



PROGRAMME GICC 2014

RAPPORT FINAL DU PROJET ADAMONT

IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET ADAPTATION EN TERRITOIRE DE MONTAGNE



Projet GICC-ONERC
AdaMont
2015-2017

Auteurs : Delphine PIAZZA-MOREL, Marie-Pierre ARLOT, Félix PHILIPPE, François VERON

Contributeurs : Coralie ACHIN, Françoise ALAVOINE-MORNAS, Danaé ALPHE, Frédéric BERGER, Frédéric BRAY, Jean-Jacques BRUN, Christophe CHAUVIN, Thomas CORDONNIER, Arnaud COSSON, Sophie DA COSTA, Nicolas ECKERT, Guillaume ÉVIN, Elodie FORESTIER, Hugues FRANCOIS, Jean-Loup GAYRARD, Emilie GENTILINI, Emmanuelle GEORGE, William GUITTON, Emmanuel JONAS, Solène KNIPPING, Georges KUNSTLER, Sophie LABONNE, Frédéric LIEBAULT, Grégory LOUCOUGARAY, Sophie MADELRIEUX, Eric MALDONADO, Samuel MORIN, Baptiste NETTIER, Bjoern REINEKING, Didier RICHARD, Nicole SARDAT, Pascal SIELENOU, Pierre SPANDRE, Thomas SPIEGELBERGER, Jean-Marc TACNET, Sophie TEISSIER, Mihai TIVADAR, Léïta TSCHANZ, Déborah VERFAILLIE, François VERON, Laure VIDAUD.

Responsable | Coordinateur scientifique du projet

Marie-Pierre ARLOT, Directrice régionale

+33 (0)4 76 76 27 04

+33 (0)6 42 96 30 06

marie-pierre.arlot@irstea.fr

Delphine PIAZZA-MOREL, Chargée de projet

+33 (0)4 76 76 28 95

+33 (0)6 73 73 77 44

delphine.piazza-morel@irstea.fr

IRSTEA – Centre de Grenoble, 2 rue de la Papeterie, BP 76 38 402 St-Martin-d'Hères Cedex

Organismes partenaires et responsables scientifiques

- Irstea, centre de Grenoble
 - Emmanuelle GEORGE, Directrice de l'UR LESSEM, Laboratoire ÉcoSystèmes et Sociétés En Montagne
 - Florence NAAIM, Directrice de l'UR ETNA, Érosion Torrentielle Neige et Avalanches
- UMR GAME, équipes Centre d'Études de la Neige à Grenoble et Groupe de Météorologie de Grande Échelle et Climat à Toulouse
 - Samuel MORIN, Directeur du Centre d'Études de la Neige à Grenoble
- Parc Naturel Régional du Vercors
 - Emmanuel JEANJEAN, Chargé de mission énergie et mobilité



**METEO
FRANCE**



TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES	3
Remerciements	7
Avant-propos.....	9
Mots-clés.....	9
RÉSUMÉ.....	10
FAITS MARQUANTS 2015-2017	12
A - OBJECTIFS ET MÉTHODES	14
A - 1 Objectifs et éléments de posture.....	14
A - 2 Terrains et objets d'étude.....	14
A - 3 Coordination et animation du projet	16
A - 4 Déroulement du projet	18
A - 5 Actions de sensibilisation et de communication	20
A - 5.1 Événements de lancement et de restitution	21
A - 5.2 Actions de formation.....	24
A - 5.3 Supports de sensibilisation.....	24
A - 5.4 Le géocaching pour une expérience terrain du changement climatique	26
A - 5.5 Perspectives	27
A - 6 Cadre méthodologique d'approche intégrée	27
A - 6.1 Référentiels méthodologiques du projet AdaMont.....	27
A - 6.2 Accompagnement sociologique, organisations apprenantes	29
A - 6.3 Le vocabulaire de l'adaptation	29
A - 6.4 Schéma d'approche globale / systémique.....	29
A - 6.5 Principes de la modélisation intégrée	30
A - 6.6 Synthèse et perspectives.....	32
A - 7 Pour approfondir : bibliographie et productions du projet.....	33
B - TRAVAIL PARTICIPATIF.....	34
B - 1 Contexte et objectifs.....	34
B - 2 Éléments de méthode et de mise en place de la démarche.....	34
B - 2.1 Une co-construction qui doit être réelle	34
B - 2.2 Une prise en compte du concept d'organisations apprenantes	35
B - 2.3 Les arbres d'objectifs pour exprimer et structurer les des enjeux	36
B - 2.4 Les ateliers thématiques : une illustration concrète de la mise en œuvre de la démarche participative	37
B - 3 Principaux résultats issus de la démarche participative.....	39
B - 3.1 Analyse et formalisation.....	39
B - 3.2 Contribution à la définition du management de l'adaptation	40
B - 3.3 Perception de la sensibilité du territoire au CC	40
B - 3.4 Mobilisation sur le territoire	40
B - 3.5 Sensibilisation et communication.....	41
B - 4 « Travail participatif » - Synthèse et perspectives.....	41
B - 5 Pour approfondir : bibliographie et productions du projet.....	41

C -	CLIMAT	42
C - 1	Production et exploitation de projections climatiques adaptées aux zones de montagne	42
C - 1.1	Contexte et objectifs	42
C - 1.2	Méthode.....	43
C - 1.3	Résultats.....	45
C - 2	« Climat » - Perspectives	45
C - 2.1	Diffusion et utilisation des projections climatiques ADAMONT V1.0	45
C - 2.2	Intégration dans des modèles d'impact, conditions d'enneigement des stations.....	47
C - 2.3	Boîte à outil statistique pour caractériser l'incertitude	47
C - 3	Pour approfondir : bibliographie et productions du projet.....	49
D -	IMPACTS.....	50
D - 1	Objectifs et méthodes.....	50
D - 2	Forêt et pratiques forestières	51
D - 2.1	Principaux résultats	51
D - 2.2	Pratiques d'adaptation	54
D - 2.3	Perspectives	55
D - 2.4	Pour approfondir : bibliographie et productions du projet	55
D - 3	Agriculture	56
D - 3.1	Principaux résultats	56
D - 3.2	Perspectives	57
D - 3.3	Pour approfondir : bibliographie et productions du projet	60
D - 4	Tourisme	61
D - 4.1	Principaux résultats	61
D - 4.2	Perspectives	63
D - 4.3	Pour approfondir : bibliographie et productions du projet	63
D - 5	Ressource en eau	64
D - 5.1	Élément de méthode complémentaire.....	64
D - 5.2	Principaux résultats	65
D - 5.3	Perspectives	68
D - 5.4	Pour approfondir : bibliographie et productions du projet	68
D - 6	Risques naturels.....	69
D - 6.1	Éléments de méthode	69
D - 6.2	Principaux résultats	69
D - 6.3	Perspectives	71
D - 6.4	Pour approfondir : bibliographie et productions du projet	71
D - 7	« Impacts » - Perspectives.....	72
E -	VULNÉRABILITÉS.....	72
E - 1	Contexte et objectifs.....	72
E - 2	Caractérisation croisée des vulnérabilités par le travail participatif et la modélisation intégrée, notion de « perturbation ».....	73
E - 3	Vulnérabilité des réseaux de transport aux aléas climatiques, conséquences sur l'accessibilité et l'attractivité territoriale	74

E - 3.1	Contexte et méthode	74
E - 3.2	Résultats	76
E - 3.3	Discussion et prolongements envisageables	78
E - 4	Évaluation et spatialisation de la sensibilité des territoires de moyenne montagne au CC par les socio-écosystèmes	78
E - 4.1	Objectifs et méthode	78
E - 4.2	Découpage du territoire pour spatialiser les effets du changement climatique	79
E - 4.3	Discussion et prolongements envisageables	83
E - 5	« Vulnérabilités » - Synthèse et perspectives	84
E - 6	Pour approfondir : bibliographie et productions du projet	85
F -	ADAPTATIONS	86
F - 1	Caractérisation des enjeux et pratiques d'adaptation	86
F - 1.1	L'adaptation dans les politiques publiques et les stratégies territoriales	86
F - 1.2	L'intégration de l'adaptation dans les chartes de PNR	87
F - 1.3	Les apports du travail participatif et des récits d'adaptation	88
F - 1.4	Discussion et prolongements envisageables	91
F - 2	Représentation systémique et intégrée des pratiques d'adaptation	91
F - 2.1	Le choix de la norme ISO 9001 comme référence	92
F - 2.2	La définition d'un « SMA », système de management de l'adaptation	93
F - 2.3	La détermination des axes stratégiques de l'adaptation par l'analyse des forces, faiblesses, opportunités, menaces (FFOM / SWOT)	94
F - 2.4	Le cadrage du besoin d'adaptation par l'analyse métier	95
F - 2.5	Le rattachement au référentiel de développement durable pour les communautés territoriales de la norme ISO 37101 :2016	95
F - 2.6	La mise en place d'un cadre intégré d'analyse stratégique et de mise en œuvre opérationnelle de l'adaptation, ZOE	96
F - 2.7	Discussion et prolongements envisageables	98
F - 3	Pour approfondir : bibliographie et productions du projet	99
G -	MODÉLISATION INTÉGRÉE	100
G - 1	Contexte et objectifs	100
G - 2	Principes de modélisation	101
G - 2.1	Le choix de l'UML	101
G - 2.2	Le « cas d'adaptation », pivot de la modélisation	101
G - 2.3	Composantes et structure du modèle conceptuel de données	102
G - 2.4	Du modèle conceptuel au modèle physique	103
G - 2.5	Collecte et restitution des informations : « fiches de cas d'adaptation »	103
G - 3	Discussion et perspectives	106
G - 4	Pour approfondir : bibliographie et productions du projet	106
H -	SERVICES CLIMATIQUES	107
H - 1	Contexte et objectifs	107
H - 2	Contributions possibles du projet AdaMont à une plateforme de services climatiques pour l'adaptation des territoires au changement climatique	108
H - 2.1	Projections climatiques et modèles d'impact	108
H - 2.2	Expertise filières et ressources	109
H - 2.3	Management de l'adaptation	109

H - 2.4	Diagnostic territorialisé et indicateurs	109
H - 3	Perspectives pour des services climatiques pour l'adaptation en montagne	110
H - 4	Travail de valorisation engagé.....	112
I -	CONCLUSION	114
J -	ANNEXES	117
J - 1	Sigles	117
J - 2	Schéma méthodologique général	118
J - 3	Valorisations (publications et communications) et principaux livrables	119
J - 3.1	Articles scientifiques et techniques AdaMont	119
J - 3.2	Article scientifique en lien avec AdaMont	119
J - 3.3	Quelques articles prévus pour le numéro spécial de la revue Sciences, Eaux et Territoires (SET) dédiée au projet AdaMont	119
J - 3.4	Rapports de stage et de projet tuteuré	120
J - 3.5	Synthèses thématiques	120
J - 3.6	Notes de travail	121
J - 3.7	Ateliers thématiques participatifs : supports de présentation thématiques et restitution des résultats.....	121
J - 3.8	Ateliers participatifs transversaux : supports de présentation thématiques et restitution des résultats.....	122
J - 3.9	Thèses mobilisées dans AdaMont	122
J - 3.10	Documents pédagogiques	122
J - 3.11	Événements.....	123
J - 3.12	Séminaires	123
J - 3.13	Autres communications (hors séminaires de travail, présentations au sein des PNR et événements participatifs AdaMont).....	124
J - 3.14	Contribution à des journées de formation	125
J - 3.15	Communications sur divers médias.....	125
J - 3.16	Divers.....	126
J - 4	Bibliographie	126
J - 4.1	Bibliographie générale.....	126
J - 4.2	Bibliographie Projet Géocaching	127
J - 4.3	Bibliographie Descente d'échelle des scénarios climatiques et modèles d'impact	127
J - 4.4	Bibliographie Forêt	129
J - 4.5	Bibliographie Agriculture.....	132
J - 4.6	Bibliographie Tourisme / Tourisme d'hiver	137
J - 4.7	Bibliographie Ressource en eau.....	140
J - 4.8	Bibliographie Risques naturels et aide à la décision	141
J - 4.9	Bibliographie Politiques publiques	141
J - 4.10	Bibliographie Vulnérabilité – Services écosystémiques - Prospective	143
J - 4.11	Bibliographie Organisations apprenantes et approches qualité.....	145
J - 4.12	Bibliographie Modélisation	146

REMERCIEMENTS

Ce projet a pu être mené grâce au soutien financier du Ministère de la transition écologique et solidaire, dans le cadre de son programme GICC Gestion des impacts du changement climatique et de l'ONERC Observatoire national des effets du réchauffement climatique, que nous remercions pour leur confiance et leur appui, Maurice Imbard, Caroline Blanke, Pascale Ebner, Isabelle Bénézech, Denis Salles. Merci également au GIP Ecofor pour leur soutien aux événements et à la diffusion, Christelle Bakhache et Annabelle Amm.

Nous remercions également nos collègues du Centre national de la recherche météorologique de Grenoble et de Toulouse, qui ont su, malgré des serveurs réticents, produire des données de projections climatiques adaptées aux zones de montagne au bénéfice de nombreuses communautés scientifiques et opérationnelles, et tout particulièrement pour le Centre d'études de la neige, Déborah Verfaillie et Samuel Morin qui ont accompagné l'ensemble de la démarche et de ses temps de valorisation.

Ce projet n'aurait pas pu se faire sans le soutien et la forte implication des parcs naturels régionaux des Préalpes. Merci à leurs présidents et directeurs, merci aux chargés de mission qui ont accepté de se prêter aux réflexions, aux ateliers, aux événements tout au long du projet. Merci en particulier aux chargés de mission du Parc du Vercors, avec Emmanuel Jeanjean qui a été pour nous un correspondant idéal par son écoute, son calme et son efficacité.

Nous remercions tous ceux qui ont accepté de prêter de leur temps à la réflexion, entrepreneurs et gestionnaires, experts et responsables territoriaux, et nos collègues chercheurs qui sont venus y contribuer. Merci aussi aux communes qui ont accueilli nos ateliers et à Anne Farrer qui nous a ouvert les portes du Festival international du film de montagne d'Autrans. Merci à nos collègues d'Irstea qui nous ont soutenus ou accompagnés pour la communication lors des temps forts du projet, et à notre infographiste et chargée de communication Nicole Sardat pour toutes les productions, logos, brochures, jeux, posters, animations... associées au projet. Merci aux équipes d'appui à la recherche, logistique, finances, ressources humaines qui ont contribué au bon déroulement de ce projet.

Ce projet a été construit à un moment où le centre Irstea de Grenoble réfléchissait à son insertion dans un contexte de la recherche et du site universitaire de Grenoble Alpes en profonde évolution. Il a réuni les directions et équipes des unités de recherche du centre, autour d'un projet s'appuyant sur une grande capacité à travailler aux interfaces entre disciplines scientifiques, et au carrefour entre recherche et terrain. Merci à tous les chercheurs et ingénieurs, agronomes, écologues, économistes, statisticiens... d'avoir accompagné ou soutenu ce projet pour tout ou partie de son long cheminement. Merci à nos experts en aide à la décision et en systèmes d'information, Jean-Marc Tacnet, Éric Maldonado et Laure Vidaud, pour leur éclairage essentiel et leur appui rigoureux. Merci à Arnaud Cosson pour son regard de sociologue, miroir de cette expérimentation de travail participatif et interdisciplinaire. Merci à Emmanuelle George, Hugues François, Coralie Achin, Baptiste Nettier et Didier Richard qui ont accompagné et su développer cette démarche dans le domaine essentiel du tourisme, de l'agriculture de montagne et des risques naturels, ainsi que dans ses actions de valorisation.

Merci à l'équipe rapprochée qui n'a jamais faibli même dans les temps de doute. Merci à Sophie Labonne, pour son travail de synthèse des connaissances et ses multiples appuis. Merci à Leïta Tschanz pour ses apports sur les écosystèmes et la dimension prospective. Merci à François Véron, pour le lien avec le Parc du Vercors et pour sa connaissance du terrain, sa contribution

méthodologique et pratique. Merci à Emmanuel Jonas d'avoir accepté sans hésiter le pari d'apporter sa compétence de qualitatif, et d'avoir ainsi transmis une contribution essentielle. Merci à Félix Philippe d'avoir lui aussi accepté de rejoindre le projet et pour le travail remarquable de formalisation et de synthèse qu'il a su y faire au carrefour de toutes les approches. Merci à Delphine Piazza-Morel qui a relevé le pari de prendre la conduite de ce projet complexe et foisonnant, pour son impressionnant travail de mobilisation, de coordination, d'animation, de valorisation auprès des équipes de recherche et des interlocuteurs de terrain ; pour son organisation, sa maîtrise face à une boîte mail toujours débordante ; pour ses incroyables cahiers de note, œuvre et capital en soi de ce projet ; pour ses post-it multicolores, fidèles compagnons des ateliers, mais aussi répartis dans ses cahiers et sur son bureau pour ne rien oublier et tout retrouver en un clin d'œil.

Ce projet a mobilisé près de 150 personnes, a été valorisé auprès de plusieurs centaines de personnes. Chacun a apporté une pièce essentielle à ce projet, ancré dans les valeurs de recherche finalisée et de recherche partenariale de l'institut. Trois années passent trop vite, et notre dernier remerciement ira à Irstea pour les moyens donnés pour poursuivre la consolidation et le transfert des acquis de ce projet.

Marie-Pierre Arlot, Responsable scientifique du projet, Dr-Ing.,
Directrice Régionale, Centre Irstea de Grenoble

AVANT-PROPOS

Le présent rapport constitue le rapport final administratif du projet AdaMont. Il s'agit d'une version complétée du rapport intermédiaire de juin 2016. Il récapitule le déroulement du projet et donne à voir les faits marquants et la logique d'ensemble du projet, l'essentiel à retenir des résultats du projet, ainsi que l'effort de valorisation effectué et les perspectives ouvertes par ce travail. Les productions du projet sont également présentées de manière plus détaillée dans les annexes du rapport ou dans la page web du projet, et feront l'objet d'un numéro spécial de la revue [SET Sciences Eaux et Territoires](#), en cours de finalisation.

MOTS-CLÉS

Changement climatique, adaptation, approche intégrée, management, planification, UML, modélisation, base de données, BPMN, organisations apprenantes, politiques publiques, services climatiques, communautés territoriales, territoire de montagne, territoires non urbains, Préalpes, normes ISO



Figure 1 - Vue du Vercors (© G. LOUCOUGARAY - Irstea)

RÉSUMÉ

OBJECTIFS - Le projet AdaMont, soutenu par le programme Gestion des Impacts du Changement Climatique (GICC) et l'Observatoire National des Effets du Réchauffement Climatique (ONERC), a été réalisé de 2015 à 2017. Conformément aux attendus du programme GICC, le projet s'est intéressé à caractériser et à projeter les impacts du changement climatique pour un territoire, et à proposer une méthodologie d'approche intégrée de l'adaptation au changement climatique à l'échelle de ce territoire, dans une démarche participative et pluridisciplinaire.

MONTAGNE – Le choix du terrain s'est porté sur les massifs et Parcs Naturels Régionaux (PNR) des Préalpes, des territoires de moyenne montagne très sensibles et déjà impactés par le réchauffement climatique. Ces massifs offrent une large palette de milieux et de climats le long de gradients d'altitude, d'exposition, de latitude et de pression urbaine. Ils sont également des terrains privilégiés d'observation et de recherche, en lien avec les PNR et les autres parties-prenantes de ces territoires. L'analyse porte sur les principales ressources de ces massifs et activités de gestion rattachées aux secteurs agricole, forestier, touristique, de la gestion de l'eau et des risques naturels.

PARTENARIAT - Le projet est mené en partenariat entre Irstea, le Centre National de la Recherche Météorologique et les Parcs Naturels Régionaux du Vercors et des Préalpes. Il s'appuie également sur un large partenariat de terrain. Côté recherche, le projet mobilise une part importante du collectif du centre Irstea de Grenoble, au carrefour des trois domaines disciplinaires et d'application qui y sont développés : sciences sociales et territoires, écologie et écosystèmes de montagne, géosciences et risques naturels. Le projet s'interface aussi avec les nombreux projets de recherche existants ou en développement sur le changement climatique à l'échelle de la Communauté Université Grenoble Alpes, ainsi qu'avec différents projets de recherche nationaux, interrégionaux et européens menés dans le centre.

PARTICIPATION - Le travail participatif et de co-construction autour de regards croisés constitue un fondement essentiel du projet AdaMont. Les ateliers participatifs ont rassemblé plus de 150 personnes, entrepreneurs et gestionnaires, experts et chercheurs, chargés de mission et responsables territoriaux. Ils ont permis de recueillir et de capitaliser les connaissances tout en portant attention à la pratique des gestionnaires de terrain.

CONNAISSANCE – Malgré le choix de terrains d'étude bien connus des chercheurs, les connaissances scientifiques et quantifiées sur les impacts et les vulnérabilités au CC restent encore insuffisantes pour permettre une approche quantifiée. La mise en place d'une approche participative et qualitative a constitué la base du rassemblement et de la structuration d'un ensemble cohérent sur la base de connaissances de différentes natures, scientifiques, expertes et pratiques, permettant de travailler dans des terrains peu documentés.

COMMUNICATION – Plusieurs actions et supports de sensibilisation et de communication ont pu être élaborés en soutien et en valorisation de la démarche, touchant plusieurs centaines de personnes et tout type de public. Différentes initiatives sont en cours pour poursuivre cette diffusion des informations sur l'adaptation au CC, avec par exemple la mise en place d'un parcours de géocaching.

APPROCHE SYSTÉMIQUE - Un cadre d'analyse systémique mis en place sur la base d'un travail pluridisciplinaire structure l'ensemble de la démarche méthodologique, cœur du projet. Au regard de l'ampleur de la problématique à aborder, l'approche se base pour l'essentiel sur des « focus » permettant de tester la faisabilité et la pertinence de différentes méthodes et outils pertinents pour cette approche systémique. Ils renvoient alors vers d'autres questions ou projets de recherche.

CLIMAT - La mise au point d'une méthode de régionalisation des projections climatiques a généré des données adaptées aux massifs montagneux pour trois scénarios contrastés du GIEC. Ces projections climatiques ont été mobilisées comme données d'entrée des ateliers participatifs pour étayer la caractérisation des aléas et des perturbations climatiques. Elles ont aussi servi à initier et développer des projets de recherche sur la modélisation des impacts du changement climatique sur les ressources naturelles et les activités économiques en montagne, et tout particulièrement sur la neige et le tourisme de neige.

IMPACTS - Le projet AdaMont s'est donné comme objectif de mener une caractérisation approfondie et la plus exhaustive possible des conséquences du changement climatique pour les territoires étudiés depuis l'aléa climatique, les perturbations et impacts associés, jusqu'aux pratiques d'adaptation, en associant synthèse de l'état de l'art, informations recueillies lors des ateliers et modélisation.

VULNÉRABILITÉS - La question de la sensibilité et des vulnérabilités des territoires au changement climatique est abordée avec l'objectif de développer une approche « enrichie » de diagnostic de la vulnérabilité des territoires, spatialisée et fonctionnelle. Le travail a été initié autour de trois focus : enseignements du travail participatif pour la caractérisation des vulnérabilités, vulnérabilités associées aux réseaux de transport ; vulnérabilités au prisme des socio-écosystèmes.

SYSTÈME DE MANAGEMENT DE L'ADAPTATION – La diversité et la complexité des modalités d'adaptation possibles à mettre en œuvre dans un territoire de moyenne montagne est décrite par une approche « processus », dans le cadre d'un « système de management de l'adaptation » ou « SMA », dérivé des approches classiques des systèmes de management de la qualité « SMQ ». L'objectif principal de ce « SMA » est de faire communiquer les différents métiers au travers de leur activité d'adaptation au changement climatique, afin de pouvoir raisonner cette adaptation de façon intégrée à l'échelle du territoire.

MODÉLISATION INTÉGRÉE - Un important travail de modélisation formelle par langage UML a été effectué dans le but de capitaliser, de structurer et de mettre en relation les informations recueillies dans le projet, afin de proposer une modélisation intégrée du système d'adaptation à l'échelle d'un territoire de moyenne montagne. Cette modélisation intégrée repose sur une représentation du système territorial d'adaptation en trois couches d'information se référant à la chaîne impacts / vulnérabilités / adaptations. Le modèle obtenu est appelé « MAIA » pour « Modélisation Améliorative et Intégrée de l'Adaptation ». Il peut être interfacé avec d'autres approches de modélisation spécialisées.

CAS D'ADAPTATION – Le travail d'intégration s'est fait par alignement entre les différents référentiels utilisés dans l'approche intégrée du système de management de l'adaptation « SMA ». Cet alignement a été effectué par la mise en place d'un cadre d'analyse stratégique et de mise en œuvre de l'adaptation appelé « ZOE » pour « Zone de mise en Œuvre ». Il a débouché sur la définition d'un concept et objet pivot appelé « cas d'adaptation ». Sur la base des travaux menés dans le Vercors, 28 cas d'adaptation rattachés à 5 enjeux principaux et déclinés dans 265 activités d'adaptation de référence ont ainsi pu être identifiés, mobilisant 52 fonctions en support de ces activités.

BASE DE DONNÉES – Une base de données physique liée au modèle intégré, appelée « MAIA-DATA » a été mise en place afin de pouvoir capitaliser et mettre à disposition l'ensemble des informations ainsi recueillies et formalisées. Cette base de données sur l'adaptation est définie de façon assez générique pour être applicable sur d'autres types de territoires, et peut être enrichie de façon continue et dynamique. Elle constitue en ce sens un observatoire de l'adaptation, ainsi qu'un outil d'aide à la décision en aidant à identifier les différentes voies et bonnes pratiques d'adaptation. Elle permet également de révéler les interactions et les effets leviers entre les différentes stratégies et activités d'adaptation.

TRANSFERT - La mise à l'épreuve du système de management de l'adaptation reste à faire sur le terrain. Les premières implémentations opérationnelles montrent néanmoins la capacité de la démarche d'ensemble à donner un cadre formel et intégré qui permette à la fois de capitaliser la connaissance de façon participative et progressive, mais aussi de révéler la réponse adaptative d'un système territorial aux perturbations climatiques à même de contribuer aux processus de décisions des différentes parties intéressées.

SERVICES CLIMATIQUES - L'approche développée est aussi porteuse de propositions pour les autres types de territoires et pour la conception de « services climatiques » afin d'accompagner les territoires dans leurs pratiques et politiques d'adaptation au changement climatique.



FAITS MARQUANTS 2015-2017

Démarche pluridisciplinaire et participative

- ❖ Organisation de **séminaires de travail réguliers**, mobilisant le collectif de personnes impliquées à Irstea et Météo-France (20 à 30 personnes).
- ❖ Sélection et **recrutement des personnels temporaires** du projet (CDD, post-doc, stages) : 3 ingénieurs, IR et IE ; 1 post-doc ; 7 stagiaires.
- ❖ Stabilisation d'un **glossaire** pour la compréhension mutuelle au sein du projet.
- ❖ Mobilisation des **4 PNR** impliqués dans le projet au cours de différents ateliers de travail participatif (ateliers thématiques et transversaux représentant une quinzaine de journées de travail).
- ❖ Mobilisation des **acteurs locaux** au travers de l'organisation d'un **cycle d'ateliers thématiques participatifs** en partenariat avec le PNR du Vercors et des relais territoriaux : 6 journées de mobilisation des acteurs du territoire (5 d'ateliers et 1 de restitution) avec 20 à 30 personnes par atelier et 60 personnes pour la restitution.

Synthèse, valorisation et production de connaissance

- ❖ **Production d'un état des connaissances** sur les impacts du changement climatique sur les milieux, les ressources et les activités. Réalisation d'un **état de l'art** thématique, technique, méthodologique ; mise en place d'une base de données bibliographique structurée et commentée.
- ❖ Production d'une méthode permettant la **régionalisation des projections climatiques** et production de **données climatiques territorialisées** pour les massifs alpins. Mise à disposition de ces résultats via le portail DRIAS de Météo-France.
- ❖ Construction participative, progressive et itérative des **arbres d'enjeux et objectifs d'adaptation au CC du niveau global au niveau local**, avec l'organisation de séances de travail avec les chargés de mission des PNR pour formuler les enjeux d'adaptation au CC au niveau local.
- ❖ Construction d'une **cartographie** du territoire du PNR du Vercors permettant la définition **d'unités socio-écologiques** et leur caractérisation par un travail d'évaluation des **bouquets de services écosystémiques** associés ; production de **scénarios prospectifs** afin d'estimer la vulnérabilité du territoire au changement climatique **au travers de l'évolution de ces bouquets de services**.
- ❖ Mise en place d'un groupe de travail sur les questions de **modélisation territoriale, sectorielle et systémique**, et inventaire des modèles existants.

Approche globale, modélisation intégrée

- ❖ Stabilisation d'un **cadre méthodologique** global dans une démarche **interdisciplinaire, participative et intégrée**, avec le choix d'une **articulation en 3 blocs** (Impacts / Vulnérabilités / Adaptations et **d'outils méthodologiques** associés).
- ❖ Conception d'un **modèle des données** (modèle MAIA - Modélisation Améliorative et Intégrée de l'Adaptation) écrit dans un langage de modélisation graphique fondé sur une approche objet (UML - Unified Modeling Language), permettant de capitaliser, de structurer et de mettre en relation les informations utiles à l'adaptation des territoires de moyenne montagne au CC, afin de rendre cette adaptation plus pertinente, plus intelligente, non plus seulement sectorielle, mais véritablement systémique et intégrée à l'échelle d'un territoire donné.
- ❖ Stabilisation d'une **démarche globale de management de l'adaptation aux changements** et particulièrement aux changements d'ordre climatiques. Nommée SMA pour Système de Management de l'Adaptation, la démarche se fonde sur les cadres normatifs internationaux de l'ISO 9001 et 37101.

Sensibilisation, communication, diffusion

- ❖ Organisation d'évènements scientifiques et grands publics, présentations conjointes assurées par des chercheurs et des partenaires du projet, dont le PNRV (**évènement de lancement** le 22 juin 2015, 90 personnes sur la journée à Villard-de-Lans (38) / **évènement de restitution finale** dans le cadre du FIFMA, Festival International du Film de Montagne d'Autrans, les 7 et 8 décembre 2018, 400 personnes sur les deux journées).
- ❖ Mise en ligne de documents de synthèse (**plaquette de présentation** du projet pour communiquer auprès des partenaires, **supports collaboratifs Prezi** issus des évènements grands publics, **synthèses des ateliers, présentations des séminaires scientifiques**, etc.).
- ❖ Production de **supports de communication et de sensibilisation**, livret, jeu, parcours de géocaching tout public.
- ❖ Contribution à des **actions de formation et de sensibilisation** à destination de professionnels de la montagne et de scolaires.
- ❖ Pilotage et/ou participations à des **projets montés en complément et en poursuite d'AdaMont** en réponse à divers appels d'offre.
- ❖ Présentations dans des **colloques scientifiques**.

A - OBJECTIFS ET MÉTHODES

A - 1 Objectifs et éléments de posture

En réponse à l'appel à projet du programme GICC 2014, le projet AdaMont a été conçu pour contribuer à la mise en œuvre du Plan national d'adaptation au changement climatique, avec pour principaux objectifs :

- de qualifier le changement climatique attendu et les incertitudes associées pour les territoires de moyenne montagne,
- de caractériser les impacts sur les principales activités socio-économiques et les stratégies d'adaptation à mettre en place,
- de proposer des méthodes et des outils utiles aux territoires.

Pour atteindre ces objectifs, et conformément aux attendus de l'appel à projet, le projet AdaMont développe une action de recherche partenariale et pluridisciplinaire proposant une approche intégrée entre les différents secteurs, acteurs et niveaux concernés par la maîtrise des impacts et l'adaptation au changement climatique à l'échelle d'un territoire de taille intermédiaire.

La méthodologie et le déroulement du projet ont également été définis en essayant d'intégrer au mieux les éléments de posture définis à l'origine du projet :

- favoriser une approche du territoire en tant que système, avec une attention particulière au changement climatique comme facteur significatif des évolutions de ce système,
- aboutir à une modélisation intégrée du système territorial face à l'adaptation au changement climatique,
- apporter une attention particulière à la question de la « révélation pratique » du changement climatique en intégrant pleinement les acteurs socio-économiques dans l'analyse, et en confrontant les connaissances scientifiques à la réalité de leurs pratiques de gestion et d'adaptation,
- aider à une réelle co-construction entre chercheurs et acteurs du territoire, en mobilisant des approches d'économie, de sciences politiques, de management et de sociologie adaptées pour à la fois mettre en place et observer ces processus de co-construction,
- se donner l'objectif de travailler à une échelle spatiale et temporelle fine, adaptée à la variabilité des pratiques et des territoires, afin de gagner en opérationnalité,
- s'appuyer sur un territoire bien renseigné, tout en veillant à pouvoir intégrer l'évolution des connaissances et travailler dans des terrains peu documentés,
- valoriser au mieux l'existant, les données, les expertises scientifiques, techniques ou pratiques, les retours d'expérience, mais aussi les méthodes et outils existants, par un effort d'état de l'art assez exhaustif, limiter au maximum les développements complémentaires nécessaires à une meilleure approche intégrée,
- mailler ce projet avec d'autres projets d'intérêt pour cette thématique, complémentaires par les approches sectorielles, géographiques ou méthodologiques qu'ils peuvent apporter à la réflexion,
- aboutir à des livrables méthodologiques transférables pour favoriser le dialogue entre recherche et action.

A - 2 Terrains et objets d'étude

Le projet AdaMont s'est focalisé sur les territoires de moyenne montagne des Préalpes délimités du nord au sud par les Parcs Naturels Régionaux (PNR) des Bauges, de Chartreuse, du Vercors et des Baronnies Provençales, avec un focus particulier mené sur le PNR du Vercors (Figure 2). Ce travail privilégié avec le Vercors a contribué à valoriser les nombreux travaux préexistants sur le changement climatique, fruit d'une collaboration de longue date entre les équipes d'Irstea (entre autres) et les acteurs institutionnels et socio-économiques du parc.

Ces quatre PNR se caractérisent par des conditions naturelles très diverses, avec des conditions climatiques contrastées du fait de leur répartition latitudinale étendue. Au sein même du parc du Vercors, le

gradient climatique nord/sud est particulièrement marqué, avec une influence méditerranéenne significative sur le tiers sud et particulièrement sur les versants les mieux exposés. Ces quatre parcs présentent également un intérêt tout particulier de par leur forte sensibilité au changement climatique mais aussi du fait de leur intérêt faunistique et floristique, ces territoires étant de véritables réservoirs de biodiversité à préserver. En situation péri-urbaine, ces espaces présentent également des enjeux de fréquentation relatifs aux pratiques résidentielles, de loisirs et de tourisme. Ils sont soumis à d'importants risques naturels gravitaires (chutes de blocs, avalanches, glissements, crues torrentielles), qui posent des questions d'implantation des activités et d'usages permanents et temporaires de ces espaces aux fonctions et enjeux multiples.

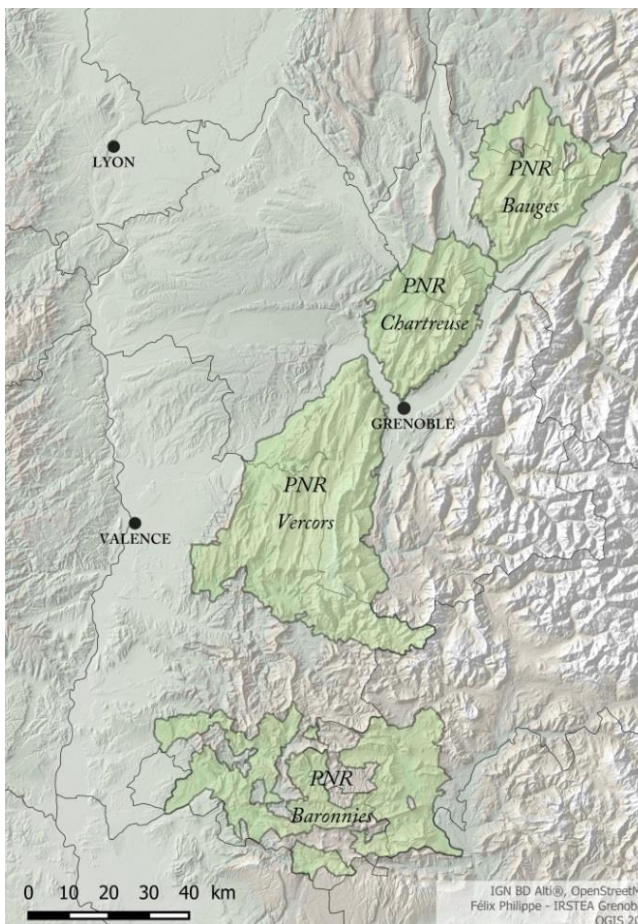


Figure 2 - Localisation des parcs naturels régionaux (PNR) le long de l'arc préalpin

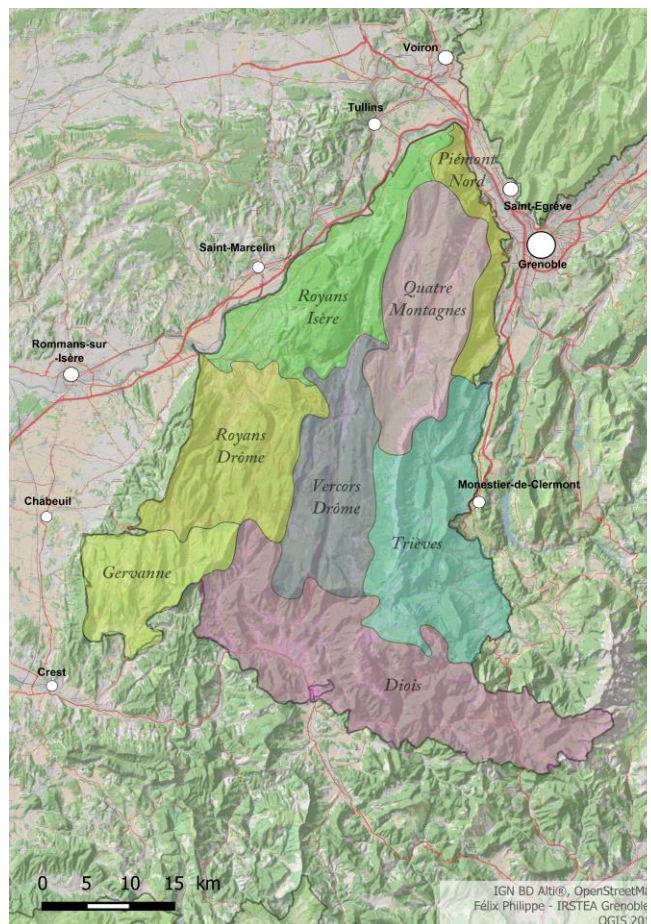


Figure 3 - Situation générale du PNR du Vercors et ses huit régions naturelles.

Les activités agricoles et forestières traditionnelles occupent encore une place importante dans ces territoires. L'agriculture est diversifiée du fait de la pluralité des secteurs géographiques. Une partie importante concerne l'agriculture de montagne, qui repose essentiellement sur la valorisation des prairies et des espaces pastoraux par l'élevage (bovin au nord et ovin au sud). Les cultures (vignes, vergers, céréales et plantes aromatiques) sont quant à elles présentes sur le sud de la zone, et restent des atouts économiques conséquents. La superficie agricole reste cependant limitée par rapport à la forêt qui occupe la majeure partie du territoire. Actuellement, le secteur industriel est faiblement présent, avec des activités de transformation en lien avec le secteur agricole et forestier : dominance de l'agroalimentaire, valorisation du bois et des plantes aromatiques... D'anciens sites industriels témoignent d'un passé industriel plus riche et diversifié, établissements métallurgiques, industries du bois et du textile, carrière de pierre...

Le tourisme est devenu un atout important en termes de développement économique pour ces territoires, en particulier dans le Vercors où la période touristique est partagée entre la saison d'hiver, actuellement la plus rentable du fait de l'attractivité des sports d'hiver, et la saison estivale. La variété de pay-

sage, de relief et de climat permet des formes diversifiées d'activités touristiques : pratiques de sports d'hiver (ski alpin, ski de fond, randonnées en raquettes, promenades en chien de traîneaux...) et d'activités de plein air (équitation, vol libre, parapente, escalade, via Ferrata et VTT, et pour une large part randonnée). Certaines activités sont indirectement favorisées par le tourisme, comme le maintien de l'artisanat et du commerce local et la vente des produits du terroir issus de l'agriculture locale, certains étant de renommée nationale voire internationale. Elles concourent aussi à la préservation de l'image du Parc. Les analyses menées dans le projet AdaMont ont ainsi porté sur les principaux milieux et principales activités économiques du territoire.

L'ampleur de la problématique à traiter, la variété des terrains et de sources et types d'information a conduit à travailler sur des focus sur différents objets d'étude répartis sur les différents territoires en fonction des attentes ou des enjeux dominants (Figure 4). Dans le fonctionnement quotidien du projet, ces différentes études ont été menées de manière parallèle tout en visant une dimension transversale et intégrée, les résultats acquis dans l'une ou l'autre partie contribuant à alimenter les autres volets du projet.

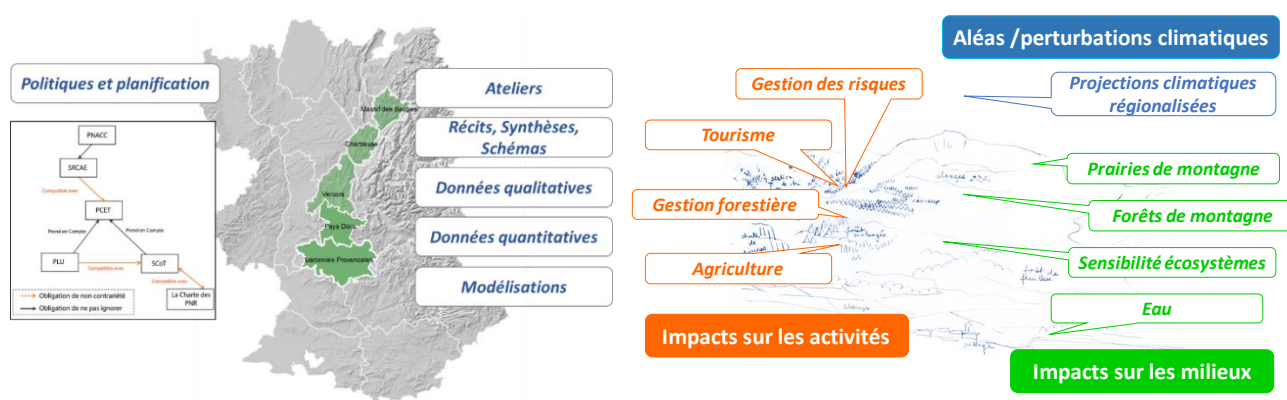


Figure 4 – Sources de données et focus thématiques du projet AdaMont

A - 3 Coordination et animation du projet

Le projet AdaMont est conjoint au centre Irstea de Grenoble et à Météo-France. Au sein d'Irstea, il a mobilisé les trois unités de recherche qui composaient le centre au démarrage du projet et a ainsi rassemblé un collectif de recherche de proximité pluridisciplinaire (Figure 5) entre les trois domaines d'application de recherche du centre, c'est à dire sciences sociales et territoires, écologie et écosystèmes de montagne, géosciences et risques naturels. Le projet a également bénéficié d'une collaboration étroite avec les parcs naturels régionaux (PNR) des Préalpes et tout particulièrement avec le PNR du Vercors (PNRV).

Afin de mettre en pratique l'interdisciplinarité et la co-construction entre chercheurs, il a été nécessaire de rassembler et d'animer l'équipe pluridisciplinaire, afin de permettre le dialogue entre disciplines, ainsi qu'entre recherche fondamentale, recherche appliquée et appui à l'action. Pour cela, des séminaires de travail ont été organisés régulièrement avec l'ensemble des personnes impliquées pour construire et valider la démarche et présenter des états d'avancement. De même, des groupes de travail spécifiques se sont mis en place et se sont réunis régulièrement, soit pour orienter les choix méthodologiques pour la modélisation, soit pour organiser des phases de travail en partenariat avec le terrain ou valider des résultats intermédiaires (équipes dédiées à l'organisation des ateliers participatifs par exemple). A ces temps de travail se sont ajoutées des participations à différentes réunions auprès d'organismes partenaires (Figure 6) conduisant des démarches parallèles, ainsi que des temps d'échanges fréquents entre chercheurs pour réfléchir à des prolongements possibles au projet AdaMont dans le cadre de nouveaux appels à projets. Enfin, [un espace collaboratif en ligne](#) et un espace structuré sur le serveur du centre Irstea Grenoble ([Annexe en ligne](#)) ont été mis en place afin d'organiser et de mettre à disposition des personnes impliquées les différentes ressources de travail. Les supports utilisés lors des phases de travail mobilisant les acteurs du territoire et les différentes synthèses produites y ont été mis en ligne progressivement.

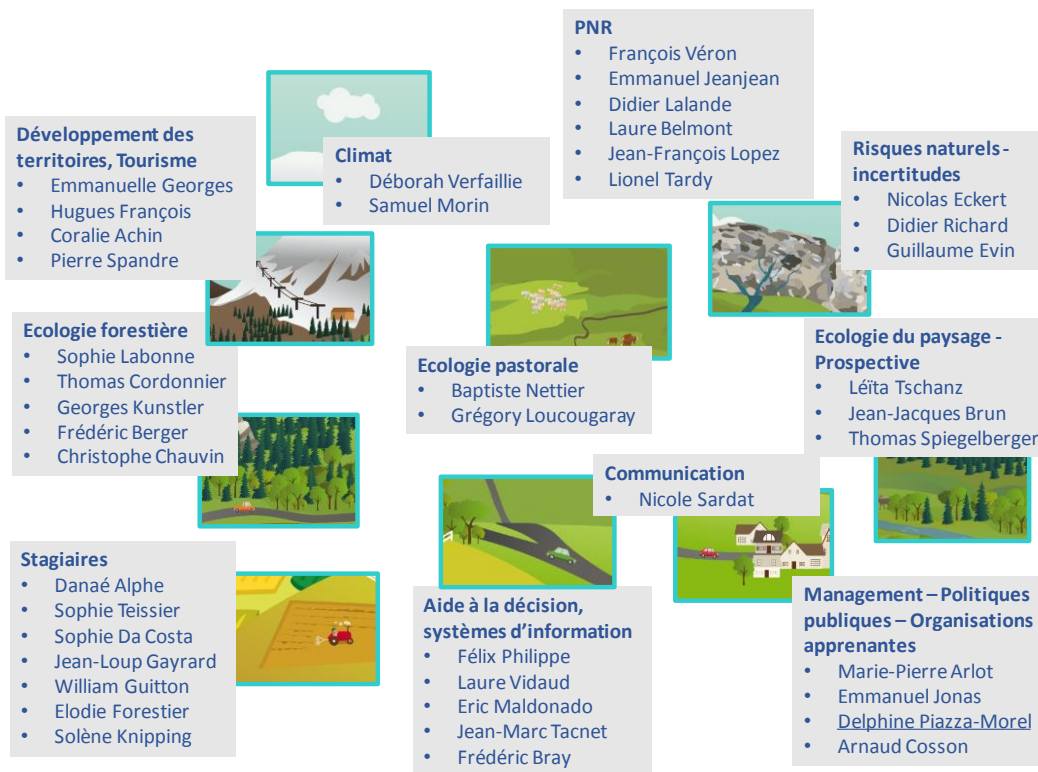


Figure 5 – Collectif de travail du projet AdaMont



Figure 6 – Partenariat du projet AdaMont

A - 4 Déroulement du projet

Le projet, conduit de 2015 à 2017, a été articulé en 3 phases principales.

