptation en se basant sur un ensemble d'indicateurs pertinents. Différentes ressources en ligne tels que les observatoires régionaux du changement climatique aident à ce diagnostic.

Les travaux menés dans AdaMont ont intégré dès l'amont cette problématique territoriale en intégrant le maillon des unités territoriales dans son schéma conceptuel global, permettant ainsi de proposer différentes voies d'amélioration vers une meilleure territorialisation des stratégies d'adaptation.

La base de données du modèle MAIA peut ainsi être interrogée pour différents types d'unités territoriales. Le projet a également commencé à explorer les potentialités offertes par l'entrée territoriale des unités socio-écologiques, avec l'hypothèse d'une pertinence toute particulière de ces unités pour à la fois appréhender la vulnérabilité au changement climatique des territoires de montagne, et aussi pour y concevoir et gérer de façon cohérente les actions d'adaptation (voir l'article de Tschanz, pages 24-29 dans ce même numéro).

La question de la territorialisation des impacts et enjeux du changement climatique et des pratiques d'adaptation a également été abordée dans AdaMont par la mobilisation de méthodes d'évaluation de politiques adaptées aux approches territorialisées. Un important travail de reconstruction d'« arbres d'enjeux » à l'échelle d'unités territoriales a été réalisé, afin de structurer et de hiérarchiser les différents enjeux auxquels sont confrontés les territoires face au changement climatique, avec une démarche pouvant être complétée par le choix d'indicateurs territorialisés.

L'approche proposée dans le Système de management de l'adaptation apporte enfin un support intéressant de

territorialisation de la démarche d'adaptation d'un territoire. Il est effectivement possible de décliner cette approche en emboitant différentes échelles territoriales, depuis l'échelle globale du territoire étudié et des processus de pilotage qui le caractérisent, jusqu'à l'échelle la plus locale qui peut être celle d'une commune ou d'un acteur économique dont l'activité reste assez localisée, avec les processus de pilotage et de réalisation qui y sont associés.

Perspectives et défis futurs

Aux côtés des autres initiatives de services climatiques en développement, le projet AdaMont a ainsi pu déboucher sur quelques avancées qui peuvent aider à spécifier ce que pourrait être un service climatique en tant qu'outil pour l'adaptation des territoires. Les défis restent cependant nombreux, scientifiques, opérationnels, stratégiques et économiques.

L'intégration interdisciplinaire et temporelle au service du développement des territoires

L'information climatique de base, tout comme l'information météorologique, doit passer par le prisme d'un cadre d'interprétation, afin d'être utilisable et comprise. On mesure ici la limite d'une acception purement atmosphérique de la notion de « service climatique ». En effet, le « service » ne prend son sens que par le moyen d'un dialogue entre fournisseur d'information météorologique disponible à long terme, et porteur d'enjeu capable de traduire la sensibilité de ce dernier aux conditions météorologiques. La fécondité de cet échange interdisciplinaire conditionne le succès de la démarche. Ce n'est que grâce à un dialogue approfondi que des modèles spécifiques, capables de traduire de façon appropriée et réaliste du point de vue des acteurs du territoire, peuvent exploiter la richesse des projections climatiques pour mieux évaluer les composantes du risque climatiques qui les concernent (aléas, exposition et vulnérabilités) et questionner leurs modes de développement et d'adaptation.

Sans surprise, les secteurs pour lesquels les services climatiques se développent les plus rapidement correspondent à des secteurs pour lesquels le besoin en information météorologique à court terme est aussi le plus fort. L'intégration de l'appropriation d'enjeux météorologiques à toutes les échelles de temps, de quelques heures à quelques décennies, pour un secteur socio-économique ou écosystémique donné, est un moteur très fort pour le développement de connaissances et l'identification de besoin d'information aux courtes et longues échelles de temps (Strasser *et al.*, 2014). Très souvent, les porteurs d'enjeux ou « utilisateurs finaux » aboutissent à des questionnements climatiques (long terme) en réagissant à un phénomène ponctuel, éventuellement exceptionnel, dont le lien avec le changement climatique n'est pas nécessairement avéré. À condition de conserver un recul suffisant pour ne pas tomber dans un piège sensationnaliste, cette mise en mouvement est d'importance capitale pour faire croître la compétence de tous les acteurs en matière de météorologie et de climat, et, in fine, améliorer les démarches d'adaptation et d'atténuation de l'ensemble des acteurs sociétaux. L'aller-retour entre enjeux aux échelles de temps climatiques

▶ et météorologiques s'incarne dès à présent dans plusieurs initiatives liées aux événements météorologiques extrêmes (e.g., Extremoscope¹³), ou des projets dédiés à des secteurs spécifiques (e.g., PROSNOW¹⁴ qui balaye les échelles de prévision météorologique à court terme jusqu'à la prévision saisonnière pour les enjeux liés à la gestion de la neige dans les stations de sport d'hiver). La recherche d'une approche intégrée complexifie l'appréhension de la question de l'adaptation, et cette complexité semble d'ores et déjà constituer un réel frein à la mise en application sur site de démarches intégrées. Il faut également progresser sur la déclinaison opérationnelle des questions d'adaptation dans les documents d'orientation et de planification territoriale.

Quelques défis futurs

Plusieurs défis s'imposent au développement futur des services climatiques territoriaux.

La production d'information climatique régionale, pour appréhender et quantifier les sources d'incertitude et permettre l'appropriation et l'action sans travestir l'incertitude inhérente à la modélisation climatique, demeure un enjeu majeur.