2015 : lancement du projet labellisé COP21, structuration du projet, organisation méthodologique, mise à plat des connaissances

Afin d'atteindre les objectifs identifiés en démarrage de projet, et en considérant qu'appréhender le principe d'adaptation d'un territoire au changement climatique nécessite de bien maîtriser la connaissance du triptyque impacts / sensibilités-vulnérabilités / adaptations, les premiers mois de réflexions et de travail en collectif ont abouti à poser et à stabiliser une trame méthodologique pour une « approche intégrée » de l'adaptation au changement climatique sur un territoire de montagne sur la base de ces 3 entrées, alimentées par la démarche participative et reposant sur une plateforme d'outils supports.

2016 : organisation des ateliers d'échanges sur le territoire, mise en commun de l'expertise chercheurs/acteurs, construction du modèle et des outils, montage de projets élargis

La deuxième année du projet a été centrée sur l'organisation d'ateliers de travail participatifs sur le territoire, certains prospectifs ou centrés sur la question de la planification de l'adaptation au changement climatique ; d'autres thématiques, au cours d'un cycle de 5 ateliers (agriculture, forêt, tourisme, eau, risques naturels) organisé en partenariat avec le PNR du Vercors et des relais locaux, qui avait pour objectifs de :

- Enrichir la vision du système territorial
- Estimer les impacts du CC
- Identifier les interactions entre secteurs d'activité
- Renseigner les pratiques et points de vigilance pour l'adaptation au CC
- Susciter le dialogue, croiser les regards
- Faciliter les échanges, développer l'intelligence collective
- Constituer un réseau d'interlocuteurs à l'échelle du territoire
- Contribuer à un recueil des impacts et des pratiques d'adaptation
- Identifier des pistes pour des recommandations/idées à mettre en œuvre

Les informations ainsi capitalisées ont contribué à affiner le cadre d'analyse systémique, à mettre en place une formalisation progressive de la démarche d'adaptation et à construire le modèle intégré. Différentes contributions ont également été faites pour interfacier le projet AdaMont à d'autres projets de recherche, du niveau local au niveau européen.

2017 : finalisation des outils, valorisation, transfert des résultats, communication (recueils, colloque)

La valorisation et le transfert des résultats ont occupé une large place de la dernière année du projet :

- Organisation de temps de valorisation et de communication autour du projet, contribution à des formations à destination des professionnels de la montagne, conception de supports de sensibilisation au changement climatique (géocaching)
- Structuration d'une plateforme autour :
 - d'un socle central de modélisation formelle intégrée du système territorial et des pratiques d'adaptation, qui permette de capitaliser et de mettre en lien les différents éléments de connaissance, et qui soit à même de les mettre à disposition dans différentes applications,
 - d'une plateforme d'informations et de services à destination des acteurs territoriaux, préfigurant un prototype de webservices climatiques.

Le Tableau 1 récapitule les principales réunions de coordination et/ou réunions ayant mobilisé des partenaires territoriaux (ordres du jour et CR disponibles dans les documents mis en ligne), en particulier les **séminaires collectifs**, **l'évènement de lancement** du projet organisé en juin 2015, les **ateliers de travail participatifs** organisés sur le territoire du Vercors, les **différents temps de restitution**. Des réunions ponctuelles ont également eu lieu avec les acteurs des territoires pour la préparation en amont des différents temps forts.

	Réunion chercheurs collective				
Légende	Réunion de pilotage				
	Réunion mobilisant les partenaires de terrain				
	Colloque / Evènement ouvert				
Date	Objet	Chercheurs	Acteurs	Lieu	Nb de personnes présentes
07/01/2015	Réunion de lancement du projet	x		Irstea	21
09/02/2015	Réunion du groupe resserré de pilotage	x			4
26/02/2015	Séminaire 1 de travail collectif	x		Irstea	28
05/03/2015	Réunion du groupe resserré de pilotage	x			4
30/03/2015	Réunion du groupe resserré de pilotage	x			5
02/04/2015	Réunion rencontre PNRV	x	x	Lans-en-Vercors	5
10/04/2015	Réunion du groupe resserré de pilotage	x			5
30/04/2015	Séminaire 2 de travail collectif	x	x	Irstea	24
06/05/2015	Réunion du groupe resserré de pilotage	x			5
22/05/2015	Réunion PNRV et UGA	x	x	Irstea	5
28/05/2015	Réunion du groupe resserré de pilotage	x			4
05/06/2015	Atelier de travail PNRV	x	x	Lans-en-Vercors	12
22/06/2015	Séminaire 3 de travail collectif	x			22
22/06/2015	Rencontre PNR Baronnies	x	x	Villard-de-Lans	5
22/06/2015	Evènement de lancement Adamont	x	x		100
02/07/2015	Réunion du groupe resserré de pilotage	x			4
15/07/2015	Rencontre PNR Bauges	x	x	Bourget-du-Lac	6
16/07/2015	Réunion du groupe resserré de pilotage	x			5
22/09/2015	Séminaire 4 de travail collectif	x		Irstea	13
29/09/2015	Réunion du groupe resserré de pilotage	x			5
20/10/2015	Réunion du groupe resserré de pilotage	x			5
21/10/2015	Séminaire 5 de travail MODELISATION 1 collectif	x		Irstea	18
17/11/2015	Séminaire 6 de travail MODELISATION 2 collectif	x		Irstea	18
24/11/2015	Réunion du groupe resserré de pilotage	x			5
15/12/2015	Atelier de travail PNRV	x	x	Lans-en-Vercors	9
21/01/2016	Réunion du groupe resserré de pilotage	x			5
25/01/2016	Atelier de travail PNRV prépa atelier forêt	x	x	Lans-en-Vercors	4
02/02/2016	Séminaire 7 de travail collectif	x		Irstea	22
09/02/2016	Réunion du groupe resserré de pilotage	x			5
01/03/2016	Réunion du groupe resserré de pilotage	x			4
22/03/2016	Atelier participatif Forêt	x	x	Monestier-de-Clermont	30
01/04/2016	Réunion de travail collectif AAP	x		Irstea	7
07/04/2016	Atelier participatif Agriculture	x	x	Saint-André-en-Royans	21
10/05/2016	Réunion du groupe resserré de pilotage	x			5
19/05/2016	Atelier participatif Tourisme	x	x	Saint-Julien-en-Vercors	30
20/05/2016	Rencontre PNR Chartreuse	x	x	Saint-Pierre-de-Chartreuse	6
26/05/2016	Séminaire 8 de travail collectif	x		Irstea	17

Date	Objet	Chercheurs	Acteurs	Lieu	Nb de personnes présentes
21/07/2016	Atelier de travail PNR Chartreuse	x	x	Saint-Pierre-de-Chartreuse	14
28/09/2016	Participation aux 50 ans du centre Irstea	x	x	Irstea	100
29/09/2016	Restitution travaux partiels blocs 2	x	x	Lans-en-Vercors	16
10/10/2016	Séminaire 9 de travail collectif	x		Irstea	20
13/10/2016	Participation fête de la Science 2016	x		Grenoble	200
14/10/2016	Participation fête de la Science 2016	x		Grenoble	
24/10/2016	Réunion du groupe resserré de pilotage	x			5
08/11/2016	Journée de formation Educ'Alpes	x	x	Lans-en-Vercors	15
15/11/2016	Atelier participatif Eau	x	x	Lans-en-Vercors	22
24/11/2016	Séminaire 10 de travail collectif	x		Irstea	20
12/12/2016	Atelier de restitution PNR Chartreuse	x	x	Saint-Pierre-de-Chartreuse	11
13/01/2017	Atelier de travail prospective PNRV	x	x	Lans-en-Vercors	21
20/02/2017	Réunion du groupe resserré de pilotage	x			4
09/03/2017	Journée de formation changement global	x	x	Paris	25
16/03/2017	Mini-séminaire modélisation FORET	x	x	Irstea	6
24/03/2017	Atelier participatif Risques naturels	x	x	Lus-La-Croix-Haute	23
11/04/2017	Mini-séminaire modélisation TOURISME	x	x	Irstea	9
14/04/2017	Réunion du groupe resserré de pilotage	x			4
01/06/2017	Réunion de travail PNRV	x	x	Irstea	8
08/06/2017	Mini-séminaire modélisation RISQUES	x		Irstea	5
13/06/2017	Mini-séminaire modélisation AGRICULTURE	x	x	Irstea	7
14/06/2017	Atelier ADAMONT "Autour du 2°C"	x	x	Autrans	15
19/06/2017	Rencontre AFNOR	x		Paris	6
26/06/2017	Réunion du groupe resserré de pilotage	x			4
03/07/2017	Mini-séminaire modélisation EAU	x	x	Irstea	7
06/07/2017	Séminaire 11 de travail collectif	x		Irstea	11
10/07/2017	Réunion de lancement géocaching	x	x	Lans-en-Vercors	10
11/07/2017	Rencontre FIFMA N°1	x	x	Autrans	6
29/08/2017	Rencontre FIFMA N°2	x	x	Autrans	4
22/09/2017	Restitution des ateliers participatifs	x	x	Seyssins	65
22/09/2017	Atelier de travail inter-PNR	x	x	Seyssins	22
06/10/2017	Réunion géocaching N°2	x	x	Lans-en-Vercors	10
12/10/2017	Participation fête de la Science 2017	x		Grenoble	200
13/10/2017	Participation fête de la Science 2017	x		Grenoble	
14/11/2017	Journée de formation Adaptation au CC (RAEE)	x	x	Lyon	16
07/12/2017	Restitution grand public du projet au FIFMA	x	x	Autrans	320
08/12/2017	Restitution scolaire du projet au FIFMA	x	x	Autrans	150
23/01/2018	Restitution scientifique du projet à Grenoble	x	x	Irstea	95
08/02/2018	Réunion BILAN de pilotage	x			9
06/03/2018	Atelier prospective PNRV N°2	x	x	Lans-en-Vercors	8
16/03/2018	Journée de formation changement global	x	x	Paris	45
27/03/2018	Restitution finale du projet au MTES	x	x	Paris	80

Tableau 1 - Tableau récapitulatif des principales réunions d'animation et de coordination AdaMont
(janvier 2015 à avril 2018)

A - 5 Actions de sensibilisation et de communication

Les actions de sensibilisation et de communication ont occupé une place importante dans le projet, à destination de publics scientifiques, techniques, scolaires et grand public. Chaque rubrique détaillée ci-après est accompagnée d'un ensemble de documents accessibles en ligne ou dans les annexes.

Afin d'apporter un éclairage fort sur les résultats du projet en local comme auprès des scientifiques partenaires, plusieurs temps de clôture ont été imaginés.

AdaMont au Festival International du Film de Montagne d'Autrans (FIFMA)



Le [Festival International du Film de Montagne d'Autrans](#) a lieu chaque année début décembre dans le Vercors. Lieu de culture et de sensibilisation aux problématiques de la montagne, on y trouve, en parallèle des projections de film en compétition dans différentes catégories, des événements partenaires organisés durant le temps du festival. L'équipe du projet AdaMont accompagnée du PNR du Vercors a ainsi imaginé, organisé et animé, sous l'égide du festival, trois temps forts dédiés au changement climatique pour la clôture du projet, et destinés à un grand public, ainsi qu'aux acteurs socio-économiques et décideurs du territoire du Vercors :

Jeudi 7/12/17, après-midi, Escandille > Réchauffement climatique, qu'est-ce qui va changer dans le Vercors ? Un temps de restitution technique du projet sous forme de séminaire et de débat sur les enjeux des territoires de moyenne montagne, qui a réuni des élus, partenaires, acteurs socio-professionnels et grand public (160 personnes). L'équipe projet a présenté les principaux résultats de recherche et des ateliers participatifs en abordant chaque secteur impacté (forêt, agriculture, tourisme, ressource en eau, risques naturels). Un débat sur le rôle de la planification et les outils de sensibilisation a complété l'après-midi. Le support de présentation est disponible en [annexe](#) .

Jeudi 7/12/17, soirée, Cinéma Le Clos > De la cordillère des Andes au Vercors, à quoi ressemblera la montagne de demain ? Projection tout public d'un film « [Samuel in the clouds](#) » (Grand prix 2016 du Festival) racontant la fermeture d'une station de ski dans la Cordillère des Andes, précédée par une présentation du projet AdaMont, de perspectives réalistes et de scénarios et suivie d'un débat sur l'avenir de la montagne (150 personnes). L'introduction à la soirée a posé les grandes lignes du changement climatique attendu en montagne ainsi que les éléments de réflexions et d'accompagnement apporté par le projet AdaMont. Une discussion ouverte s'est engagée suite à la projection du documentaire, entre les scientifiques, les représentants du Ministère qui participaient à la soirée, les représentants du PNR du Vercors et le grand public présent dans la salle. Le support de présentation est disponible en [annexe](#).

Vendredi 8/12/17, après-midi, Escandille > Animations pour les scolaires (quizz et idées reçues sur le changement climatique). Un stand Irstea avec des interfaces ludiques pour aborder les points essentiels du changement climatique en montagne (150 enfants). Les classes d'élémentaire du plateau du Vercors ont pu tester les jeux « Questions pour un champion » et « Qui est-ce ? » dédiés au changement climatique et conçus dans le cadre du projet, avec à leur côté des scientifiques présents pour répondre à leur question et les sensibiliser aux thématiques abordées. Ces jeux sont présentés plus en détail dans la partie A-4.3 Supports de pédagogie / sensibilisation / animation scientifique.

L'organisation du Festival a donné l'occasion de restituer les résultats du projet sur le territoire dans un cadre original et ambiteux, tandis que la forte communication autour du Festival a touché un public élargi et renouvelé. A cette occasion, de nombreux documents de vulgarisation ont été distribués. La couverture presse autour du projet a été également très positive.



Figure 8 - Extraits du programme du FIFMA 2017 et photos des trois temps forts AdaMont (Sardat N. / Grez N.)

Restitution scientifique du projet sur le campus universitaire de Grenoble

Le 23 janvier 2018, l'ensemble des partenaires scientifiques et socio-économiques du centre Irstea de Grenoble et de Météo-France a été convié à participer à une journée de séminaire scientifique sur « Adaptation des territoires au changement climatique », avec une matinée dédiée à la restitution des travaux conduits sur la durée du projet AdaMont et une après-midi plus ouverte permettant de présenter des projets liés, abordant également la thématique du changement climatique en montagne ou les aspects méthodologiques d'une approche intégrée. Cette journée a réuni une centaine de personnes autour des enjeux scientifiques liés au changement climatique et aux territoires de montagne. Les discussions ont ouvert sur des suites possibles à donner à l'approche intégrée d'AdaMont, la transmission des connaissances aux territoires et le transfert méthodologique à d'autres types de territoire. Un ensemble de ressources scientifiques et techniques a été mis à la disposition des participants. On trouvera en [annexe](#) le programme de la journée. L'ensemble des présentations scientifiques de cette journée est disponible sur [la page web du projet](#).



Figure 9 - Quelques-uns des supports de documentation technique et scientifique AdaMont mis à disposition lors des journées de restitution (Piazza-Morel D.)



Figure 10 - Table ronde lors de la journée de clôture du projet AdaMont au MTES - 27 mars 2018 (Piazza-Morel D.)

Restitution finale au Ministère de la transition écologique et solidaire

Le dernier évènement de clôture du projet a eu lieu à Paris le mardi 27 mars 2018 au Ministère de la transition écologique et solidaire. Il a réuni un peu plus de 80 personnes, membres du ministère ou de collectivités territoriales ou d'associations. Le programme est disponible en [annexe](#). La journée, intitulée **Vers une approche intégrée de l'adaptation au changement climatique dans les territoires ? Contribution du projet AdaMont pour les territoires de moyenne montagne et perspectives méthodologiques**, était construite en deux parties.

Au cours de la matinée, dédiée aux travaux du projet AdaMont, les apports du projet ont été présentés sous deux angles : la partie méthodologique pour aborder l'adaptation d'une manière transversale aux différents enjeux et activités du territoire ; et la partie sectorielle pour qualifier les enjeux pour l'économie et les milieux de montagne.

L'après-midi, les échanges se sont poursuivis au cours d'une table ronde réunissant les représentants de l'ONERC, du CGET, du CEREMA, de l'IPSL, de Météo-France et de la Fédération nationale des PNR, invités à dialoguer sur le thème « Territoires de montagne et adaptation au changement climatique : quels futurs, quels besoins et quels supports ? ». Après avoir rappelé les enjeux généraux de la prise en compte du changement climatique par l'atténuation et l'adaptation, ainsi que les enjeux spécifiques des territoires de montagne par rapport aux territoires de plaine, plusieurs exemples de support pour l'animation ou l'accompagnement des territoires ont été évoqués comme les chartes de PNR, les financements dédiés à la diversification touristique ou la gestion intégrée des risques naturels, et plus globalement le rôle des politiques pour l'adaptation. La fin de la discussion a porté sur le développement d'outils pour l'adaptation, via des observatoires, des centres de ressources et des services climatiques pour les territoires de montagne (avec des services déjà existants au niveau national –type portails DRIAS, ClimatHD- et européen –portail Copernicus...).

L'ensemble des présentations et des supports dédiés à cette journée sont disponibles sur [la page web du projet](#).

Cette journée a clos l'ensemble des temps de restitution organisés depuis décembre 2017.

A - 5.2 Actions de formation

La visibilité des travaux du projet AdaMont a conduit à différentes sollicitations de l'équipe projet de la part de professionnels de l'éducation à l'environnement ou de l'enseignement scolaire. Le tableau suivant détaille ces contributions (et renvoie le cas échéant aux annexes).








Date & Lieu	Porteurs	Public	Objet	Supports
08/11/2016 (Vercors)	PNRV / Association Educ'Alpes / CPIE Vercors / Observatoire savoyard du CC / Irstea	Professionnels de la montagne (éducateur, guide, accompagnateur, etc.)	Comprendre le changement climatique et identifier les impacts visibles sur le terrain. Transmettre un message au grand public.	> Programme de la journée (Annexe en ligne) > Poster Educ'Alpes « C'est chaud pour les Alpes » (en ligne sur le site de l'association)
> 09/03/2017 > 16/03/2018 > Poursuite en 2019 (Paris)	Académie de Créteil	Enseignants du secondaire de l'Académie de Créteil	Comprendre le changement global. Disposer d'éléments concrets territorialisés pour informer les élèves. Travailler en interdisciplinarité.	> Diaporama « Du changement global au changement climatique : Compte-rendu de projets de recherche interdisciplinaires ... sur les territoires de montagne », (Annexe en ligne)
14/06/2017 (Autrans)	UGA / CNRS / INRA / IRD	Jeunes chercheurs	Organisation d'un atelier « Ada-Mont » lors d'une école d'été intitulée « Autour du 2°C ». L'atelier « Disparition de la neige et adaptation du tourisme de montagne » avait pour objectif de faire toucher du doigt aux participants le traitement des données climatiques et l'enjeu de l'adaptation touristique	> Programme de l'école
14/11/2017 (Vercors)	Collège de Romans-sur-Isère / IRSTEA	Collégiens	Sensibilisation scientifique à la problématique du CC en montagne. Lien pluridisciplinaire avec les programmes scolaires (SVT, Français, Géographie, Maths et Anglais)	> Fiches supports d'intervention , Philippe F. « Sortie pédagogique sur le changement climatique » 23 pages. Journée de formation terrain, Vercors, 14 novembre 2017 (Annexe en ligne)
14/11/2017 (Lyon)	AURA-EE et AGEDEN	Territoires EPCI /agents des collectivités en charge de l'élaboration des PCAET	Apporter des éléments de décision aux territoires engagés dans une élaboration de PCAET. Connaissance de l'adaptation au CC.	> Programme de la journée « Climat : mon territoire est-il concerné ? » (Annexe en ligne)

Tableau 2 - Organisation et contribution à des journées de formations sur la problématique du CC

A - 5.3 Supports de sensibilisation

Ces formations et plus globalement les actions de sensibilisation conduites lors de participation à la **Fête de la Science** lors des éditions de 2016 et 2017 ont été l'occasion de développer des supports pédagogiques dédiés.

Deux jeux ont ainsi été imaginés et créés, ainsi que deux livrets et une série de cartes postales. Ils ont été distribués à plusieurs centaines d'exemplaires lors des différents événements de restitution du projet et ont également été réappropriés et distribués par des collectivités. Dans cette catégorie, on peut présenter également des posters et des fiches très synthétiques, conçues pour la communication et la diffusion de connaissances du projet, essentiellement auprès des partenaires socio-économiques.

Support	Type	Description	Lien
	Jeu « Question pour un Champion »	Plusieurs séries de questions sur la thématique de la montagne et du CC, adaptées au niveau du public (scolaire ou adulte)	Les listes des questions niveau enfants et adultes sont disponibles en ligne : - Jeu enfants - Jeu adultes
	Jeu « Qui est-ce ? »	Quatre plateaux de jeu inspirés du célèbre "Qui est-ce ?" pour envisager les impacts du CC et les adaptations des plantes, des arbres, des oiseaux et des hommes en montagne	Jeu téléchargeable sur le site internet d'Irstea
	Livret pédagogique « Et demain ? » (En accompagnement du jeu « Qui est-ce ? »)	Un livret illustré et documenté simplement afin de présenter des plantes, des arbres, des oiseaux et des activités emblématiques en montagne, sous l'angle des effets et de l'adaptation au CC.	Livret téléchargeable via le site d'Irstea
	Livret pédagogique « Qu'est-ce qui change ? »	Un livret illustré et documenté simplement afin de transmettre des informations de manière décalée sur le CC en montagne, au travers de 38 idées reçues.	Livret téléchargeable via le site d'Irstea
	Livret technique Modélisation, impacts et adaptations	Ce livret récapitule la démarche de modélisation de manière simplifiée et récapitule les principaux points de l'état des connaissances par secteur, en établissant les interactions entre eux.	> Livret en ligne disponible ici . > Les éléments de ce livret sont tirés d'une présentation Prezi mise en ligne sur internet
	Cartes postales (6 modèles différents)	Illustration d'espèces emblématiques des milieux naturels de montagne et d'activités humaines avec au verso un petit texte sur les effets du CC et les interactions entre activités et biodiversité à l'échelle du territoire.	
	Posters	Un poster synthétique de présentation du projet a été réalisé à mi-parcours. Il a souvent été présenté accompagné de posters sectoriels présentant l'état des connaissances actuels pour les secteurs d'activités de montagne.	Annexe en ligne

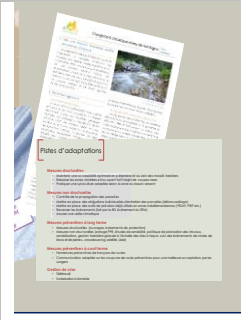
		<p>Fiches techniques thématiques</p>	<p>Un ensemble de 6 fiches thématiques a également été conçu pour disposer d'un support de communication simple et pédagogique, et compilant l'état des connaissances, à destination d'un public technique élargi.</p>	<p>Ces fiches sont présentées dans la suite du rapport, par entrées sectorielles.</p>
---	--	---	--	---

Tableau 3 - Supports pédagogiques imaginés autour de la problématique du CC en montagne
(crédits photos IRSTEA)

A - 5.4 Le géocaching pour une expérience terrain du changement climatique

Dans l'optique de valoriser et de vulgariser les résultats produits de manière croisée dans le cadre du projet AdaMont auprès du plus grand nombre et d'impulser une action intégrée d'adaptation au changement climatique sur un territoire, une petite équipe de chercheurs s'est mobilisée autour d'un projet de diffusion de la connaissance par l'intermédiaire d'une interface ludique et compétitive, le géocaching - ou géocache. Ce dispositif de sensibilisation et de diffusion commence à se propager sur des objets scientifiques. Il offre en effet de nouvelles opportunités d'apprentissage collectif, de création et de consommation de contenus pédagogiques. Il permet également de capter sur un temps assez long l'attention d'écoliers ou d'étudiants.

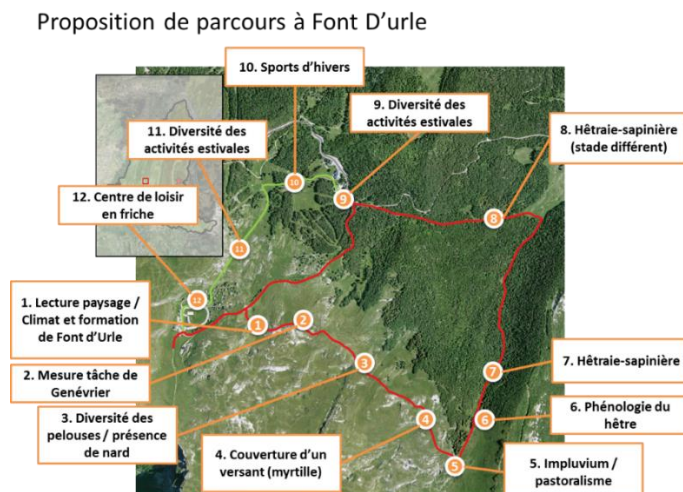
Le géocaching est un loisir qui consiste à utiliser la technique du géopositionnement par satellite (GPS) pour rechercher ou dissimuler un contenant (appelé « cache » ou « géocache ») dans divers endroits à travers le monde. Une géocache typique est constituée d'un petit contenant étanche et résistant comprenant un registre des visites et un ou plusieurs « trésors », généralement des bibelots sans valeur. La présentation de la cache sur le site geocaching.com qui centralise les géocaches permet en outre d'enrichir l'expérience en proposant un descriptif des lieux environnant la cachette. Pour trouver cette dernière, des énigmes plus ou moins complexes doivent être résolues.

En reliant un contenu en ligne à un objet sur le terrain, le géocaching permet de relier connaissance théorique et monde physique pratique rendant ainsi concrète une problématique qui peut sinon apparaître théorique et éloignée. Par rapport à la problématique du changement climatique, le caractère ludique du géocaching prend également le contrepied de discours catastrophistes potentiellement démoralisants sur le sujet.

Le réseau de géocaches conçu dans ce cadre va être placé dans des sites du parc du Vercors sensibles au CC ou déjà visiblement impactés par le CC avec l'aide des gardes du Parc. Ces caches sont documentées par des contenus en ligne permettant d'informer et de sensibiliser les acteurs/citoyens du territoire ou des personnes de passage aux différents impacts du changement climatique sur le Vercors, ainsi qu'aux actions d'adaptation déjà mises en œuvre ou envisagées. Différents publics cibles (ex : scolaires, familles, vacanciers, sportifs...) sont visés, au travers de différents réseaux de géocaches et de différents niveaux d'énigmes, avec des actions d'accompagnement pour faire connaître et promouvoir une utilisation pédagogique de cet outil. Ce projet a bénéficié d'un financement de la Communauté Université Grenoble Alpes, IDEX et Labex ITEM Innovation et territoires de montagne.



Figure 11 – Logo du projet Géocaching « A la recherche du changement climatique » et proposition de parcours avec les thématiques abordées.



A - 5.5 Perspectives

Les différentes actions de formation, de sensibilisation et d'animation scientifique menées au cours du projet AdaMont, ont touché un large public et de tester divers canaux de transmission des connaissances académiques vers l'opérationnel et le grand public.

En complément de ces actions de formation déjà effectuées, d'autres se mettent en place ou sont envisagées. Ainsi, l'accompagnement de scolaires va se poursuivre avec l'engagement dans le cadre d'un projet d'éducation par la recherche proposée par les Savanturiers du Climat sur la thématique de la climatologie et l'influence du réchauffement climatique sur la biodiversité dans l'environnement proche des élèves.

De même, il est envisagé de valoriser la méthodologie globale développée par le projet AdaMont pour la mise en place sur un territoire d'une démarche de management de l'adaptation au CC par une offre de formation spécifique, entre autres à destination des équipes des PNR. Ce type d'offre pourrait aussi s'interfacer avec des opérateurs spécialisés tels que des bureaux d'études ou d'autres opérateurs intermédiaires intervenant dans le champ de l'adaptation au CC des territoires. Cette action s'inscrit dans un projet de valorisation et de transfert en cours (Tableau 14).

A - 6 Cadre méthodologique d'approche intégrée

Le projet AdaMont, à l'interface entre recherche et terrain, se positionne comme un projet méthodologique, afin de contribuer à la définition de méthodes pour une approche intégrée de l'adaptation au CC dans les territoires, sur la base d'une démarche participative et de co-construction. La notion d'approche intégrée est ici entendue comme permettant une approche mettant en interaction les différentes zones et secteurs d'activité du territoire dans leurs enjeux et pratiques d'adaptation au CC.

A - 6.1 Référentiels méthodologiques du projet AdaMont

Le choix de méthodologies normées et reconnues - Conformément au souhait de valoriser au mieux l'existant et d'aboutir à des résultats rapidement transférables (Cf. Partie A - 1), la démarche mise en place s'appuie pour l'essentiel sur des référentiels et des méthodologies normées et reconnues à l'échelle internationale, déjà éprouvées dans leur mise en pratique. Ces référentiels, succinctement présentés Tableau 4, relèvent pour l'essentiel des sciences politiques (évaluation de politique, référentiels d'action publique), des sciences du management (analyse métier, approche processus) et des technologies de l'information (architecture, urbanisation et modélisation des systèmes d'information). Ces référentiels traversent l'ensemble de la réflexion, tant dans les méthodes appliquées au cours du projet que dans le

cadre de modélisation conceptuelle intégrée qui en résulte. La méthodologie proposée reste néanmoins transposable à d'autres choix de référentiels ou de méthodes de co-construction.

Référentiels de systèmes de management et d'action publique
<p>Norme ISO 9001:2015 – Système de management de la qualité. Née en 1987, cette norme est devenue la norme volontaire la plus utilisée au monde par les organisations pour fournir un produit ou un service conforme aux besoins de ses clients ainsi qu'aux exigences légales et réglementaires applicables. Dans sa version 2015, la norme ISO 9001 conduit l'organisation à mieux prendre en compte la nécessité d'efforts d'adaptation permanents en matière de compétences, d'agilité, d'innovation, de maîtrise des coûts et de prévention des risques. Les liens entre la démarche qualité et la stratégie sont ainsi renforcés. Ce référentiel a été choisi de par son caractère universel et surtout pour sa capacité à traiter d'organisations complexes, multi-niveaux, faisant se côtoyer des métiers et des processus de natures différentes, processus de réalisation, mais aussi de pilotage et de support.</p>
<p>Norme ISO 37101:2016 – Cette norme établit les exigences d'un système de management pour le développement durable au sein des communautés territoriales, y compris les villes. Elle offre un cadre de référence basé sur une approche holistique, en cohérence avec la politique de développement durable des communautés territoriales. Cette norme a été publiée fin 2016, au cours des travaux d'AdaMont. Un travail de mise en cohérence et de rapprochement a donc été fait pour mettre en compatibilité la démarche d'AdaMont avec ce cadre normatif, et un contact a été pris avec l'AFNOR dans la perspective de travailler dans la suite d'AdaMont à un cas d'application de cette norme.</p>
<p>Normes ISO 14090 – Cadre pour l'adaptation aux changements climatiques - Principes, exigences. Cette famille de normes est en cours d'élaboration et n'a pas été intégrée en tant que telle à la réflexion. Les travaux seront cependant suivis dans les suites données au projet AdaMont.</p>
<p>Méthodes d'évaluation de politiques publiques pour les territoires – Malgré de récents développements en la matière, il n'existe pas encore de normes universelles en matière de méthodologie de conception, de suivi et d'évaluation de l'action publique. La « Charte de l'Évaluation des Politiques Publiques et Programmes Publics » en propose un référentiel au niveau français. Des travaux complémentaires en déclinent les principes pour des approches territorialisées : politiques territoriales, mais aussi évaluation territorialisée d'un ensemble de politiques, sectorielles ou territorialisées.</p>
<p>Analyse métier selon BABOK 3.0 (Business Analysis Body of Knowledge), cadre de référence dans lequel sont décrits des méthodes non prescrites et des outils indispensables à une analyse d'affaire. Il s'agit d'un guide professionnel rédigé par l'IIBA (International Institut of Business Analysis, association professionnelle à but non lucratif) qui définit six domaines de connaissances et de compétences à maîtriser dans la discipline (besoins, solutions valeurs, changements, contexte et parties prenantes). Sur la base du corpus de connaissances synthétisés dans le guide BABOK, IIBA a créé deux certifications professionnelles : « Certified Business Analysis Professional » (CBAP) et « Certification of Competency on Business Analysis » (CCBA).</p>
Référentiels de technologies de l'information
<p>Langage UML - Norme ISO/IEC 19501 – Le projet AdaMont a fait le choix d'utiliser le langage UML pour mettre en œuvre le socle de modélisation intégrée du territoire. Ce langage, universellement utilisé, est un langage de modélisation graphique fondé sur une approche objet, qui peut soutenir une démarche de modélisation et intervient à plusieurs moments dans le cycle de développement d'un outil informatique. Au-delà de l'aspect technique, c'est un langage clair et intuitif, même pour les non-initiés, qui permet de fouiller les concepts de base et de parvenir à des consensus sur les termes à employer et leur définition, prérequis indispensable à toute démarche interdisciplinaire et interprofessionnelle. L'utilisation d'UML dans le cadre du projet a ainsi semblé appropriée pour concilier approche holistique et opérabilité.</p>
<p>BPMN - Norme ISO/IEC 19510 :2013 - Le but principal du langage BPMN objet de cette norme est de fournir un outil de modélisation des processus par une notation qui soit facilement compréhensible par tous les utilisateurs, depuis les analystes métier qui créent les ébauches initiales des processus, jusqu'aux personnes responsables de mettre en place les processus applicatifs correspondants et aux utilisateurs. Le BPMN est une spécification de modélisation complémentaire de l'UML, l'UML mettant l'accent sur l'analyse et la conception d'un système d'information alors que le BPMN vise l'analyse et la conception des processus métiers qui font intervenir et interagir des systèmes. La mise en place d'une modélisation BPMN qui était prévue à l'origine du projet n'a pas eu le temps d'être déployée. L'ensemble des éléments d'approche systémique et de modélisation intégrée a cependant été conçu de façon à en permettre l'usage par la suite.</p>

Tableau 4 – Présentation succincte des référentiels et méthodologies utilisées dans AdaMont

A - 6.2 Accompagnement sociologique, organisations apprenantes

La dimension participative et interdisciplinaire, composante de l'approche méthodologique du projet AdaMont, n'a pas constitué un objet de recherche en soi. L'animation nécessaire s'est faite sur des bases assez simples et pragmatiques de réunions de travail collectives, avec une méthodologie fondée sur des expériences précédentes, qui s'est affinée petit à petit en fonction de chacun des objectifs poursuivis dans les différents ateliers. Le projet AdaMont a cependant pu bénéficier de l'accompagnement d'un chercheur en sociologie afin d'appuyer et d'évaluer la bonne mise en place d'une approche participative et interdisciplinaire en référence à la théorie des organisations apprenantes. Cet accompagnement s'est fait sur la base d'échanges réguliers et de séquences d'observation et a donné lieu à la production de deux notes de travail disponibles en annexes ([note 1](#), [note 2](#)). Ces éléments d'analyse sont également repris au fil de ce rapport.

A - 6.3 Le vocabulaire de l'adaptation

Une des premières étapes du projet a consisté en l'élaboration d'un glossaire des termes relatifs au changement climatique et à l'adaptation au changement climatique. Une séance de travail avec les chercheurs du projet a montré la grande diversité du vocabulaire employé, l'impossibilité de le réduire à un seul jeu de terminologie, et donc la nécessité d'explicitier et de mettre en parallèle les différentes acceptions par thématiques. Il restait cependant nécessaire d'adopter un vocabulaire partagé sur le cœur commun du projet et le choix a été fait de se baser sur les définitions standards utilisées par les organismes en charge de la question du CC. Le glossaire complet est disponible [en annexe](#). Le Tableau 5 en présente les principales notions.

Vocabulaire de l'adaptation au CC, principaux termes employés

- **Adaptation** : ajustement des systèmes naturels et humains en réponse à des stimuli climatiques ou à leurs effets, afin de réduire les effets néfastes ou d'exploiter des opportunités bénéfiques (basée sur la définition proposée par le GIEC – 2011).
- **Changement climatique**, ou dérèglement climatique : modification durable des paramètres statistiques du climat global ou des climats régionaux.
- **Réchauffement** : hausse des températures sur une période continue unanimement constatée par les climatologues.
- **Résilience** : Capacité d'un système à revenir à un état stable dans le temps (état initial ou évolué de ce système) après une perturbation.
- **Vulnérabilité** au changement climatique : degré par lequel un système risque de subir ou d'être affecté négativement par les effets des changements climatiques, y compris la variabilité climatique et les phénomènes extrêmes (basée sur la définition proposée par le GIEC – 2011).

Tableau 5 - Vocabulaire de l'adaptation au CC - extrait du glossaire (Glossaire complet [en annexe](#))

A - 6.4 Schéma d'approche globale / systémique

Les premiers mois de réflexions et de travail en collectif pluridisciplinaire ont abouti à poser et à stabiliser un schéma d'approche systémique pour le projet). Ce schéma reprend la chaîne impacts / sensibilités-vulnérabilités / adaptations qu'il est nécessaire de bien appréhender et qualifier pour mettre en place une stratégie d'adaptation. Il repose également sur cinq hypothèses de travail principales :

- H1. Le territoire est assimilable à un système que l'on décrira selon un schéma en 3 « couches d'information » en interaction : structurelle, fonctionnelle, processus ;
- H2. Les études de vulnérabilité du territoire gagnent en opérationnalité en allant à un niveau plus fin de spatialisation des effets du changement climatique et de la sensibilité induite ;
- H3. La prise en compte des écosystèmes et de leurs interactions avec les socio-systèmes peut contribuer à enrichir cette description fine et spatialisée du territoire et de ses vulnérabilités, du fait d'un rôle intégrateur des « socio-écosystèmes » ;

- H4. L'approche par les processus métiers permet une représentation formalisée des pratiques et des stratégies d'adaptation des différents acteurs du territoire ;
- H5. L'intégration de ces différents processus métiers dans un système de management intégré défini à l'échelle du système territorial permet une première approche des interactions internes au système.

Le schéma simplifié Figure 12 donne un premier aperçu de cette construction méthodologique collective. On trouvera en annexe le schéma complet, permettant de voir les liens entre chaque sous-partie ([annexe en ligne](#)). Dans le fonctionnement quotidien du projet, chaque partie a progressé de manière parallèle tout en visant une dimension transversale et intégrée. Les résultats acquis dans l'une ou l'autre partie ont contribué à alimenter les autres volets du projet. Dans la même logique, ce rapport présente les principaux résultats du projet sur la base de la structure du schéma d'analyse systémique, mais en prenant en compte les apports des autres parties du projet, dans une démarche systémique et non chronologique.

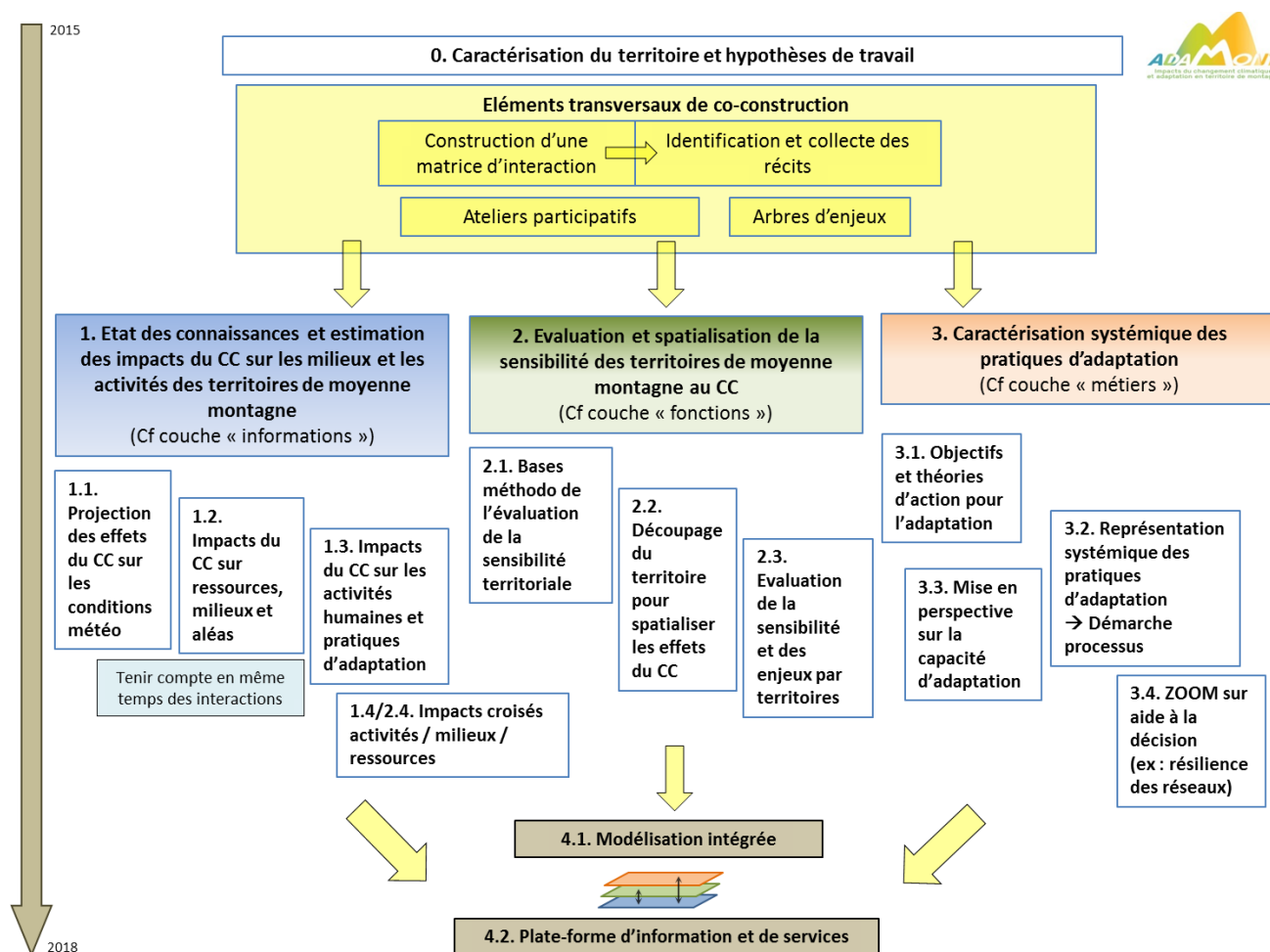


Figure 12 – Cadre d'analyse systémique mis en place en début de projet (version complète [en ligne](#) et Partie J - 2)

A - 6.5 Principes de la modélisation intégrée

La modélisation intégrée a été construite sur la base de la chaîne Impacts / Vulnérabilités / Adaptations structurant ce cadre systémique. Cette partie présente la logique d'ensemble qui a soutenu le développement d'une modélisation intégrée des impacts et de l'adaptation au CC à l'échelle du territoire. Elle renvoie aux différentes parties du rapport pour plus de détails.

L'objet d'étude au cœur de ce schéma, le système territorial de moyenne montagne, est représenté de façon fonctionnelle par un schéma de modélisation en trois couches d'information, inspiré des modélisations-type de système d'information (Figure 13) :

- une « couche structurelle », qui décrit les éléments structurants du système territorial, abordé dans ses trois composantes biophysique, sociale et économique,
- une « couche processus », qui décrit le comportement des différents acteurs du système territorial et les différentes logiques métiers impliqués,
- une « couche fonctionnelle », qui synthétise les interactions entre le milieu et le comportement des acteurs ; cette dernière est décrite pour l'essentiel par des unités territoriales et des unités socio-écologiques.

Les trois « blocs » décrivant l'enchaînement impacts / vulnérabilités / adaptations se réfèrent à chacune de ces couches d'information :

- la « couche structurelle » contient pour l'essentiel les données décrites par le bloc « Impacts »,
- la « couche processus » contient les données du bloc « Adaptations »
- la « couche fonctionnelle », par sa fonction d'interface entre milieux et pratiques, relève du registre du bloc « Vulnérabilités ».

Cette modélisation a été réalisée par la mise en place d'un modèle de données en langage UML (norme ISO 19501, Tableau 4, détails en Partie G - 2.1). Ce modèle formalise l'ensemble des éléments du système territorial importants à considérer pour la question de l'adaptation au CC : les éléments déclencheurs de l'adaptation, la ou les unités spatiales où la ou les modifications sont effectives (et où il est donc utile de s'adapter), les parties intéressées influencées par la modification de l'environnement et/ou influençant l'adaptation à celle-ci, les activités qui permettent de s'adapter, de s'ajuster au nouvel environnement.

La structure du modèle intégré s'est donc logiquement construite autour de l'enjeu principal du projet AdaMont, l'adaptation au CC. Plusieurs démarches ont été mises en place pour décrire ces adaptations et analyser et décrire comment elles peuvent interagir et faire système à l'échelle d'un territoire :

- le dépouillement des états de l'art et des ateliers participatifs permet de caractériser les enjeux et pratiques d'adaptation (Partie D -) ;
- la mobilisation des référentiels des « systèmes de management de la qualité » (norme ISO 9001, Tableau 4) qui conduit à définir une démarche de « système de management de l'adaptation » appelé « SMA » (Partie F - 2.2) ;
- l'enrichissement avec les outils de l'analyse stratégique et de l'analyse métier permettent d'outiller ce système de management de l'adaptation par un cadre d'analyse stratégique et de mise en œuvre de l'adaptation appelé « ZOE » pour « Zone de mise en Œuvre » (Partie F - 2.3),
- le rattachement aux « objectifs et principes des cadres d'action publique pertinents pour l'adaptation », politiques de développement durable et politiques d'adaptation au CC et les « exigences des systèmes de management rattachés à ces cadres politiques » (norme ISO 37101 et ISO 14090 Tableau 4).

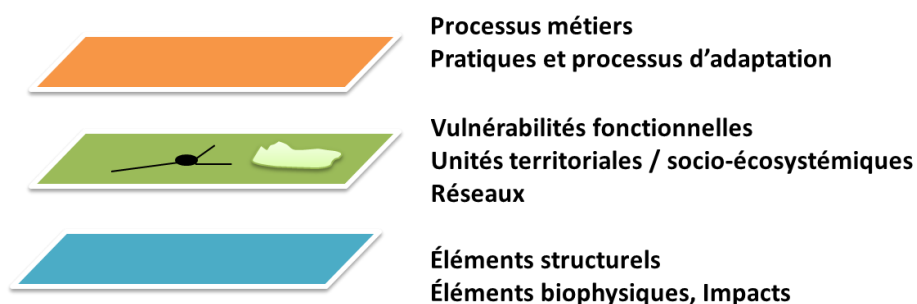


Figure 13 – Diagramme schématique du modèle de données

L'enjeu de la démarche de modélisation intégrée a été de mettre en interaction les différentes couches d'information modélisant le système territorial. Le travail d'intégration s'est fait par alignement entre le schéma de modélisation et les différents référentiels présentés ci-dessus.

Cet « alignement » s’est fait par la définition d’un concept pivot, le « cas d’adaptation », dérivé du « cas d’utilisation », élément central de la modélisation en UML des systèmes d’information (Partie G - 2.2).

La possibilité de faire un tel alignement provient de la grande proximité des concepts utilisés dans chacun de ces référentiels. L’ensemble « SMA » a donc donné un cadre conceptuel et formel rigoureux pour cet alignement.

Ce travail d’« alignement » a débouché sur la définition de l’ensemble des éléments de modélisation du système territorial d’adaptation, composantes physiques ou immatérielles, d’une façon à la fois rigoureuse, généralisable et évolutive, adaptable à tout type de système territorial, et garantissant une pleine interopérabilité entre les différentes composantes du système territorial.

Un assez long travail d’ajustement a cependant été nécessaire pour stabiliser le modèle intégré. Il a été réalisé par un étroit travail d’équipe entre des ingénieurs en informatique, sciences de la décision, sciences politiques, management de la qualité et géographie. Il constitue en cela une production pleinement interdisciplinaire, dans laquelle chacun a su faire évoluer ses référentiels et terminologies pour déboucher sur un référentiel et une terminologie commune.



Le modèle obtenu a été appelé « MAIA », pour « Modélisation Améliorative et Intégrée de l’Adaptation » ou « Modeling Asset for an Improved Adaptation » (détails en Partie G -).

Les ateliers territoriaux et états de l’art ont fourni le matériau nécessaire à renseigner le modèle intégré. Un important travail de réinterprétation et de formalisation des éléments recueillis a permis de renseigner une base de données accompagnant le modèle, appelé MAIA-DATA (Partie G - 2.5).

A - 6.6 Synthèse et perspectives

Le cadre méthodologique d’approche intégré mis en place dans le projet AdaMont s’est construit par rapprochement et alignement (1) de démarches de modélisation systémique du système territorial impacté par une perturbation climatique avec (2) des démarches de management appliquées à l’adaptation au CC. La base de données associée au modèle a pu être complétée par les éléments de connaissance partagée recueillis lors des ateliers.

Cet ensemble précise ainsi les composantes du « système de management de l’adaptation » « SMA » mis en place comme un cas d’application particulier du référentiel des « systèmes de management de la qualité » « SMQ ».

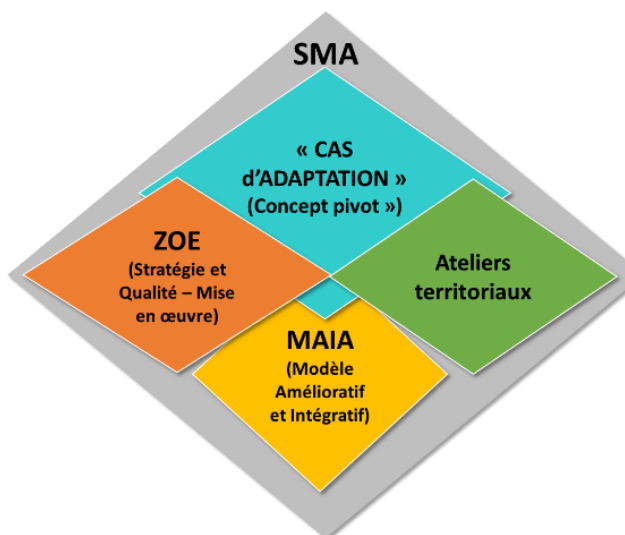


Figure 14 - Schématisation des composantes du « Système de management de l’adaptation » « SMA »

Le modèle MAIA reste un modèle qualitatif, qui est néanmoins prévu pour pouvoir inclure différentes données quantitatives, telles que des valeurs d’indicateurs ou de seuils au fur et à mesure de leur production par la recherche et/ou le terrain. Force est cependant de constater qu’il existe à ce jour bien peu de données quantitatives pour renseigner ce type de modèle territorial intégré.

L’application de techniques complémentaires d’aide à la décision ou d’approches bayésiennes offrent des solutions alternatives qu’il serait désormais intéressant de tester sur la base des composantes du modèle MAIA. Le choix d’une modélisation en UML permet aussi des développements ultérieurs avec des outils plus spécialisés, tels que la modélisation multi-agents (langage AUML ou équivalent) ou la modélisation des processus (langage BPMN, Tableau 4), qui sont basés sur des langages dérivés de l’UML. Des ponts

sont également à établir avec les approches de type écologie territoriale ou modèles Pressions États Réponse de type DPSIR, afin de progresser dans la mise en lien du système d'adaptation avec d'autres approches fonctionnelles du territoire.

L'exploitation du modèle MAIA sur une base de données exclusivement qualitative présente d'ores et déjà des possibilités intéressantes, avec quelques premiers exemples donnés Parties D - et E - ; bien qu'encore assez frustes, les vues ainsi obtenues permettent de révéler des interactions entre les différentes activités et acteurs du système territorial, et de reconstituer des chaînes de parentalité. L'analyse de ces interactions et de ces chaînes de parentalité constitue un premier outil d'aide à l'analyse et à la décision, qu'il reste à consolider par la mise en place de tests de cohérence sur quelques cas d'utilisation de la base de données.

L'expérience d'AdaMont donne enfin un retour plutôt positif sur la possibilité de tirer des enseignements formels et un tant soit peu exhaustifs sur la base de la production d'ateliers participatifs, et ce malgré les limites inhérentes à ce type de dispositifs participatifs qui posent le plus souvent des problèmes de mobilisation des acteurs pertinents, ainsi que de représentativité et de continuité des personnes présentes. Le travail de dépouillement, de formalisation et de renseignement de la base de données présente également un coût d'entrée assez important. La mise en place de bases méthodologiques solides pour l'animation des ateliers ne peut qu'améliorer ce retour sur investissement. Au vu de la généricité des variables et des informations rentrées dans le modèle MAIA et dans sa base de données, on peut cependant espérer pouvoir mettre à disposition des territoires une base de connaissance suffisante pour limiter ce coût d'entrée. Des tests vont être mis en place sur d'autres territoires de montagne, et sont en projet pour d'autres types de territoires à enjeux tels que les territoires littoraux.

Cela demande cependant une certaine évolution culturelle de l'animation territoriale, où « animateurs et animés » doivent accepter de s'approprier un savoir existant pour le personnaliser et le faire croître sans repartir de zéro. Cela demande également de pouvoir disposer de cette ressource et de pouvoir si possible l'enrichir en retour, dans une forme de « services » dont la faisabilité et la viabilité reste à approfondir, comme discuté Partie H - .

A - 7 Pour approfondir : bibliographie et productions du projet

La bibliographie support est consultable Partie J - 4.1.

Le tableau ci-dessous précise les productions du projet disponibles en annexe et en ligne.

Documents	Titre	Source
Communication (Diaporama)	Arlot, M-P.: Projet GICC AdaMont. Impacts du changement climatique et adaptation en territoire de montagne 2015-2017. Journée de restitution scientifique du projet AdaMont, Grenoble, 23 janvier 2018.	Annexe en ligne Également en ligne sur la page web du projet
Communication (Diaporama)	Arlot, M-P., Piazza-Morel, D., Philippe, F., Jonas, E., Véron, F., George, E., Richard, D. : Le cadre méthodologique du projet AdaMont. Journée de restitution finale du projet AdaMont, Séquence 1 : Comment aborder l'adaptation d'une manière transversale aux différentes activités et enjeux du territoire ? Paris, 27 mars 2018. Diapo 6 à 24	Annexe en ligne Également en ligne sur la page web du projet
Plaquette de communication	Projet GICC AdaMont. Impacts du changement climatique et adaptation en territoire de montagne. 2015-2017	Annexe en ligne
Article technique	Arlot, M-P., Piazza-Morel, D., Philippe, F., Jonas, E., Véron, F., George, E., Richard, D. : Le contexte, les enjeux et les valeurs, au cœur de la démarche ADAMONT. 2018.	Sciences, Eaux et Territoires. La revue d'Irstea / article en cours de finalisation. http://www.set-revue.fr/
Fiche de synthèse	ORECC : Fiche initiative du projet AdaMont. Décembre 2017. 6 pages	Annexe en ligne Également en ligne sur le site de l' ORECC

Communication (Diaporama)	François, H., Piazza-Morel, D. : Présentation du Géoca-ching : A la recherche du changement climatique. Séance de restitution AdaMont FIFMA. Autrans, 7 décembre 2017. Diapo 46 à 52.	Annexe en ligne
Soutenance de projet Tuteuré	Ferrier, M., Hassoune, A., Shelikhovska, M. : Diagnostic socio-économique du Parc Naturel Régional du Vercors en fonction de sa vulnérabilité au changement climatique. Master 1 Économie de l'Environnement, de l'Énergie et des Transports, Université Grenoble Alpes. 20 mars 2017	Annexe en ligne

B - TRAVAIL PARTICIPATIF

B - 1 Contexte et objectifs

Travailler en co-construction est un des tenants et aboutissants du projet : intégrer les acteurs socio-économiques dans l'analyse est un des objectifs affichés pour confronter les connaissances scientifiques à la réalité de leurs pratiques de gestion et d'adaptation et dans le même temps, l'implication de ces acteurs est un des moyens à mettre en œuvre pour développer une action de recherche qui soit réellement partenariale.

Sur toute la durée du projet, de nombreuses rencontres et entretiens ont eu lieu avec les acteurs du territoire. Afin de conduire le projet en réelle co-construction entre chercheurs et acteurs du terrain, les deux parties ont adopté un positionnement d'écoute réciproque. Cette co-construction s'est mise en place dès la définition des premières phases du projet, avec une attention portée aux demandes de travail et de thèmes à aborder par les territoires et aux souhaits des chercheurs, à la manière de mobiliser les acteurs locaux. Ainsi, les quatre PNR ont été rencontrés afin de comprendre avec eux la manière dont le changement climatique était appréhendé sur leur territoire, et leurs besoins en termes d'adaptation. Cela s'est traduit par un regard spécifique porté aux spécificités le long du gradient de l'arc préalpin : mise en avant par le PNR des Bauges de la question de la planification et de la mise en opérationnalité de la charte sur la question de l'ACC ; mise en avant de la dimension végétale (floristique) pour le PNR de la Chartreuse ; mise en avant du besoin de structuration de l'observation pour le PNR des Baronnies, ...

En particulier, dès le début des échanges, le partenariat avec AdaMont suscite un vrai intérêt pour les PNR, qui expriment souvent la sensation d'être démunis pour aborder de manière globale la question du CC. Cela est particulièrement le cas pour les trois PNR Bauges, Chartreuse et Vercors dont les chartes sont relativement anciennes (adoptées en 2007 ou 2008, elles arrivent à échéance d'ici 2 ou 3 ans) et dans lesquelles le CC n'est pas du tout abordé dans le document (voir également en Partie F - 1.2.), à l'inverse de celle des Baronnies (adoptée en 2015). De ce fait, l'accompagnement proposé pour travailler à l'expression des enjeux d'adaptation au CC pour ces trois PNR, prochainement en période de protocole de révision de leur charte, répond à une véritable attente.

B - 2 Éléments de méthode et de mise en place de la démarche

La mise en place d'une réflexion participative est un des fondements essentiels de la démarche d'approche intégrée du projet AdaMont. Elle s'est basée sur plusieurs principes généraux :

B - 2.1 Une co-construction qui doit être réelle

Le PNR du Vercors, en tant que partenaire principal, porte une partie du travail de relai sur le territoire, contribue à l'identification et la mobilisation des partenaires socio-économiques et oriente certains axes de recherche ou thématiques d'ateliers. Les chargés de mission participent aussi aux événements organisés dans le cadre d'AdaMont (par exemple portage de présentations lors de l'évènement de lancement du 22 juin 2015).

De même, dès la première rencontre avec le PNR du Vercors, il a été convenu que le collectif d'AdaMont contribuerait à une forme d'animation territoriale sur le thème du changement climatique en proposant sur le territoire du parc un cycle de conférences (en l'occurrence réalisée par l'intermédiaire des ateliers

thématiques, avec la partie « porter à connaissance »). Les chercheurs d'AdaMont contribuent ainsi à une diffusion de la connaissance sur le territoire, aident à la construction et l'organisation d'événements locaux. Ils participent à des événements publics sur demande du Parc, au titre d'AdaMont (par exemple, contribution à la journée de sensibilisation au CC pour les professionnels de la montagne organisée en novembre 2016 par Educ'Alpes et le PNRV).

B - 2.2 Une prise en compte du concept d'organisations apprenantes

Le projet AdaMont a bénéficié d'un accompagnement sociologique en miroir afin d'analyser les travaux réalisés au prisme du concept des organisations apprenantes. Une [première note de travail](#) rappelle les bases du concept d'organisation apprenante, dresse un bilan de la démarche AdaMont, et donne de premiers éléments de transférabilité à une notion de « territoires apprenants ». Une seconde note de travail analyse les apports de concept sur la prise en compte des incertitudes.

Le concept d'organisation apprenante tient compte de la capacité d'une organisation à apprendre, à adopter une vision adaptative correspondant au monde complexe et incertain contemporain en **développant des capacités d'apprentissage continu**, en tirant parti de l'expérience et des actions en cours, en reposant sur un système de conduite de l'action et d'apprentissage collectif à partir d'une **capitalisation sur l'expérience, les connaissances, les savoirs faire et les compétences**.

Il s'agit d'une **dynamique d'apprentissage continu et de développement de son autonomie**. On considère que la participation du territoire au projet AdaMont représente une opportunité de développer une capacité d'apprentissage et d'amélioration continue lui permettant d'acquérir les compétences d'un *territoire apprenant* dans le cadre de son adaptation au CC. L'ensemble des choix méthodologiques conduits dans la construction de la démarche participative doivent donc aller dans le sens de cette acquisition de compétences pour le territoire.

Cette approche des organisations apprenantes est développée à Irstea pour différentes organisations et dont les parcs nationaux et parcs naturels régionaux (PNR), avec un focus sur le PNR du Vercors. Au-delà de cet atout direct du partage d'un même terrain, il apparaît plusieurs intérêts à l'analyse de l'adaptation au CC par le prisme des organisations apprenantes :

- une relecture pertinente et utile des processus d'adaptation à l'aune des cinq critères des organisations apprenantes (détaillées juste après),
- une question de recherche subséquente, questionnant le lien entre les approches sur les organisations apprenantes et les approches couramment développées de territoires apprenants ou d'intelligence territoriale, ou comment passer de la dimension organisationnelle à une dimension territoriale intégrée.

Les travaux menés dans AdaMont ont ainsi été analysés sur la base des cinq critères qui rendent une organisation apprenante, tant sur le déroulement de la démarche participative, que sur la formalisation et les recommandations proposées pour les pratiques d'adaptation.

Ces critères, qui doivent être combinés, sont :

- La pensée systémique
- La maîtrise personnelle,
- La remise en question des modèles mentaux
- La vision partagée
- L'apprentissage en équipe

La note jointe [en annexe](#) détaille en quoi le projet AdaMont a pu contribuer à lever les freins à la capacité d'apprentissage territorial et à poser les bases d'un concept de territoire apprenant conforme à ces critères. Le Tableau 6 présente de façon synthétique l'analyse faite sur la base des cinq critères, ou disciplines, qui rendent une organisation apprenante, tant sur le déroulement de la démarche participative, que sur la formalisation et les recommandations proposées pour les pratiques d'adaptation.

Acquis	Points de questionnements
Lever les freins à la capacité d'apprentissage territorial	
Aide au développement d'une approche intégrée et à sortir d'une vue étroite sectorielle ou territoriale Une manière de penser tournée vers plus d'anticipation, dépassement d'une logique de passivité, voire de méconnaissance ou de déni sur la nécessité de penser et de s'adapter au changement climatique	Pérennisation de cette dynamique. Moyens, neutralité et légitimité du parc pour faire émerger cette dynamique. Avancées insuffisantes sur le manque de sensibilité à des signaux faibles, changements lents et progressifs. Quasi-absence du discours du déni du changement climatique, absence de controverses Processus de sélection des parties prenantes, déjà convaincues, ou cherchant à être confortées ?
Développer la pensée systémique territoriale	
Avancées importantes, par le travail collectif entre chercheurs et gestionnaires pour alimenter le modèle conceptuel. Logique systémique mettant au centre du modèle les processus d'adaptation et les alimentant par des modifications du climat, de l'environnement, du comportement des acteurs	Pari restant néanmoins ambitieux et pour l'instant, il a été difficile de noter des inflexions significatives dans les discours, cadres de pensée et d'action des acteurs. Le socle de ce changement existe, mais la poursuite de la dynamique dans les années à venir sera déterminante sur sa concrétisation.
Faire évoluer la posture personnelle de certains acteurs clé	
Engagement du tandem président/directeur du PNR Vercors, malgré son changement en cours de projet.	Élus globalement peu présents, ce qui traduit probablement la difficulté ou les risques du portage politique du changement climatique, souvent abordé sur ce territoire sous l'angle du développement touristique et de l'économie des stations de ski.
Remettre en cause les modèles mentaux pour les adapter aux enjeux et à la situation.	
Le travail d'abord thématique, puis de croisement intersectoriel a permis à certains acteurs d'élargir leur modèle de pensée et de prendre conscience des interdépendances entre secteurs.	Recul temporel trop faible pour se prononcer sur l'évolution des modèles mentaux. Participants non représentatifs de l'ensemble des façons de penser les enjeux du changement climatique sur le Vercors.
Développer une vision territoriale partagée	
Renforcement du territoire du PNRV comme échelle pertinente pour aborder et faire face aux enjeux du changement climatique et pour les stratégies interterritoriales.	Position à surveiller à l'issue de l'élaboration des chartes / projets de territoire.
Développer des capacités d'apprentissage en équipe ou groupes d'acteurs du territoire	
Mobilisation de nombreux collectifs, entre scientifiques, gestionnaires et acteurs du territoire. Dynamique entre chargés de mission des PNR. Capitalisation des connaissances produites, sous différents formats et pour différents publics. Dépassement des peurs ou des réflexes de continuer à travailler « entre soi ».	Développement de la capacité d'apprentissage collectif plus mesuré pour le collectif des chercheurs. Mise en cohérence et synthèse globale assurée très majoritairement par la chef de projet.

Tableau 6 – Analyse du projet AdaMont sur les critères des organisations apprenantes

Synthèse note [annexe en ligne](#)

B - 2.3 Les arbres d'objectifs pour exprimer et structurer les des enjeux

Au travers de séances de travail avec les chargés de mission des PNR, on vise, par territoire, une identification fine et une description opérationnelle et systémique des mécanismes de décision à l'œuvre dans les pratiques d'adaptation au CC. Le repositionnement de ces enjeux à des échelons emboîtés à l'aide d'arbre d'objectifs permet de traduire territorialement les politiques publiques et les documents de planification en rapport avec l'adaptation au CC.

- **Un partenariat étroit avec le territoire**, afin de respecter les principes affichés et de développer les aspects participatifs au sein du projet, lequel se traduit par :
 - Un croisement de regards entre recherche, experts, terrain
 - Une participation des gestionnaires aux temps de travail, afin de porter attention à la réalité des pratiques

On organise ainsi, en phase avec la progression du projet et le besoin de collecte d'éléments ou le besoin de validation des propositions de pratiques, des ateliers thématiques et des ateliers transversaux :

- **Ateliers thématiques** : forêt - agriculture - tourisme - eau - risques naturels
- **Ateliers transversaux** : identification fine des enjeux, prospective, services écosystémiques, management intégré

En veillant à une participation des acteurs locaux qui soit constante (constitution d'un noyau dur de personnes suivant la démarche dans sa globalité, de manière transversale et participant ainsi à plusieurs ateliers, en particulier ceux des thématiques autre que leur thématique de rattachement) et variée (toutes les filières économiques représentées ainsi que les catégories d'acteurs - entrepreneurs et gestionnaires, experts et chercheurs, chargés de mission et responsables territoriaux), la démarche participative acquiert également sa validité pour une approche intégrée du territoire.



Figure 15 - Photos prises lors des ateliers AdaMont agriculture, eau et tourisme (D. Piazza-Morel)

B - 2.4 Les ateliers thématiques : une illustration concrète de la mise en œuvre de la démarche participative

L'organisation d'un cycle de 5 journées d'ateliers thématiques participatifs (mobilisant 20 à 30 personnes) et 1 journée de restitution (plus de 60 personnes) sur les territoires a constitué un élément important de co-construction. Il s'agit aussi d'un maillon transversal dont les résultats collectés ont contribué à chacun des blocs du projet. La méthodologie mise en œuvre a été stabilisée de manière itérative, en lien avec les attentes des chercheurs et celles du PNRV.

L'objectif principal de ces ateliers était d'enrichir la vision du système territorial étudié, en se plaçant du point de vue du terrain pour :

- estimer les **impacts** du CC (collecte d'impacts observés ou craints et d'éléments spatialisés),
- identifier les **interactions** entre secteurs d'activité et à l'échelle du territoire et poursuivre **l'analyse transversale**
- renseigner les **pratiques** et points de vigilance pour l'adaptation au CC (recueil de pratiques d'adaptation déjà mises en place ou à favoriser)

Un post-it / Un impact du changement climatique <ul style="list-style-type: none"> ▪ La nature de l'impact ▪ Sur quelle filière ou quel secteur il s'exprime (généralisable ou pas) ▪ S'il est craint ou réel ▪ Le sens (positif ou négatif) et la force de l'impact (1 à 3) ▪ Le pas de temps sur lequel il s'exprime (CT, LT) / Réversible ou irréversible ? 	Un post-it / Une adaptation <ul style="list-style-type: none"> ▪ La nature de l'adaptation ▪ Si elle est réelle, ou imaginée ▪ Son échelle (interfilière ou intersecteur) (sur le territoire ou hors territoire)
Un post-it / Une interaction <ul style="list-style-type: none"> ▪ La nature de l'interaction ▪ Si elle est réelle, ou imaginée ▪ Son échelle (interfilière ou intersecteur) (sur le territoire ou hors territoire) ▪ Les acteurs qu'elle relie ▪ Le sens (positif ou négatif) de cette interaction 	

Figure 16 - Consignes transmises aux participants des ateliers thématiques pour reconstruire la chaîne Aléa/Impact/Adaptation/Interaction

L'organisation de chaque journée d'atelier s'est faite en lien étroit avec le PNRV avec le choix conjoint des 5 thématiques qui semblaient centrales pour aborder sur le territoire la question de l'adaptation au changement climatique, la mobilisation de plusieurs chargés de mission et de relais locaux sur le territoire pour l'appui à l'organisation, l'identification de partenaires socio-économiques à même de faire remonter des attentes spécifiques et la décision du PNRV pour les lieux d'organisation de ces ateliers en fonction des thématiques. Ces ateliers ont bénéficié du soutien logistique de communes du PNR du Vercors.

Thèmes	Date	Lieu	
Forêt (ressource/filière/milieu)	22 mars 2016	Monestier-de-Clermont	
Agriculture (culture/élevage/arbo/aromatique)	07 avril 2016	Saint-André-en-Royans	
Tourisme (estival/hivernal) + neige	19 mai 2016	Saint-Julien-en-Vercors	
Eau	15 novembre 2016.	Lans-en-Vercors	
Accessibilité + risques naturels	24 mars 2017	Lus-le-Croix-Haute	
Journée de restitution du cycle	22 septembre 2017	Seyssins	

Tableau 7 - Déroulement du cycle d'ateliers thématiques participatifs en 6 journées sur le territoire du Vercors (2016/2017)

L'implication des chercheurs du projet permet aussi en introduction de chaque journée de faire du porter à connaissance sur le thème ciblé, avant de discuter en collectif, lors d'une séance de travail guidée avec atelier « post-its », de la vision des acteurs du territoire.

Une liste de participants potentiels est établie avec le PNR pour chaque journée d'ateliers, sur une base essayant d'associer de façon assez systématique des acteurs de terrain (tous secteurs d'activités confondus) et des représentants des 4 PNR afin de croiser les approches. L'un des points clés de ce cycle d'ateliers est la mobilisation d'un nombre important d'acteurs des territoires, avec 150 personnes associées sur l'ensemble du cycle d'ateliers.

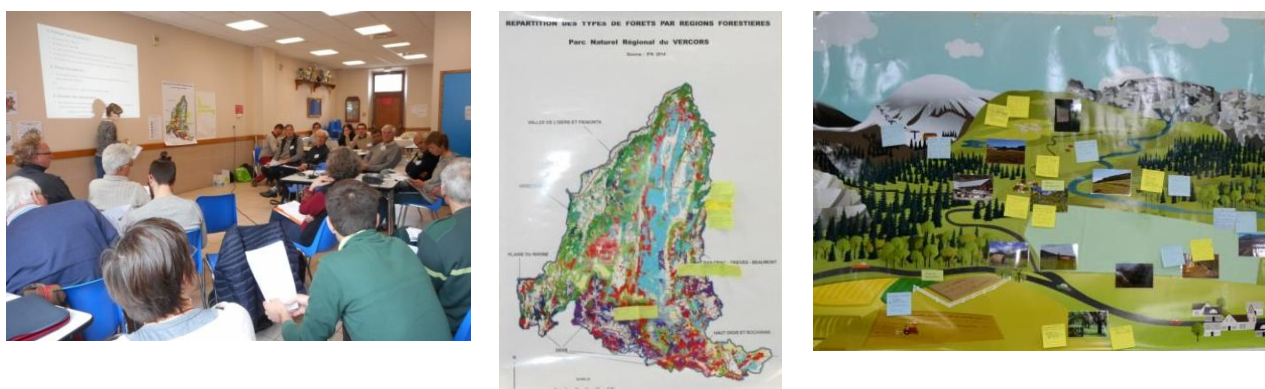








Figure 17 - Quelques photos du cycle d'ateliers
(participants à la journée forêt, supports d'expression des journées forêt et agriculture – D. Piazza-Morel)

Ces ateliers ont ainsi été l'occasion de mener une démarche de sensibilisation et de transfert et contribuent à constituer une communauté de personnes attentives à la question du CC sur le territoire. Cette amorce de réseau est une des pistes de capitalisation de la fin de projet, peut-être autour de la stabilisation d'un groupe de « personnes sentinelles » qui seraient fédérées par l'observation des effets du changement climatique et des pratiques d'adaptation mises en place sur leur territoire de vie ou d'activités.

B - 3 Principaux résultats issus de la démarche participative

Dix ateliers transversaux ont été organisés en parallèle des ateliers thématiques qui viennent d'être présentés.

Croisement de regards entre chercheurs (2 journées)					
Identification fine des enjeux d'adaptation au CC (4 journées / PNR Vercors et Chartreuse)					
Caractérisation des services écosystémiques (1 journée / Vercors)					
Prospective (2 journées / Vercors)					
Management intégré (1 journée / 4 PNR)					
					

Sur la durée du projet, ce sont donc seize journées de travail qui ont été organisées avec les partenaires des territoires. Elles ont réuni plus de 150 personnes.

Lors de ces journées, la mise en commun de l'expertise chercheurs / acteurs (au travers de la présentation systématique d'un état des connaissances par un expert, et de la contribution de chaque participant lors des séances de travail collectives) a permis d'atteindre un certain nombre d'objectifs opérationnels et méthodologiques.

B - 3.1 Analyse et formalisation

Afin d'enrichir la vision du système territorial (d'abord élaborée au travers d'une revue bibliographique), et de renseigner les pratiques et les points de vigilance pour l'adaptation au CC, une reconstruction de la chaîne « Aléas / Impacts / Adaptations / Interactions liée au CC » a été systématiquement menée lors des séances de travail participatives et des étapes de consolidation par la suite.

Les temps de travaux ont conduit à l'identification et la collecte d'éléments qualitatifs très précis selon les quatre catégories. On en donne ci-dessous un exemple.

ALEA	IMPACT	ADAPTATION	INTERACTION
Augmentation des sécheresses / stress hydrique	Crainte de l'augmentation des incendies de forêt : destruction des forêts de protection.	Maintenir et développer une bonne accessibilité pour une desserte forestière multifonctionnelle	Desserte multifonctionnelle (usages : lutte incendie, récolte du bois, loisirs).

L'ensemble de ces éléments qualitatifs est capitalisé dans la base de données développée pour le projet et collecté en vue de la construction du modèle (Partie G - 2.5). Les ateliers permettent de récolter une quantité d'information qualitative, bien supérieure aux attentes, extrêmement riche, dense et pertinente ; mais il semble important de signaler que l'exploitation de ces données nécessite un fort travail de traitement de l'information (réanalyse, formalisation, reconstruction puis hiérarchisation et capitalisation). Il ne faut donc pas négliger l'importance de cette tâche de traitement des éléments collectés. Enfin,

l'aspect participatif a également été mobilisé lors des phases de tests pour implémenter le modèle et contribuer à la représentation systémique du territoire.

B - 3.2 Contribution à la définition du management de l'adaptation

Les séances participatives ont également donné l'opportunité de tester la mise en œuvre des principes d'adaptation (tels que définis dans l'approche processus présentée Partie F - 2.6), en particulier au travers de l'identification et de la description opérationnelle et systémique des mécanismes de décision à des échelons emboîtés, au regard d'objectifs eux-mêmes hiérarchisés.

A l'aide d'arbres d'objectifs, les enjeux d'adaptation au CC ont été formalisés pour les territoires de moyenne montagne. Ces arbres permettent de repositionner les enjeux locaux dans une logique de planification territoriale. Cela permet de définir de façon assez générique, selon la grille ci-dessous, les acteurs porteurs de l'adaptation, les enjeux auxquels ils répondent et les moyens d'action dont ils disposent.

QUI	POURQUOI	COMMENT
Qui sont les ACTEURS de l'adaptation ? <ul style="list-style-type: none"> - Pilotage - Support - Réalisation 	Quels sont les ENJEUX auxquels on souhaite répondre ? Quels sont les OBJECTIFS qu'on poursuit par la mise en place d'une démarche d'adaptation ? <ul style="list-style-type: none"> - Généraux >> - Stratégiques >> - Opérationnels 	Quels MOYENS d'actions ? <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation - Animation - Encadrement - Planification

B - 3.3 Perception de la sensibilité du territoire au CC

La démarche participative a également été mobilisée dans la phase du projet consacrée à la caractérisation de la vulnérabilité du territoire au CC. Pour cela, plusieurs temps forts menés avec les acteurs locaux ont débouché sur la réalisation de différents livrables intermédiaires : définition et analyse des bouquets de services écosystémiques potentiels du territoire, réalisation de cartes et de scénarios prospectifs d'évolution du territoire. Ces résultats sont plus détaillés dans la Partie E - 4.

B - 3.4 Mobilisation sur le territoire

Il est intéressant d'observer la forte interaction mise en place entre les participants, à l'origine d'une ré-appropriation des données par les acteurs, qui, porteurs de l'information, se l'approprient et la retravaillent en commun.

Ainsi, la démarche participative a surtout apporté une richesse et un relief particuliers à ces temps de construction de recherche, en particulier parce que le croisement de regards et l'aire de dialogue ainsi suscités ont donné le support à des échanges facilités entre acteurs, la constitution d'un réseau d'interlocuteurs à l'échelle du territoire, et plus globalement le développement de lieux d'intelligence collective sur la thématique de l'adaptation au CC.

Au sein des PNR, les équipes techniques ont formé des équipes expertes intersectorielles pour aborder la question de l'adaptation au CC. A l'échelle du territoire du Vercors, c'est en quelque sorte un réseau d'« ambassadeurs » qui s'est constitué, avec les participants présents de manière récurrente au fil de la démarche (noyau dur), mobilisés au travers de leur sensibilité au sujet, de leur ouverture à ce type de démarche partagée et de leur volonté de s'y impliquer. Ce réseau est un premier jalon pour imaginer poursuivre, structurer et stabiliser une animation territoriale sur le thème du CC. Les personnes touchées pourraient être mobilisées régulièrement sur du moyen terme de manière à constituer, par exemple, un réseau de veille du CC (sentinelles du CC).

B - 3.5 Sensibilisation et communication

Comme cela a été détaillé précédemment (Partie A - 5), un effort important a été porté sur la communication et la réalisation de supports de sensibilisation, tout autant pour disposer de médias fonctionnels pour le développement et la poursuite de ces échanges croisés, que pour valoriser leurs résultats. Certains types de supports (fiches synthétiques) ont même été pensés pour répondre à la demande des chargés de mission des parcs qui souhaitaient disposer de documents synthétiques faciles à présenter sur leur territoire.

De même, les chercheurs du collectif AdaMont ont participé de manière très régulière à des événements sur le territoire (conférence, formation), en réponse à des sollicitations directes, fruit d'une communication transversale efficace autour du projet.

B - 4 « Travail participatif » - Synthèse et perspectives

De nombreux indicateurs témoignent de la réalité du travail de co-construction engagé avec les partenaires territoriaux dans le cadre du projet AdaMont. Pour n'en citer que deux : 1) la mobilisation d'un réseau de plus de 150 personnes en fin de projet et 2) la réponse conjointe à des appels à projets et le montage de projets communs.

La démarche participative du projet a reposé sur une méthodologie progressivement stabilisée de manière itérative, et qui aujourd'hui, apparaît comme une démarche transférable à d'autres types de territoire.

Il est à noter cependant que le succès de ce volet participatif repose en grande partie sur le rôle d'animation porté par les chargés de mission du projet et le relai offert par le Parc du Vercors. La dynamique territoriale enclenchée et les lieux d'échanges créés sur la thématique pourront se poursuivre avec un appui des acteurs locaux. Le croisement des regards et l'ensemble des résultats et jalons méthodologiques du projet, sont autant d'éléments de capitalisation de l'expérience et des savoir-faire.

L'analyse du projet AdaMont au prisme des organisations apprenantes a montré les acquis et limites de la démarche du projet. Elle permet aussi de mettre en lumière les éléments qui sont facilement transposables et les limites de cette transposition pour aller vers un possible concept de territoires apprenants.

La plupart des freins et conditions nécessaires à la mise en place d'organisations apprenantes sont transposables aux territoires, comme le montre l'analyse détaillée (note [annexe en ligne](#)) : transposition sur le critère de « vision partagée », mais avec un degré de complexité plus important ; transposition sur le critère de « développement des capacités d'apprentissage en équipe ou groupe d'acteurs ». Le système territorial, multi-acteur et multi-niveau est par contre plus lent à évoluer ; il nécessite donc la poursuite d'animation sur le plus long terme. La transposition du critère de « maîtrise personnelle » entendue comme modification du comportement du rôle de leaders qui prennent la responsabilité de créer et de faciliter les processus d'apprentissage, reste difficile à transposer de l'organisation au territoire : dans un système territorial ouvert, la question du portage politique est soumise à des rapports de forces. La transposition du critère de « remise en cause régulière des modèles mentaux » nécessite aussi une certaine durée et la réalisation d'enquêtes sociologiques en début puis en cours de programme pour pouvoir être évaluée.

L'analyse sociologique réalisée en accompagnement du projet AdaMont montre donc que le modèle de l'organisation apprenante est, à maints égards transposable à l'échelle d'un territoire, sous réserve d'aménagements et de limites qu'il s'agirait d'approfondir.

B - 5 Pour approfondir : bibliographie et productions du projet

La bibliographie support est consultable Partie J - 4.11

Le tableau ci-dessous précise les productions du projet disponibles en annexe et en ligne.

La démarche participative mise en place a été présentée à différentes reprises, en particulier lors des événements de restitution du projet. Elle fait également l'objet de deux articles techniques, l'un dédié

spécifiquement à l'aspect participatif et l'autre apportant un éclairage sur les aspects participatifs dans le cadre de l'accompagnement de la recherche en agriculture de montagne.

Documents	Titre	Source
Communication (Diaporama)	Piazza-Morel, D., Philippe, F. : Restitution du cycle d'ateliers de travail participatifs . Journée de restitution AdaMont, Seyssins, 22 septembre 2017	Annexe en ligne
Communication (Diaporama)	Piazza-Morel, D. : Un cycle d'ateliers participatifs sur le territoire du PNRV . Séance de restitution AdaMont dans le cadre du FIFMA. Réchauffement climatique, qu'est-ce qui va changer dans le Vercors ? Autrans, 7 décembre 2017. Diapo 29 à 31.	Annexe en ligne
Communication (Diaporama)	Piazza-Morel, D. : L'apport des ateliers territoriaux participatifs dans une démarche d'approche intégrée . Journée de restitution scientifique du projet AdaMont, Grenoble, 23 janvier 2018.	Annexe en ligne Également en ligne sur la page web du projet
Communication (Diaporama)	Piazza-Morel, D., Véron, F., Arlot, M-P., Cosson, A. : Regards croisés autour de l'adaptation . Journée de restitution finale du projet AdaMont, Séquence 1 : Comment aborder l'adaptation d'une manière transversale aux différentes activités et enjeux du territoire ? Paris, 27 mars 2018. Diapos 25 à 40.	Annexe en ligne Également en ligne sur la page web du projet
Article technique	Piazza-Morel, D., Arlot, M-P., Philippe, F., Véron, F., Cosson, A., Jonas, E. : La démarche participative mise en œuvre dans le cadre du projet ADAMONT	Sciences, Eaux et Territoires. La revue d'Irstea / article soumis, en cours de relecture http://www.set-revue.fr/
Article technique	Nettier, B., Piazza-Morel, D. : En montagne, éleveurs et bergers vivent déjà le changement climatique au quotidien. Le rôle des chercheurs dans l'accompagnement à l'adaptation au changement climatique	The Conversation (média en ligne) / article soumis, en cours de publication https://theconversation.com/fr
Notes de travail	Cosson A. : Note pour AdaMont, De l'organisation au territoire apprenant . 2017. Irstea, 11 pages	Annexe en ligne

Tableau 8 - AdaMont - Documents de référence pour approfondir les aspects participatifs du projet

C - CLIMAT

C - 1 Production et exploitation de projections climatiques adaptées aux zones de montagne

C - 1.1 Contexte et objectifs

De nombreuses activités de recherche en France et dans le monde interrogent le devenir des zones de montagne (écosystèmes, neige, glaciers, pergélisols etc.) et les impacts de leur évolution sur divers secteurs socio-économiques (ressources, risques naturels) sous l'effet du changement climatique. Au début du projet AdaMont, les projections climatiques liées au cinquième rapport du GIEC (CMIP5 et EURO-CORDEX), qui projettent toutes une augmentation sensible de la température moyenne annuelle au cours du 21^{ème} siècle en Europe de l'Ouest, n'avaient pas encore été utilisées pour les zones de montagne françaises, rendant obsolète une partie des études précédentes et limitant les capacités des chercheurs à répondre à ces enjeux sociétaux par des outils et données issues de l'état de l'art.

La topographie accidentée des zones de relief et la résolution insuffisante des modèles de climat pour en couvrir la dimension verticale, rendent nécessaires l'usage de méthodes spécifiques d'adaptation des scénarios régionaux aux zones de montagne. En outre, le besoin de recourir à des approches ensemblistes pour balayer au maximum les incertitudes qui pèsent sur les projections, les méthodes de descente d'échelle et les modèles d'impact, requièrent la mise en œuvre de procédures sophistiquées pour produire des ensembles de scénarios utilisables. L'approche ensembliste appliquée, basée sur des séries chronologiques continues de conditions météorologiques à l'échelle du siècle, permet de simuler la réponse des composants étudiés, non seulement aux changements moyens, mais aussi et surtout à la variabilité de ces changements à toutes échelles de temps (saisonniers et décennales), permettant de représenter explicitement compte la variabilité intra- et interannuelle. Elle permet de dépasser le cadre aujourd'hui obsolète des approches appliquant un changement moyen à des séries climatologiques observées en vue de projeter l'impact du changement climatique.

Dans le cadre du projet AdaMont, le CNRM (CEN Grenoble et Toulouse) et Irstea ont réalisé un travail de traitement de plusieurs dizaines de scénarios CMIP5/EUROCORDEX, en utilisant une approche de descente d'échelle et d'ajustement de type quantile/quantile tenant compte des types de temps, et fondée sur la réanalyse SAFRAN-Nivo (1960-2010) utilisée comme base d'observations de surface au pas horaire. Ceci permet de représenter explicitement la dépendance altitudinale des champs météorologiques nécessaires pour alimenter des modèles d'impact en conditions de climat changé, tout en respectant la dynamique intrinsèque des simulations climatiques. Ces scénarios sont construits pour contribuer à une analyse intégrée des possibilités d'adaptation des territoires des Préalpes au sein d'une approche multi-sectorielle.

Pour ce faire, les scénarios climatiques alimentent des modèles d'impact en matière de manteau neigeux naturel et géré, de risque d'avalanche et de viabilité hivernale, de ressources en eau, de tourisme, de conditions d'exploitations agricoles et forestières. Ce travail a été co-financé dans le cadre du projet INTERREG POCTEFA Clim'Py qui s'est achevé en avril 2018.

C - 1.2 Méthode

Les sorties de modèles régionaux (RCMs) alimentés par des modèles globaux (GCMs) tels que ceux d'EUROCORDEX, souffrent de biais systématiques par rapport aux observations locales. Pour atténuer ces biais, des méthodes d'ajustement de biais sont généralement utilisées avant de réaliser des simulations avec des modèles d'impact. La méthode d'ajustement utilisée dans cette étude est une approche quantile-quantile considérée comme l'une des plus efficace et relativement facile à implémenter. Afin de limiter les faiblesses de cette approche, la méthode utilisée pour ce travail tient également compte des types de temps caractéristiques (beau temps ou mauvais temps, temps chaud ou froid, temps pluvieux ou sec...).

La méthode de descente d'échelle et d'ajustement, détaillée [en annexe](#), se base sur :

- le rapprochement des données EUROCORDEX et des données SAFRAN,
- le diagnostic de quatre régimes de temps,
- le calcul des percentiles des distributions du modèle EUROCORDEX et de SAFRAN, sur la base d'années nivologiques (1^{er} août au 31 juillet de l'année suivante),
- l'application de l'ajustement quantile-quantile à l'ensemble des simulations du modèle EUROCORDEX, en prenant en compte la saison et le régime de temps.

Le modèle EUROCORDEX ajusté est ensuite désagrégé à un pas de temps horaire. Finalement, les précipitations totales sont séparées en pluie et en neige selon la température horaire ajustée, sur la base d'un seuil de transition pluie/neige fixé à 1°C, cohérent avec l'approche utilisée au sein de SAFRAN. Un ajustement quantile-quantile additionnel permet de veiller à la cohérence des variables de pluie et de neige.

Cette méthode a été consolidée dans le cadre du projet AdaMont, ce qui lui a donné son nom, afin de pouvoir l'identifier spécifiquement au sein du paysage des méthodes d'ajustement statistique des sorties

de modèles de climat. Une évaluation détaillée des performances de cette méthode a été réalisée et publiée dans la revue *Geoscientific Model Development* :

Verfaillie, D., Déqué, M., Morin, S., and Lafaysse, M.: **The method ADAMONT v1.0 for statistical adjustment of climate projections applicable to energy balance land surface models**, *Geosci. Model Dev.*, 10, 4257-4283, <https://doi.org/10.5194/gmd-10-4257-2017>, 2017.

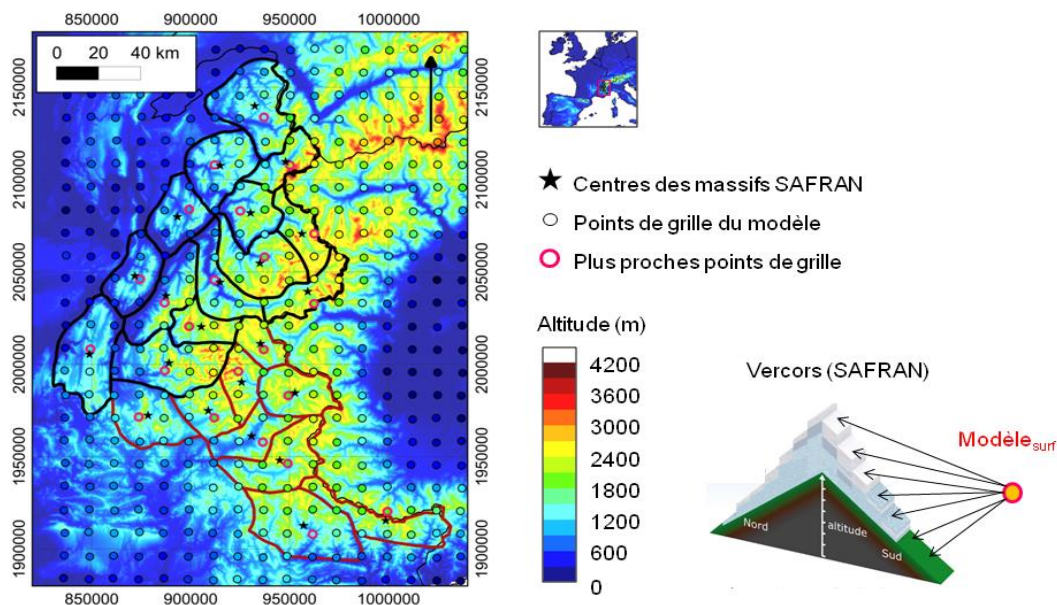


Figure 18 - Description du domaine d'étude et de la géométrie et altitude de la réanalyse SAFRAN et du modèle EUROCORDEX à ajuster

L'encart en haut à droite situe notre domaine d'étude (les Alpes françaises). Dans la figure principale, les massifs SAFRAN sont délimités en noir pour les Alpes du Nord et en bordeaux pour les Alpes du Sud, et leurs centres sont indiqués par des étoiles noires. Les points de grille du modèle EUROCORDEX sont représentés par des cercles, avec un contour rose pour les points de grille les plus proches de chaque centre de massif SAFRAN. L'altitude de la surface de la réanalyse SAFRAN (modèle numérique de terrain à 50m de résolution de l'IGN) et du modèle à ajuster est indiquée par la palette de couleurs (en m au-dessus du niveau de la mer). La projection utilisée est le Lambert II étendu.

La méthode ADAMONT a été appliquée à plusieurs couples de scénarios GCM/RCM, sous 3 scénarios différents d'émission de gaz à effet de serre (RCP 2.6, 4.5 et 8.5). 13 couples GCM/RCM des expériences EUROCORDEX ont ainsi été traités, disposant tous des scénarios RCP 4.5 et RCP8.5, 4 d'entre eux disposant également de scénarios RCP 2.6. Ceci constitue donc 30 séries continues couvrant la période 2006-2100, et 13 séries de simulations dites « historiques » couvrant la période 1950-2005.

Ce traitement donne un ensemble de projections de température, précipitations (neige et pluie), vitesse du vent, rayonnement et humidité d'ici à 2100. Ces projections continues (1950-2100) au pas de temps horaire de différentes variables météorologiques ont ensuite été utilisées pour forcer le modèle de neige SURFEX/ISBA-Crocus, afin d'obtenir des projections de l'enneigement pour les différents massifs alpins, à différentes altitudes et orientations. Les incertitudes liées à l'utilisation d'un ensemble de simulations issues de différents couples de modèles et différents scénarios d'émissions ont été quantifiées.

Les données issues des simulations ont été traitées afin de produire des indicateurs définis pour chaque année, par exemple l'épaisseur de neige moyenne annuelle, la durée de la saison d'enneigement (définie comme la période continue la plus longue où l'épaisseur de neige dépasse 5 cm), le nombre de jours au-delà d'un seuil d'épaisseur de neige de 5, 50 et 100 cm, le maximum annuel d'équivalent en eau de la neige, et également des variables caractéristiques des conditions météorologiques (température

moyenne hivernale, précipitations totales hivernales, rapport des précipitations neigeuses sur l'ensemble des précipitations hivernales).

Ces valeurs annuelles ont été traitées de trois façons différentes :

- en calculant des moyennes glissantes sur une période de 15 ans afin de quantifier les tendances de long terme et de représenter l'incertitude inhérente à la modélisation du climat,
- en analysant les quantiles 5, 17, 50, 83 et 95 % des distributions de valeurs annuelles,
- en comparant les valeurs moyennes des indicateurs locaux pour des périodes de 30 ans en début, milieu et fin de 21^{ème} siècle aux variations concomitantes de la température moyenne planétaire depuis l'époque préindustrielle pour analyser l'effet local, à l'échelle des massifs montagneux, des changements de température à l'échelle planétaire, permettant de quantifier l'impact du niveau de réchauffement planétaire sur les changements locaux.

C - 1.3 Résultats

La Figure 19 présente les résultats en termes de variables météorologiques issus de la réanalyse SAFRAN pour la période 1960-2015, et des projections des modèles EUROCORDEX ajustées pour 2006-2100, dans le massif du Vercors à une altitude de 1500 m. La représentation adoptée ici se concentre sur les tendances à long terme, néanmoins l'analyse des projections en utilisant les quantiles de valeurs annuelles démontre que la variabilité interannuelle demeure importante pour l'ensemble des variables, au cours du 21^{ème} siècle. Au-delà de cette variabilité, des différences entre les trois scénarios d'émission sont visibles.

En ce qui concerne la température, une tendance claire au réchauffement sur le 21^{ème} siècle est visible pour l'ensemble des scénarios et des modèles. Pour les précipitations totales, il est difficile d'identifier une tendance claire à la hausse ou à la baisse des précipitations tellement la variabilité interannuelle est élevée. Le ratio entre neige et précipitations totales (pluie + neige) montre une tendance nette à la diminution, surtout pour le scénario RCP8.5.