Le croisement de ces informations essentiellement atmosphériques avec leurs impacts territoriaux (état de surface, ressources en eau, zones urbaines, écosystèmes, risques naturels etc.) requiert de pérenniser et renforcer les liens qui unissent de façon croissante sciences du climat et domaines scientifiques et techniques qui en dépendent, y compris du point de vue des interfaces informatiques. Le programme *Copernicus Climate Change Service* (C3S) développe des Systèmes d'information sectoriels à l'échelle européenne voire mondiale. Leur déclinaison à grain fin pour des territoires à enjeux (montagne, ville, littoral, etc.) demeure un défi scientifique et technique pour les prochaines années.

Au-delà de ces questions essentiellement techniques, le défi de l'intégration temporelle « sans couture », des échelles de temps météorologiques à climatiques, est de toute évidence un moteur de progrès fondamental pour que les sociétés humaines appréhendent la matérialité des changements environnementaux en cours et à venir, et le risque induit pour des pans entiers d'activités humaines du fait de leur vulnérabilité météorologique et, donc, climatique.

La prise en compte de la dimension territoriale ajoute à la complexité du système à prendre en compte. Au final, bien que les bases d'une approche territorialisée soient posées et instrumentées de telle façon qu'on puisse aboutir à court terme à une automatisation de l'interrogation et de la représentation de ces données, la question de la territorialisation de l'adaptation reste un fort enjeu de connaissance. C'est également un enjeu urgent sur le plan opérationnel, et il apparaît prioritaire de finaliser les diagnostics de vulnérabilité et d'analyse de risque sur des unités territoriales pertinentes, de façon utile et articulée avec les outils de planification de ces territoires.

Cette compréhension à de multiples échelles temporelles et spatiales ne peut se construire efficacement qu'en associant les mêmes acteurs pour toutes les échelles temporelles et spatiales concernées, ce qui permet de gagner en cohérence et en appropriation des enjeux. Ceci devrait permettre que les décisions de planification

à long terme tiennent compte des enjeux météorologiques et climatiques des territoires, et s'ancrent ainsi dans une perception tangible à ce jour, point de départ pour l'appropriation des enjeux et moteur pour l'action. Un autre défi et non des moindres est de pouvoir trouver un modèle organisationnel et économique, pour maintenir à niveau et développer ce type de ressources. Ouvrir une plateforme de type participatif pourrait contribuer à cette alimentation, et l'outil proposé le permet. Mais il reste souvent difficile de faire vivre des dispositifs participatifs dans le temps.

De la même façon, ce type de service ne peut exister que s'il se crée une communauté de travail associant experts et chercheurs, parties-prenantes des territoires et des filières économiques. Il apparaît aussi nécessaire de former des intermédiaires capables de mobiliser ce type de ressources complexes, et d'en conduire un déploiement en adéquation avec les différents enjeux des territoires : agences, bureaux d'étude, structures territoriales intermédiaires etc.

La poursuite de la réflexion pour le développement de services climatiques pour une approche intégrative et améliorative des territoires de montagne peut donc appeler à de nombreux développements techniques et ouvrir de nombreux chantiers de recherche. Elle nécessite avant tout de mettre en place une réflexion collective, multi-acteurs, pour définir le modèle souhaité entre des services de production de données et des services impliquant une co-production entre monde de recherche et acteurs territoriaux, ainsi que travailler à sa soutenabilité économique pour l'inscrire dans la durée. ■

Les auteurs

Samuel MORIN

Univ. Grenoble Alpes, Université de Toulouse,
Météo-France, CNRS, CNRM,
Centre d'Études de la Neige,
38000 Grenoble, France.
✉ samuel.morin@meteo.fr

Marie-Pierre ARLOT

Univ. Grenoble Alpes, Irstea, LESSEM, ETNA,
38000 Grenoble, France
✉ marie-pierre.arlot@irstea.fr

13. <http://www.meteo.fr/cic/extremoscope2017/>

14. <http://prosnow.org/>



EN SAVOIR PLUS...

■ **ALLIANCE NATIONALE DE RECHERCHE POUR L'ENVIRONNEMENT**, 2014, *Mise en œuvre de la stratégie scientifique de développement des SERVICES CLIMATIQUES*, Groupe thématique Climat : évolution, adaptation, atténuation, impacts, 10 p., disponible sur : <https://www.allenvi.fr/content/download/4450/33635/version/1/file/Strat%C3%A9gie+scientifique+de+d%C3%A9veloppement+des+services+climatiques.pdf>

■ **CGDD**, Développer les services climatiques, 2018, *Lettre Théma du CGDD*, MTES, 4p., disponible sur : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Th%C3%A9ma%20-%20D%C3%A9velopper%20les%20services%20climatiques.pdf>

■ **OURANOS**, 2014, *Plan stratégique 2014-2020*, 20 p., disponible sur : https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/PS_2015-2020.pdf

■ **STRASSER, U., VILSMAIER, U., PRETTENHALER, F., MARKE, T., STEIGER, R., DAMM, A., HANZER, F., WILCKE, R., STOTTER, J.**, 2014, Coupled component modelling for inter-and transdisciplinary climate change impact research: Dimensions of integration and examples of interface design, *Environ. Modell. Softw.*, n° 60, p. 180-187, disponible sur : <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2014.06.014>

■ **VERFAILLIE, D., DÉQUÉ, M., MORIN, S., LAFAYESSE, M.**, 2017, The method ADAMONT v1.0 for statistical adjustment of climate projections applicable to energy balance land surface models, *Geosci. Model Dev.*, n° 10, p. 4257-4283, disponible sur : <https://doi.org/10.5194/gmd-10-4257-2017>