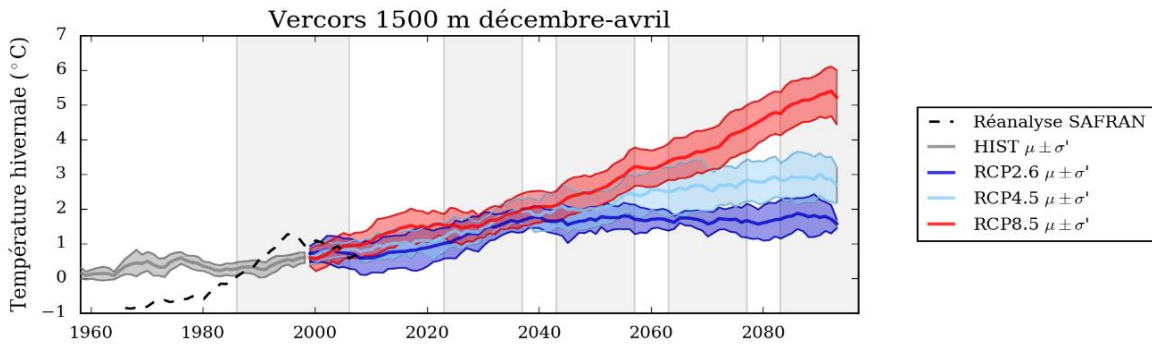
La Figure 19d) présente les premiers résultats obtenus sur l'enneigement pour le Vercors à 1500m (réanalyse SAFRAN pour la période 1960-2015, et projections).

C - 2 « Climat » - Perspectives

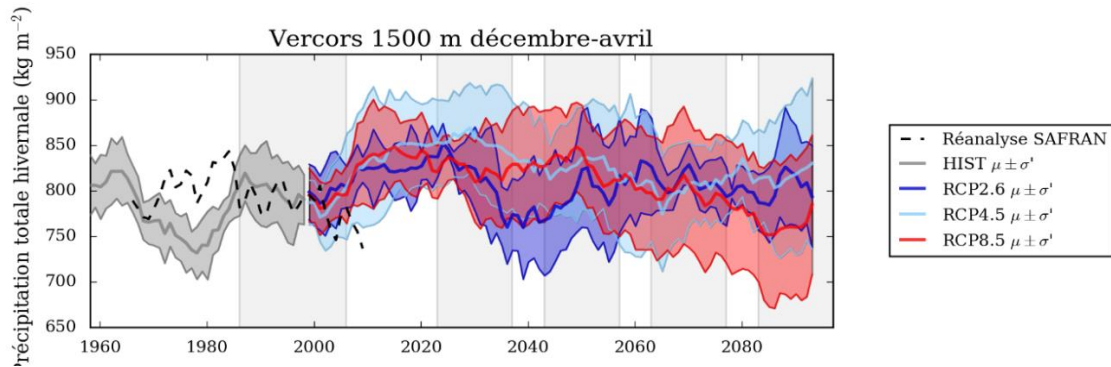
C - 2.1 Diffusion et utilisation des projections climatiques ADAMONT V1.0

Le projet AdaMont a débouché sur la consolidation de la méthode d'ajustement éponyme, qui est désormais publiée, évaluée, et disponible sur [forge logicielle du CNRM](#). A l'issue de ce projet, la méthode a été reprise par la Direction de la Climatologie et des Services Climatiques de Météo-France et est en cours d'application à l'ensemble du territoire métropolitain. Au-delà de cette application, la méthode va également être appliquée à des projections climatiques à l'échelle européenne dans le cadre du programme Copernicus Climate Change Services C3S Sectoral Information Services SIS « European Tourism », et utilisée pour produire des projections de neige naturelle et gérée dans les massifs montagneux européens. La méthode va également être appliquée dans le cadre de projets Horizon2020 (PROSNOW) et ERA4CS (MEDSCOPE) pour l'ajustement de prévisions saisonnières.

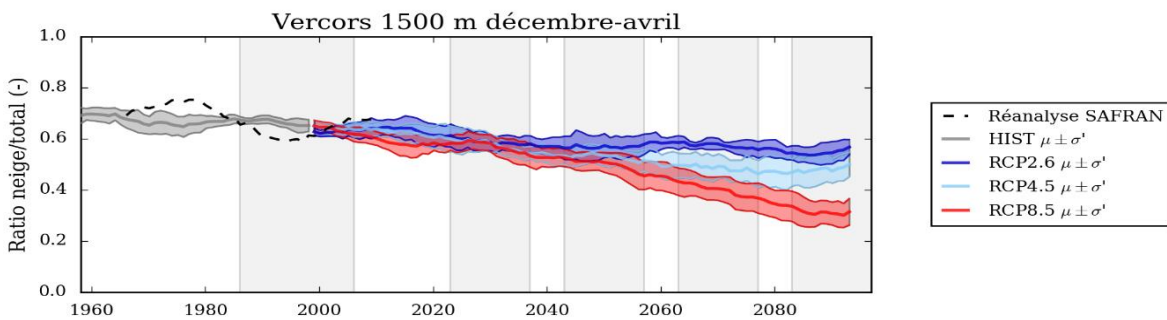
Le projet AdaMont, complété par le projet Clim'Py, ont au final produit un ensemble de projections climatiques des conditions météorologiques et d'enneigement, pour les massifs montagneux des Alpes françaises et des Pyrénées. Ces données sont en cours de mise en place sur le portail Drias par la DCSC de Météo-France, permettant à de multiples acteurs de pouvoir s'approprier ces données et les utiliser librement. Les données seront également utilisées au CNRM et avec ses partenaires scientifiques, pour répondre à des questions de recherche liées au changement climatique en montagne (glaciers, écosystèmes, avalanches, stations de sport d'hiver). Un exemple en est donné Partie C - 2.2.



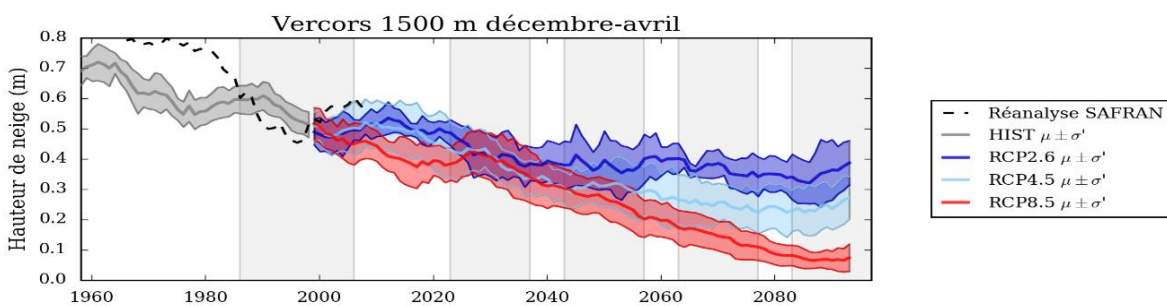
a) Évolution des températures moyennes sur la période novembre-avril pour le massif du Vercors à 1500m.



b) Précipitations totales



c) Ratio entre neige et précipitations totales (pluie + neige)



d) Hauteur de neige

Figure 19 - Évolution des variables climatiques pour le massif du Vercors à 1500m, réanalyse et projections

Données issues de la réanalyse SAFRAN (en gris) pour 1960-2015 et des modèles EUROCORDEX (en couleurs) pour les projections futures 2016-2100. Les 3 couleurs de projections représentent les 3 scénarios RCPs : 2.6 (le plus optimiste, en vert), 4.5 (médian, en bleu) et 8.5 (le plus pessimiste, en rouge). Cette représentation fait appel aux moyennes glissantes sur 15 ans des valeurs annuelles de l'ensemble des couples de modèles disponibles pour chaque RCP.

D'ores et déjà, les projections climatiques réalisées dans le cadre du projet AdaMont ont été versées à des initiatives régionales telles qu'ACCLIMATERRA V2 en Nouvelle Aquitaine, et le Cahier Montagne du GREC PACA en 2018, et de nouvelles sollicitations sont très fréquentes à ce sujet.

Du point de vue médiatique et institutionnel, ces projections climatiques ont été utilisées pour répondre à de multiples sollicitations journalistiques et sociétales.

C - 2.2 Intégration dans des modèles d'impact, conditions d'enneigement des stations

Dans le cadre d'une approche multisectorielle, les scénarios présentés précédemment sont construits pour contribuer à une analyse intégrée des possibilités d'adaptation des territoires des Préalpes au CC. Pour ce faire, les scénarios climatiques alimentent des modèles d'impact en matière de manteau neigeux naturel et géré, de risque d'avalanche, de viabilité hivernale, de ressources en eau, de tourisme et de conditions d'exploitations agricoles et forestières.

Un des développements les plus aboutis sur la base de ces projections a porté sur l'analyse des conditions d'enneigement des stations de ski. Les projections climatiques produites pour la neige naturelle dans le projet AdaMont ont été reprises dans des outils spécifiques développés pour simuler le manteau neigeux sur pistes en tenant compte des pratiques opérationnelles de gestion de la neige (damage, neige de culture), le modèle CROCUS-RESORT.

Les résultats de ces projections sont synthétisés Figure 20. Les effets des scénarios climatiques s'expriment à partir des années 2050, avec des incertitudes de modélisation croissante, avec une baisse significative de l'indice de viabilité des stations, une forte augmentation de l'occurrence des « pires saison », conditions correspondant aux 6 pires années de la période 1960-2015. Le modèle permet aussi d'évaluer le besoin en eau pour la production de neige de culture (sous hypothèse de faisabilité) et montre la croissance des volumes nécessaires.

C - 2.3 Boite à outil statistique pour caractériser l'incertitude

Les incertitudes associées aux projections climatiques ne peuvent être négligées dans l'usage qui en est fait. Elles résultent des incertitudes sur les scénarios d'évolution des gaz à effet de serre, des incertitudes associées aux modèles climatiques et modèles d'impact (hydrologie, biodiversité, etc.) et de la variabilité naturelle du climat. Caractériser et prendre en compte ces différentes sources d'incertitude n'est pas nécessairement facile pour l'ingénieur et le gestionnaire plus habitués à raisonner dans un cadre déterministe.

La statistique propose à cet effet différentes méthodes permettant d'exploiter un ensemble multi-scénarios multi-modèles de projections climatiques données, et permet de proposer différents outils à l'intention du gestionnaire. Les plus simples fournissent un résumé descriptif de l'information, les plus élaborées permettent de tester la significativité des changements attendus, de partitionner les différentes sources d'incertitude et dévaluer leur contribution à la variabilité des projections. L'approche est illustrée à partir d'un ensemble de projections de température, précipitation et hauteur de neige moyenne pour le massif du Vercors.

La Figure 21 résume la variance totale des projections climatiques pour la température, les précipitations et la hauteur de neige. Elles montrent l'importance croissante de la variabilité interne résiduelle pour ces trois variables.

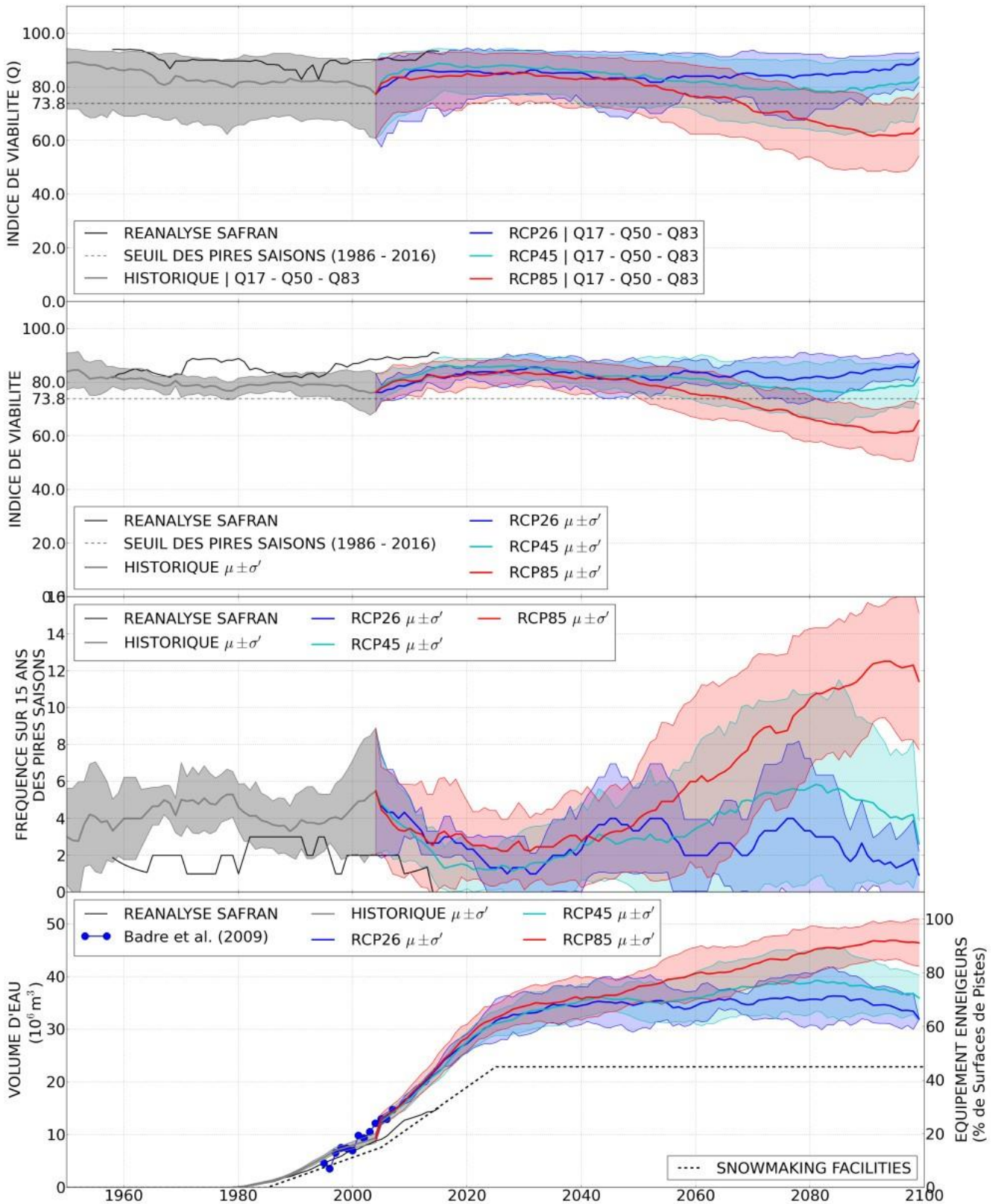


Figure 20 – Projections des impacts des scénarios de CC sur les conditions d’enneigement des stations

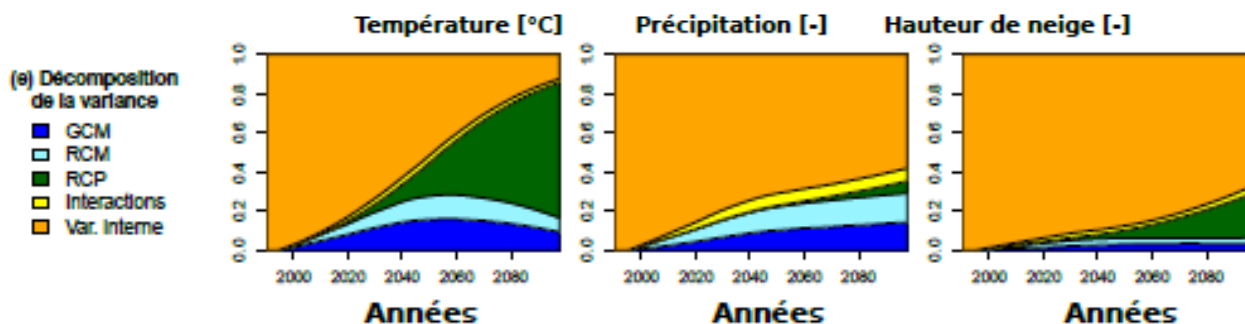


Figure 21 – Décomposition des effets et de la variance totale des projections climatiques pour les différences absolues de température, les différences relatives de précipitation et de hauteur de neige moyenne en hiver
Effet des différentes composantes des projections, GCM, RCM, RCP et variabilité interne

La Figure 22 illustre le calcul du *Time of Emergence*, ToE pour ces mêmes variables. Pour la température, le ToE est 2004, ce qui indique que l’augmentation de la température est significative dès 2004. Pour la précipitation, aucun changement significatif n’est observé et les différences relatives sont très modérées en comparaison aux incertitudes associées. Pour la hauteur de neige moyenne en hiver, ces changements sont nets et significatifs dès 2017.

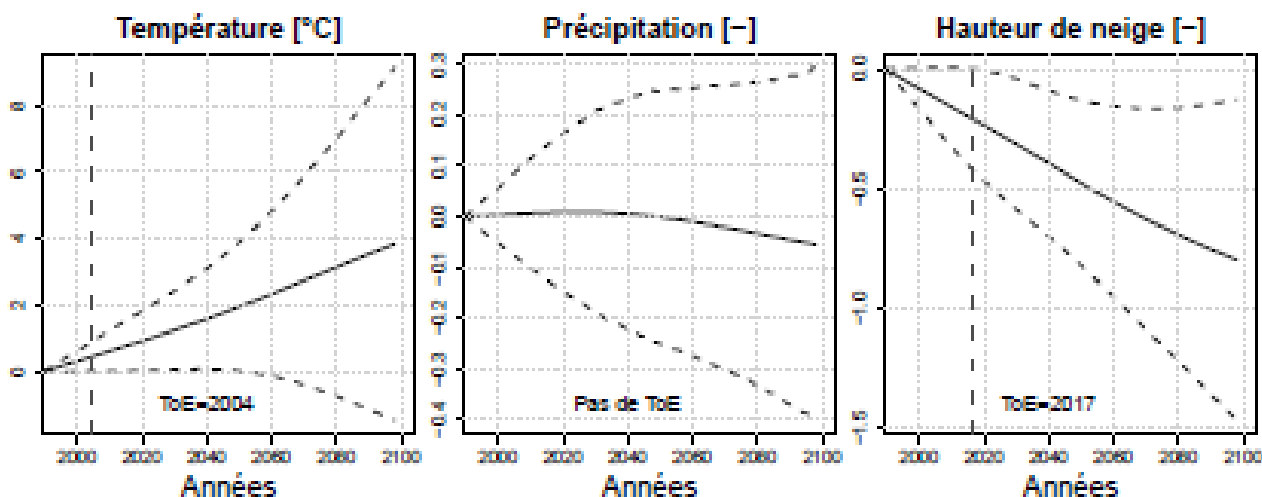


Figure 22 – Illustration du *Time of Emergence*, ToE

Lignes pleines : moyenne des réponses climatiques ; lignes en pointillé, bande d’incertitude ; ligne verticale en pointillé, première année à laquelle on observe un changement de tendance statistiquement significatif

Ces approches complémentaires d’analyse statistique s’appliquent aisément à tout type de variable dont les projections auront été estimées via un modèle d’impact simulant la traduction d’un ensemble de projections climatiques pour un secteur socio-écosystémique donné.

C - 3 Pour approfondir : bibliographie et productions du projet

La bibliographie support est consultable Partie J - 4.3.

Le tableau ci-dessous précise les productions du projet disponibles en annexe et en ligne.

Documents	Titre	Source
Communication (Diaporama)	Verfaillie, D., Lafaysse M., Morin, S., Déqué M., Eckert, N. : Caractérisation de l'aléa climatique et jeu de données de projections climatiques. Changement climatique passé et futur. Focus sur Vercors – 1500m. Journée de restitution scientifique du projet AdaMont, Grenoble, 23 janvier 2018.	Annexe en ligne Également en ligne sur la page web du projet
Communication (Diaporama)	Morin, S., Verfaillie, D., Lafaysse M., Eckert, N., Soubeyroux J-M., Déqué M. : Production et exploitation de projections climatiques adaptées aux zones de montagne. Journée de restitution finale du projet AdaMont. Paris, 27 mars 2018.	Annexe en ligne Également en ligne sur la page web du projet
Rapport de travail	Verfaillie, D., Lafaysse M., Morin, S., Déqué M., Eckert, N. : Production et exploitation de projections climatiques pour les zones de montagne françaises. Rapport final des travaux réalisés dans le cadre du projet AdaMont, Grenoble 2018.	Annexe en ligne
Communication (Diaporama)	Morin, S. : « Doit-on parler de la fin de la neige ? ou de changement climatique ? ». Journée d'étude de la Société d'Études des Hautes-Alpes « Quel avenir pour nos montagnes », Emburn, 05 novembre 2016	Annexe en ligne
Article scientifique	Verfaillie, D., Déqué, M., Morin, S., and Lafaysse, M.: The method ADAMONT v1.0 for statistical adjustment of climate projections applicable to energy balance land surface models , Geosci. Model Dev., 10, 4257-4283, https://doi.org/10.5194/gmd-10-4257-2017 , 2017.	Revue Geoscientific Model Development https://www.geoscientific-model-development.net/
Article scientifique	Verfaillie, D., Lafaysse, M., Déqué, M., Eckert, N., Lejeune, Y., and Morin, S.: Multi-component ensembles of future meteorological and natural snow conditions for 1500 m altitude in the Chartreuse mountain range, Northern French Alps , The Cryosphere, 12, 1249-1271, https://doi.org/10.5194/tc-12-1249-2018 , 2018.	Revue The Cryosphere https://www.the-cryosphere.net/
Article technique	Évin, G., Eckert, N., Hingray, B., Verfaillie, D., Morin, S., Lafaysse, M., Blanchet, J. : Traiter l'incertitude des projections climatiques : l'exemple des conditions météorologique et d'enneigement dans les Alpes françaises. Soumis à la revue de Foresterie Suisse.	Annexe en ligne

D - IMPACTS

D - 1 Objectifs et méthodes

Cette partie fait état des éléments de connaissance et d'estimation des impacts du CC sur les milieux et les activités des territoires de moyenne montagne qui ont été obtenus au cours du projet AdaMont.

Les chercheurs mis à contribution sur cette partie du projet ont réalisé des synthèses bibliographiques sectorielles quant à l'état des connaissances sur les territoires de montagne, et sur les Préalpes et le Vercors en particulier. Puis, afin de porter attention aux pratiques concrètes et quotidiennes sur le territoire, l'approche sectorielle bibliographique a été systématiquement complétée par l'organisation d'ateliers de travail participatifs sur le territoire auxquels les chercheurs ont pris part. Les ateliers de terrain ont été organisés en différents lieux du Parc du Vercors.

Pour chaque thématique sectorielle et à partir de la bibliographie et des temps d'échanges, l'équipe du projet s'est appliquée à reconstruire et détailler les chaînes aléas climatiques / impacts / adaptations /

interactions pour chaque secteur, afin d’avoir une vision d’ensemble du territoire en contexte de changement climatique.

L’application du cadre d’analyse systémique et du modèle intégré MAIA a aidé à structurer le recueil d’informations, puis à capitaliser l’information et à rendre compte. Les résultats présentés dans cette partie proviennent donc du croisement des phases de recueil de données avec les phases de modélisation et de restitution. Ces résultats sont présentés pour chaque entrée thématique.

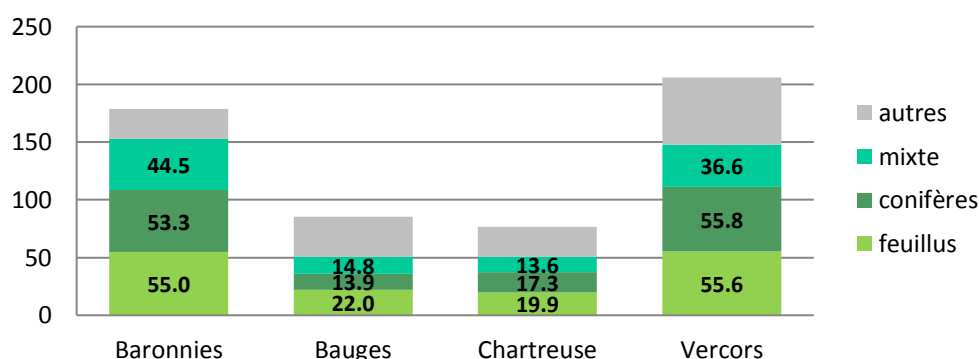
D - 2 Forêt et pratiques forestières

Les forêts de moyenne montagne des Alpes du Nord seront probablement grandement affectées par les changements climatiques. Les principaux effets déclencheurs pour ce secteur seront la hausse des températures en été et en hiver, la variabilité des précipitations, renforcée par la baisse de la pluviométrie estivale et les sécheresses successives ainsi que les événements extrêmes plus fréquents.

Les répercussions de ces évolutions sur les biens et services fournis par la forêt soulèvent des questions de la part des gestionnaires forestiers, des acteurs de la filière bois, des élus des communes forestières et des chercheurs. Aussi, afin d’apporter des réponses sur les caractéristiques écologiques de ces impacts et les moyens de les compenser, une étude bibliographique a été réalisée, axée sur les forêts de montagne d’Europe et, plus partiellement, du Canada et des USA. L’épicéa, le sapin et le hêtre, dominants dans les Alpes françaises, y sont privilégiés.

Au travers de cette bibliographie, ce sont essentiellement des études mobilisant des données d’observation et de modélisation qui ont été abordées.

Figure 23. Surfaces forestières de 4 parcs naturels régionaux des Alpes du Nord
(en milliers d’ha, source Inventaire Forestier National 2014)



D - 2.1 Principaux résultats

Malgré les incertitudes concernant l’amplitude et l’échéance des changements climatiques, l’amélioration progressive des prévisions météorologiques, le nombre important d’observations déjà disponibles et les résultats des modélisations permettent d’ores et déjà de dégager les grandes tendances des conséquences possibles de ces changements sur les forêts. On anticipe ainsi, en perspective d’épisodes accrus de sécheresse :

- un **impact important du stress hydrique**, surtout en dessous de 1000 m d’altitude avec la disparition des essences les moins tolérantes à la sécheresse (surplus de mortalité pour épicéa, pin sylvestre),
- les **effets cumulés du stress hydrique avec les attaques d’insectes** (scolytes) ou de pathogènes et les coups de vent sur les arbres fragilisés,
- un changement dans la distribution spatiale des espèces, avec :
 - une **remontée de la limite supérieure du sapin et du hêtre** et de la limite basse de recrutement (apparition de semis) de certaines espèces (hêtre, sapin blanc, érable, chêne rouvre et chêne pubescent),

- une **dynamique des feuillus** favorisée à l'étage montagnard, c'est-à-dire entre 1000 et 1500m d'altitude environ,
- un allongement de la durée de végétation,
- une **augmentation de la productivité** dans certaines forêts d'altitude
- une augmentation du risque d'incendie.

Plus précisément, la revue bibliographique met en évidence des impacts du CC observés ou prévus sur les aires et les marges de distributions et la démographie des espèces.

	Impacts du CC observés	Impacts du CC prévus
Aires et marges de distributions	<ul style="list-style-type: none"> ▪ remontée de la limite supérieure du sapin et du hêtre ▪ en France, augmentation de la limite basse de recrutement de certaines espèces : hêtre, frêne, sapin pectiné, érable, chêne rouvre et pubescent ▪ remplacement progressif du pin sylvestre par le chêne pubescent en-dessous de 1000m d'altitude (Valais suisse) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ déplacement des espèces vers le nord et en altitude ▪ vitesse théorique de migration des niches climatiques supérieure aux taux historiques (jusqu'à 10 fois plus rapide) ▪ dynamique des feuillus favorisée, notamment dans les sapinières en limite écologique dans le montagnard méditerranéen ▪ en-dessous de 1000m, disparition des espèces les moins tolérantes à la sécheresse, régression de l'épicéa à court et moyen terme, déclin du pin sylvestre
Démographie des espèces	<ul style="list-style-type: none"> ▪ saisons de croissance plus longues ▪ les peuplements denses et âgés sont les plus vulnérables ▪ la mortalité due à la sécheresse augmente avec les surfaces terrières importantes et les petits diamètres ▪ risque de mortalité pour l'épicéa et le sapin pectiné à l'étage collinéen et à l'étage montagnard (<1000m) ▪ faibles recrutements du hêtre à sa limite basse de distribution ▪ déficit de recrutement d'épicéas sur sols superficiels ▪ accroissement de la productivité en basse altitude en Europe du nord et dans le nord de la France pour le hêtre et le chêne 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ augmentation du risque de manque d'eau lié à l'allongement de la durée de la saison de végétation ▪ augmentation du nombre et de l'intensité des perturbations (feux, vent, insectes) qui peuvent entraîner des changements rapides dans les distributions de classes d'âges et les paysages ▪ modification des relations de compétition liées aux perturbations et au CC ▪ accélération du remplacement d'espèces natives par des espèces invasives ▪ remplacement progressif de l'épicéa par du sapin et du hêtre ▪ impact positif à court terme sur la productivité dû à l'effet fertilisant du CO2 ▪ augmentation de la productivité dans certaines forêts d'altitude

Tableau 9 - Principaux impacts du CC pour la forêt de montagne (résultat de l'analyse de l'état de l'art)

Toutefois, il est important de préciser que les incertitudes et les lacunes restent importantes concernant:

- les modèles de distribution des espèces pour prévoir les impacts du changement climatique qui sont encore limités car ils ne tiennent pas compte :
 - de la capacité biologique des espèces à migrer,
 - de la dynamique interne des populations,
 - de l'adaptation locale ;
- les tendances antérieures qui ne permettent pas forcément de prédire les évolutions futures ;
- les pratiques agricoles et forestières qui ont également un impact sur le déplacement des espèces ;

Impacts observés non localisés

Sapins

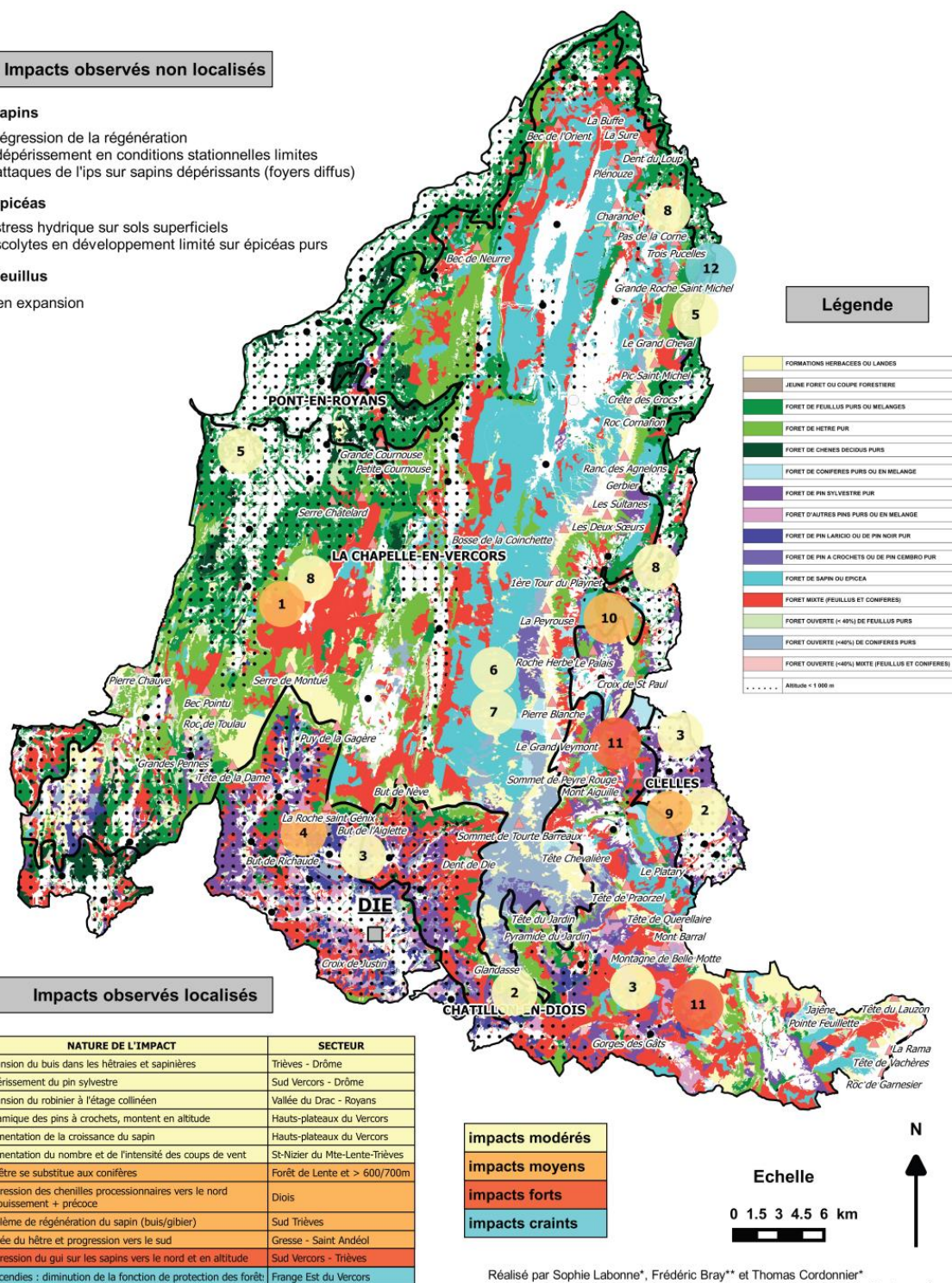
- régression de la régénération
- dépérissement en conditions stationnelles limites
- attaques de l'ips sur sapins dépérissants (foyers diffus)

Epicéas

- stress hydrique sur sols superficiels
- scolytes en développement limité sur épicéas purs

Feuillus

- en expansion



Réalisé par Sophie Labonne*, Frédéric Bray** et Thomas Cordonnier*
 *UR Ecosystèmes Montagnards ** UR Développement des Territoires Montagnards
 IRSTEA Grenoble - 2, rue de la papeterie, 38402 Saint Martin d'Hères

types de forêts : source IFN 2014

mars 2016

Figure 24. Carte de répartition des essences forestières sur le territoire du PNR du Vercors, en fonction d'un seuil à enjeux de 1000 m d'altitude, et positionnant des impacts observés détaillés en atelier participatif le 22 mars 2016.

- l'abroustissement par les mammifères qui peut aussi avoir un impact ;
- les connaissances sur l'évolution des interactions biotiques et de la synchronie entre les espèces (par exemple, les décalages observés entre la phénologie des plantes et les besoins des animaux)

Les résultats issus des ateliers de travail participatifs viennent confirmer et compléter ces éléments.

Il reste aussi intéressant de signaler que si les changements climatiques vont impacter fortement les forêts de montagnes, l'impact concernant les capacités de régénération des espèces est encore difficile à appréhender. La régénération représente en effet une phase clé qui détermine les changements de composition et donc la physionomie des forêts, mais les connaissances sur l'effet du climat sur cette phase de régénération sont encore très limitées. Une analyse spécifique a été effectuée dans le cadre d'AdaMont au cours d'un [travail de stage](#) qui a consisté à analyser une base de données de suivi de la survie et de la croissance de semis le long de gradients climatiques (stade juvénile des arbres). Les premiers résultats ne semblent pas indiquer de correspondance entre la survie des jeunes plants d'arbres et la distribution adulte le long d'un gradient climatique. L'étude souligne ainsi la difficulté à comprendre les facteurs démographiques conduisant la distribution d'espèces d'arbres et l'importance de distinguer les interactions biotiques et abiotiques.

D - 2.2 Pratiques d'adaptation

Les préconisations de gestion pour adapter les forêts aux changements climatiques visent à préserver les biens et services qu'elles fournissent. Ces mesures passent par des améliorations génétiques et par la mise en œuvre de pratiques qui impliquent des interventions humaines et techniques plus ou moins importantes. Compte-tenu des incertitudes, ces mesures doivent être flexibles et, si possible, réversibles ; il peut aussi s'agir de mesures dites « sans regret ».

Parmi les principales préconisations proposées dans la revue bibliographique et complétées en atelier de travail, nous pouvons retenir des pratiques d'adaptation répondant à trois types d'objectifs :

- contribuer à limiter l'effet de serre en stockant du carbone, en évitant la déforestation, en limitant les feux et en développant le bois énergie,
- réduire la vulnérabilité aux menaces qui augmentent,
- améliorer la résilience et la capacité d'adaptation des forêts au CC et aux événements extrêmes.

Les stratégies d'adaptation vont alors consister à :

- Adapter la filière forêt-bois à la progression de la forêt en altitude
 - Développer la filière des feuillus qui progressent en altitude
 - Maintenir la filière des résineux
- Réduire la dépendance à la ressource en eau et la vulnérabilité face à l'augmentation des sécheresses et au stress hydrique
 - Maintenir un couvert forestier et éviter les coupes rases
 - Maintenir des essences locales et introduire de nouvelles essences adaptées (par exemple de provenances plus méridionales ou améliorées génétiquement)
 - Préférer la futaie irrégulière avec une diversité d'essences
 - Diminuer la densité de peuplement
 - Faire des « éclaircies dynamiques » (20 à 25% de prélèvements)
 - Cibler les interventions dans les secteurs vulnérables
- Limiter la recrudescence des attaques de scolytes
 - Éviter les peuplements forestiers purs (épicéas)
 - Remplacer les peuplements progressivement par l'enrichissement
 - Améliorer génétiquement la résistance aux nuisibles
 - Surveiller les foyers d'attaque

- Gérer le risque d'incendie
 - Développer les dessertes forestières multifonctionnelles
 - Mettre en œuvre une surveillance accrue
 - Imposer le débroussaillage à proximité des habitations

Lors de l'atelier du 22 mars 2016 organisé dans le Vercors, les adaptations proposées pour réduire la concurrence pour l'eau et adapter la filière de bois de construction ont été les plus importantes. En effet, la filière bois du Vercors est actuellement spécialisée dans les résineux, sapin et épicéa, et les propositions d'adaptation ont prioritairement visé à maintenir cette ressource « bois » pour maintenir l'alimentation de la filière. Des propositions alternatives visant à modifier la sylviculture du hêtre pour essayer de le valoriser en bois d'œuvre plutôt qu'en bois de chauffage (développement de l'usage des feuillus et adaptation des scieries à la transformation du feuillu) ont néanmoins pu émerger de cet atelier.

D - 2.3 Perspectives

Les acteurs et les chercheurs mobilisés au cours du projet se sont également accordés à reconnaître qu'il était utile de s'inspirer des processus écologiques naturels. Enfin, ils s'accordent sur le fait que l'augmentation du nombre d'essais et d'expérimentations et, surtout, le partage des résultats entre la recherche, les gestionnaires et les décideurs de la communauté forestière, constitue un enjeu majeur pour réussir l'adaptation des forêts de montagne au changement climatique. On pourrait par exemple imaginer de mettre en place un observatoire du suivi des peuplements forestiers.

D - 2.4 Pour approfondir : bibliographie et productions du projet

La **bibliographie support** est consultable Partie J - 4.4.

Le **tableau ci-dessous précise** les productions du projet disponibles en annexe et en ligne

Documents	Titre	Source
Synthèse bibliographique	Labonne, S., Cordonnier, T., Kunstler, G., Fuhr, M. : Forêts de montagne et changement climatique , 2017, 18 pages.	Annexe en ligne
Article technique	Labonne, S., Cordonnier, T., Kunstler, G., Fuhr, M. : Forêts de montagne et changement climatique. Impacts et adaptation . 2018, 10 pages.	Sciences, Eaux et Territoires. La revue d'Irstea / article soumis, en cours de relecture http://www.set-revue.fr/
Rapport de stage	Knipping, S.: Do growth and survival of mountain tree seedlings match the adult distribution along a climatic gradient? Rapport de stage, Master Biosciences, École Normale Supérieure de Lyon, 2016, 11 pages.	Annexe en ligne
Communication (Diaporama)	Labonne, S., Cordonnier, T. : Forêts de montagne et changement climatique . Journée d'atelier participatif AdaMont – thème Forêt, Monestier-de-Clermont, 22 mars 2016.	Annexe en ligne
Synthèse d'atelier	Labonne, S. : Synthèse de l'atelier Forêts . Journée d'atelier participatif AdaMont – thème Forêt, Monestier-de-Clermont, 22 mars 2016.	Annexe en ligne Également en ligne sur la page web du projet
Carte	Labonne, S. : Carte de localisation des impacts du CC identifiés lors de l'atelier forêt.	Annexe en ligne Également en ligne sur la page web du projet
Fiche de synthèse	Labonne, S., Philippe, F. : Changement climatique et forêts de montagne. Fiche thématique, 2017, 2 pages.	Annexe en ligne

D - 3 Agriculture

En moyenne montagne dans les Préalpes, l'activité agricole concerne principalement l'exploitation des prairies et en particulier des alpages, avec l'élevage de bovins laitiers et d'ovins et la production de fromage. Dans la partie sud, on trouve un peu de culture viticole, de l'arboriculture fruitière (avec une forte part de culture de noyers) et des cultures de type oléiculture, plantes aromatiques.

Certaines de ces activités sont indirectement favorisées par le tourisme local, comme la valorisation de produits du terroir (comme le bleu de Sassenage, la Clairette de Die, les noix de Grenoble...).

Les principaux aléas climatiques qui vont générer des impacts sur les milieux exploités et donc les activités agricoles en montagne sont l'augmentation des températures, l'augmentation de la variabilité des précipitations et la diminution du couvert neigeux.

D - 3.1 Principaux résultats

La ressource principale que constituent les milieux de prairies et d'alpages a été jusque-là très résistante au changement climatique, tant sur la diversité que sur le niveau de production fourragère.

Mais on anticipe des incertitudes sur leur évolution du fait des principaux impacts générés par le changement climatique :

- augmentation de la fréquence et l'intensité des sécheresses,
- baisse des débits d'étiage
- inadéquation entre les besoins et la disponibilité de la ressource en eau
- diminution de la production fourragère, également beaucoup plus aléatoire,
- développement d'espèces invasives et parasites concurrençant et/ou dégradant les productions.

La diminution de la ressource en eau et l'augmentation des besoins dans le même temps vont perturber la production de ressources fourragères. A cela s'ajoute le décalage dans la disponibilité des ressources fourragères au cours de l'année, avec un déficit estival de plus en plus marqué. Un paramètre qui sera à prendre en compte, mais plus difficile à estimer est l'évolution de la demande d'utilisation par les éleveurs.



Figure 25 - Pâturage ovin au sein du Ver-cors (Loucougaray G.)

Pour le secteur pastoral, la revue bibliographique et les séances de travail participatif mettent en avant des adaptations nécessaires pour pouvoir nourrir les troupeaux, qui sont soit menées dans l'urgence (en particulier pour les sécheresses), soit menées sur le long terme en faisant évoluer la gestion de la végétation pour préserver la qualité et la diversité des ressources pastorales. On identifie ainsi différentes stratégies d'adaptation :

- Repenser la conduite des cultures et des prairies (choix d'espèces et variétés fourragères –anciennes ou nouvelles - moins consommatrices d'eau, pratiques culturales, ...) et mobiliser la diversité des ressources (diversité des prairies temporaires, permanentes, mobilisation accrue des parcours),

- Privilégier des reports de stocks d'une année sur l'autre,
- Réfléchir aux différentes possibilités d'irrigation (par exemple, remobilisation de canaux anciens au travers de la réactivation de savoir-faire, enjeu autour du partage de l'eau en utilisant des infrastructures communes de stockage de l'eau),
- Adapter les conduites zootechniques (privilégier les races plus rustiques adaptées au manque d'eau, adapter les calendriers de production à la disponibilité de l'eau, baisse (temporaire ou non) des effectifs ...),
- Diminuer les chargements (diminution du cheptel, agrandissement des zones pastorales),
- Améliorer la valorisation des productions (recherche de valeur ajoutée),
- Investir dans des équipements, en concertation avec les autres usages (abreuvement, cabane pastorale, ...),
- Exploiter les zones intermédiaires (lisières, prés-bois).

Concernant les productions agricoles en elle-même, les impacts du changement climatique vont influencer sur leur qualité et leur exploitation. Ainsi, le changement climatique favorise l'évolution des écosystèmes avec une accélération des dynamiques ligneuses, un développement de plantes indésirables, des pullulations de ravageurs et parasites, et des risques d'érosion plus importants qui génère des difficultés accrues de production. A l'inverse, la qualité des productions viticoles augmente ce qui représente une opportunité.

Afin de s'adapter à ces nouvelles caractéristiques, les stratégies préconisées nécessiteraient de :

- Réviser les cahiers des charges AOC / AOP (vins, fromages, noix, etc.),
- Limiter ou lutter contre le développement des espèces indésirables (ex : genévrier, campagnol terrestre ...),
- Revoir les techniques de lutte parasitaire en privilégiant l'utilisation de produits naturels,
- Augmenter la résilience des exploitations face aux parasites en évitant la monoculture,
- Privilégier les dynamiques collectives et les approches intégrées de lutte.

D'un point de vue général, ces stratégies vont dans le sens d'une adaptation plus flexible, en jouant sur la souplesse des exploitations et leur résilience (se donner des marges de manœuvre, se diversifier pour mieux faire face etc.), mais également dans le sens d'une adaptation qui se raisonne à l'échelle du territoire. Cela permet ainsi de penser aux complémentarités potentielles entre agriculteurs (entre plaine/montagne par exemple), de réfléchir les investissements collectivement en tenant compte du multi-usage, et de mettre en place des espaces de gouvernance.

Le diagramme Figure 26, reprend les chaînes d'impacts telles qu'elles avaient été esquissées en atelier participatif, en leur apportant un complément bibliographique. On y retrouve les principaux aléas d'origine climatique générateurs d'impacts sur la filière agricole de montagne, ainsi que les adaptations mises en place, selon le caractère récurrent ou extrême de la perturbation. L'ensemble des phases de travail génère des enseignements riches et variés sur la typologie des impacts et des pratiques d'adaptation au CC.

D - 3.2 Perspectives

Il est intéressant de rappeler que les adaptations observées ne sont jamais une réponse aux seuls aléas climatiques, mais dépendent aussi du contexte socio-économique, des projets, des imprévus... et des agriculteurs. Dans ce secteur thématique, la dimension humaine est sans doute beaucoup plus prégnante que pour les autres secteurs et elle devrait avoir une place particulière dans l'analyse des facteurs de décision.

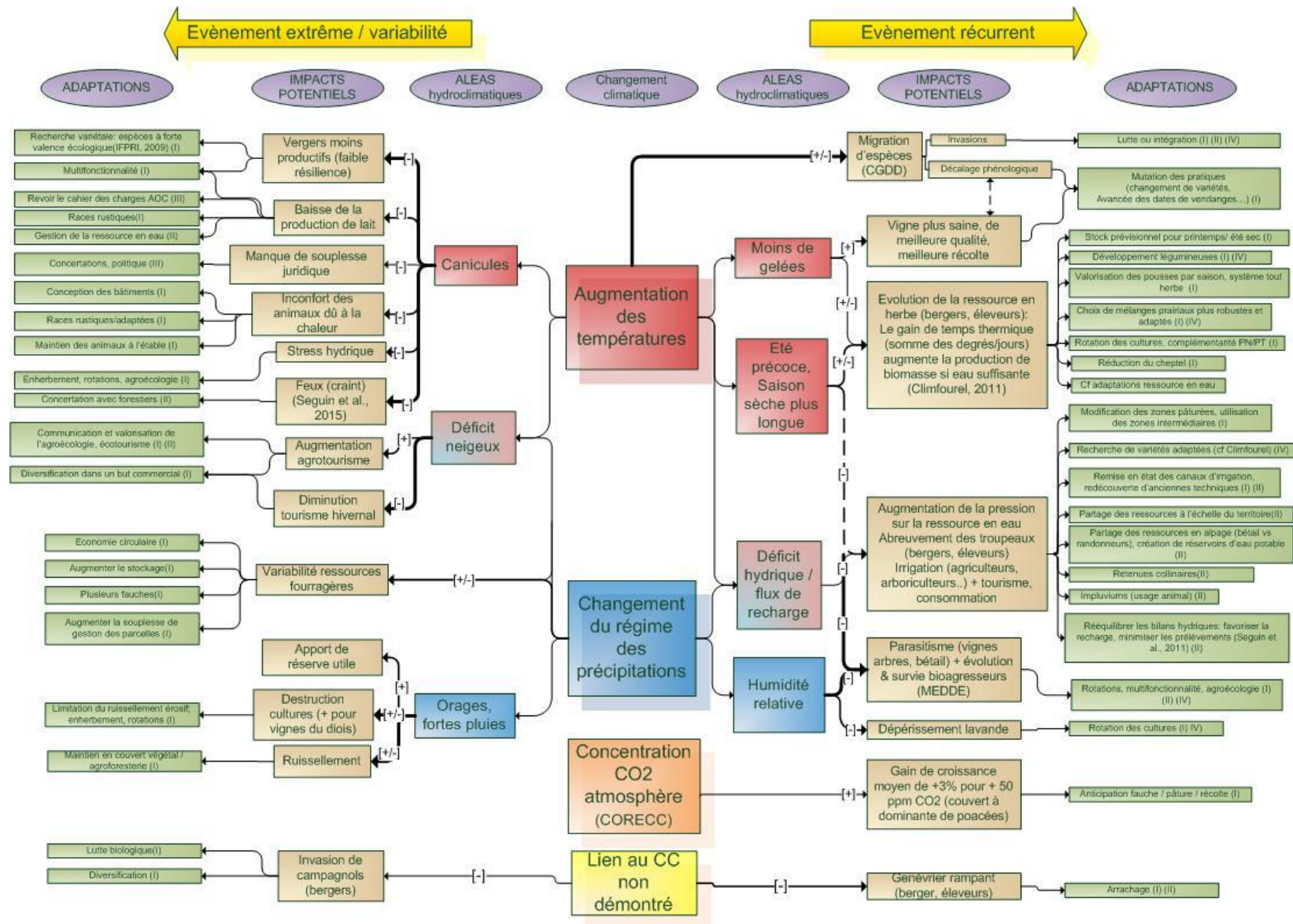


Figure 26 - Diagramme d'impacts construit en sortie de l'atelier participatif sur agriculture et CC / avril 2016 (S. Teissier et D. Piazza-Morel)

ZOOM sur ... l'accompagnement des alpages face au CC

Une modélisation conceptuelle entre science et participation, mobilisée pour AdaMont et les Alpages sentinelles

Les alpages sont des espaces utilisés par la majorité des exploitations d'élevage de montagne et de Provence, qui y envoient tout ou partie de leurs troupeaux durant la saison estivale. Ce sont des milieux très riches sur le plan environnemental, mais aussi très fragiles et gérés exclusivement par le pâturage des troupeaux, constituant de ce fait des espaces particuliers dans la problématique de l'adaptation au changement climatique pour les systèmes d'élevage provençaux et de montagne.

Or le constat est fait que les approches de diagnostic d'alpage et les références utilisées au plan pastoral présentent des lacunes pour appréhender la gestion dynamique des alpages : vision statique des végétations d'alpage et des pratiques, prise en compte des aléas et de la variabilité interannuelle souvent réduite à un coefficient forfaitaire de sécurité... et pas de prise en considération des interactions entre alpage et exploitations utilisatrices.

Afin de renouveler ces cadres d'analyse, il peut être proposé une modélisation conceptuelle du fonctionnement du système « alpage-exploitations », intégrant les plans biophysique et de gestion. La construction du modèle s'appuie sur la combinaison de travaux en écologie et en agronomie « système », et de dires d'experts (modélisation participative). Le modèle est mis à l'épreuve sur une diversité de cas, issus du réseau Alpages Sentinelles dans le massif Alpin. Cette modélisation permet une analyse de la vulnérabilité des systèmes à la recrudescence des aléas climatiques et l'intégration d'une dynamique de long terme du changement climatique dans la gestion des alpages en mobilisant en complément les théories de la résilience socio-écologique (Nettier, 2016).

Un article rédigé pour le média « The Conversation » reprend les principaux impacts du CC sur l'agriculture de montagne en mettant en évidence les apports de la démarche participative et pluridisciplinaire dans l'accompagnement des acteurs locaux face à ces effets (voir référence ci-après dans la partie « Pour approfondir »).



Figure 27 - Atelier Agriculture 07/04/2016
(D. Piazza-Morel)

D - 3.3 Pour approfondir : bibliographie et productions du projet

La **bibliographie support** est consultable Partie J - 4.5.

Le **tableau ci-dessous précise** les productions du projet disponibles en annexe et en ligne.

Documents	Titre	Source
Synthèse bibliographique	Nettier, B. : « Impact du changement climatique et adaptation des systèmes d'élevage de montagne ». Synthèse bibliographique. 2017, 25 pages.	Annexe en ligne
Synthèse d'atelier	Teissier, S., Piazza-Morel, D., Philippe, F: Atelier Agriculture du 7 avril 2016 . Journée d'atelier participatif AdaMont – thème Agriculture, Saint-André-En-Royans, 7 avril 2016.	Annexe en ligne
Communication (Diaporama)	Nettier, B., Madelrieux, S., Alavoine-Mornas, F. : Impacts du changement climatique sur l'agriculture en montagne et adaptation . Journée d'atelier participatif AdaMont – thème Agriculture, Saint-André-En-Royans, 7 avril 2016.	Annexe en ligne
Schéma	Teissier, S. : Diagramme d'impacts issus de la journée d'atelier participatif AdaMont – thème Agriculture , Saint-André-En-Royans, 7 avril 2016.	Annexe en ligne
Rapport de stage	Teissier, S. : Impacts du changement climatique sur les pratiques agricoles de moyenne montagne et pistes d'adaptation : analyse et restitution des résultats d'un atelier de travail participatif dans le cadre du projet AdaMont . Master 1 Biodiversité, Écologie, Environnement. UGA. 2016, 20 pages	Annexe en ligne
Rapport de stage	Guitton, W. : Mise en place d'un outil de diagnostic de l'exposition des alpages aux aléas climatiques . École National Supérieure des Sciences Agronomiques de Bordeaux Aquitaine. 2016, 111 pages.	Annexe en ligne
Communication (Diaporama)	Guitton, W. : Mise en place d'un outil de diagnostic de l'exposition des alpages aux aléas climatiques . Exposé de fin de stage. Journée de restitution des stages AdaMont. Irstea, 10/10/2016.	Annexe en ligne
Fiche de synthèse	Nettier, B., Philippe, F. : Changement climatique et élevage de montagne . Fiche thématique, 2017, 2 pages.	Annexe en ligne
Communication (Diaporama)	Loucougaray, G. : Les prairies d'altitude face au changement climatique . Journée de restitution scientifique du projet AdaMont, Grenoble, 23 janvier 2018	Annexe en ligne
Article technique	Nettier, B., Piazza-Morel, D. : En montagne, éleveurs et bergers vivent déjà le changement climatique au quotidien. Le rôle des chercheurs dans l'accompagnement à l'adaptation au changement climatique . 2018, 5 pages.	The Conversation (média en ligne) / article soumis, en cours de publication
Article technique	Loucougaray, G., Piazza-Morel, D. : Le changement climatique, une opportunité pour l'agriculture de montagne ? 2018, 2 pages.	Cahier thématique montagne du GREC-PACA / article soumis, en cours de relecture.
Thèse	Nettier, B. : « Adaptation au changement climatique sur les alpages. Modéliser le système alpage-exploitations pour renouveler les cadres d'analyse de la gestion des alpages par les systèmes pastoraux », mémoire de Thèse, Grenoble, 2016.	Thèse en ligne

D - 4 Tourisme

Le tourisme représente pour les territoires de moyenne montagne comme celui du Vercors une filière économique importante. L'activité touristique est partagée entre la saison d'hiver (la plus rentable du fait de l'attractivité des sports d'hiver) et la saison estivale. Les activités touristiques sont diversifiées.

D - 4.1 Principaux résultats

Comme pour les secteurs économiques précédents, les principaux aléas climatiques qui vont impacter le tourisme en montagne sont l'augmentation des températures, l'augmentation de la variabilité des précipitations et la diminution du couvert neigeux.

Pour le secteur touristique, et particulièrement celui des stations de sport d'hiver où le tourisme est très concentré, l'impact majeur va être la réduction de l'enneigement, qui s'exprime aussi bien dans la durée que sur la quantité (diminution du manteau neigeux). On observe ainsi un allongement de l'intersaison touristique et un raccourcissement de la saison hivernale. Les conséquences vont donc essentiellement être d'ordre économique :

- Diminution de l'attractivité touristique des stations en hiver
- Conflits d'usage pour des espaces en neige de plus en plus restreints
- Insatisfaction de la clientèle
- Fragilisation économique des stations de ski

Dans le même temps, la variabilité des précipitations et l'augmentation des températures rend plus difficile la prévision des emplacements et des créneaux optimaux pour la production en neige de culture et génère une inadéquation entre les besoins et les disponibilités de la ressource en eau.

En plus de ces impacts, la revue bibliographique met en évidence des facteurs de changement nombreux (évolution de la demande, question immobilière, modèle économique).



Figure 28 - Un exemple de diversification touristique : luge d'été dans la station d'Autrans (D. Piazza-Morel)

Ainsi, les enjeux adaptatifs sont majeurs, et on observe deux principales réponses d'adaptation, souvent articulées :

- **A l'échelle de la station ou du stade de neige : réduire les impacts du CC en profitant d'une amélioration du damage et d'une optimisation de la production de neige de culture, pour :**
 - assurer la viabilité de l'exploitation du domaine skiable,
 - s'adapter techniquement à l'échelle de la station,
 - gérer la neige (naturelle comme de culture),
 - Investir dans des équipements de loisir dont le fonctionnement n'est pas dépendant de la neige
 - Conduire un développement en faveur de l'attractivité des stations et stades de neige,
 - Assurer le partage des espaces en neige restreints.

- **A l'échelle du territoire : réduire la dépendance de la destination au tourisme de neige via :**
 - Un élargissement de l'offre touristique de la station / territoire-destination en favorisant une diversification des pratiques,
 - Une augmentation de la réactivité des prestataires du tourisme face aux changements impactant la filière,
 - Une contribution à l'ensemble de l'économie locale et à l'attractivité territoriale grâce à la valorisation des activités touristiques (agritourisme, artisanat, sport de plein air : VTT, randonnée...) :
 - Mettre en place des plateformes de promotion touristique territoriale (ex. *Inspiration Vercors*)
 - Vendre et valoriser la découverte du territoire hivernal davantage que les activités
 - Valoriser les espaces récréatifs
 - Développer les atouts concurrentiels du territoire par la mise en valeur de ses spécificités
 - Mener une politique favorable au développement de l'inter-secteur et des activités de niche
 - La conduite d'une politique de développement d'activités non dépendantes de la neige
 - La conduite d'un développement en faveur de la multifonctionnalité du territoire

Une partie des travaux menés à Irstea et Météo-France et versés à AdaMont, concerne le premier type de réponse et plus précisément la caractérisation de la gestion de la neige. Ces travaux ont pour objet d'essayer de répondre à l'enjeu-clé de l'évaluation de la viabilité de l'exploitation des domaines skiables, en ayant recours à des modélisations des domaines pour évaluer leur enneigement. Ces modélisations se fondent sur la règle dite des « cent jours », par laquelle une saison est considérée viable si la station dispose d'au moins 30 centimètres de neige pendant au moins 100 jours (en prenant en compte la neige naturelle, mais aussi la neige damée et gérée).

Une autre partie de ces travaux concerne l'analyse de la stratégie, de plus en plus marquée, de diversification comme voie d'adaptation des stations. La diversification semble être une nécessité d'adaptation, applicable à différentes échelles territoriales, tout en constituant aussi une réponse à l'évolution des attentes de la clientèle, par exemple en termes de bien-être).

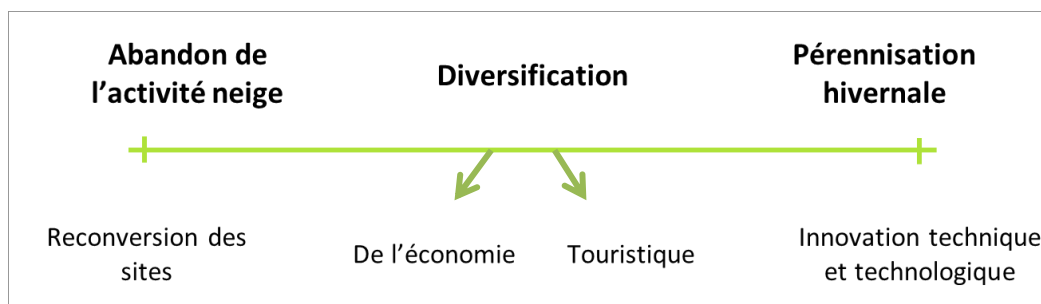


Figure 29. Représentation schématique des alternatives pour la diversification des stations de sport d'hiver

Une des entrées d'analyse de la diversification touristique porte sur la variété des processus de diversification, par l'analyse de l'évolution de la gouvernance (effets de l'action publique dédiée, rôle de la structuration des acteurs et des territoires).

Les résultats de l'atelier participatif sur le tourisme et les échanges avec les acteurs ont conforté cette analyse des impacts et des adaptations en lien avec la diminution de l'enneigement. Les autres activités touristiques présentes sur le territoire ont été évoquées en tant que stratégie d'adaptation et de diversification du territoire. Il n'a pas semblé que le changement climatique impactait leur pérennité, mais au contraire pouvait favoriser leur implantation.

A la suite de cet état des lieux, plusieurs pistes de réflexions peuvent être identifiées :

- une caractérisation plus précise de la diversité des stratégies d'adaptation à l'œuvre (nature et contours) et des trajectoires d'évolution, pour éventuellement remettre en question l'approche actuelle stations moyennes / stations d'altitude,
- une estimation du gradient d'actions entre fiabilisation de l'activité hivernale et diversification (en déterminant s'il existe un seuil d'irréversibilité).

D - 4.2 Perspectives

Les impacts du CC interpellent la viabilité économique des stations de sport d'hiver de moyenne montagne, avec une remontée de la limite de l'enneigement et une augmentation de l'incertitude sur l'enneigement naturel. La diversification touristique du territoire semble être une solution, tout en soulevant certaines questions : le secteur touristique est-il suffisamment flexible pour s'adapter de façon multisectorielle, ou est-il dépendant des autres secteurs d'activité présents sur le territoire ? Quel avenir pour le secteur touristique dans un contexte de hausse des coûts de l'énergie et du transport ?

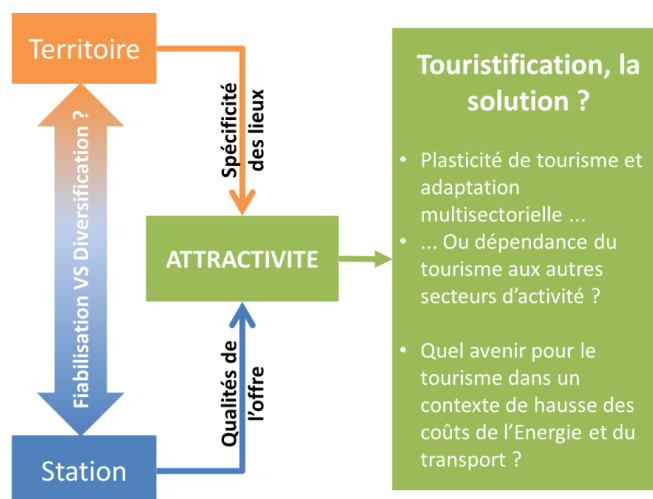


Figure 30 - Interrogations sur la diversification touristique

D - 4.3 Pour approfondir : bibliographie et productions du projet

La **bibliographie support** est consultable Partie J - 4.6.

Le **tableau ci-dessous précise** les productions du projet disponibles en annexe et en ligne.

Documents	Titre	Source
Synthèse bibliographique	François, H., Achin, C., George, E. : Quel aménagement touristique des territoires de montagne sous l'effet du changement climatique ? 2016, 16 pages.	Annexe en ligne
Article technique	George, E., Achin, C., François, H., Spandre, P., Morin, S., Verfaillie, D. : Synthèse sur état des connaissances impacts et adaptation CC pour les stations de montagne (titre provisoire). 2018, 11 pages.	Sciences, Eaux et Territoires. La revue d'Irstea / article soumis, en cours de relecture http://www.set-revue.fr/
Synthèse d'atelier	Achin, C. Philippe, F., Piazza-Morel, D. : Compte-rendu des échanges . Journée d'atelier participatif AdaMont – thème Tourisme, Saint-Julien-en-Vercors, 19 mai 2016.	Annexe en ligne Également en ligne sur la page web du projet
Communication (Diaporama)	George, E., François, H., Achin, C., Spandre, P., Morin, S.. : Impacts du CC et adaptations . Journée d'atelier participatif AdaMont – thème Tourisme, Saint-Julien-en-Vercors, 19 mai 2016.	Annexe en ligne

Communication (Diaporama)	François, H. : Modélisation numérique de l'enneigement des domaines skiables. Un outil au service de l'aménagement du territoire dans une perspective de changement climatique. Colloque sur adaptation au changement climatique des territoires, Barcelonnette, 21 avril 2018.	Annexe en ligne
Communication (Diaporama)	Achin, C., George, E., François, H. : L'adaptation des stations par la diversification de leurs activités. L'exemple du massif alpin Journée de restitution scientifique du projet AdaMont, Grenoble, 23 janvier 2018.	Annexe en ligne Également en ligne sur la page web du projet
Communication (Diaporama)	George, E., François, H., Achin, C., Spandre, P., Morin, S. : Adaptation des stations au changement climatique Analyse des conditions d'enneigement et des pratiques de diversification. Journée de restitution finale du projet AdaMont, Séquence 2 : Quels enjeux pour l'économie et les milieux de montagne ? Paris, 27 mars 2018.	Annexe en ligne Également en ligne sur la page web du projet
Fiche de synthèse	François, H, Philippe, F. Piazza-Morel, D. Changement climatique et tourisme hivernal. Fiche thématique, 2017, 2 pages.	Annexe en ligne
Thèse	Spandre, P. : « Observation et modélisation des interactions entre conditions d'enneigement et activité des stations de sports d'hiver dans les Alpes françaises », mémoire de Thèse, Grenoble, 2017.	Thèse en ligne

D - 5 Ressource en eau

La ressource en eau est extrêmement mobilisée sur les territoires de moyenne montagne car cruciale pour l'ensemble des activités. Aussi, lorsqu'il est question de la gestion de cette ressource transversale, l'ensemble des autres thématiques sectorielles abordées dans le projet se voit mobilisé (forêt, agriculture, tourisme et gestion des risques naturels).

Les principaux aléas du changement climatique en montagne concernant la ressource en eau (augmentation des températures, augmentation de la variabilité des précipitations et diminution du couvert neigeux), ont régulièrement été évoqués lors des séances de travail participatif à l'échelle du territoire du Vercors car générateurs de situations en opposition :

- d'un côté, il y a l'anticipation d'une diminution de la ressource en eau liée directement aux sécheresses plus fréquentes et intenses, l'augmentation de l'évaporation en été, ainsi que la baisse des précipitations neigeuses alimentant les réserves karstiques par relargage progressif ;
- de l'autre côté, il y a l'anticipation d'une augmentation des besoins liée à l'augmentation des températures (neige de culture ; irrigation, eau potable, abreuvement des troupeaux ... en cas de forte chaleur).

D - 5.1 Élément de méthode complémentaire

Pour traiter cette partie, en complément de l'état de l'art bibliographique et de l'organisation de l'atelier participatif, un ensemble de récits d'adaptation concernant la gestion de l'eau ont été rédigés au cours d'un travail de stage.

Identifiés d'après les enjeux ressortis des ateliers participatifs, ces récits représentent une forme narrée d'enjeux relatifs à la gestion de l'eau en milieu de moyenne montagne et en contexte de changement climatique problématisés en trois parties : 1) changements à l'œuvre, 2) effets et vulnérabilités sur le territoire étudié et 3) propositions d'adaptation.

Leur forme littéraire se distingue des modes de littérature techniques propre à l'adaptation. Le but étant ici de s'adresser à une large catégorie d'acteurs. Le mode narratif veut instaurer une continuité dans la compréhension des processus à l'œuvre et des moyens d'agir et de s'organiser correspondants. Ces récits proviennent ainsi de l'expérience des acteurs partenaires : rédigés en concertation avec eux, ils illustrent

la perception de leur territoire. Ces récits font partis des documents annexes transmis avec le présent rapport.

D - 5.2 Principaux résultats

Les résultats sont issus des phases spécifiques (état de l'art, récits et atelier de travail thématique), mais une partie est également issue de la consolidation des conclusions des autres ateliers thématiques. Le croisement des résultats sectoriels sur la ressource en eau illustre ainsi son caractère très transversal à l'échelle du territoire.

Les principaux impacts d'ores et déjà identifiés ou craints sur la ressource sont :

- des sécheresses plus fréquentes et plus intenses,
- une baisse des débits d'étiage,
- une augmentation de la température et une eutrophisation des eaux de surface,
- une diminution de la connectivité biologique des cours d'eau,
- une inadéquation entre les besoins et la disponibilité de la ressource en eau

Les pratiques d'adaptation à mettre en place pour la gestion de l'eau dans le Vercors, et globalement dans les massifs karstiques de moyenne montagne, peuvent être regroupées autour d'une série de points forts :

- l'amélioration du stockage de l'eau,
- l'amélioration de l'usage de l'eau,
- l'amélioration de l'assainissement des eaux,
- la préservation de la qualité de l'eau,
- l'adoption de mesures de gouvernance de l'eau adaptées au contexte du changement climatique.

La régulation de la demande par rapport à la disponibilité, avec une gestion réelle de la pression foncière et touristique a également été évoquée, ainsi que la question de l'adaptation et de la rénovation du parc hydroélectrique actuel afin d'augmenter son efficacité. Le Vercors est en effet caractérisé par un ensemble de petits barrages hydroélectriques implantés sur ses deux cours d'eau principaux.

Chacun de ces points forts a été détaillé et retravaillé afin d'identifier les pratiques à mettre en œuvre.

• Améliorer le stockage de l'eau

- Via des savoir-faire existants, par exemple des citernes, impluviums, petits barrages...
- Cela nécessite de recenser les infrastructures existantes (inventaire de citernes en cours à l'échelle du Vercors), évaluer leur état et les réhabiliter si possible.
- Via de nouveaux savoir-faire par exemple systèmes de stockage souples et démontables (type « bâches »).
- Via des retenues artificielles et/ou des barrages, mais seulement si leur usage est envisagé dans une optique multifonctionnelle, en veillant cependant à bien prendre en compte les effets cumulatifs souvent mal maîtrisés et généralement mal connus (« Une petite retenue ne fait pas de mal, mais que dire de 10, 20 ou 50 ? »).

Tout en veillant à :

- la bonne intégration paysagère des infrastructures de stockage (car elles ont un fort impact sur le tourisme).
- leur usage multifonctionnel.
- La combinaison d'anciennes et nouvelles pratiques (par exemple pour éviter l'accumulation inutile d'infrastructures).
- La prise en compte du contexte karstique très limitant dans certains cas (pertes importantes derrière les barrages, retenues et bassins non étanches, entre autres).
- L'évaluation des coûts de mise en place et de maintenance, en favorisant les investissements sur 10 ans au maximum.

- **Améliorer l'usage de l'eau**
 - Limiter l'usage de l'eau potable à sa fonction première.
 - Favoriser l'interconnexion des réseaux.
 - Changer les modes de pratique pour limiter les prélèvements en période estivale.
 - Limiter le gaspillage individuel par la sensibilisation et la prévention.
- **Améliorer l'assainissement des eaux**
 - Entretien des réseaux existants, surtout là où les risques bactériologiques sont élevés en période estivale. Cela nécessite de :
 - mettre en place des suivis de l'état des réseaux,
 - faire des études de faisabilité pour considérer les coûts importants liés à la réfection de ces réseaux.
- **Préserver la qualité de l'eau**
 - Améliorer la gestion de l'assainissement non collectif pour éviter les rejets polluants dans le milieu.
 - Limiter les zones de pâture en amont des sources naturelles.
 - Limiter les intrants agricoles surtout en période critique (étiage), par exemple en mettant en place des systèmes d'alerte météo (certains existent déjà).
 - Mettre en place des systèmes de traitement des eaux agricoles.
 - Éviter de créer des obstacles aux cours d'eau pour éviter la stagnation de l'eau et son réchauffement.
 - Préserver les ripisylves pour conserver des zones d'ombre et limiter le réchauffement des eaux de surface.
 - Changer les pratiques agricoles pour éviter d'impacter la qualité des eaux de surface.
- **Adopter des mesures de gouvernance de l'eau adaptées au contexte du changement climatique**
 - Favoriser la coopération inter-secteurs, à l'échelle des bassins versants réels (surtout en contexte karstique).
 - Favoriser l'agilité des acteurs pour des adaptations rapides (modifier certaines réglementations et habitudes de travail etc.).
 - Assouplir ou adapter le cadre réglementaire lié à l'usage de l'eau (en particulier pour le stockage pour les particuliers).



Figure 31 - Une bâche souple pour stocker de l'eau
(D. Piazza-Morel)

Le schéma de synthèse suivant repositionne ces enjeux en interaction à l'échelle du territoire.

Afin d'approfondir ces enjeux, les quatre récits rédigés dans le cadre du projet (en annexe), concernent la production hydroélectrique, l'alimentation en eau potable et l'assainissement, l'abreuvement pastoral et le tourisme hivernal.

L'EAU ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE EN MOYENNE MONTAGNE – UNE PROBLEMATIQUE TRANSVERSALE
 ELEMENTS DE CONTEXTE ET STRATEGIES D'ADAPTATION EVOQUES LORS DE L'ATELIER EAU DU 15/11/2016

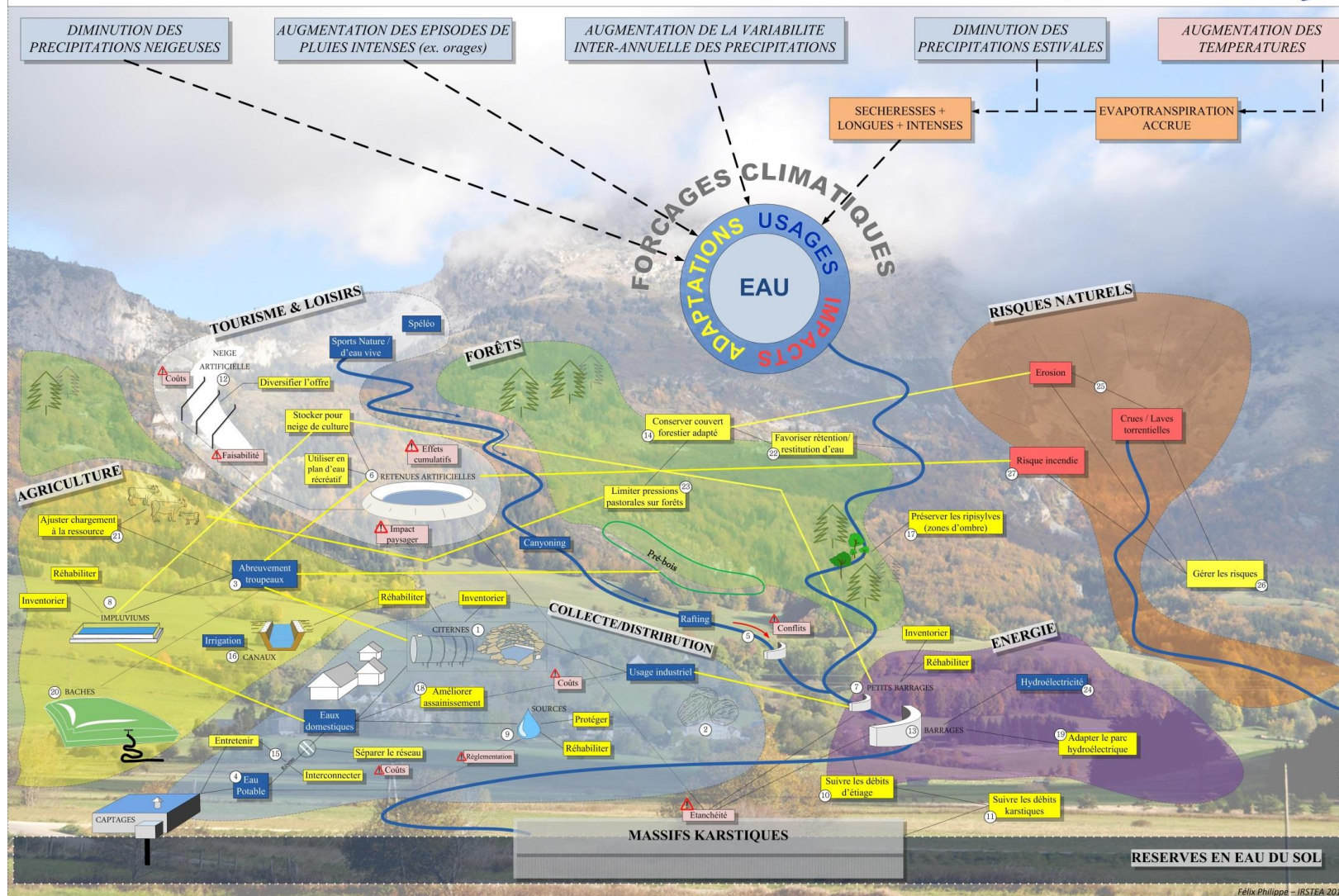


Figure 32 - Représentation synthétique des impacts, enjeux, adaptations et interactions identifiés en lien avec le ressource en eau en territoire de moyenne montagne et en contexte de CC (sortie d'atelier du 15 novembre 2016/AdaMont)

D - 5.3 Perspectives

La transversalité inhérente à l'eau en fait une thématique structurante dans un contexte d'adaptation aux enjeux croissants liés à l'augmentation des conflits de la ressource eau en montagne. La prise en compte de modes de gestion souples et adaptatifs paraît appropriée pour mettre en place des stratégies d'adaptation qui permettent une gestion conciliant intérêts environnementaux et développement territorial au sein de projets d'adaptation au changement climatique, qu'ils soient locaux à l'échelle des PNR, ou institutionnels à un échelon plus global.

D - 5.4 Pour approfondir : bibliographie et productions du projet

La **bibliographie support** est consultable Partie J - 4.7.

Le **tableau ci-dessous** précise les productions du projet disponibles en annexe et en ligne.

Documents	Titre	Source
Synthèse d'atelier	Philippe, F., Piazza-Morel, D. : Atelier Eau du 15 novembre 2016. Document de synthèse aux participants. Journée d'atelier participatif AdaMont – thème Eau, Lans-En-Vercors, 15 novembre 2016.	Annexe en ligne Également en ligne sur la page web du projet
Communication (Diaporama)	Graillot, D. : Incidence du Changement Climatique Global sur la gestion des ressources en eau. Cas des ressources en eau en contexte karstique. Journée d'atelier participatif AdaMont – thème Eau, Lans-En-Vercors, 15 novembre 2016.	Annexe en ligne
Schéma	Philippe, F., Piazza-Morel, D., Véron, F. : L'eau et le CC en moyenne montagne, une problématique transversale. Éléments de contexte et stratégies d'adaptation évoqués lors de l'atelier Eau du 15 novembre 2016. Journée d'atelier participatif AdaMont – thème Eau, Lans-En-Vercors, 15 novembre 2016.	Annexe en ligne Également en ligne sur la page web du projet
Rapport de stage	Gayrard, J-L. : Eau et changement climatique en moyenne montagne : valorisation d'une entrée scientifique transversale à l'adaptation des territoires. Mémoire de stage M1 GEOIDES, UGA, 2017, 48 pages.	Annexe en ligne
Fiche de synthèse	Gayrard, J-L., Philippe, F. : Changement climatique et eau de montagne. Fiche thématique, 2017, 2 pages.	Annexe en ligne
Fiche de synthèse	Gayrard, J-L., Philippe, F. : Changement climatique et production hydroélectrique. Fiche thématique, 2017, 2 pages.	Annexe en ligne
Récit d'adaptation	Gayrard J-L., Piazza-Morel, D. : Récit d'adaptation : l'abreuvement en zone de pâture, 10 pages.	Annexe en ligne
Récit d'adaptation	Gayrard J-L., Piazza-Morel, D. : Récit d'adaptation : adduction en eau potable, une ressource à préserver, 13 pages.	Annexe en ligne
Récit d'adaptation	Gayrard J-L., Piazza-Morel, D. : Récit d'adaptation : Les enjeux de la production hydroélectrique dans un contexte de changement climatique, 10 pages.	Annexe en ligne
Récit d'adaptation	Gayrard J-L., Piazza-Morel, D. : Récit d'adaptation : Concilier tourisme hivernal et gestion de l'eau, 12 pages.	Annexe en ligne
Article technique	Un article sur la ressource en eau. En cours d'écriture.	Sciences, Eaux et Territoires. La revue d'Irstea / http://www.set-revue.fr/

D - 6 Risques naturels

La question des risques naturels est une question centrale en montagne, en particulier du fait du risque gravitaire (risque d'éboulement, de chutes de blocs, d'avalanches ...) et des risques liés aux précipitations (crues, laves torrentielles, érosion...). Bien que liés aux paramètres climatiques, on n'établit pas encore aujourd'hui de liens forts et/ou directs entre les effets du changement climatique et la fréquence et l'intensité des risques naturels en montagne, à l'exception de la recrudescence du risque incendie. Pour autant, en raison de leur fréquence ces dernières années, on considère dans les travaux étudiés et les échanges conduits sur le territoire, que l'augmentation de la vulnérabilité directe et indirecte liée aux chutes de pierres et de blocs et l'augmentation du risque incendie, sont des signes de changement à l'échelle locale.

D - 6.1 Éléments de méthode

Sur cette dernière thématique transversale, un état de l'art a été fait mais sans qu'il y ait une synthèse rédigée spécifiquement par les chercheurs d'AdaMont, car dans le même temps, des collègues, dont certains font partie du collectif AdaMont, ont publié fin 2015 un article dans la Revue de Géographie Alpine, qui fournit un aperçu complet des résultats des derniers projets de recherche sur le sujet et qui capitalise les connaissances sur les effets du CC et les risques naturels dans les Alpes :

Benjamin Einhorn, Nicolas Eckert, Christophe Chaix, Ludovic Ravel, Philip Deline, Marie Gardent, Vincent Boudières, Didier Richard, Jean-Marc Vengeon, Gérald Giraud et Philippe Schoeneich, « Changements climatiques et risques naturels dans les Alpes », Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine [En ligne], 103-2 | 2015, mis en ligne le 02 septembre 2015.

Une partie de ces chercheurs a également contribué à l'organisation de l'atelier de travail participatif organisé dans le Vercors le 24 mars 2017, afin de recueillir auprès des acteurs locaux la perception des effets du CC sur les risques naturels.

D - 6.2 Principaux résultats

Les dispositifs d'observation dont on dispose aujourd'hui dans les Alpes ne rendent pas toujours correctement compte de la forte variabilité spatiale et temporelle qui caractérise les risques naturels. De ce fait, la correspondance avec l'influence des changements du climat reste encore difficile à établir à un niveau local.

Néanmoins, dans les discussions avec les acteurs socio-économiques locaux, travaillant ou vivant sur le territoire du Vercors, l'augmentation de la vulnérabilité du territoire du fait de la recrudescence des chutes de blocs et de pierres est perceptible dans le contexte actuel.

Sur certaines zones du territoire du parc du Vercors, du fait de ces chutes de blocs, les coupures des axes de communication dans les vallées sont fréquentes et plus ou moins longues. Sur certains territoires, il s'agit de l'accès aux stations de ski qui est un fort enjeu économique.

Pour faire face à ce risque, deux types de stratégies d'adaptation sont développées ; des mesures préventives à long terme et d'autres à court terme.

- **Les mesures préventives à long terme** sont soit des mesures structurelles comme la construction d'ouvrages spécifiques ou la mise en place de boisements de protection), soit des mesures non structurelles (par exemple : définition de zonage pour les PPR – Plan de Prévention des Risques-, études de sensibilité, politique de priorisation des travaux, sensibilisation des usagers, gestion forestière globale à l'échelle des sites à risque, suivi des événements de chutes de blocs et de pierres - crowdsourcing, satellite, Lidar).
- **Les mesures préventives à court terme** vont permettre de mettre en sécurité les zones impactées, le plus souvent en fermant préventivement des tronçons de routes, et d'expliquer la stratégie aux usagers avec une communication adaptée sur les coupures de route préventives pour une meilleure acceptation.

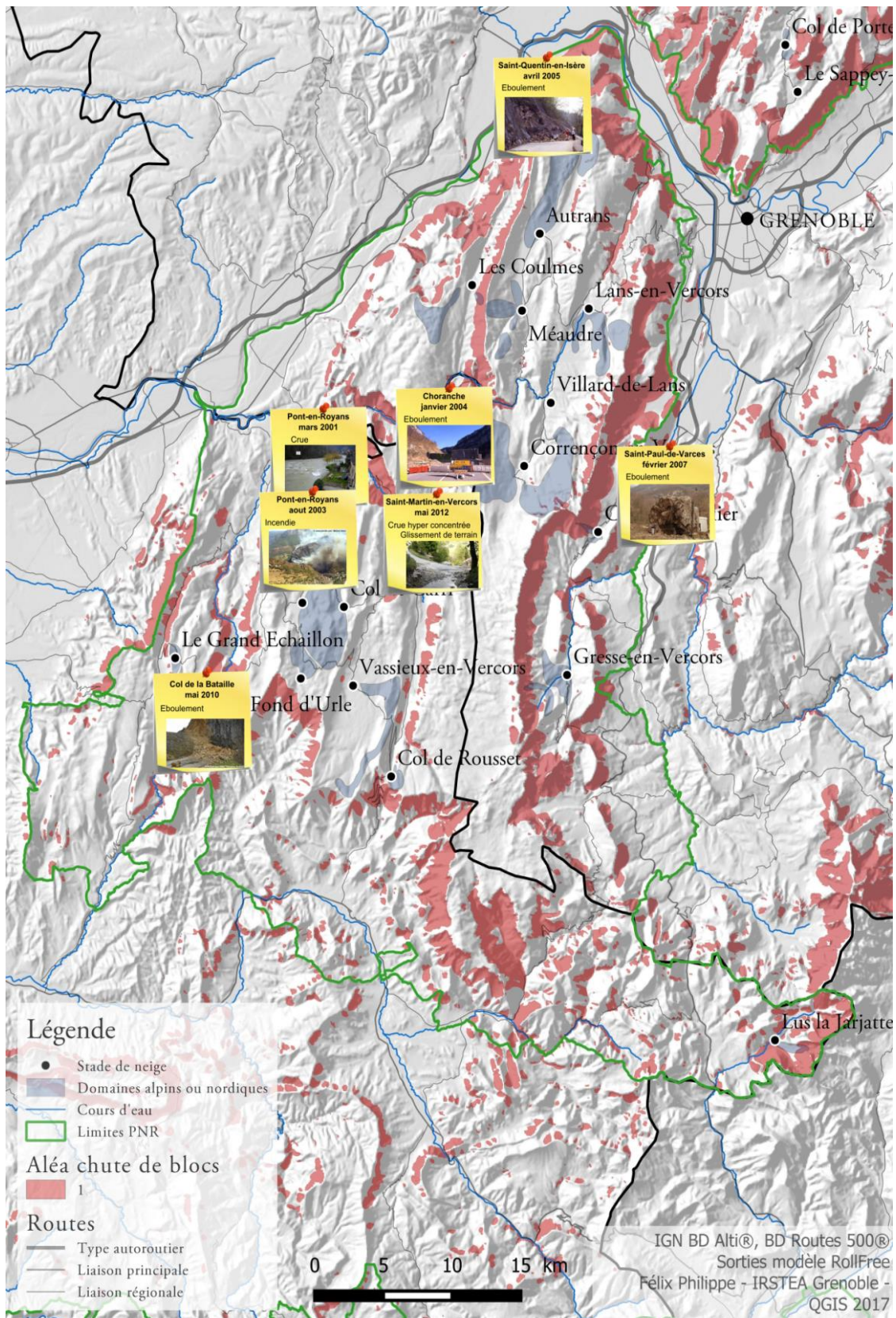


Figure 33 - Carte du parc du Vercors avec les zones d'aléa de chute de blocs (modèle RollFree®), les stades de neige et domaines skiables, ainsi que les principaux axes routiers. En surimposition, les quelques exemples d'évènements présentés lors de l'atelier du 24 mars 2017 (PHILIPPE F.)

- **Pour la gestion de crise de l'évènement**, les solutions d'adaptation préconisées permettent de limiter voire d'éviter l'utilisation des routes par la population locale, en mettant en place du télétravail et de la scolarisation à domicile.

L'autre risque important pour les territoires de moyenne montagne dû aux effets du changement climatique, est l'augmentation du risque incendie. La fragilité et la mortalité des arbres étant plus importantes, il s'agit de facteurs favorisant les départs de feux et leur propagation dans les milieux forestiers.

Pour faire face à ce risque, on retrouve deux types de stratégies d'adaptation ; des mesures structurelles et d'autres non structurelles.

- Les mesures structurelles sont les suivantes :
 - Maintenir une accessibilité optimale en périphérie et au sein des massifs forestiers
 - Reboiser les zones sinistrées et/ou ayant fait l'objet de coupes rases
 - Pratiquer une sylviculture adaptée selon la zone du bassin versant
- Les mesures non structurelles sont :
 - Contrôler la propagation des parasites
 - Mettre en place des obligations individuelles d'entretien des parcelles (débroussaillage)
 - Mettre en place des outils de prévision déjà utilisés en zones méditerranéennes (PIDAF, PRIF etc.)
 - Recenser les évènements (fait par la Base de Données évènement du RTM)
 - Assurer une veille climatique

D - 6.3 Perspectives

Malgré des travaux suivis sur l'impact du changement climatique sur les risques naturels, comme ceux du portail [Alpes-Climat-Risques](#) du Pôle Alpin des Risques Naturels, on constate un manque de données d'observations et de données opérationnelles pour relier les effets du CC à la fréquence et l'intensité des risques naturels. Au vu du réchauffement prévu par les modèles climatiques, il semble important de combler ce manque d'observations afin de pouvoir étudier les phénomènes et d'en tenir compte dans le cadre d'une réflexion globale territorialisée pour l'adaptation de la gestion des risques naturels au changement climatique (vulnérabilités / gestion intégrée).

D - 6.4 Pour approfondir : bibliographie et productions du projet

La **bibliographie support** est consultable Partie J - 4.8.

Le **tableau ci-dessous précise** les productions du projet disponibles en annexe et en ligne.

Documents	Titre	Source
Synthèse d'atelier	Philippe, F., Forestier, E., Piazza-Morel, D., Arlot, M-P. : Atelier Risques naturels et accessibilité du 24 mars 2017 - Compte rendu des échanges. Journée d'atelier participatif AdaMont – thème Risques naturels, Lus-la-Croix-Haute, 24 mars 2017.	Annexe en ligne Également en ligne sur la page web du projet
Communication (Diaporama)	Einhorn, B. : Changement climatique et risques naturels. Prévention, Gestion intégrée, Adaptation. Journée d'atelier participatif AdaMont – thème Risques naturels, Lus-la-Croix-Haute, 24 mars 2017.	Annexe en ligne
Communication (Diaporama)	Forestier, E. : Méthodologie pour l'analyse structurelle d'un réseau de transport. Journée d'atelier participatif AdaMont – thème Risques naturels, Lus-la-Croix-Haute, 24 mars 2017.	Annexe en ligne
Communication (Diaporama)	Richard, D. : Changement climatique et risques naturels – Lus-la-Croix-Haute, 24 mars 2017.	Annexe en ligne

Cartes	Philippe, F. : Cartes de synthèse sur les risques naturels dans le Vercors. Journée d'atelier participatif AdaMont – thème Risques naturels , Lus-la-Croix-Haute, 24 mars 2017.	Annexe en ligne
Communication (Diaporama)	Forestier, E. : Entrée Risques naturels : Caractérisation de la vulnérabilité indirecte et de la résilience des réseaux routiers exposés à des risques naturels en montagne . Journée de restitution scientifique du projet AdaMont, Grenoble, 23 janvier 2018.	Annexe en ligne
Fiche de synthèse	Philippe, F., Piazza-Morel, D. : Changement climatique et risques naturels . Fiche thématique, 2017, 2 pages.	Annexe en ligne

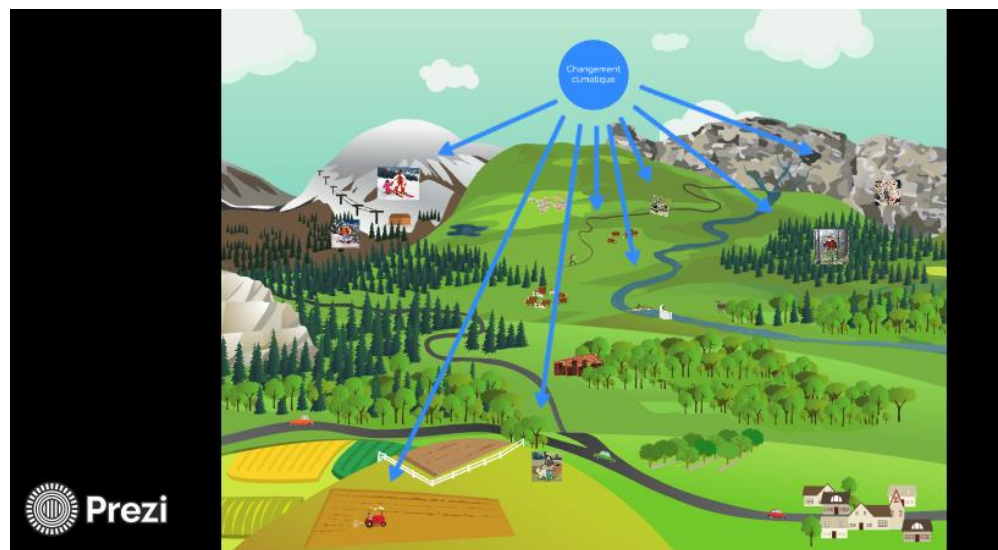
D - 7 « Impacts » - Perspectives

Les ateliers thématiques et transversaux réalisés sur les territoires ont conduit à collecter de nombreux éléments concernant les pratiques d'adaptation. Le travail de formalisation et de modélisation effectué en parallèle, permet de rationaliser l'ensemble de ces éléments.

Le modèle et la base de données permettent pour leur part d'interroger les principaux types d'impact par thèmes, et de voir si des impacts croisés peuvent être révélés.

La mise en place d'une base de données donne un outil de capitalisation de ces différents éléments, pouvant être alimentée au fur et à mesure, et à même de constituer un observatoire de l'adaptation.

Une synthèse par secteurs (forêts, agriculture, tourisme, eau et risques naturels) des principaux résultats de ce volet du projet est également proposée sous forme d'une [présentation Prezi](#), pouvant fournir une base interactive de diffusion de la connaissance à différents niveaux de détail.



E - VULNÉRABILITÉS

E - 1 Contexte et objectifs

La notion de vulnérabilité des territoires au CC s'exprime au croisement entre les aléas climatiques qui touchent le territoire et la sensibilité de ce territoire dans ses différentes composantes, environnementales, sociologiques et économiques. Cette vulnérabilité peut être évaluée par :

- la mise en œuvre d'approches de terrain pour identifier les principales vulnérabilités du territoire ; ces approches peuvent être déclinées pour les différentes activités économiques ou ressources du territoire, ou par une entrée territorialisée caractérisant les principaux secteurs du territoire ; ces approches reposent souvent sur des analyses de type Forces-Faiblesses-Opportunités-Menaces, alimentées par des indicateurs ;
- la mise en œuvre d'études approfondies voire de modélisation sur des problématiques particulières de vulnérabilité, par exemple sur les risques naturels, les milieux urbains, les ressources en eau ;

- la mobilisation d'approches globales, considérant le système climatique comme partie d'un système socio-écologique complexe, qui peut être décrit par les services écologiques qu'il fournit.

Ces approches sont généralement associées à des travaux de prospective, afin de pouvoir identifier les vulnérabilités présentes et futures.

Aux côtés des analyses qualitatives, la mobilisation d'indicateurs pertinents reste privilégiée comme moyen d'évaluation de la vulnérabilité des territoires au changement climatique. La consultation des sites en ligne tels que les observatoires du CC montre qu'il existe une offre encore très limitée d'indicateurs utiles à une évaluation fine et éventuellement spatialisée de la vulnérabilité des territoires au CC, à l'exception du secteur de l'agriculture. L'approche faite dans le projet AdaMont de la question des indicateurs de vulnérabilités est restée très succincte. Ce besoin d'indicateurs n'est en effet pas ressorti spontanément dans les attentes et enjeux et n'a donc pas été mis en priorité dans la grille d'ateliers. L'approche globale développée dans le projet AdaMont peut néanmoins être très largement exploitée pour définir des systèmes et tableaux de bord d'indicateurs pour décrire la vulnérabilité d'un territoire face au CC dans ses différentes composantes.

La construction du cadre d'analyse systémique du projet AdaMont, basé sur la chaîne Impacts / Vulnérabilités / Adaptations (Partie A - 6.5) rattache l'approche de la vulnérabilité à la modélisation de la « couche d'information fonctionnelle », qui synthétise les interactions entre le milieu et le comportement des acteurs. Cette « couche fonctionnelle » est décrite pour l'essentiel par des unités territoriales et des unités socio-écologiques.

Rappel des hypothèses du cadre d'analyse systémique d'AdaMont sur la vulnérabilité (Partie A - 6.4) :

- H2. Les études de vulnérabilité du territoire gagnent en opérationnalité en allant à un niveau plus fin de spatialisation des effets du changement climatique et de la sensibilité induite ;
- H3. La prise en compte des écosystèmes et de leurs interactions avec les socio-systèmes peut contribuer à enrichir cette description fine et spatialisée du territoire et de ses vulnérabilités, du fait d'un rôle intégrateur des « socio-écosystèmes ».

Le traitement de la question des vulnérabilités au CC développée dans le projet AdaMont s'est ainsi focalisée sur trois approches en cohérence avec le cadre global d'analyse du projet :

- la caractérisation des vulnérabilités par le travail participatif et la modélisation intégrée ;
- la caractérisation des vulnérabilités autour d'enjeux intégrateurs du territoire, sur l'exemple des vulnérabilités des réseaux routiers et leurs conséquences sur l'accessibilité et l'attractivité des territoires,
- un focus particulier sur la caractérisation des vulnérabilités par le prisme des socio-écosystèmes.

Le choix a également été fait de ne pas mener d'exercice prospectif approfondi, au profit d'un atelier participatif permettant d'esquisser quelques grandes perspectives territoriales. Dans le même ordre d'idée, il n'y a pas eu de prise en compte de scénarios de rupture majeure, quand bien même on pourrait se projeter dans des scénarios d'immigrations massives de réfugiés climatiques venant des espaces ou des pays les plus touchés par le réchauffement climatique ([Revue des 50 ans des Parcs, pages 16 à 17](#)) – migrants urbains, migrants du sud, avec ce que ces migrants climatiques pourraient apporter comme problèmes et comme solutions quant à l'adaptation au réchauffement climatique.

E - 2 Caractérisation croisée des vulnérabilités par le travail participatif et la modélisation intégrée, notion de « perturbation »

Au travers de l'utilisation et de l'enrichissement de la base de données MAIA-DATA, nous rendons compte concrètement des impacts par le biais d'une décomposition en deux composantes interdépendantes que sont :

- les aléas climatiques (liste qualitative d'aléas ayant des effets potentiellement dommageables sur les activités économiques, le milieu biophysique et le milieu social) ;

- les perturbations économiques, biophysiques et sociales associées directement ou non aux aléas climatiques identifiés (liste qualitative de ces perturbations).

La notion de vulnérabilité propose une synthèse des impacts au regard de la sensibilité économique, sociale et environnementale du territoire. Dans le référentiel AdaMont et sa modélisation MAIA, cette vulnérabilité sera traduite dans la notion de « perturbations » qui déjà croise des éléments d'impacts et de sensibilité au changement climatique. Par exemple, le stress hydrique végétal est une perturbation qui croise l'aléa climatique de sécheresse (impact), et le monde végétale (sensibilité environnementale). Les conflits d'usage des espaces en neige restreints en période hivernale, est une perturbation qui croise une diminution du couvert neigeux (impact) et une sensibilité socio-économique (les usages des professionnels du tourisme hivernal).

<p>PERTURBATION</p>	<p>C'est un écart positif ou négatif (d'origine climatique avérée ou non) pour lequel il est nécessaire d'engager une ou plusieurs actions d'adaptation.</p> <p>Une perturbation d'origine climatique est, par exemple : 1. un stress hydrique (engendré par l'aléa climatique sécheresse, lui-même engendré par des modifications de paramètres climatiques) ; 2. une diminution de la couverture neigeuse (engendrée par une augmentation de la température et/ou une diminution des précipitations neigeuses par exemple).</p> <p>Il se peut, dans certains cas, que l'origine (climatique) d'une perturbation ne soit pas (encore) identifiée ou alors trop complexe à définir car supposée être le résultat d'une réaction en chaîne dont les maillons restent difficiles à identifier. Il sera possible par la suite d'associer ces perturbations à des aléas climatiques et/ou à des évolutions de paramètres climatiques en fonction de compléments d'information.</p>	<p>Les objets « perturbation » sont identifiés par un nom et un indicateur (un indicateur peut être quantitatif, qualitatif ou simplement descriptif).</p> <p>Exemples de noms de perturbations :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ « Stress hydrique » ▪ « Attaque parasitaire » ▪ « Fermeture paysagère » ▪ « Diminution de la couverture neigeuse » ▪ « Augmentation des pressions anthropiques » ▪ « Augmentation des contraintes environnementales » ▪ « Changement des habitudes de consommation » ▪ « Décalage de la saison hivernale » <p>Exemples d'indicateurs de perturbations :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ « Taux de mortalité des résineux » ▪ « Taux de réservation et/ou d'occupation des lits en station » ▪ « Dates moyennes des réservations »
---------------------	---	--

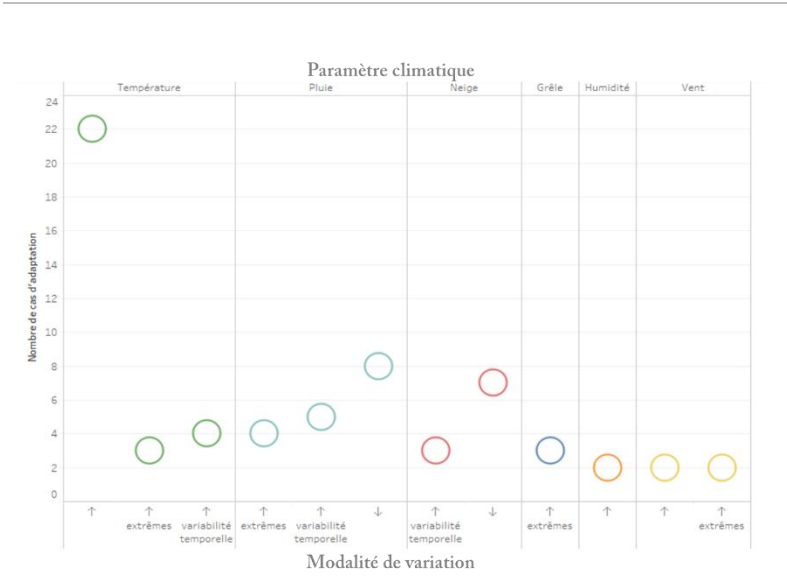
Tableau 10 – Définition de la notion de perturbation dans le référentiel AdaMont

La Figure 34 illustre cette notion de perturbations par les sorties de la base de données MAIA-DATA, en les reliant aux aléas climatiques à l'origine de ces perturbations, et au nombre de cas d'adaptations que ces perturbations engendrent, selon les descriptions des parties intéressées des territoires lors des ateliers, sans chercher ici à savoir si ces dires sont étayés scientifiquement ou non).

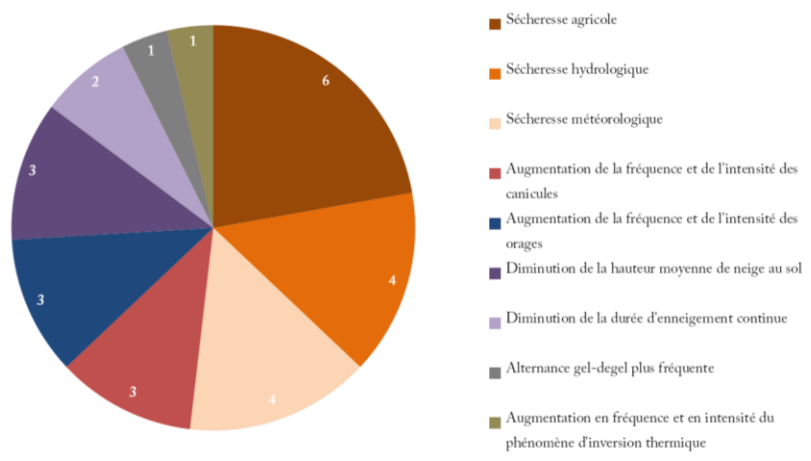
E - 3 Vulnérabilité des réseaux de transport aux aléas climatiques, conséquences sur l'accessibilité et l'attractivité territoriale

E - 3.1 Contexte et méthode

Les infrastructures des territoires de montagne présentent une forte vulnérabilité aux risques naturels, chutes de blocs, glissements de terrain, crues torrentielles, congères de neige ou avalanches, avec différentes conséquences directes et indirectes : dommages aux infrastructures, dommages aux usagers, et pour les réseaux de transport (perte de la fonction de liaison aux villes, pôles économiques, services sanitaires et sociaux...). Cet enjeu est ressorti comme un des enjeux majeurs du territoire du Vercors, mais concerne l'ensemble des Préalpes.



a) Paramètres climatiques (pris isolément) à l'origine des perturbations
 L'augmentation des températures reste le paramètre le plus prégnant ; viennent ensuite la diminution des précipitations pluviométriques et neigeuses ; ces paramètres sont souvent combinés dans la base de données sous la forme de chaînes d'événements (ex. la diminution des précipitations neigeuses est le plus souvent associée à l'augmentation des températures).



b) Nombre de cas d'adaptation déclenchés selon l'aléa climatique
 l'aléa climatique qui dans la chaîne d'événements vient en conséquence de la modification de paramètres climatiques ; les sécheresses se révèlent être l'aléa climatique le plus visible et le plus contraignant.



c) Nombre de cas d'adaptation déclenchés selon la perturbation
 NB : La taille du rond est proportionnelle au nombre de cas d'adaptation concernés. Seules les perturbations apparues comme les plus fréquentes sont affichées sur la figure ; le stress hydrique végétal apparaît comme la perturbation la plus fréquente.

Figure 34 - Aléas climatiques et perturbations, sorties de la base de données MAIA-DATA

Le travail réalisé dans le contexte du projet AdaMont propose une méthodologie permettant de caractériser la vulnérabilité indirecte des enjeux et territoires exposés à différents scénarios de risques naturels en montagne sous l'influence du CC. Elle propose également une méthodologie d'évaluation quantitative de la résilience des territoires par l'analyse des conditions d'accessibilité « nominales » et « dégradées », au travers de l'étude des réseaux exposés aux contraintes dues aux risques naturels. Une méthode originale est proposée sur la base de nouvelles méthodes exploitant l'analyse des propriétés structurelles des réseaux, des méthodes d'aide multicritères à la décision appliquées aux risques naturels et une approche économique servant à définir des indicateurs d'attractivité.

Le réseau routier y est représenté par une modélisation en graphe. Une analyse structurelle est ensuite menée sur ce réseau ainsi modélisé afin de caractériser les relations origine-destination, les plus courts chemins et l'offre relationnelle correspondant au degré d'utilisation des routes en relation avec l'accessibilité du territoire. Des facteurs de pondération sont introduits aux nœuds du réseau routiers pour évaluer leur attractivité en termes de quantité d'enjeux desservis et de poids attribués à ces enjeux (selon une analyse multicritère faite en amont). L'exposition des tronçons de route est introduite par une contrainte proportionnelle à la longueur d'exposition et aux poids attribués à ces contraintes (selon une analyse multicritère faite en amont).

Cette étude avait aussi valeur de test méthodologique pour voir les conditions et possibilités d'application des méthodes d'aide à la décision développées à Irstea pour les problématiques de vulnérabilités et d'adaptation au CC.

E - 3.2 Résultats

Les résultats de ce volet sont présentés plus en détail dans le compte-rendu de l'atelier « Risques », sous forme de cartes thématiques qui rendent compte de l'accessibilité, de l'attractivité et de la criticité du réseau routier du massif du Vercors. Il doit être noté que ces différentes cartes sont présentées ici à titre purement indicatif. Elles sont en effet des exemples d'applications qui ont été construits spécifiquement pour l'atelier participatif relatif à la question de la gestion des risques naturels en contexte de CC. Aucune conclusion pouvant être tirée de la lecture de ces cartes ne saurait donc être utilisée dans un autre contexte. Il est de plus rappelé que les résultats présentés sur ces cartes sont dépendants des indicateurs et méthodes utilisés, qui sont à ce stade encore partiels et utilisés à titre exploratoire. L'ensemble des résultats de cet atelier est disponible dans le compte-rendu mis en [ligne](#).

Le travail exploratoire a porté sur le territoire du Vercors, en se structurant en plusieurs étapes :

- définition de l'attractivité des communes du Vercors sur la base de cinq enjeux et indicateurs socio-économiques : mobilité migratoire, mobilité professionnelle, mobilité scolaire, nombre d'entreprises, hébergement touristique ;
- définition de l'attractivité sur les mêmes indicateurs mais selon une autre méthode de catégorisation afin d'atténuer le poids de la ville de Grenoble et de mieux appréhender l'attractivité relative des communes plus petites ;
- évaluation de la criticité du réseau routier par identification des sections de route susceptibles d'être impactées par des chutes de pierres ou blocs (modèle RollFree® à Irstea Grenoble),
- définition de scénarios de coupures de route probables,
- évaluation des conséquences de la coupure d'une route sur un réseau routier donné par le calcul d'un indicateur structurel d'éloignement moyen, pour différents scénarios de coupure (185 scénarios pour l'aléa chutes de blocs).

Pour l'aléa chute de blocs, cette analyse permet de déterminer le scénario de coupure de route le plus critique, provoquant une baisse significative de l'accessibilité des communes. Il doit cependant être précisé que l'étude ne prend actuellement en compte que les routes principales.

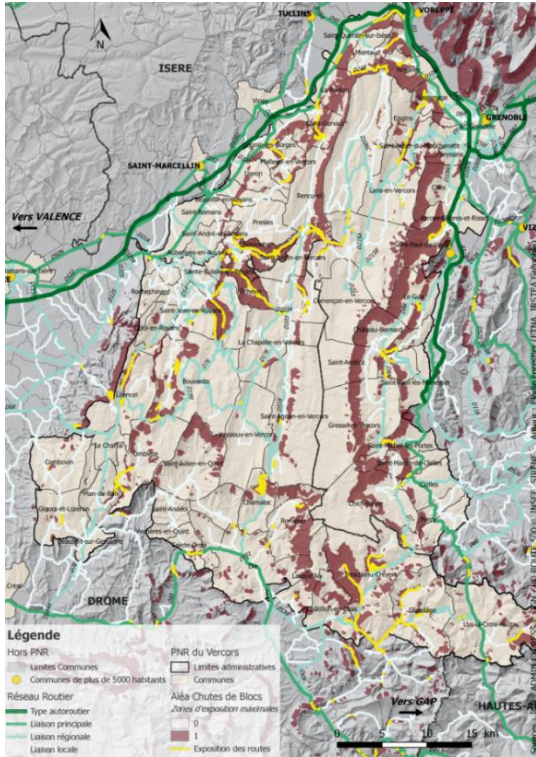


Figure 35 - Carte de criticité du réseau routier relative à l'aléa chutes de pierres/blocs (selon les sorties du modèle RollFree®).

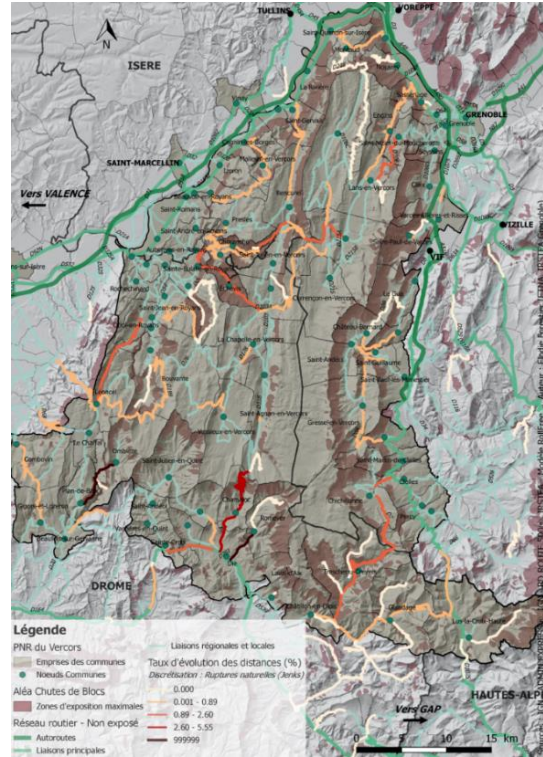


Figure 36 - Taux d'évolution moyen des distances selon les 185 scénarios de coupures de routes exposées (au moins partiellement) à l'aléa chutes de pierres/blocs. Du vert au rouge, augmentation de la distance à parcourir suite à coupure de route

Un second travail exploratoire a porté sur l'évaluation des conséquences d'un scénario de fermeture des stations de ski les plus basses en altitude sur l'attractivité des communes du territoire. Ce scénario illustre l'impact possible de la baisse de l'activité liée au tourisme de neige sur la baisse de l'attractivité du territoire

Taux d'évolution de l'utilisation des routes : du jaune au rouge, routes qui deviennent les plus utilisées ; en vert : routes moins utilisées ; en noir : pas d'évolution.

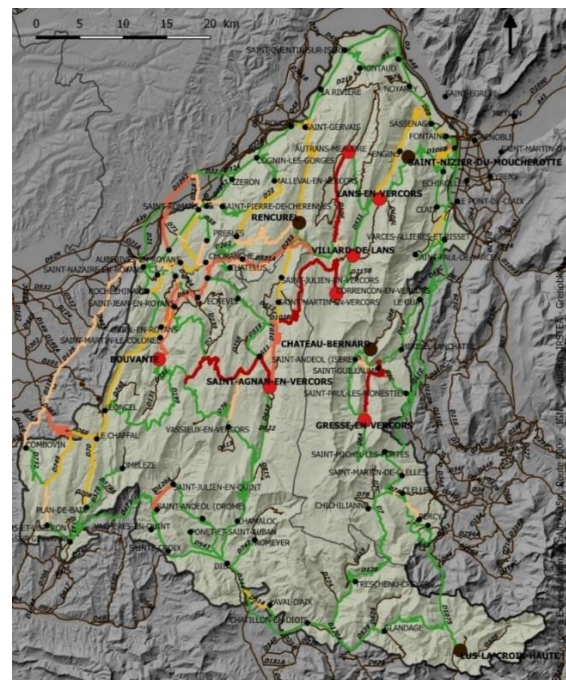
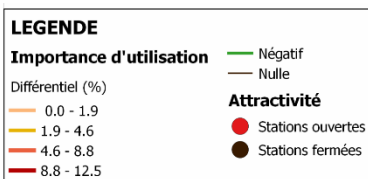


Figure 37 - Évolution de l'attractivité des communes, avec fermeture des stations les plus basses (via la fréquentation des routes)

E - 3.3 Discussion et prolongements envisageables

Le projet d'AdaMont a donné l'occasion d'introduire la dimension du climat dans les travaux portant sur la vulnérabilité fonctionnelle des réseaux de transport. Les travaux réalisés ont conduit à une première évaluation de la sensibilité du territoire du Vercors aux problématiques d'accessibilité des populations aux pôles urbains et de services. La prise en compte des impacts du CC sur cette accessibilité reste à ce stade sommaire et à dire d'experts ; on ne dispose effectivement que de peu de données quantifiées et directement reliées aux impacts du CC sur l'évolution des risques naturels. Les travaux permettent également une première mesure des impacts économiques de la fermeture de stations de basse altitude sur l'attractivité des communes.

Cette étude avait aussi valeur de test méthodologique pour voir les conditions et possibilités d'application des méthodes d'aide à la décision développées à Irstea. Elle montre la complémentarité de ces approches avec les analyses de risques « classiques » et avec l'approche intégrée du projet AdaMont, en offrant des outils pour accompagner de manière opérationnelle la caractérisation des risques et la priorisation des enjeux et des solutions à mettre en œuvre.

Des perspectives d'application ont également émergées pour différentes autres problématiques en lien étroit avec le CC : création de bassins de stockage d'eau pour la production de neige ; application des méthodes d'aide à la décision pour l'évaluation des services rendus par les écosystèmes d'un territoire.

E - 4 Évaluation et spatialisation de la sensibilité des territoires de moyenne montagne au CC par les socio-écosystèmes

E - 4.1 Objectifs et méthode

Le système climatique est souvent considéré dans la littérature comme une partie intrinsèque d'un système socio-écologique complexe fournissant des services écosystémiques, faisant ainsi écho au développement actuel des travaux de recherche sur les socio-écosystèmes. Il se développe en particulier des travaux sur l'impact du CC sur les socio-écosystèmes, ainsi que sur la fourniture de « services d'adaptation » par les socio-écosystèmes.

En se situant dans ce contexte, le travail réalisé dans le cadre du projet AdaMont a pour objectif d'explorer la pertinence et la faisabilité d'une évaluation des vulnérabilités du territoire par l'entrée des socio-écosystèmes et services écologiques. Les travaux ont été menés sur le territoire du Parc naturel régional du Vercors sur la base de travaux réalisés dans le Parc naturel régional des Baronnies provençales dans le cadre de la réalisation d'une thèse (*Tschanz, L. « Les systèmes socio-écologiques : vers une approche globale de l'observation de la biodiversité et des services écosystémiques dans les territoires. Cas du PNR des Baronnies Provençales », Thèse en cours de rédaction*).

Trois enjeux principaux ont été pris en compte dans l'approche méthodologique :

- définir les échelles spatiales et les échelons territoriaux pertinents et opérationnels dans le cadre de l'adaptation au CC,
- développer une approche de diagnostic de vulnérabilité de territoire en considérant le territoire comme un système socio-écologique où interagissent de façon étroite les socio-systèmes humains et les écosystèmes,
- permettre une co-construction et un apprentissage collectif vis-à-vis de la vulnérabilité et de la sensibilité du territoire au CC, en réalisant des scénarios prospectifs appliqués au système socio-écologique.

Cette approche portant une attention particulière au rôle des écosystèmes dans la problématique de la vulnérabilité au CC paraît tout particulièrement adaptée aux territoires de moyenne montagne du fait de l'importance des espaces non urbanisés et des ressources naturelles et de la grande biodiversité de ces territoires.

La démarche a associé des phases de travail cartographique et des phases de travail participatifs, autour :

- d'un premier atelier participatif associant représentants professionnels et chargés de mission de parcs autour des perceptions du territoire (caractéristiques matérielles et biophysiques, immatérielles et symboliques) et des tendances d'évolution actuelles, et définition de scénarios incluant le CC
- d'un second atelier mené avec les chargés de missions du Parc du Vercors, ayant pour objet la simulation des hypothèses de ces scénarios sur les socio-écosystèmes et leurs services pour mieux comprendre la sensibilité du territoire au CC.

Pour le travail cartographique, il a également été procédé à de premiers développements d'une chaîne automatisée de traitement spatial.

Ce travail, et sa chaîne de traitement complète, n'a pu être totalement finalisé dans le temps du projet AdaMont. Les résultats présentés ci-dessous restent des résultats intermédiaires à finir de développer et consolider.

E - 4.2 Découpage du territoire pour spatialiser les effets du changement climatique

La première étape de la réflexion a porté sur la définition et les possibilités d'utilisation de l'« unité de services écologiques » ou « USE » comme échelon spatial pertinent signifiant pour les territoires dans le cadre de l'adaptation au CC et adaptée aux besoins des gestionnaires. Ces « USE » correspondent à des unités éco-paysagères fonctionnelles qui caractérisent le système socio-écologique à l'échelle du paysage (unités paysagères fonctionnelles homogènes en termes d'imbrication des dynamiques humaines et écologiques). Des unités fonctionnelles sont créées à partir de méthodologies relevant de l'écologie du paysage, puis caractérisées par des déterminants socio-écologiques afin de révéler le fonctionnement du système socio-écologique (méthode IMBE, Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Écologie ; Figure 39).

E - 4.2.1 Évaluation des services écosystémiques potentiels

La caractérisation des « USE » a été complétée par une évaluation des « services écosystémiques » potentiellement fournis par le territoire. Cette évaluation a été menée à dire d'expert, en travaillant sur une gamme complète de services écologiques, ou « bouquets de services », invitant à une vision multifonctionnelle des territoires. Cette approche permet ainsi d'avoir une vision d'ensemble pour comprendre les interactions et les compromis entre les services et anticiper les impacts de la dégradation ou de la mauvaise gestion d'un service sur les autres, et donc sur les milieux naturels.

Les bouquets de services écosystémiques sont caractérisés séparément pour chaque type d'habitat présent sur le territoire puis agrégés à l'échelle des unités de services.

Matrice des capacités

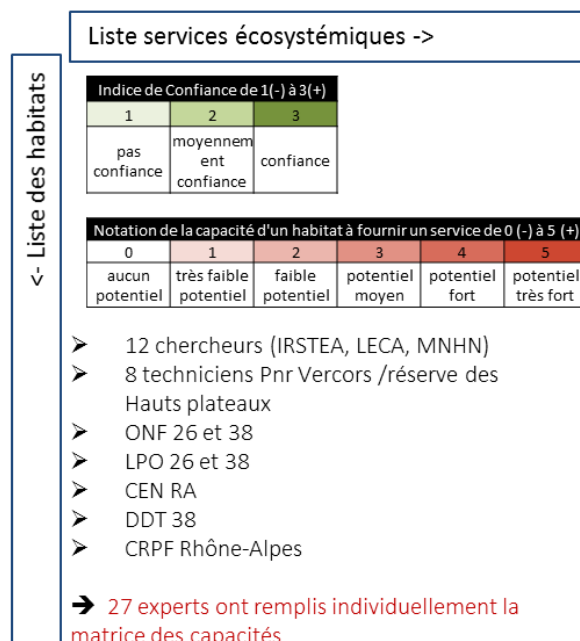
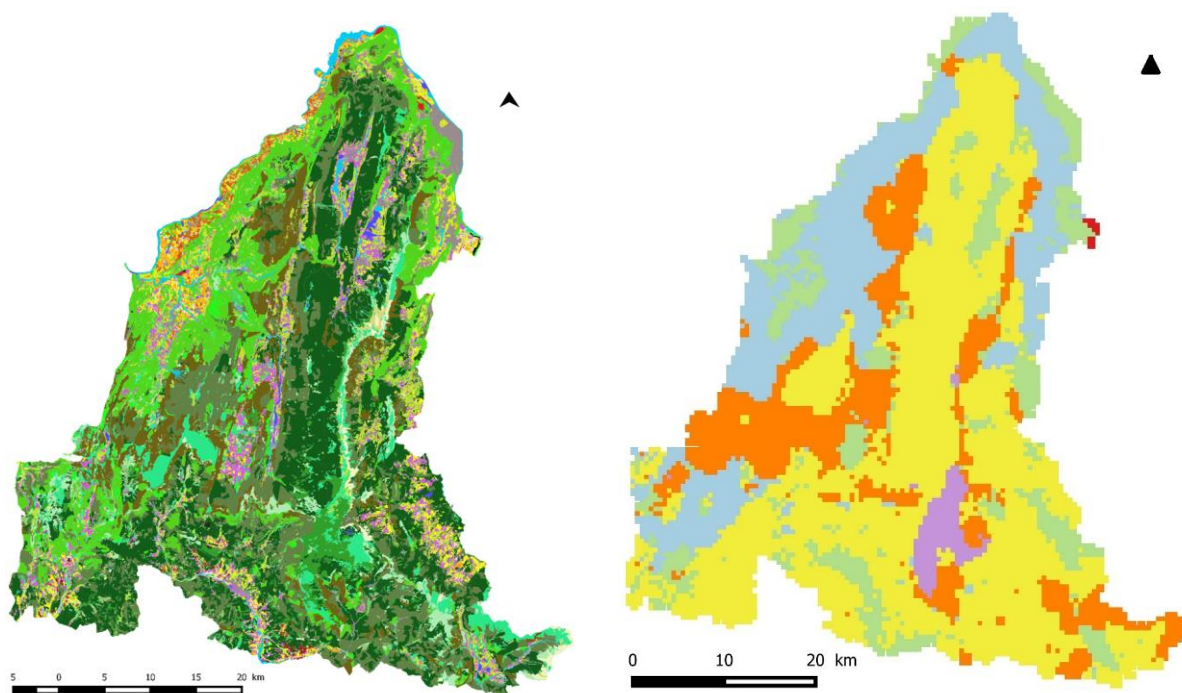


Figure 38 – Appréciation de la capacité des habitats à fournir des services écologiques

Établissement des scores à dire d'expert, adaptation de Hermann et al. (2013)



- Traitement à l'aide d'outils d'écologie du paysage
- (Indices paysagés : Habitat dominant et indice d'hétérogénéité SHDI)

Six unités du Système Socio-Ecologique Vercors

- U1. Forêt ouverte de conifères (66%)
- U2. Forêt fermée de conifères (51%) et mixte (30%)
- U3. Forêt fermée de hêtre pur (42%), formation herbacées et estive (17%), landes (9,8%)
- U4. Forêt fermée de feuillus (62%)
- U5. Prairie temporaire et fourrage (22%), prairies permanentes (11,5%), tissu urbain discontinu (9,4%)
- U6. Peupleraie (57%), Forêt et végétation arbustive en mutation (28%)

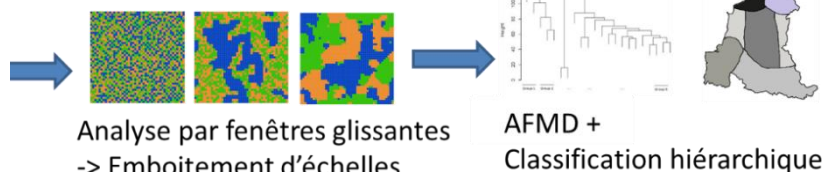
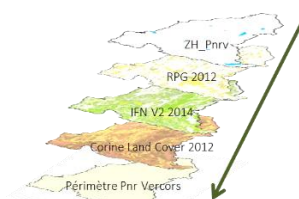


Figure 39 – Schéma synthétique de la méthode de définition des unités de services écologiques (USE) du Vercors
Méthode IMBE

Le traitement spatial de ces données permet alors de rendre compte des bouquets de service de façon spatialisée sur les unités fonctionnelles du territoire, les unités territoriales ou les unités de services écologiques précédemment définies dans les étapes successives permettant d'aboutir aux « USE » (Figure 40).

A l'issue de cette phase, le nombre d'unités de services écologiques retenu dans le cadre de la classification hiérarchique semble trop faible pour rendre compte de la diversité du massif du Vercors. Certaines unités gardent donc un caractère composite (U3 – l'unité qui regroupe forêt formée de hêtres purs (42%), formations herbacées et estives (17%) et landes (9,8%) - et surtout U5 – unité qui comprend prairies temporaires et fourrages (22%), prairies permanentes (11,5%), tissu urbain discontinu (9,4%) -) et regroupent des habitats dont les capacités « opposées » se neutralisent d'où des bouquets de services potentiels peu contrastés.

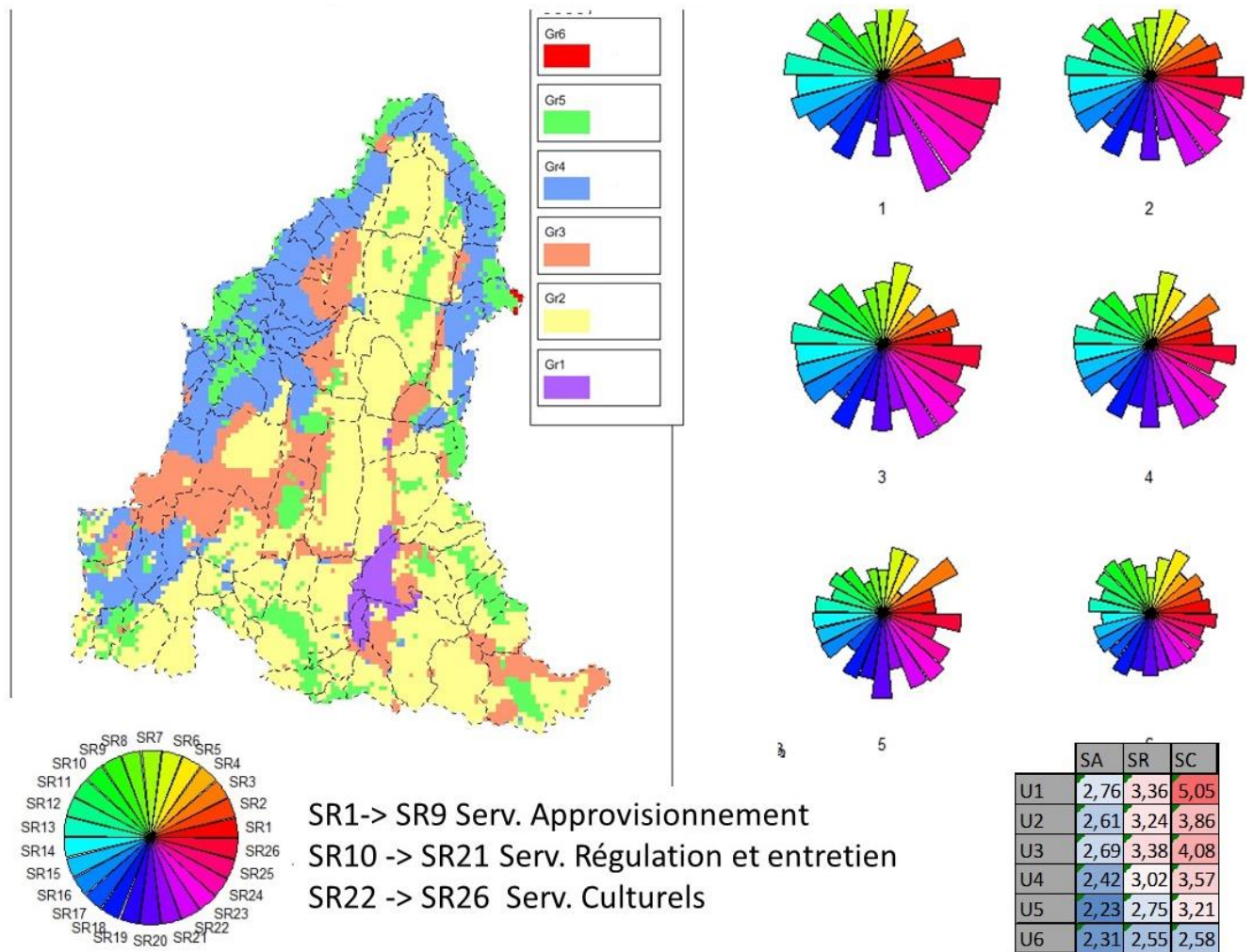


Figure 40 – Carte des unités socio-écologiques du Parc du Vercors et évaluation à dire d’experts des bouquets de services écologiques par unité socio-écologique (USE)
 description des USE Figure 39

Un troisième temps a consisté en une approche prospective collective pour élaborer des scénarios d’évolution du massif du Vercors en fonction de différents forçages, notamment climatiques, et à transcrire leurs effets sur la capacité des habitats à fournir les différents services écologiques.

Lors d’un atelier participatif avec des élus, des représentants socio-professionnels et les chargés de mission du parc, les scénarios ont été élaborés en imaginant des futurs possibles (pas des futurs prévisibles), avec des traits forcés pour aider à la réflexion.

L’évolution des bouquets de services, selon ces différents scénarios, apporte ainsi une information sur la vulnérabilité des unités et du territoire à différents facteurs de changement.

- cinq scénarios ont été définis à partir des facteurs climatiques déclenchants et du contexte socio-économique. Ils sont positionnés sur deux axes selon :
- d’une part les orientations de développement qui soit privilégient une démarche endogène ou au contraire s’inscrivent dans une perspective d’économie globalisée,
- d’autre part la façon dont les acteurs du territoire vivent le changement, soit en le subissant, soit en étant actifs dans l’anticipation.

Le 5^{ème} scénario placé au centre est en quelque sorte le scénario « équilibré », composant avec les forces et les risques de chacun des autres.

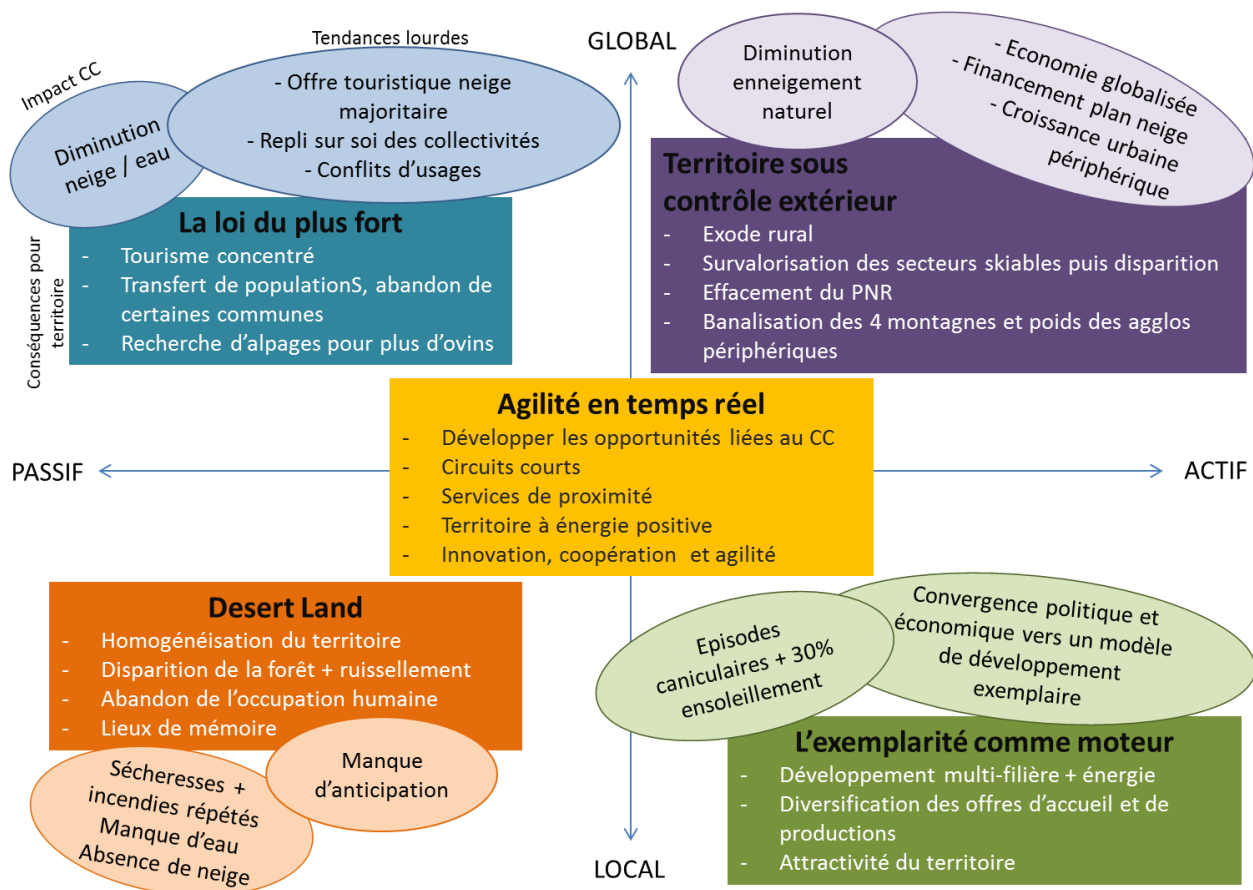


Figure 41 - Scénarios prospectifs d'adaptation au changement dans le Vercors élaborés en atelier participatif (janvier 2017)

E - 4.2.2 Évaluation de la sensibilité du territoire par rapport au changement global

L'impact du changement climatique et la capacité d'adaptation ont été évalués pour chaque habitat, à dire d'expert par le groupe de travail chargé de cette analyse. Deux facteurs climatiques élémentaires ont été analysés : une diminution sensible des précipitations à température constante (F1) et une augmentation de température de 2 degrés à niveau de précipitations constant (F2), sachant qu'il serait possible ensuite de les combiner. En revanche, l'introduction des effets socio-économiques des scénarios n'a pas pu être traitée dans le cadre du projet.

La confrontation des entrées précédentes (caractérisation spatiale du territoire en unité « USE », estimation des bouquets de services écosystémiques pour ces unités puis évolution de ces bouquets territorialisés selon l'application de scénarios prospectifs) permet de caractériser successivement l'impact, la capacité d'adaptation et donc la vulnérabilité du territoire, ou des différentes unités qui le composent, au changement climatique.

La décomposition en Unités de Services Écologiques n'étant pas satisfaisante, et celle-ci n'ayant pu être reprise dans les délais du projet, l'évolution des bouquets de services sur les unités du territoire modifiées à T1 en suivant les 5 scénarios n'a pas été traitée bien que celle-ci soit tout à fait possible techniquement à partir des données recueillies.

Les résultats d'ores et déjà acquis, et disponibles sous forme de cartes du territoire, permettent d'illustrer la vulnérabilité du territoire à T0 sur les deux facteurs principaux du changement climatique identifiés préalablement dans les scénarios F1 et F2. Les cartes montrent les zones les plus vulnérables à ces facteurs à deux échelles (entre les unités et au sein de chaque unité).

La figure suivante illustre les résultats de l'impact d'une augmentation de température de + 2°C avec maintien du niveau des précipitations (facteur F2) : il n'y a donc pas à proprement parler de sécheresse dans ce cas, si bien que les milieux les plus vulnérables sont les milieux d'altitude dont les fonctionnalités voire l'existence même sont affectées.

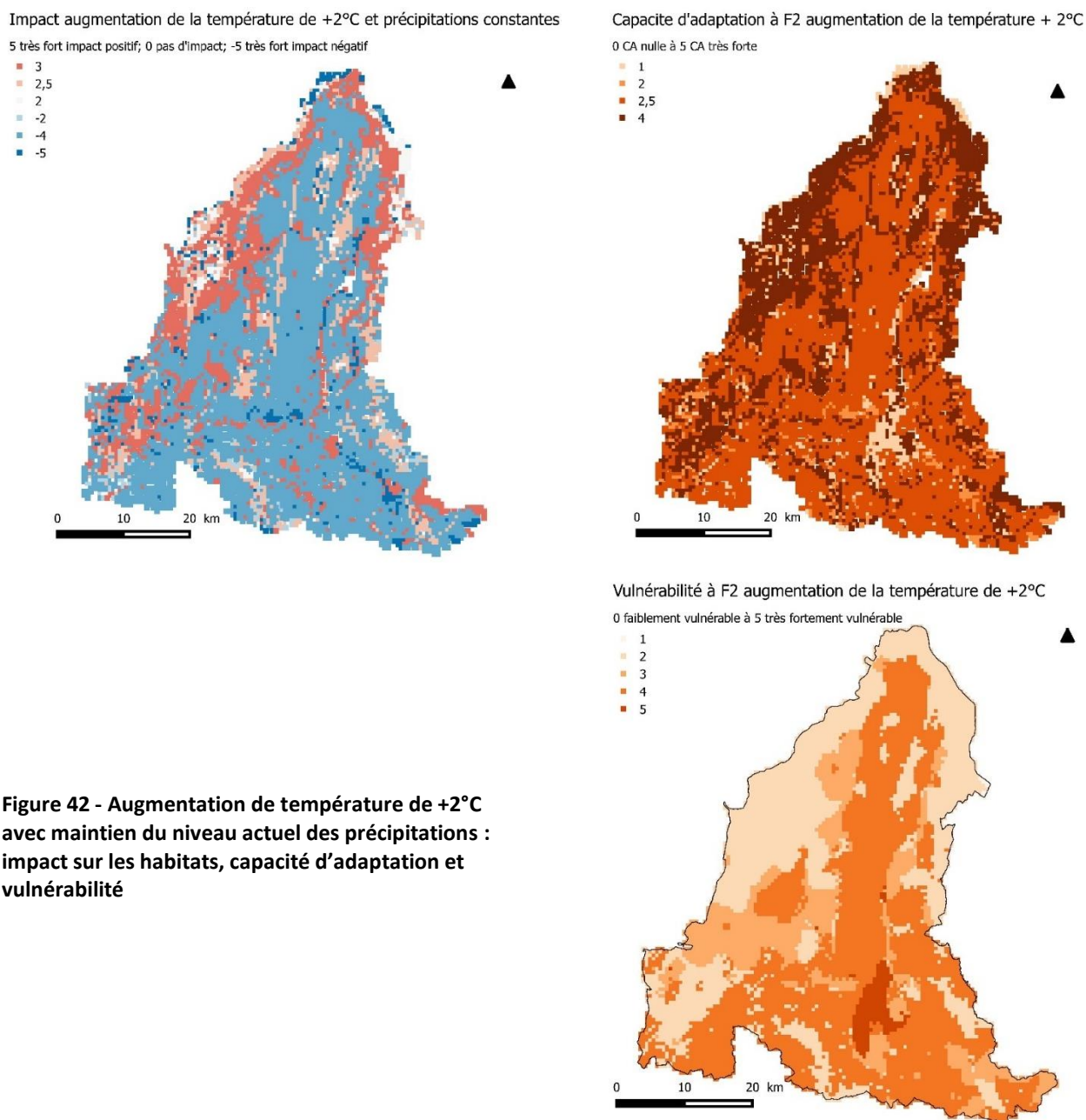


Figure 42 - Augmentation de température de +2°C avec maintien du niveau actuel des précipitations : impact sur les habitats, capacité d'adaptation et vulnérabilité

E - 4.3 Discussion et prolongements envisageables

L'analyse réalisée pour le parc du Vercors donne une première mise en perspective des apports possibles des concepts de socio-écosystèmes et de services écologiques pour l'évaluation et la spatialisation de la sensibilité, de la vulnérabilité et de la capacité d'adaptation des territoires de moyenne montagne.

Le travail participatif basé sur le dire d'expert pour caractériser les services écologiques permet également de favoriser le dialogue territorial et de mettre en avant les connaissances et expertises locales en complément aux autres ateliers participatifs menés sur le territoire : vision centrée sur les écosystèmes et

sur leurs interactions avec les systèmes socio-économiques ; apport d'une vision spatiale fine des impacts et des capacités d'adaptation au CC.

La prise en compte du CC et des autres facteurs de changement global a été amorcée par l'exercice prospectif, et par l'évaluation à dire d'experts des impacts des principaux aléas climatiques liés au CC sur la sensibilité des habitats et sur les services écologiques. Bien que ce travail ne soit à ce stade qu'exploratoire et non consolidé, les premiers éléments rassemblés démontrent la faisabilité et l'intérêt d'une telle approche.

Afin de pouvoir décliner plus complètement ces scénarios, il faudrait conjuguer évolutions spatiales et temporelles : décrire la trajectoire fonctionnelle propre des milieux ; représenter le glissement spatial (notamment altitudinal) des unités de services ; compléter les évolutions induites par le forçage climatique en ajoutant l'impact sur les milieux des trajectoires socio-économiques issues des scénarios ; et donc évaluer les recompositions des unités socio-écologiques et l'émergence possible de nouvelles unités qui pourraient en découler, et estimer les nouvelles valeurs pour les bouquets de services écologiques.

Ces pistes seront portées à la réflexion des projets de recherche en cours et à venir sur les trajectoires des socio-écosystèmes sous contrainte de changement climatique et global (voir par exemple le projet [Trajectories](#) de l'IDEX Univ. Grenoble Alpes).

La mise en opérationnalité de cette analyse reste également à faire en recoupant ses enseignements avec les logiques et périmètres d'action des gestionnaires. Les premières analyses faites sur la base des contours des secteurs du PNR du Vercors montrent en effet que cette maille de gestion n'est pas assez discriminante pour appréhender la diversité des vulnérabilités des socio-écosystèmes. Le territoire considéré est trop vaste et diversifié pour être résumé en 5 ou 6 unités. Il est probable que la reprise de l'exercice sur des entités plus restreintes (secteurs du parc) apporterait plus d'informations.

Le développement d'outils d'aide à l'analyse spatiale a permis d'automatiser la modélisation de la couche d'occupation du sol (Figure 39), première étape de la définition des unités de service écologique. Il serait également intéressant de poursuivre la mise en place de cette chaîne de traitement pour aider à un travail plus généralisé de délimitations d'unités fonctionnelles de type socio-écologique.

E - 5 « Vulnérabilités » - Synthèse et perspectives

Au regard du large champ problématique de l'évaluation des vulnérabilités du territoire au CC, les travaux réalisés dans le projet AdaMont ont apporté :

- de premiers éléments pour l'application de méthodes d'aide à la décision pour le déploiement d'analyses fonctionnelles de vulnérabilités liées aux infrastructures, avec des premiers résultats sur les vulnérabilités du réseau de transport et ses conséquences possibles sur l'accessibilité et l'attractivité du territoire du Vercors » ;
- des avancées pour aborder la question des vulnérabilités au CC par l'analyse des socio-écosystèmes, dans une approche fonctionnelle et spatiale, croisant qualité des milieux et activités humaines, avec la définition d'entités spatiales pertinentes, les unités de services écologiques, et leur caractérisation par un indicateur global de qualité écologique, les bouquets de services écologiques ;
- de par les approches participatives et les travaux de modélisation systémique formelle, un cadre d'analyse et de formalisation des vulnérabilités du territoire autour de la caractérisation et du renseignement systématique des « aléas climatiques » et « perturbations » associées ».

Ces différentes approches de la vulnérabilité sont dans le principe possibles à intégrer dans le cadre d'analyse systémique et de modélisation intégrée mis en place dans le projet AdaMont, avec le référentiel du modèle qui inclue l'ensemble des éléments composants élémentaires de ces démarches et à même d'y associer des indicateurs pour aider à quantifier et pondérer ces composantes.

Plusieurs prolongements sont possibles à envisager pour approfondir le degré d'intégration de ces démarches pour une meilleure évaluation des vulnérabilités d'un territoire au CC :

- traduire l'approche systémique développée dans AdaMont dans un système d'indicateurs de vulnérabilités qui soit hiérarchisé et emboîté, à même d'être réapproprié et personnalisé sur le terrain ;
- réfléchir à mieux intégrer les méthodologies d'aide à la décision dans les analyses, poursuivre leur application aux questions d'accessibilité et d'attractivité des territoires de montagne au CC, les déployer pour aider à la décision pour des infrastructures telles que les retenues d'eau pour la neige de culture, les mobiliser pour compléter et fiabiliser les approches à dire d'expert mobilisées dans la caractérisation des services écosystémiques ;
- compléter l'approche des vulnérabilités par les socio-écosystèmes en finalisant puis en opérationnalisant la démarche, finir son intégration dans le modèle et la base de données afin de pouvoir en proposer une approche spatialisée.

E - 6 Pour approfondir : bibliographie et productions du projet

La **bibliographie support** est consultable Partie J - 4.10 et Partie J - 4.8.

Le **tableau ci-dessous précise** les productions du projet disponibles en annexe et en ligne.

Documents	Titre	Source
Rapport et soutenance de projet Tuteuré	Ferrier, M., Hassoune, A., Shelikhovska, M. : Diagnostic socio-économique du Parc Naturel Régional du Vercors en fonction de sa vulnérabilité au changement climatique . Master 1 Économie de l'Environnement, de l'Énergie et des Transports, Université Grenoble Alpes. 2017. 46 pages	Annexe en ligne
Rapport de stage	Forestier, E. : Méthodologie pour l'analyse structurelle de réseaux de transport dans un contexte de risques naturels gravitaires en montagne - Caractérisation de leur vulnérabilité indirecte et de leur résilience . Master 2 SIG et Gestion de l'espace. Université de Saint-Etienne. Rapport de stage encadré par Jean-Marc Tacnet et Eric Mermet, 2016, 142 pages	Annexe en ligne
Communication (Diaporama)	Forestier, E. : Méthodologie pour l'analyse structurelle d'un réseau de transport . Journée d'atelier participatif AdaMont – thème Risques naturels, Lus-la-Croix-Haute, 24 mars 2017.	Annexe en ligne
Cartes	Philippe, F. : Cartes de synthèse sur les risques naturels dans le Vercors. Journée d'atelier participatif AdaMont – thème Risques naturels , Lus-la-Croix-Haute, 24 mars 2017.	Annexe en ligne
Communication (Diaporama)	Forestier, E. : Entrée Risques naturels : Caractérisation de la vulnérabilité indirecte et de la résilience des réseaux routiers exposés à des risques naturels en montagne . Journée de restitution scientifique du projet AdaMont, Grenoble, 23 janvier 2018	Annexe en ligne
Communication (Diaporama)	Tschanz, L. : Approche de la sensibilité des territoires de moyenne montagne au CC . Journée de restitution scientifique du projet AdaMont, Grenoble, 23 janvier 2018.	Annexe en ligne

Communication (Diaporama)	Véron, F., Tschanz, L. : Évaluation et spatialisation de la sensibilité des territoires de moyenne montagne au CC. Journée de restitution finale du projet AdaMont, Séquence 2 : Quels enjeux pour l'économie et les milieux de montagne ? Paris, 27 mars 2018.	Annexe en ligne
Rapport de stage	Da Costa, S. : Évaluation du potentiel en services écosystémiques dans le Parc naturel régional du Vercors (rapport intermédiaire de stage). Master 2 de l'IGA (Institut de Géographie Alpine), spécialité IDT « Ingénierie du Développement Territorial ». 2016	Annexe en ligne
Communication (Diaporama)	Tschanz, L., Da Costa, S. : Atelier de restitution - Évaluation des services écosystémiques potentiels sur le territoire du Vercors. Lans-en-Vercors (PNRV) 29 septembre 2016.	Annexe en ligne
Note de travail	Tschanz, L. Caractérisation de la sensibilité du territoire du Vercors au changement climatique. Résultats du bloc Vulnérabilité. 2018. (Compilation de l'ensemble des résultats : carte modélisée du Vercors, occupation du sol, définition des unités, bouquets de services et scénarios prospectifs)	Annexe en ligne
Thèse (non soutenue pour l'instant)	Tschanz, L. « Les systèmes socio-écologiques : vers une approche globale de l'observation de la biodiversité et des services écosystémiques dans les territoires. Cas du PNR des Baronnies Provençales », Thèse en cours de rédaction, 2018.	
Article technique	Tschanz, L., Brun, J-J. : Mise en prospective et Analyse de la vulnérabilité du territoire, selon une entrée spatialisée, thématique, en lien avec les services écosystémiques potentiels, méthode, résultats, enseignement Article en cours de rédaction, 2018.	Sciences, Eaux et Territoires. La revue d'Irstea / article soumis, en cours de relecture http://www.set-revue.fr/

F - ADAPTATIONS

F - 1 Caractérisation des enjeux et pratiques d'adaptation

F - 1.1 L'adaptation dans les politiques publiques et les stratégies territoriales

Un des attendus du programme GICC est de contribuer à la mise en œuvre du PNACC à des échelons opérationnels. Cette question est aussi remontée des échanges avec le PNR des Bauges soucieux d'une articulation opérationnelle entre leur charte de PNR et le PCET du territoire, avec la question plus générale de l'opérationnalisation des chartes et documents de planification.

Il existe d'ores et déjà différents travaux sur les principes et leviers d'action à mettre en œuvre par les politiques publiques locales pour inciter et favoriser l'adaptation au CC, et pour intégrer et territorialiser au mieux cette démarche. La démarche engagée dans AdaMont se place dans la continuité de ces travaux. Le choix a été fait d'utiliser les méthodes traditionnelles d'analyse et d'évaluation des politiques publiques, tout particulièrement dans leurs déclinaisons pour les politiques territoriales et pour l'analyse

territorialisée des politiques, par la reconstruction d'un « arbre d'objectifs » de la territorialisation des politiques contribuant à l'adaptation au CC, dans une visée opérationnelle et de co-construction. Cette méthode permet sur le principe une analyse formalisée des politiques et stratégies en rapport avec l'adaptation au CC, ainsi que les conflits et synergies avec des politiques et stratégies sectorielles.

Un travail de stage a ainsi été mené à titre exploratoire sur une base bibliographique et d'entretiens pour voir s'il était possible de retracer, voire de reconstruire, la logique de l'action publique en analysant la déclinaison des politiques d'adaptation au CC de l'échelle nationale à des échelles locales.

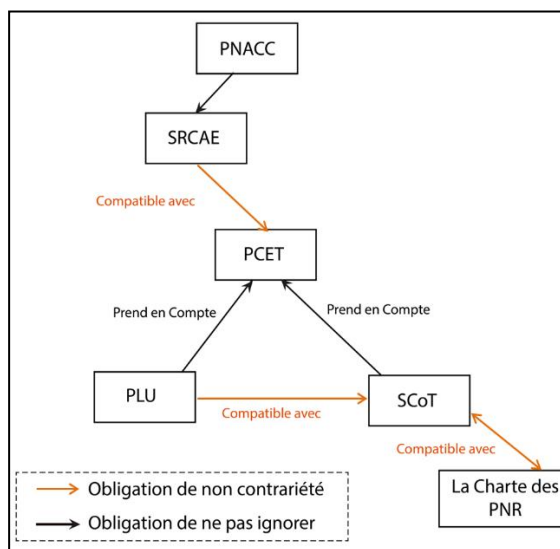


Figure 43 - Les documents de planification analysés selon les différentes échelles spatiales et leur emboîtement

L'enjeu de ce travail était de visualiser la concordance entre les actions énumérées dans les divers documents de planification aux différentes échelles. Or, on relève peu de liens entre ces actions, d'autant plus que certains documents datent d'avant la prise en compte du changement climatique, alors que d'autres l'intègrent pleinement.

De plus, le PNACC en cours (2011-2015) restait pour certains domaines, comme celui de la montagne, à un niveau très général et peu détaillé. La révision de ce PNACC enclenchée à partir de 2016 met l'accent sur la mise en avant des actions locales d'adaptation et sur le gain en transversalité des politiques sectorielles. Dans ce contexte de révision, le projet AdaMont a été identifié comme pouvant apporter des éléments de réflexion sur l'approche locale et territoriale de l'adaptation, la mobilisation des acteurs économiques et la bonne articulation des différentes échelles territoriales. Il a ainsi pu concourir aux travaux du groupe sur l'adaptation et la préservation des milieux, par l'intermédiaire de contributions à l'atelier gestion adaptative au changement climatique conduit par l'UICN (Union internationale pour la conservation de la nature).

Les possibilités d'évaluation a posteriori de la prise en compte du CC dans les politiques et actions publiques à l'échelle du territoire d'étude restent donc à ce jour très limitées et confrontées à une forte hétérogénéité du traitement de cette question dans les différents textes et dispositifs. Les réflexions menées dans AdaMont se focalise donc sur la conception ex-ante de ces politiques et stratégies à l'échelle territoriale, en s'intéressant au cas des chartes de PNR actuellement en révision.

F - 1.2 L'intégration de l'adaptation dans les chartes de PNR

L'analyse du contexte politique et local a donc fait ressortir une forte attente des PNR :

- pour introduire la question de l'adaptation dans leurs chartes au profit de la révision de ces chartes, pour les chartes les plus anciennes (PNR Vercors et PNR Chartreuse),

- pour mieux intégrer les objectifs d'adaptation dans les documents d'urbanisme et de planification territoriale en compatibilité avec les chartes, pour les chartes plus récentes (PNR Bauges).

Dans une démarche méthodologique de réflexion amont à la révision des chartes des PNR, des ateliers ont été mis en place avec les chargés de mission des PNR du Vercors d'une part et du PNR Bauges d'autre part, afin de formuler, du point de vue des PNR, les enjeux d'adaptation au changement climatique pour le territoire.

Le détail est donné dans une [1ère annexe](#) et [2nde annexe](#). Le travail s'est effectué pour l'essentiel sur la base des méthodes de reconstruction des arbres d'objectifs couramment utilisées dans la conduite de l'évaluation de politiques publiques à l'échelle de territoires. Les objectifs d'adaptation de chacun des PNR ont ainsi pu être formalisés et organisés dans une arborescence à 3 niveaux, construite et validée par des chargés de mission de ces PNR.

Chacun des objectifs d'adaptation identifié est documenté par les éléments de contexte auxquels il répond : impacts du CC, facteurs de vulnérabilité au CC (climatiques ou connexes). Les tableaux en annexe en ligne ([enjeux PNR Vercors](#), [enjeux PNR Chartreuse](#)) présentent les résultats consolidés pour les 2 PNR étudiés. La Figure 44 donne une représentation de l'arbre d'objectifs validé pour le PNR du Vercors.

Bien que les exercices aient été menés séparément dans les deux parcs, on observe assez peu d'écarts dans le résultat d'ensemble obtenu, qui s'organise pour l'essentiel autour des grands enjeux de ces territoires (Figure 44). Certaines spécificités sont néanmoins apparues, avec, pour le PNR de la Chartreuse, une importance plus forte des enjeux liés à la biodiversité végétale, aux nouvelles activités de loisirs, à la culture, à la dimension d'espace de silence et de sanctuaire, et à une plus forte dimension identitaire.

Ces arbres d'objectifs donnent une vision partielle car limitée à celle des chargés de mission des PNR. Cependant, ils donnent une première vision intégrée et consolidée à même d'être utilisée par les PNR pour le travail de révision de leurs chartes. Les ateliers réalisés sur les enjeux ont aussi été une occasion de mobiliser les équipes des parcs concernés dans des contextes de forte évolution des PNR ([note analyse sociologique](#)).

Les données recueillies et consolidées dans ces arbres d'enjeux ont été recoupées avec les données recueillies lors des autres ateliers, afin de veiller à une bonne cohérence d'ensemble. Certains enjeux relevés dans les parcs n'ont cependant pas été retenus dans la démarche globale, car abordés de façon trop ponctuelle.

Dans le cas du PNR des Bauges, un travail assez approfondi avait été réalisé en 2014 lors de la récente révision de la charte, sur la base d'un PCAET réalisé sur le territoire. Une analyse de la charte en elle-même permettait de montrer que la notion de changement climatique était totalement absente des objectifs formulés. En rentrant dans les détails, on trouvait des éléments concernant des objectifs d'adaptation au changement, entendu de manière large, dans les entrées pratiques agricoles et gestion de la ressource en eau. Le PNR souhaitait alors rendre opérationnels ces principes et objectifs, par l'intermédiaire des documents d'urbanisme et de planification. Cette dimension n'a pas été travaillée directement dans le projet AdaMont, au profit d'une proposition faite en valorisation et en prolongement de celui-ci dans le cadre d'un projet Interreg Alcotra 2015, Axe prioritaire II. « Environnement mieux maîtrisé » / Objectif Spécifique. II.1 « Améliorer la planification territoriale des institutions publiques pour l'adaptation au changement climatique ».

F - 1.3 Les apports du travail participatif et des récits d'adaptation

Les ateliers thématiques et transversaux faits sur les territoires, détaillés Partie B - 2, ont pour leur part débouché sur la collecte de nombreux éléments de caractérisation et de typologie des enjeux et pratiques d'adaptation. Le travail de formalisation et de modélisation effectué en parallèle a reformulé l'ensemble de ces éléments constitutifs de l'adaptation, autour de notions suivantes :

- parties intéressées, facteurs de décisions, exigences, valeurs et objectifs de ces parties intéressées ;
- enjeux, cas d'adaptation ;
- scénarios, activités et processus d'adaptation

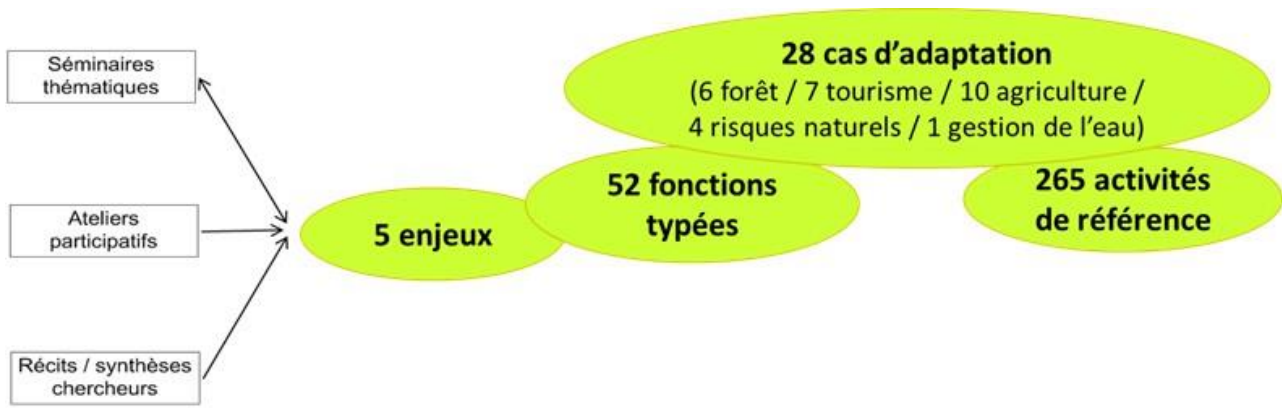


Figure 44 – Aperçu de l’arbre d’objectifs pour l’adaptation au CC pour le PNR du Vercors
 Pour le détail des enjeux, se reporter à l’[annexe en ligne](#)

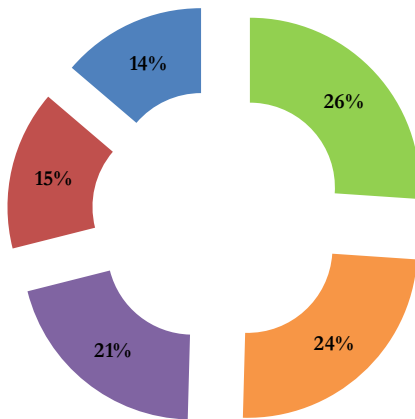
Le détail de ces notions est donné en [annexe](#). L’ensemble de ces éléments relatifs à l’adaptation a ensuite été renseigné sur la base des informations recueillies lors des ateliers de terrain et des états de l’art. Dans la logique d’ensemble de la démarche, ces éléments d’adaptation sont reliés aux éléments d’enjeux, d’impacts et de vulnérabilités qui ont été présentés partie E - 2. Ils ont été capitalisés dans la base de données MAIA-DATA autour de 265 activités d’adaptation de référence, impliquant 52 fonctions génériques caractérisant des parties intéressées (Partie F - 1.3).

Un travail plus exploratoire a été mené en parallèle auprès de quelques chercheurs et experts du projet, afin de caractériser le plus finement possible les impacts croisés entre les différents aléas liés au CC, les différentes composantes structurelles du milieu, et les différentes activités humaines. Ce travail exploratoire a défini une méthodologie basée sur le recueil de « récits », permettant de dérouler de façon assez naturelle et intuitive différentes chaînes d’impacts ou/et d’adaptation. Ces récits se révèlent être des outils particulièrement pertinents à l’intersection de plusieurs enjeux. Ils peuvent être extraits de la bibliographie, ou collectés par des entretiens. Ainsi, à titre illustratif, plusieurs récits sur la ressource en eau ont été rédigés (se référer au tableau des principaux livrables concernant cette partie). Ces récits ont également été exploités pour nourrir la base de données sur l’adaptation.

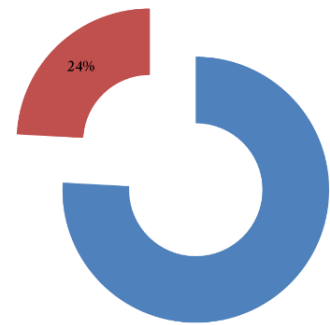
La Figure 45 montre quelques premières analyses des données sur l’adaptation rassemblées dans la base de données MAIA-DATA, en donnant la répartition des activités d’adaptation.



- Adapter les forêts au changement climatique
- Adapter la filière agricole au changement climatique
- Adapter la filière du tourisme et des loisirs au changement climatique
- Adapter les territoires aux risques naturels
- Adapter la gestion de l'eau au changement climatique



Répartition des activités d'adaptation par enjeu



■ Nombre d'activités à l'interface de plusieurs cas d'adaptation

Activités à l'interface de plusieurs cas d'adaptation



Fonctions à l'interface de plusieurs cas d'adaptation

La taille du rond est proportionnelle au nombre de cas d'adaptation concernés. Seules les fonctions apparues comme les plus fréquentes sont affichées sur la figure

Figure 45 – Aperçu des données sur l'adaptation issues de la base de données MAIA-DATA (Cf. Partie F - 1.3)

F - 1.4 Discussion et prolongements envisageables

L'analyse réalisée sur la prise en compte de **l'adaptation dans les politiques publiques et les stratégies territoriales** est restée assez succincte, du fait du peu de contenu des textes concernés sur l'adaptation au CC. Le PNACC 2 était en consultation et en définition lors du projet. Le projet a cependant pu contribuer à cette consultation.

L'intégration de l'adaptation dans les chartes de PNR reste encore très partielle, ne concernant que les chartes les plus récentes. Elle porte à débat sur les modalités de cette intégration, entre positionner l'adaptation dans les actions générales et/ou y dédier des actions spécifiques. Le projet a contribué à la réflexion amont à la révision des chartes des PNR du Vercors et de Chartreuse en y apportant une réflexion problématisée et intersectorielle sur l'adaptation. Les travaux pourront également être prolongés dans une contribution à la réflexion pour l'opérationnalisation de la charte du PNR des Bauges.

La contribution du travail participatif et des récits à la caractérisation des enjeux et objectifs d'adaptation dans les territoires s'est avérée qualitativement pertinente et quantitativement significative, avec l'identification de nombreuses pratiques d'adaptation d'ores et déjà mis en place et possibles à rattacher à des aléas et des impacts climatiques. L'ensemble de la démarche mise en place, et tout particulièrement la mise au point du concept de cas d'adaptation, a fourni un cadre de formalisation et de synthèse qui a permis de relire et de reconstruire ces différents éléments. Le travail réalisé sur le PNR du Vercors a ainsi conduit à formaliser 265 activités d'adaptation de référence, réparties dans 28 cas d'adaptation définis pour les cinq entrées thématiques étudiées, agriculture, forêt, tourisme, eau et risques naturels. Ce travail de formalisation et de capitalisation a aussi donné une vision consolidée des pratiques d'adaptation par secteur d'activité, résultats présentés en détail dans la partie IMPACTS (Partie D -). Le catalogue d' « activités d'adaptation » qui en découle reste cependant partiel et par nature évolutif ; les outils mis en place permettent d'enrichir cette caractérisation de façon continue.

Le modèle intégré MAIA permet de mettre en évidence des relations entre ces différentes composantes constitutives de l'adaptation à l'échelle d'un territoire, parties intéressées, fonctions, activités d'adaptation. La Figure 46 en montre un premier exemple possible à mobiliser en aide à la réflexion. Il reste cependant nécessaire d'affiner plus avant ces interactions, de mettre en place des tests de cohérence en interne à la base de données, et d'utiliser ces interactions ainsi révélées pour ajuster si nécessaire les pratiques d'adaptation afin d'éviter les actions contradictoires et de favoriser les synergies.

F - 2 Représentation systémique et intégrée des pratiques d'adaptation

La description et la mise en modélisation des activités d'adaptation qui vient d'être évoquée a reposé sur un travail de réflexion sur la mise en place d'une approche intégrée des pratiques d'adaptation, conformément aux hypothèses de travail ayant soutenu la mise en place du cadre d'analyse systémique général (Partie A - 6.4). Ces hypothèses sont rappelées Tableau 11.

- H4. L'approche par les processus métiers permet une représentation formalisée des pratiques et des stratégies d'adaptation des différents acteurs du territoire ;
- H5. L'intégration de ces différents processus métiers dans un système de management intégré défini à l'échelle du système territorial permet une première approche des interactions internes au système.

Tableau 11 – Rappel des hypothèses de l'approche globale sur l'adaptation au CC ; processus d'adaptation

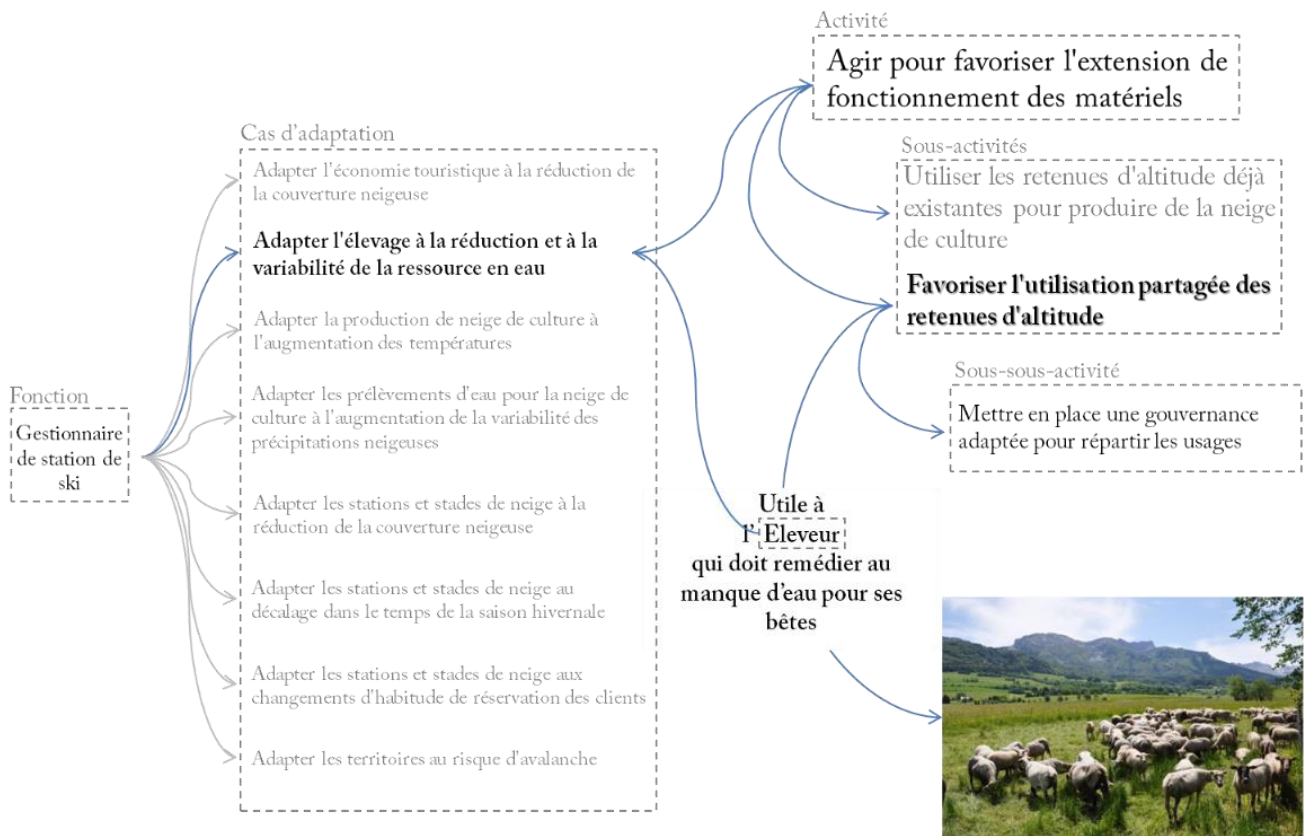


Figure 46 - Lien entre l'éleveur et le gestionnaire de station de ski via un cas d'adaptation relatif à la ressource en eau (sorties de la base de données MAIA-DATA)

F - 2.1 Le choix de la norme ISO 9001 comme référence

Les enjeux d'adaptation au changement climatique sont généralement déterminés par :

- des outils stratégiques de type SWOT afin de déterminer les orientations, les priorités et les plans d'action,
- des outils de l'analyse métier, qui sont de plus en plus utilisés, afin de mieux cadrer les enjeux, définir et impliquer les parties prenantes, etc...

Le projet AdaMont a pour sa part pris le parti d'utiliser ces méthodes en les spécifiant plus avant et en les resituant dans le cadre méthodologique plus général proposé par les méthodes de management de la qualité. Cela a débouché sur la mise en place progressive d'un cadre conceptuel d'analyse stratégique et de mise en œuvre opérationnelle de l'adaptation, appelé « Système de management de l'adaptation (SMA) ».

Ce cadre conceptuel a émergé en réponse aux préoccupations et postulats du projet :

- se placer dans une logique d'amélioration continue, construite sur une base participative,
- accorder autant d'importance aux pratiques concrètes des gestionnaires et opérateurs de terrain qu'aux mécanismes et opérateurs de pilotage du territoire, chacun dans la logique et référentiels de leur métier,
- travailler en niveaux emboîtés, permettant tout à la fois de contribuer à des objectifs partagés tout en gardant des marges d'initiative et d'organisation,
- s'appuyer sur des référentiels et des méthodes reconnues et éprouvées.

Ce cadre conceptuel s'appuie pour l'essentiel sur la norme internationale de l'ISO 9001, norme définissant les « exigences pour la mise en place d'un système de management de la qualité pour les organismes souhaitant améliorer en permanence la satisfaction de leur client et fournir des produits et services con-

formes », qui s'est très largement répandue depuis son introduction en 1987. La révision de 2015 de cette norme vient atténuer les exigences documentaires liées à cette norme au profit du renforcement de l'analyse stratégique et de la prise en compte des risques liés aux activités.

Cette norme de Système de Management de la Qualité (SMQ) présente effectivement plusieurs avantages au regard de la problématique de l'adaptation et des attendus du projet :

- La qualité est une aptitude à satisfaire des exigences liées à un enjeu.
- Cette aptitude est mise en œuvre de manière cohérente au sein d'activités par le système de management de la qualité (SMQ), par l'approche processus et sa cartographie.
- Pour les activités concernées, elle se décline à tous les niveaux d'organisation.
- Le contrôle de la qualité est la partie du SMQ qui garantit la satisfaction des exigences par l'évaluation, et l'ajustement des objectifs.
- Elle favorise une entrée et des actions sur la base d'une analyse des risques et de la définition d'objectifs prioritaires, dans une approche transversale à différents métiers, au sein d'organisations complexes.
- Elle permet de travailler à tous les niveaux de l'organisation, du niveau le plus macro (macro-processus), au niveau le plus fin (procédure d'opération particulière), avec des interactions entre ces niveaux.
- Elle offre ainsi un cadre connu d'amélioration continue, appropriable et personnalisable par tous les acteurs d'un système complexe.

C'est donc une démarche systémique, opérationnelle et d'amélioration continue. Cette norme bénéficie également d'un cadre méthodologique normalisé et d'outils de réflexion et de modélisation largement diffusés (analyse métier, système de management de la qualité (SMQ), analyse de risque (SWOT et matrice de criticité AMDEC) ...), d'un langage de modélisation qui lui est dédié, le BPMN (Business Process Model and Notation), ainsi que d'un réseau métier d'accompagnement de la démarche.

F - 2.2 La définition d'un « SMA », système de management de l'adaptation

La norme ISO-9001, souvent appelée « Approche processus », repose pour l'essentiel sur la description et la structuration des activités d'une organisation complexe autour de processus transversaux, dans une cartographie type distinguant les processus de pilotage, de réalisation et de support, dont l'ensemble constitue le système de management de la qualité (SMQ).

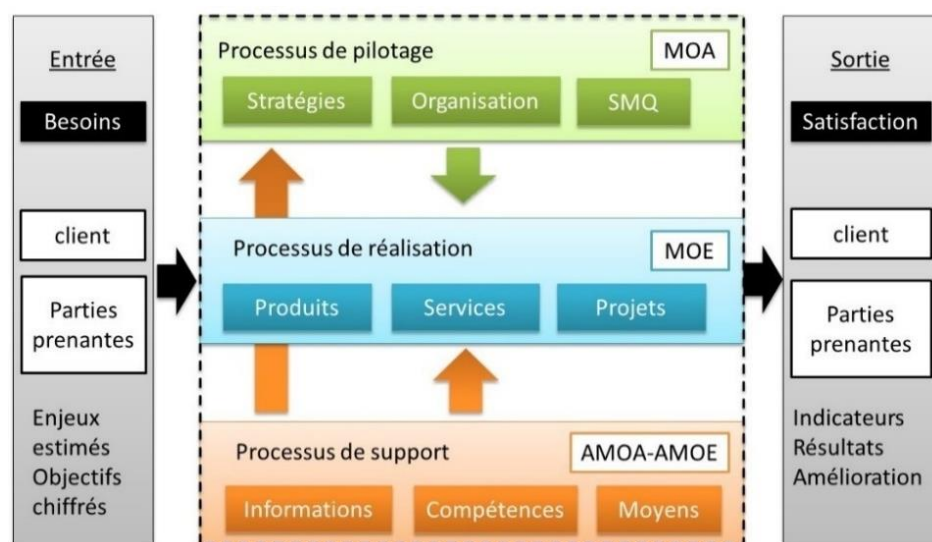


Figure 47 – Cartographie type des processus de la norme ISO 9001

Le travail de conceptualisation réalisé dans le cadre du projet AdaMont a conduit à adapter cette cartographie au cas particulier des processus d'adaptation, dans le cadre d'un « SMA », « Système de Management de l'Adaptation. »

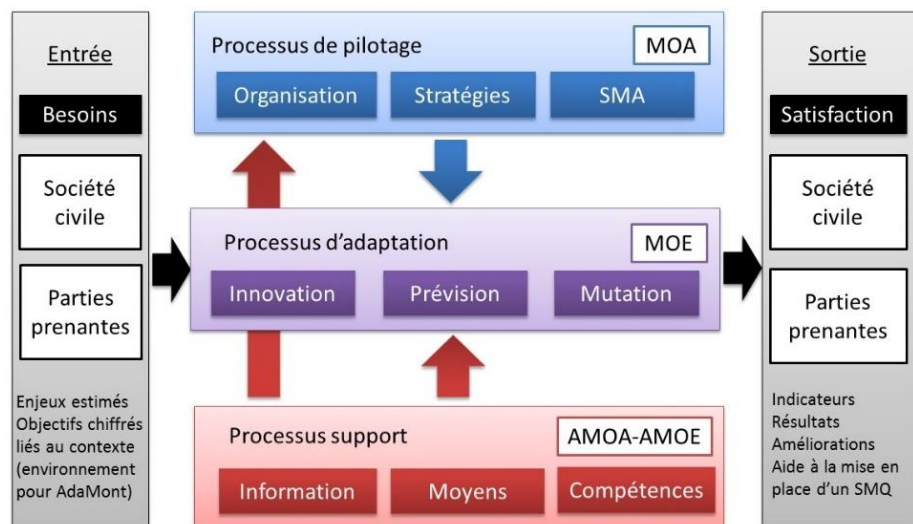


Figure 48 - Cartographie type des processus d'adaptation d'un territoire en déclinaison de la norme ISO 9001:2015

Les différents types de processus sont :

- les processus de management ou de pilotage qui sont liés aux stratégies du territoire (institutions, organisations, administrations, SMQ, etc...)
- les processus de production ou de réalisation qui sont liés au cœur de métier du territoire (agriculture, sylviculture, tourisme, etc...)
- les processus support ou fonctionnels liés à la mise en œuvre des moyens nécessaires au bon fonctionnement des autres processus (infrastructures physiques et d'information, budget, communication, etc...).

A l'identique des préconisations de la norme ISO 9001:2015, chacun des processus et le système d'ensemble sont documentés et priorisés par l'identification des enjeux, des risques et par la définition et le suivi d'indicateurs et de cibles à atteindre.

L'approche conceptuelle développée dans AdaMont a également fourni de quoi approfondir les éléments en entrée de ce système de management de l'adaptation.

F - 2.3 La détermination des axes stratégiques de l'adaptation par l'analyse des forces, faiblesses, opportunités, menaces (FFOM / SWOT)

L'outil usuel d'analyse des enjeux, des risques et opportunités que constitue le diagnostic FFOM / SWOT a été revu pour aider à la caractérisation voire à la révélation des axes d'adaptation (Figure 49). En prenant les axes d'amélioration et en les limitant à la réponse du territoire face à son environnement, on obtient quatre axes d'amélioration que l'on peut classer en fonction des éléments favorables et défavorables du SWOT : deux grandes familles d'améliorations se distinguent alors, les améliorations actives (flèches vertes) et les améliorations passives (flèches oranges). On choisit de prendre aussi en compte les améliorations internes (flèches grises) qui sont la reconstitution (défavorable) et la correction (favorable).

Aux forces correspondent les atouts en termes d'opportunités et les obstacles en termes de menaces, tandis qu'aux faiblesses correspondent les tendances et les aléas.

En croisant successivement les éléments favorables/défavorables et les périmètres externes/internes, on peut déterminer pour le territoire une série de six réponses stratégiques par les améliorations qui correspondent à six processus que l'on peut estimer être des processus d'adaptation par la combinaison d'un axe d'amélioration active et d'un axe d'amélioration passive, qui s'approche de la notion d'ajustement que l'on voit couramment. Ces six processus d'adaptation sont :

- **l'innovation**, dans un environnement favorable, en combinant prédiction et développement,
- **la réorganisation ou restructuration**, dans un environnement défavorable, en combinant prévention et changement,
- **le développement durable** dans le sens d'une stabilisation, en combinant développement et prévention,
- **la mutation**, en combinant le développement et le changement,
- **la prévision**, en combinant la prédiction et la prévention,
- **la transition**, en combinant la prédiction et le changement.

La typologie obtenue vient en complément et en précision des typologies habituelles.

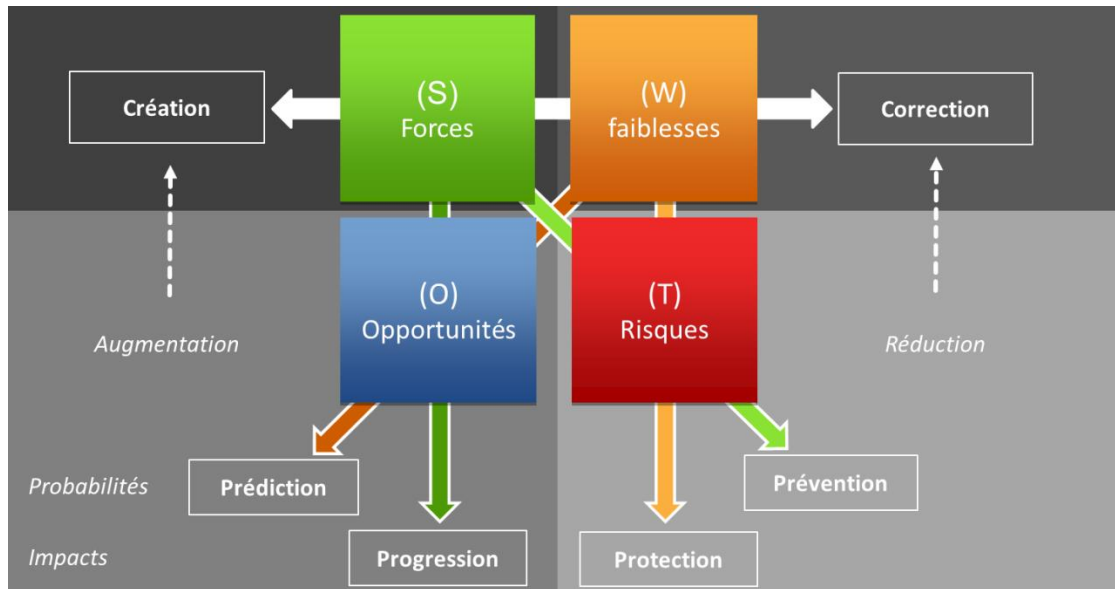


Figure 49. Détermination des axes d'amélioration et définition de l'adaptation par l'analyse à l'aide du SWOT 4P2C

F - 2.4 Le cadrage du besoin d'adaptation par l'analyse métier

La réflexion a également porté sur un cadrage plus formel et rigoureux du besoin d'adaptation, précisant les besoins et exigences qui viennent en entrée du système de management de l'adaptation, autour de 6 notions clés tirées des méthodes de l'analyse métier :

- Définition de l'enjeu
- Analyse du contexte
- Identification des parties intéressées
- Recueil des exigences
- Détermination de la valeur
- Établissement d'un objectif

Cette analyse peut se faire pour les différents processus et activités d'adaptation, aux différents niveaux concernés.

F - 2.5 Le rattachement au référentiel de développement durable pour les communautés territoriales de la norme ISO 37101 :2016

Ce cadrage issu de l'analyse métier a ensuite été raccroché aux référentiels d'action publique pertinents pour l'adaptation au changement climatique, politiques nationales et locales d'adaptation au changement climatique et plus généralement politiques de développement durable.

La publication en cours de projet en décembre 2016 de la norme ISO 37101 :2016 a fourni l'occasion de mettre en cohérence l'approche développée dans AdaMont avec cette norme qui établit les exigences d'un système de management pour le développement durable au sein des communautés territoriales, travail synthétisé Tableau 12.

Principaux objectifs et principes communs ISO 37101 / Démarche AdaMont (MAIA-ZOE)

Mise en correspondance des référentiels

- Approche holistique facilitant la coopération de toutes les parties intéressées en évitant le cloisonnement des actions (principe de l'approche intégrée)
- Favoriser la mise en place de processus multi-acteurs
- Favoriser les synergies entre acteurs (via des stratégies)
- Évaluer la performance (via des indicateurs de validation)
- Ne fixe pas de niveaux de référence ni de niveaux attendus de performance
- Des stratégies des communautés qui doivent refléter le contexte, les conditions préalables, les priorités et les besoins
- Prendre en compte les enjeux liés à l'environnement économique, social et naturel et leurs interactions
- Promouvoir une harmonie transdisciplinaire
- S'appuyer sur les initiatives locales (retour d'expérience et perspectives locales)
- Promouvoir l'utilisation d'un système de management rationnel
- Mettre en avant le fait qu'un système de management approprié est en place
- Aider à créer des consensus (sur le développement durable et sur l'adaptation dans le cas d'AdaMont)
- Améliorer le caractère durable, l'intelligence et la résilience des stratégies des communautés territoriales

NF ISO 37101	Démarche MAIA-ZOE
Obligation de conformité	Exigence Valeur
Objectif	Objectif
Partie intéressée	Partie intéressée Collectif
Organisme	Implicitement partie du Collectif
Environnement	Environnement Milieu
Impact	Impact Perturbation

Tableau 12 - Comparaison et mise en correspondance entre référentiel ISO 37101 / référentiel AdaMont
tableau résumé

F - 2.6 La mise en place d'un cadre intégré d'analyse stratégique et de mise en œuvre opérationnelle de l'adaptation, ZOE

Le cadre conceptuel mis en place pour une représentation systémique des pratiques d'adaptation permet donc de mettre en alignement les objectifs stratégiques et politiques avec les pratiques métiers des différents acteurs des territoires. La Figure 50 illustre la correspondance entre les processus d'adaptation mis en place dans un territoire avec les processus métiers sur lesquels ils s'appuient. Un objet intermédiaire appelé « cas d'adaptation » a pu être défini au croisement entre ces approches stratégiques et approches métiers. Cet élément central de la modélisation intégrée mise en place dans le projet sera présenté plus avant en partie G - 2.

Le Tableau 13 précise et illustre la définition adoptée dans le référentiel AdaMont de ce concept de « cas d'adaptation », en référence à celui plus général d'« enjeu d'adaptation ».

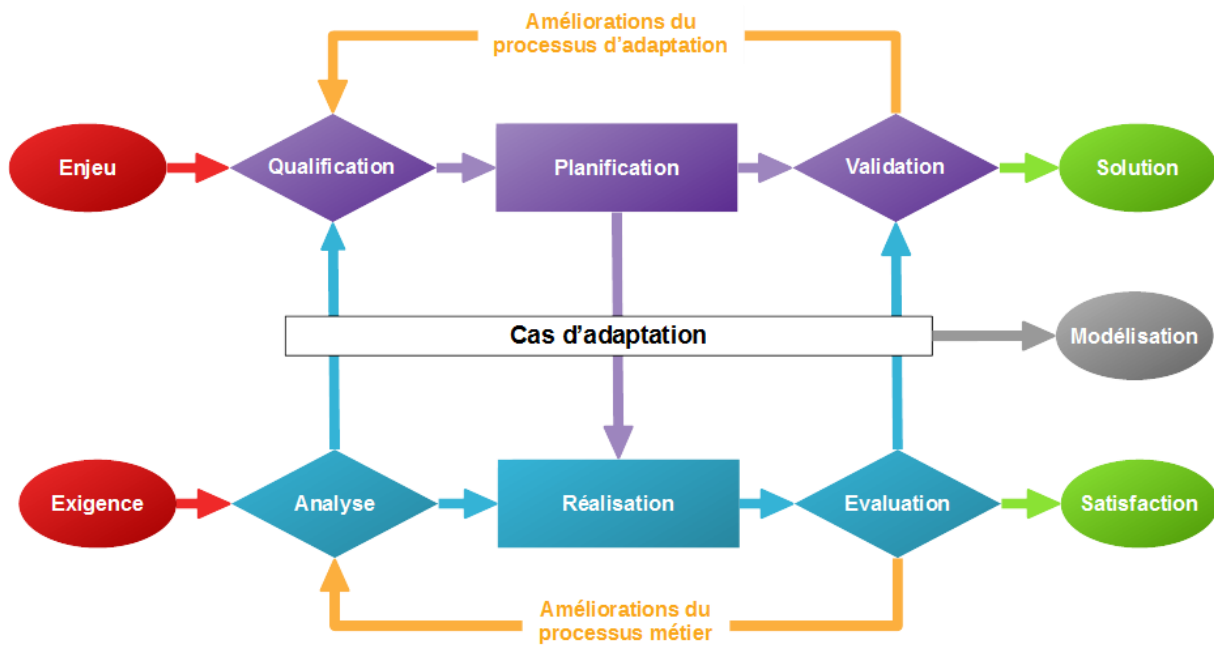


Figure 50 – Processus métiers et processus d’adaptation à l’échelle d’un territoire : mise en correspondance par le « cas d’adaptation »

<p>ENJEU</p>	<p>La problématique étant celle de l’adaptation au changement climatique, on considèrera l’enjeu comme le besoin d’adaptation d’une entité (concrète ou non) face à une modification de son environnement issue du changement climatique. Il sera toujours exprimé sous la forme « Adapter quoi à quoi ».</p> <p>Point d’entrée du cas d’adaptation, il assure une fonction de filtrage, de classement et de regroupement avec d’autres cas d’adaptation.</p> <p>Un enjeu englobe plusieurs cas d’adaptation, c’est finalement un cas d’adaptation très général.</p>	<p>Les objets « Enjeu » sont identifiés par un nom : <u>Exemple de noms d’enjeux :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ « Adapter la filière forêt-bois au changement climatique » ▪ « Adapter la filière agricole au changement climatique » ▪ « Adapter la filière du tourisme et des loisirs au changement climatique » ▪ ...
<p>CAS ADAPTA-TION</p>	<p>Un cas d’adaptation matérialise un enjeu (ou besoin) particulier d’adaptation au changement climatique (ou à toute autre perturbation). De la même façon que pour l’enjeu, un cas d’adaptation sera toujours exprimé sous la forme « Adapter quoi à quoi ».</p>	<p>Les objets « Cas d’adaptation » sont identifiés par un nom. <u>Exemple de noms de cas d’adaptation :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ « Adapter la viticulture à l’augmentation des températures » ▪ « Adapter l’élevage en pâturage à la variabilité des précipitations » ▪ « Adapter les cultures arboricoles aux fortes précipitations » ▪ « Adapter les forêts à la sécheresse » ▪ ...

Tableau 13 – Définitions de l’ « enjeu » et du « cas d’adaptation » dans le référentiel AdaMont
Référentiel complet en [annexe](#)

F - 2.7 Discussion et prolongements envisageables

- **Le choix de la norme ISO 9001 comme référence** – Le choix du référentiel de management de la qualité de la norme ISO9001 a été fait lors de la première année du projet pour répondre à l’objectif d’une description systémique des pratiques d’adaptation. Ce choix s’est avéré particulièrement structurant, ayant largement contribué à structurer la logique d’ensemble et à organiser en conséquence les phases de recueil et de modélisation des informations. Cette orientation méthodologique peut paraître trop normative et lourde à appliquer. Elle a cependant été conçue selon les derniers développements de la norme ISO 9001 :2015 qui favorise l’analyse stratégique et limite l’effort documentaire, écueil souvent reproché pour les versions antérieures de cette norme. Elle permet aussi de travailler sur toute la diversité des acteurs et des échelles d’action au sein d’un territoire. Bien raisonnée et appliquée, cette démarche processus nous semble rester une voie pertinente à travailler pour outiller les territoires face à la question complexe de l’adaptation au changement. Elle a enfin été développée dans une démarche très pragmatique.
- **La détermination des axes stratégiques de l’adaptation par l’analyse des forces, faiblesses, opportunités, menaces (FFOM / SWOT)** – Cette méthode est très largement mobilisée pour l’étude et la définition des plans d’adaptation au CC. La proposition faite dans le projet d’une utilisation plus poussée de cet outil pour affiner, préciser voire révéler des processus d’adaptation pouvant aider les territoires à se questionner pour sortir des voies d’adaptation classiques et aller vers des innovations plus en rupture en reste également au stade conceptuel, et doit être mise à l’épreuve du terrain.
- **Le cadrage du besoin d’adaptation par l’analyse métier et le rattachement aux référentiels de développement durable** – les méthodologies de l’analyse métier ont été mobilisées dans la mise en place du cadre conceptuel pour aider à mieux spécifier les données en entrée du SMA, enjeu, contexte, parties intéressées, exigences, valeur et objectif. Ces données ont pu être mises en alignement avec les exigences d’un système de management pour le développement durable au sein des communautés territoriales proposées par la norme ISO 37101 :2016.
- **La mise en place d’un cadre intégré d’analyse stratégique et de mise en œuvre opérationnelle de l’adaptation et d’un « système de management de l’adaptation »**

L’applicabilité sur le terrain de cette approche systémique de l’adaptation n’a été que partiellement testée en l’appliquant à l’analyse des informations recueillies dans ateliers, puis en faisant travailler les différentes parties-prenantes autour de différents cas d’adaptation. Ce cadre d’analyse montre une certaine efficacité pour aider à une production des ateliers participatifs et à leur montée en généralité. Il reste cependant complexe à appréhender pour les personnes qui ne sont pas familières avec les démarches qualité. La déclinaison pratique de l’ensemble de la démarche de « SMA » reste à expérimenter : mise en place d’une cartographie des processus d’adaptation (processus de pilotage, de réalisation et de support) en lien avec les différentes parties intéressées ; mise en place d’un collectif de travail autour de pilotes de ces processus ; test de la mise en pratique concrète de la démarche qualité ; mise en modélisation BPMN de cette démarche. Cette application est prévue auprès d’un territoire test présentant à la fois des activités agricoles, forestières et touristiques, en mettant au point un support de formation – animation « low tech » pour faciliter l’appropriation par les différentes parties intéressées sur le terrain (Tableau 14). Le transfert et l’applicabilité à d’autres types de territoires serait également intéressant à tester.

On peut également craindre les effets indésirables des labels de différenciation, qui peuvent favoriser la forme sur le fond, les plus riches par rapport aux plus démunis d’ingénierie, et devenir un cadre contraignant voire contre-productif sur les possibilités de financement. Pour autant, il semble que le champ de l’adaptation dans les collectivités territoriales va avoir du mal à échapper à cette tendance de fond, comme le suggèrent la diffusion actuelle des méthodes de diagnostic, référentiels et labels de tout type. Si cadre normatif il y a, il est donc nécessaire qu’il apporte une plus-value en

procurant une aide aux parties-prenantes, et qu'il puisse être porté par des acteurs intermédiaires pour accompagner les territoires qui sont les plus démunis d'ingénierie.

Ces démarches restent aussi perçues comme demandant un engagement important des acteurs ; elles répondent cependant en ce sens à un des critères des organisations apprenantes rappelés Partie A - 6.2. La forme de dépersonnalisation qu'elles procurent et qu'on peut leur reprocher nous semble pouvoir constituer un atout parfois utile pour dépassionner des débats, toutes les parties intéressées étant à la fois victime et responsable du CC, et à la fois support, réalisateur et pilote de l'adaptation au CC ; le travail de formalisation des connaissances fait dans le projet arrive à une décomposition intéressante de ces parties intéressées de l'adaptation.

- **Le rattachement au référentiel de développement durable pour les communautés territoriales de la norme ISO 37101 :2016** – Cette norme se développe actuellement par différents cas types d'application, comme en milieu urbain. Les développements faits dans le projet AdaMont pourraient contribuer à en décliner un cas particulier d'application pour une adaptation des territoires de moyenne montagne au changement climatique compatible avec les exigences du développement durable. Des contacts ont été pris en ce sens à l'AFNOR avec le comité technique porteur de l'ISO 37101, et seront poursuivis en 2018. Des premiers contacts ont aussi été établis avec le comité portant l'élaboration de la norme ISO 14090 portant sur les principes et exigences d'un cadre pour l'adaptation aux changements climatiques.

F - 3 Pour approfondir : bibliographie et productions du projet

La bibliographie support est consultable Partie J - 4.11.

Le tableau ci-dessous précise les productions du projet disponibles en annexe et en ligne.

Documents	Titre	Source
Rapport de stage	Alphe, D. : La place du changement climatique dans les documents de planification. Rapport de stage, Master 1 mention « Sciences du Territoire », Spécialité STADE « Systèmes territoriaux, Aide à la Décision, Environnement », UGA, 2016.	Annexe en ligne
Communication (Diaporama)	Piazza-Morel, D. : Impacts du CC et adaptation – Séance de travail Chartreuse. Caractérisation fine et spatialisée des enjeux d'adaptation : enjeux-types et arbres d'enjeux pour les territoires. Construction de la logique d'action du territoire_12 décembre 2016.	Annexe en ligne
Note de travail	Piazza-Morel, D., Véron, F., Philippe, F. : AdaMont Consignes de travail atelier arbres d'enjeux. 2016	Annexe en ligne
Tableau de travail	Piazza-Morel, D., Véron, F., Arlot, M-P. : Résultats des enjeux formulés et hiérarchisés pour l'adaptation au CC PNR du Vercors, décembre 2015.	Annexe en ligne
Tableau de travail	Piazza-Morel, D., Véron, F., Philippe, F. : Résultats des enjeux formulés et hiérarchisés pour l'adaptation au CC PNR de Chartreuse, décembre 2016.	Annexe en ligne
Communication (Diaporama)	Jonas, E., Arlot, M-P., Philippe, F., Veron, F., Piazza-Morel, D. : ZOE – Le management opérationnel de l'adaptation. Journée de restitution finale du projet AdaMont, Séquence 1 : Comment aborder l'adaptation d'une manière transversale aux différentes activités et enjeux du territoire ? Paris, 27 mars 2018. Diapos 41 à 50	Annexe en ligne Également en ligne sur la page web du projet

Communication (Diaporama)	Jonas, E.: Un « Système de Management de l'Adaptation » . Journée de restitution scientifique du projet AdaMont, Grenoble, 23 janvier 2018.	Annexe en ligne Également en ligne sur la page web du projet
Projet en cours	Arlot, M-P., Philippe, F. : Projet Irstea PITI_Pré-SMA – Maturation d'un Système de Management de l'Adaptation –dispositif d'accompagnement et démonstrateur pour une adaptation intégrée des collectivités territoriales au changement climatique. Projet en cours (6mois), 2018.	Annexe en ligne
Articles techniques	Maquettes d'articles sur <ul style="list-style-type: none"> - Intégrer les enjeux d'adaptation au changement climatique dans l'action des PNR - Une démarche qualité pour l'adaptation - L'adaptation dans les documents de planification 	Sciences, Eaux et Territoires. La revue d'Irstea http://www.set-revue.fr/

G - MODÉLISATION INTÉGRÉE

G - 1 Contexte et objectifs

La réflexion mise en place au cours du projet AdaMont a conduit à mettre en place un socle de modélisation formelle intégrée du système territorial et des pratiques d'adaptation, qui permet de capitaliser et de mettre en lien les différents éléments de connaissance, et qui soit à même de les mettre à disposition dans différentes applications : analyse des impacts du CC (Partie D -), caractérisation des vulnérabilités au CC (Partie E -), identification et capitalisation des modalités d'adaptation au CC (Partie O). Ce cadre de modélisation est appelé MAIA pour « Modélisation Améliorative et Intégrée de l'Adaptation » ou « Modeling Asset for an Improved Adaptation ».

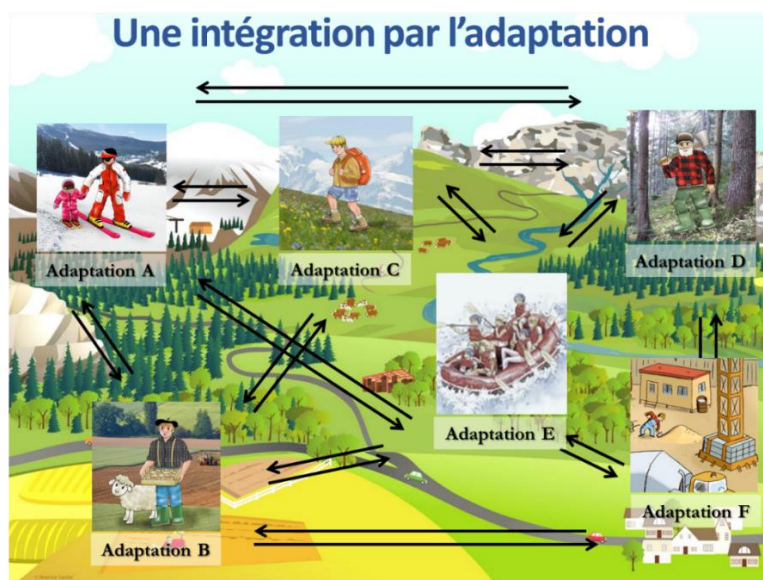


Figure 51 - Schéma de l'intégration par l'adaptation à l'échelle d'un territoire de montagne

L'objectif principal du modèle MAIA est de faire communiquer les différents métiers au travers de leur activités d'adaptation et de révéler toutes les transversalités potentielles de l'adaptation au changement climatique, entre autres, afin de rendre cette adaptation plus pertinente, plus intelligente, non plus seulement sectorielle, mais véritablement systémique et intégrée à l'échelle d'un territoire donné.

La partie A - 6.5 et la Figure 14 rappelle et repositionne les principes de cette modélisation intégrée dans la démarche d'ensemble. La partie suivante présente plus en détail les moyens de mise en œuvre de modélisation et les perspectives ainsi ouvertes.

G - 2 Principes de modélisation

G - 2.1 Le choix de l'UML

Le modèle MAIA est un modèle conceptuel écrit en UML (Unified Modeling Language), un langage de modélisation graphique fondé sur une approche objet qui est décrit par l'OMG (Object Management Group) et qui fait par ailleurs l'objet d'une norme (ISO/IEC 19501). Ce modèle en UML vise donc à capitaliser, structurer et mettre en relation les informations utiles à l'adaptation des territoires de moyenne montagne.

La conception du modèle de donnée conceptuel écrit en UML, de la base de données et de la démarche du SMA dans son ensemble, s'est fait avec l'appui de deux ingénieurs, sous le pilotage d'un groupe de chercheurs et du responsable systèmes d'information du centre Irstea de Grenoble. Ce groupe de travail « modélisation », a accompagné la démarche, orienté, validé et proposé des outils pour cette formalisation tout au long du projet.

Le formalisme UML utilisé s'appuie sur une forme graphique intéressante à plusieurs titres. De par son aspect clair et intuitif, la notation a donné le support d'une forte interaction avec les différents experts et acteurs du territoire, tout en formalisant de façon rigoureuse leurs ressentis et expériences sur la question de l'adaptation au changement climatique. La notation UML peut également être interfacée avec des données et processus très diversement renseignés, formalisés et modélisés. Elle reste très modulable et permet des possibilités de couplages avec des modèles disciplinaires existants (comme des modèles d'impacts par exemple). Autre atout, l'UML permet de structurer une architecture de données, mais aussi de déployer un modèle opérationnel fondé sur l'approche processus (définie par l'ISO 9001), par l'utilisation de diagrammes dynamiques, ou via l'utilisation du langage BPMN (Business Process Model and Notation) complètement dédié aux processus. Celui-ci est de plus complètement compatible avec le langage UML, car basé sur des standards de la même filiation. Ces deux langages peuvent ensuite être informatisés en langage objet d'une façon assez automatique.

G - 2.2 Le « cas d'adaptation », pivot de la modélisation

Le modèle MAIA repose sur le postulat de base qu'une modification de son environnement nécessite une adaptation pour s'ajuster à son environnement alors modifié.

Ce postulat nécessite :

- d'identifier le ou les éléments déclencheurs de l'adaptation – quelle(s) est ou sont les modifications de l'environnement qui nécessitent de s'adapter ?,
- d'identifier la ou les unités spatiales où la ou les modifications sont effectives (et où il est donc utile de s'adapter),
- d'identifier les parties intéressées influencées par la modification de l'environnement et/ou influençant l'adaptation à celle-ci,
- et enfin d'identifier les activités qui permettent de s'adapter, de s'ajuster au nouvel environnement.

La cohérence entre ces quatre éléments (environnement, unité spatiale, partie intéressée, activité d'adaptation) est donnée par un objet central : le « cas d'adaptation ». Un cas d'adaptation matérialise l'enjeu, le besoin d'adaptation à une ou plusieurs modifications de l'environnement, sur une ou plusieurs unités spatiales données, incluant des parties intéressées et des activités d'adaptation (voir aussi Tableau 13).

Le cas d'adaptation constitue le point central de la modélisation, c'est autour de lui que s'organisent toutes les données utiles au modèle qui permet lui-même de capitaliser et de structurer l'information sur

les pratiques d'adaptation. De fait, c'est l'élément qui a le plus de relations directes avec l'ensemble des autres éléments du modèle UML dont une vue schématisée est donnée ci-dessous (Figure 52).

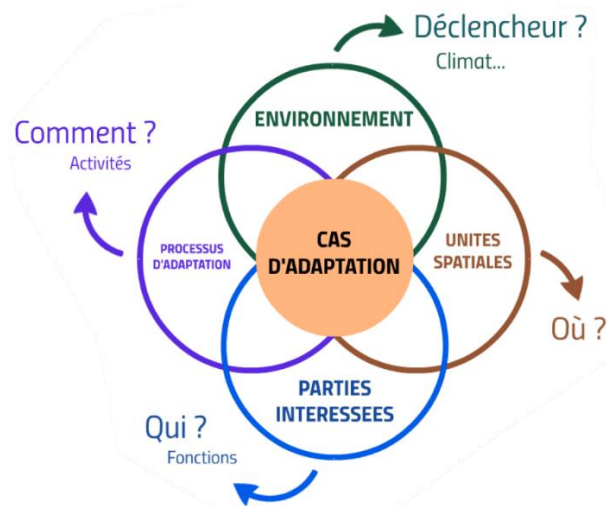


Figure 52 - Concept général du modèle MAIA avec le cas d'adaptation au centre

G - 2.3 Composantes et structure du modèle conceptuel de données

L'environnement déclencheur - Un cas d'adaptation émane d'un évènement issu d'une modification de l'environnement. L'environnement décrit le contexte de tout ou partie d'un territoire selon quatre sous-ensembles (appelés packages en UML) distincts que sont : le climat, le milieu biophysique, le milieu social et le milieu économique. Un évènement est donc décrit comme l'occurrence d'une ou plusieurs perturbations d'ordre climatique et/ou associées à un ou plusieurs éléments du milieu. Les perturbations d'ordre climatique concernent des modifications de paramètres climatiques (ex. augmentation/diminution des températures/précipitations) et/ou des aléas climatiques (ex. sécheresse), tributaires des modifications des paramètres climatiques. Les perturbations liées au milieu sont définies par des noms (ou expressions) qui les caractérisent (ex. surmortalité des épicéas) et des indicateurs (quantitatifs ou qualitatifs) qui permettent de les mesurer (quand ils existent). Combinées entre elles, ces perturbations (climatiques ou non), constituent finalement une chaîne d'évènements dont la complétude dépend des informations qui seront effectivement renseignées dans le système. Chaque évènement (ou chaîne d'évènements) se veut finalement être inscrit dans un contexte temporel, lequel peut être renseigné selon des attributs de fréquence, date de début, durée et saison.

Les unités spatiales - En cohérence avec le concept de cas d'adaptation défini ci-avant, le modèle de données MAIA offre la possibilité d'introduire une information spatiale attachée au cas d'adaptation. Le travail de spatialisation des cas d'adaptation n'a cependant pas été très poussé au cours du projet et mérite des efforts supplémentaires de réflexion pour identifier quelles sont les échelles spatiales pertinentes à considérer pour traiter de l'adaptation sur des territoires infrarégionaux tels que des PNR. Dans ce sens, une réflexion a été amorcée sur la question de l'utilisation des unités socio-écosystémiques établies dans le cadre du projet, qui méritent encore d'être validées.

Les parties intéressées - Un cas d'adaptation au changement climatique (ou à toute autre perturbation), sous-entend l'existence de personnes, ou groupes de personnes, qui influencent ou sont influencés par ce cas d'adaptation. Leurs intérêts peuvent être affectés positivement ou négativement à la suite de sa réalisation ou de sa non-réalisation. On parlera alors de parties intéressées, qui sont soit des individus qui peuvent être nommément identifiés, soit des collectifs (toute entité, organisation, institution, administration, regroupement, syndicat etc.). Ces parties intéressées sont généralement soumises à des facteurs de décision que l'on définit en trois sous-ensembles : exigence, valeur et objectif (le détail des définitions est donné en [annexe](#)). Outre ces facteurs de décision, une partie intéressée peut être associée à une ou plusieurs fonctions. Une fonction représente un rôle générique (stable dans le temps et selon les contextes). Dans de nombreux cas, une fonction est confondue avec un métier (ex. sylviculteur, exploitant forestier, arboriculteur, exploitant de station de ski, commerçant, éducateur sportif etc.).

Les processus d'adaptation - Un cas d'adaptation permet de capitaliser des activités d'adaptation opérationnelles et pertinentes pour répondre à la problématique posée par celui-ci, en cohérence avec l'enjeu qu'il matérialise. L'ensemble de ces activités constitue ce que l'on nomme un scénario. Ainsi, à chaque cas d'adaptation, est associé un scénario de référence, lui-même composé d'activités. Ces activités peuvent être simples ou complexes (c'est-à-dire elles-mêmes composées de sous-activités). En fonction de ce qu'elle sous-entend en termes opérationnels, chacune des activités est typée (pilotage, réalisation ou support). Les activités de pilotage ont vocation à établir des lignes directrices, à contrôler et/ou corriger un système de fonctionnement pour l'optimiser (ex. contrôler la bonne application de la directive cadre sur l'eau). Les activités de réalisation relèvent de la mise en application pratique (ex. mesurer la qualité des eaux de surface). Enfin, les activités support permettent de faciliter la mise en œuvre des activités de réalisation et de pilotage (ex. mettre en place un observatoire de la qualité des eaux de surface). Chacune des activités composant le scénario de référence fait l'objet d'une analyse stratégique adaptée du modèle SWOT qui permet de définir six stratégies d'adaptation (Partie F - 2.3). Finalement, les activités du scénario de référence font l'objet d'une priorisation (oui, non) faite à la discrétion de la (ou des) partie(s) intéressée(s) pilote(s) de l'adaptation, en fonction du contexte.

De cette typologie et priorisation, naissent des processus d'adaptation qui sont constitués de tout ou partie des activités constitutives du scénario de référence, sachant qu'un processus d'adaptation ne se compose que d'activités du même type (pilotage, réalisation ou support), que l'on choisit de mettre en œuvre, et pour une même stratégie d'adaptation. Ainsi, un cas d'adaptation peut porter plusieurs processus d'adaptation de types différents (processus de pilotage, de réalisation ou support). Dès lors, les parties intéressées du cas d'adaptation peuvent être impliquées dans la mise en œuvre des processus en fonction des types des fonctions auxquelles elles sont associées.

G - 2.4 Du modèle conceptuel au modèle physique

Le modèle de données UML a été exploité pour réaliser l'architecture d'une base de données. Les classes UML et leurs associations ont été respectivement traduites en tables de données et relations (correspondant à leur implémentation concrète traduite par la Figure 53). L'interrogation de cette base permet de mettre en évidence les relations entre les données jusque-là conceptualisées et d'effectuer des tests d'opérabilité des concepts.

G - 2.5 Collecte et restitution des informations : « fiches de cas d'adaptation »

Les informations nécessaires à la caractérisation d'un cas d'adaptation (relatives à l'environnement, aux unités spatiales, aux parties intéressées et finalement aux activités d'adaptation), ont été collectées à l'occasion des ateliers territoriaux menés dans le Vercors. Après une synthétisation et une validation par des groupes d'experts *ad hoc*, les informations ont été intégrées à la base de données MAIA-DATA.

La collecte s'est faite via des grilles de lecture appelée « fiche de cas d'adaptation », totalement cohérentes avec le modèle de données UML et dont un exemple est présenté ci-dessous (Figure 54). Ces fiches sont inspirées des fiches de cas d'utilisation UML classiques. En informatique, un cas d'utilisation permet de définir précisément une manière d'utiliser un système pour répondre à un besoin. Un cas d'utilisation contient un ou plusieurs scénarios (ou lot d'actions) qui définissent les interactions entre le système et le (ou les) utilisateur(s) (appelés acteurs).

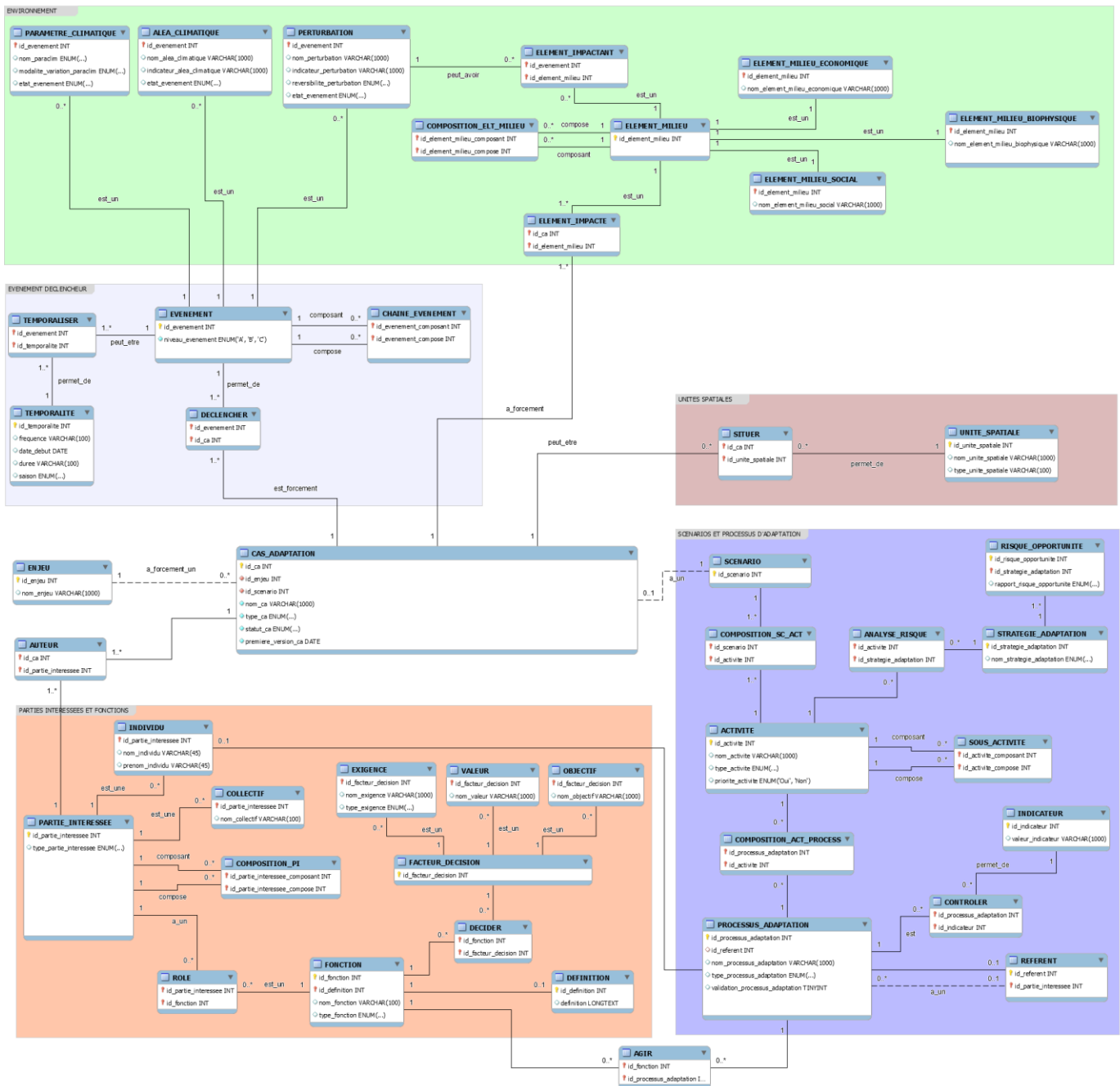


Figure 53 - Modèle physique de données de MAIA-DATA

ENJEU Adapter les forêts au changement climatique												
CAS D'ADAPTATION Adapter les forêts à la sécheresse												
Auteur(s)	Nom	Collectif				Fonction						
	Sophie Labonne	IRSTEA				Technicien						
	Thomas Cordonnier	IRSTEA				Chercheur						
	Marc Fuhr	IRSTEA				Chercheur						
	Christophe Chauvin	IRSTEA				Chercheur						
	Hélène Eyraud	DDT38				Responsable de la cellule forêt-bois (service environnement)						
	Denis Pellissier	PNR Vercors				Chargé de missions forêt						
Type de cas d'adaptation	Prospectif				[Cas d'adaptation prospectif, c'est-à-dire qui est issu d'une démarche prospective et qui n'a pas encore été testé et éprouvé.]							
Statut du cas d'adaptation	Temporaire				[Cas d'adaptation temporaire, c'est-à-dire dont les activités n'ont pas encore été validées par une revue de processus.]							
Date de première version du cas d'adaptation	01/04/2017											
CLIMAT ET PERTURBATIONS (CHAÎNE D'ÉVÉNEMENTS À L'ORIGINE DU CAS)												
PARAMÈTRES CLIMATIQUES (Niveau I)			ALEAS CLIMATIQUES (Niveau II)				PERTURBATIONS (Niveau III)					
Nom(s)	Modalité(s) variation	Etat	Nom(s)	Indicateur(s)	Etat	Nom(s)	Indicateur(s)	Etat	Réversibilité			
Température	Augmentation	Avéré	Sécheresse agricole	Déficit en eau des sols superficiels (entre 1 et 2 m de	Observé	Stress hydrique végétal	Observations de l'état sanitaire des	Observé	Réversible			
Précipitation liquide	Diminution	Présumé				Augmentation des attaques de scolytes	Inventaire des foyers infectieux	Observé	Réversible			
Précipitation liquide	Augmentation variabilité temporelle	Observé				Augmentation du risque d'incendie	météorologiques (croisement	Présumé	Réversible			
TEMPORALITÉ PARAMÈTRES CLIMATIQUES			TEMPORALITÉ ALEAS CLIMATIQUES				TEMPORALITÉ PERTURBATIONS					
Date début	Durée	Fréquence	Saison(s)	Date début	Durée	Fréquence	Saison(s)	Date début	Durée	Fréquence	Saison(s)	
ÉLÉMENTS ENVIRONNEMENT IMPACTÉS ET IMPACTANT												
Élément(s) impacté(s)						Élément(s) impactant						
Forêt [Milieu biophysique] Résineux [Milieu biophysique] Sapin [Milieu biophysique] Épicéa [Milieu biophysique] Hêtre [Milieu biophysique] Scieries [Milieu économique]						Scolytes [Milieu biophysique] Feu [Milieu biophysique]						
UNITÉS SPATIALES												
Vallée du Drac Royans Isère/Drôme Vercors Ensemble du PNRV												
PARTIES INTÉRESSÉES, FONCTIONS ET FACTEURS DE DÉCISION												
PARTIES INTÉRESSÉES			FONCTIONS		FACTEURS DE DÉCISION							
Individu(s)	Collectif	Type	Nom(s)	Type(s)	Exigence(s)		Valeur(s)	Objectif(s)				
					Réglementaire(s)	Non réglementaire(s)						
	ONF	Interne	Sylviculteurs	Réalisation	- Respect du code forestier - Respect du code de l'Environnement - Respect de la directive habitats (Natura 2000)	- Préserver la filière forêt-bois - Maintenir la production de bois - Maintenir la fonction de protection des forêts						
	ONF	Interne	Gestionnaires forestiers	Pilotage	Idem	Idem						
	ONF	Interne	Conseillers forestiers	Support	Idem	Idem						
	DDT	Interne	Gestionnaires forestiers	Pilotage	Idem	Idem						
	DDT	Interne	Conseillers forestiers	Support	Idem	Idem						
	Communes	Interne	Sylviculteurs	Réalisation	Idem	Idem	Préserver paysages					
	Communes	Interne	Gestionnaires forestiers	Pilotage	Idem	Idem	Préserver paysages					
	Communes	Interne	Conseillers forestiers	Support	Idem	Idem	Préserver paysages					
	CRPF	Interne	Conseillers forestiers	Support	Idem	Idem						
	Coopératives forestières	Interne	Gestionnaires forestiers	Pilotage	Idem	Idem						
	Coopératives forestières	Interne	Conseillers forestiers	Support	Idem	Idem						
	PNRV	Interne	Gestionnaires forestiers	Pilotage	Idem	Idem	Préserver paysages et biodiversité					
	PNRV	Interne	Conseillers forestiers	Support	Idem	Idem	Préserver paysages et biodiversité					
	Scieries	Interne	Transformateurs (scieurs)	Réalisation	Idem	Idem						
	IDF	Externe	Conseillers forestiers	Support	Idem	Idem						
	IDF	Externe	Recherche appliquée	Support	Idem	Idem						
SCÉNARIOS ET PROCESSUS D'ADAPTATION												
ACTIVITÉS DE RÉFÉRENCE												
N°	Nom			Type	RISQUE (estimation)	OPPORTUNITÉ (estimation)	STRATÉGIE D'ADAPTATION	PRIORISATION N+0	N+1	N+2	N+3	N+4
1	Conduire des stratégies d'adaptation sylvicoles pertinentes											
1.1	Cibler les interventions sur les peuplements forestiers les plus vulnérables			Pilotage	Min	Max	Mutation	Oui				
1.2	Mener des interventions sur les peuplements forestiers flexibles et réversibles			Pilotage	Min	Max	Mutation	Oui				
2	Faire des améliorations génétiques de peuplements forestiers											
2.1	Gérer les ressources génétiques à l'échelle de l'aire de répartition des espèces			Pilotage	Max	Min	Prévision	Non				
2.2	Utiliser des graines de plants forestiers à large gamme d'adaptation			Réalisation	Min	Max	Mutation	Oui				
2.3	Utiliser des graines de peuplements forestiers sauvages			Réalisation	Max	Min	Prévision	Non				
2.4	Diversifier les génotypes des plants forestiers			Réalisation	Max	Min	Prévision	Non				
2.5	Améliorer la résistance aux nuisibles des peuplements forestiers			Réalisation	Min	Min	Transition	Non				
3	Faciliter les migrations animales et végétales entre les peuplements forestiers											
3.1	Réduire la fragmentation des peuplements forestiers			Réalisation	Max	Max	Développement	Non				
3.2	Renforcer la connectivité biologique entre les peuplements forestiers			Réalisation	Max	Max	Développement	Non				
4	Mener une sylviculture d'accompagnement des dynamiques naturelles des peuplements forestiers											
4.1	Maintenir un couvert forestier suffisant sans qu'il soit trop dense			Réalisation	Nul	Max	Innovation	Oui				
4.2	Favoriser les peuplements forestiers mixtes			Réalisation	Nul	Max	Innovation	Oui				
4.3	Éviter les coupes rases de peuplements forestiers			Réalisation	Nul	Max	Innovation	Oui				
4.4	Faire de la futaie jardinée			Réalisation	Nul	Max	Innovation	Oui				
4.5	Diversifier les peuplements d'épicéa avec du hêtre et du sapin			Réalisation	Nul	Max	Innovation	Oui				
4.6	Limiter le développement de l'épicéa			Réalisation	Nul	Max	Innovation	Oui				
4.7	Adopter des techniques culturales favorisant l'hétérogénéité des peuplements forestiers			Réalisation	Nul	Max	Innovation	Oui				
4.8	Conservier les rémanents sur place après la réalisation de travaux forestiers			Réalisation	Nul	Max	Innovation	Oui				
...	...											
...	...											
...	...											
PROCESSUS D'ADAPTATION (Priorisation = Oui)												
Fin du cas d'adaptation												
Fin					Lorsque les processus d'adaptation associés au cas d'adaptation sont tous validés et enregistrés dans la base.							
Post-condition					Cas d'adaptation réutilisable.							

Figure 54 – Exemple de fiche de cas d'adaptation relative à l'adaptation des forêts au changement climatique

L'exemple qui est souvent donné est celui d'un distributeur de billets ; le client de la banque est un « acteur », le distributeur constitue le « système ». Le cas d'utilisation rend compte des interactions entre le client et le distributeur avec pour finalité la délivrance de billets au client. Dans cet exemple, le cas d'utilisation s'écrirait « Obtenir des billets ». De façon générale, un cas d'utilisation s'exprime toujours par un verbe exprimant un besoin, le cas d'utilisation permet ensuite de décrire les processus (suites d'actions) permettant de satisfaire le besoin en question. En génie logiciel, la définition des cas d'utilisation est une étape fondamentale qui permet d'explicitier les spécificités fonctionnelles et les contours du système informatique que l'on souhaite construire.

G - 3 Discussion et perspectives

Les réflexions et travaux menés dans le cadre du projet AdaMont ont conduit, sur la base d'une méthodologie de recueil structuré d'informations sur les impacts et pratiques d'adaptation au changement climatique auprès des acteurs des territoires de moyenne montagne :

- à la réalisation d'un modèle de données conceptuel en UML stabilisé qui permet une mise en relation des données, en cohérence avec une visée opérationnelle de management de l'adaptation à l'échelle d'une communauté territoriale (référence aux normes Iso 9001 et 37101) ;
- au début de réalisation d'une base de données qui constitue l'implémentation concrète des concepts du modèle conceptuel.

Les développements complémentaires envisagés sont les suivants :

- Explorer les possibilités d'ajustements du modèle conceptuel pour l'intégration plus explicite des données de Météo-France (travail à mener sur le concept de variables/indicateurs/seuils qui semble le plus pertinent pour la prise en compte des données météo/climato).
- Finaliser de l'architecture de la base de données (intégration de l'ensemble des concepts et tests de cohérence).
- Développer une interface web de consultation/modification de la base de données sur l'adaptation au changement climatique. Ce développement comprendrait :
 - un volet ouvert à tous les utilisateurs leur permettant de consulter les infos selon plusieurs cas d'utilisation pertinents ;
 - un volet ouvert à tous les utilisateurs leur permettant de renseigner leurs propres données (la base de données doit être collaborative pour son enrichissement continu) ;
 - et enfin un volet dédié aux gestionnaires des territoires les guidant dans un processus d'adaptation au changement climatique, dont la finalité est une aide à la décision personnalisée. Le processus d'adaptation générique est spécifié au fur et à mesure des choix du décideur et en fonction des données disponibles dans la base de données.

Ces actions nécessiteraient des phases participatives dédiées :

- à l'échange entre experts scientifiques pour stabiliser les concepts et la mise en place de la BDD,
- à l'animation sur le terrain afin de tester l'opérationnalité de l'outil développé et d'accompagner les gestionnaires dans la compréhension des concepts et l'utilisation de cet outil.

Cet environnement de modélisation pourrait également contribuer à alimenter diverses applications et modèles complémentaires dans les champs de l'aide à la décision, des applications multi-agents, de l'écologie territoriale ou encore du modèle DPSIR adopté par l'Agence européenne de l'environnement

G - 4 Pour approfondir : bibliographie et productions du projet

La bibliographie support est consultable Partie J - 4.12.

Le tableau ci-dessous précise les productions du projet disponibles en annexe et en ligne.

Documents	Titre	Source
Rapport	PHILIPPE, F., JONAS E., VIDAUD L., PIAZZA-MOREL D., ARLOT M-P., MALDONADO E., TACNET J-M. : 2017, Démarche de modélisation intégrée d'un système territorial de moyenne montagne, Rapport technique synthétique sur la modélisation UML , IRSTEA, 42 pages.	Annexe en ligne
Communication (diaporama)	Philippe, F. MAIA - Un modèle territorial pour l'adaptation. Journée de restitution finale du projet AdaMont , Séquence 1 : Comment aborder l'adaptation d'une manière transversale aux différentes activités et enjeux du territoire ? Paris, 27 mars 2018. Diapos 51 à 64	Annexe en ligne Également en ligne sur la page web du projet
Communication (diaporama)	Philippe, F, Véron, F. : Modélisation intégrée d'un système territorial de moyenne montagne pour l'adaptation au changement climatique. Retour sur la démarche et présentation des apports envisagés . Journée de restitution scientifique du projet AdaMont, Grenoble, 23 janvier 2018.	Annexe en ligne
Article technique	Philippe, F., Vidaud, L., Jonas, E., Arlot, M-P., Piazza-Morel, Maldonado, E. Tacnet, J-M. : Un modèle de données support de la démarche d'adaptation . 2018.	Sciences, Eaux et Territoires. La revue d'Irstea / article soumis, en cours de relecture http://www.set-revue.fr/
Glossaire	Bases de vocabulaire commun sur le changement climatique (septembre 2015).	Annexe en ligne

H - SERVICES CLIMATIQUES

H - 1 Contexte et objectifs

Le projet AdaMont s'était donné comme objectif de contribuer à la réflexion pour la définition et la mise en place de services climatiques pour les territoires de montagne. Ce module a pour objet de commencer à réfléchir à l'opportunité et la faisabilité de mettre en place une plateforme d'informations et de services pour l'adaptation au changement climatique des territoires de montagne, dans l'objectif d'explorer des pistes de développement de webservices climatiques à l'attention des acteurs des territoires.

La notion de « services climatiques » est ici entendue comme « regroupant l'ensemble des informations et prestations qui permettent d'évaluer et de qualifier le climat passé, présent ou futur, d'apprécier la vulnérabilité des activités économiques, de l'environnement et de la société au changement climatique, et de fournir des éléments pour entreprendre des mesures d'atténuation et d'adaptation » ([Rapport du groupe de travail ALLENI](#)).

La question des services climatiques est en plein essor, sous des formes variées, ici illustrées par quelques exemples pris au niveau français ou international :

- Portails de ressources climatologiques : portails DRIAS et Météo-HD et [offre de services de Météo-France](#)
- Observatoires régionaux des effets du réchauffement climatique
- [Convention services climatiques](#) – développement de cinq démonstrateurs (régions littorales et submersion ; évolution des aquifères ; agriculture en Afrique de l'Ouest ; écosystèmes marins ; villes)

- Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique
- Pôles d'innovation sur la climatologie régionale Ouranos Québec : activités de recherche, d'expertise et de conseils pour offrir des scénarios et des services climatiques aux niveaux national et international.
- Initiative Ouranos AuRa : lancée en 2016 à l'échelle de la région Auvergne-Rhône-Alpes, interface entre les acteurs académiques et acteurs socio-économiques sur les questions des effets des changements globaux à l'échelle régionale (au sens climatique du terme).
- Études et services pour l'aide à la décision : l'UKCIP propose différents services pour aider les organisations, filières et gouvernements par le développement de concepts et d'outils, pour large partie inspirés des méthodes d'analyse métiers et d'analyse de risque dans un contexte de développement durable.
- Boîtes à outils changement climatique : pour les territoires alpins, [CIPRA](#)
- Communautés de connaissance et d'innovation au niveau européen (KIC) : le « KIC climate » travaille sur les questions de mitigation et d'adaptation. En matière de services climatiques, il soutient le développement d'entreprises innovantes en développant des outils, des produits, données et services pour aider les entreprises et gouvernements, et en explorant les conditions de développement d'un marché des services climatiques en Europe.

Dans cet ensemble, la réflexion menée dans le projet AdaMont se situe de façon complémentaire à une échelle locale de territoires de taille intermédiaire, infrarégionaux, et dans une perspective de développement de ressources et d'outils pour ces territoires et les différentes parties intéressées de ces territoires. La réflexion prend également en compte les plateformes en cours de développement dans l'environnement du projet, par exemple la plateforme Ouranos AuRa et l'ORECC en Rhône-Alpes, la plateforme DRIAS et le centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique.

Les développements faits dans le projet AdaMont orientent vers un modèle de services climatiques proposant une démarche de management de l'adaptation, ainsi qu'un ensemble de ressources pour aider à la réflexion et à la décision. Ils permettent ainsi de proposer de premières bases de développement de tels services, autour de plusieurs entrées complémentaires qui sont détaillées ci-dessous

Les éléments de modélisation et de système d'information mis en place permettent également d'envisager le développement d'une application en ligne dédiée aux pratiques d'adaptation au changement climatique en montagne.

H - 2 Contributions possibles du projet AdaMont à une plateforme de services climatiques pour l'adaptation des territoires au changement climatique

H - 2.1 Projections climatiques et modèles d'impact

Le projet AdaMont a permis de mettre au point une méthode de régionalisation des projections climatiques adaptées aux territoires de montagne, et de décliner ces projections pour différents scénarios du GIEC. Ces projections confirment une augmentation significative des températures et une baisse de l'enneigement, mais dans un contexte de forte variabilité interannuelle. Ces données vont être mises à disposition dans le portail DRIAS comme détaillé Partie C - 2.1.

Parallèlement au projet AdaMont, de premiers modèles d'impacts ont été développées à l'aval de ces projections climatiques régionalisées : adaptation en alpages, gestion de la neige, évolution des peuplements forestiers... Les développements en la matière, bien que prometteurs, restent encore partiels et doivent donc être poursuivis.

Ces projections et modèles d'impact constituent autant d'outils qui contribuent à préciser les aléas, perturbations et impacts liés aux évolutions climatiques. Les conditions de mise à disposition des données en sortie de ces modèles doivent cependant être travaillées pour pouvoir être appropriées et utiles pour les différentes parties intéressées du territoire.

H - 2.2 Expertise filières et ressources

Du fait des limites des modèles d'impact du changement climatique qui viennent d'être évoquées, le projet AdaMont a travaillé sur la base de méthodes plus qualitatives, en mettant en place un important dispositif de réflexion collective et participative. Les données ainsi collectées sur les filières économiques concernent tout particulièrement les forêts et la sylviculture de montagne ; l'agriculture et en particulier le pastoralisme ; le tourisme, notamment de neige. Les données sur les ressources et enjeux partagés ont été travaillées pour les ressources en eau et pour les risques naturels.

Le modèle intégré MAIA développé dans le projet permet de capitaliser et de restituer cette expertise de façon structurée. Il est ainsi possible d'interroger et de travailler différents cas d'adaptation et activités d'adaptation par filières. Les sorties du modèle intégré permettent également de révéler les interactions entre filières, qui peuvent ensuite être prises en compte par chacune des filières ou de façon intégrée au niveau territorial.

La couverture des activités et ressources n'est pas exhaustive et doit être complétée. Le principe reste de toute façon de se situer dans 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 pour prendre en compte les retours d'expérience, les innovations de pratique, et l'évolution des enjeux et des connaissances académiques.

Outre la poursuite du développement des modèles d'impact, cette capitalisation et mise à jour de la connaissance reste un des principaux enjeux de faisabilité des services climatiques. Il est nécessaire de réfléchir à qui peut porter cet effort, avec quelle articulation avec les structures intermédiaires déjà existantes, et dans quelles conditions économiques.

H - 2.3 Management de l'adaptation

Le projet AdaMont a résolument 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. Cette méthodologie répond aux critères des organisations apprenantes, en offrant aux parties-prenantes du territoire un cadre pour une approche systémique, une vision partagée et distanciée, et une démarche collective d'amélioration continue.

H - 2.4 Diagnostic territorialisé et indicateurs

Le projet AdaMont a permis de poser quelques bases d'une approche territorialisée de l'adaptation au changement climatique : bases d'un diagnostic spatialisé et territorialisé de la vulnérabilité du territoire au changement climatique ; bases de connaissances sur les pratiques d'adaptation rattachées à un territoire ; modèle d'interactions des impacts et pratiques d'adaptation à l'échelle d'unités territoriales. Le modèle MAIA intègre ce maillon des unités territoriales dans son schéma conceptuel global, et permet d'interroger la base de connaissance pour différents types d'unités territoriales. Certains de ces modules de diagnostic sont pour partie automatisés par le recours au système d'information territoriale en ligne d'Irstea, appelé SIDDT.

Il reste cependant nécessaire de développer plus avant la prise en compte de la dimension territoriale dans le modèle intégré de données et dans la démarche.

Malgré un effort important d'inventaire des connaissances et l'établissement de quelques cartes, les observations de terrain sur la répartition spatiale des aléas climatiques et les perturbations et impacts associés restent en effet très fragmentaires ou imprécisément localisées. Cet effort reste à poursuivre en lien avec les différents programmes d'observation en cours dans les territoires de montagne.

Le projet AdaMont 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. Les premiers travaux réalisés démontrent de plus que ce concept permet de travailler de façon assez fine dans des territoires assez peu documentés, en aidant à faire émerger l'expertise scientifique et de terrain dans une vision présente et prospective.

La question de la territorialisation des impacts et enjeux du changement climatique et des pratiques d'adaptation a également été abordée par la mobilisation de méthodes d'évaluation de politiques adaptées aux approches territorialisées. Un travail très important 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. Cette démarche pourrait être complétée par le choix d'indicateurs territorialisés illustrant chacun de ces enjeux, indicateurs d'état, mais aussi indicateurs d'impacts. Elle viendrait ainsi compléter les initiatives déjà existantes d'observatoires régionaux des effets du changement climatique, en proposant une analyse plus détaillée et exhaustive des impacts, enjeux et indicateurs associés.

L'approche processus du SMA, 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 différents niveaux territoriaux, depuis le niveau global du territoire étudié et des processus de pilotage qui le caractérisent, jusqu'au niveau le plus local qui peut être celui 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.

Progresser dans la territorialisation de la connaissance et de l'action pour l'adaptation oblige à croiser ces différentes entrées, observation, modélisation, évaluation et processus, afin de les faire progresser ensemble de façon raisonnée et logique. Cette perspective peut en particulier s'inscrire dans l'accompagnement des démarches de chartes et de planification territoriale.

Au final, bien que les bases d'une approche territorialisée soient posées et instrumentées de telle façon qu'on puisse aboutir à assez 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 au niveau 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.

H - 3 Perspectives pour des services climatiques pour l'adaptation en montagne

Au regard du contexte général du développement des services climatiques, le projet AdaMont a débouché sur quelques avancées qui peuvent aider à spécifier ce que pourrait être un service climatique pour l'adaptation des territoires de montagne. Le schéma proposé est assez proche de la structuration adoptée par le consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques de la plateforme [Ouranos Québec](#). Il s'articule autour de deux principales bases de données, et de trois entrées principales liées entre elles :

1. Bases de données

- base de données générale sur les caractéristiques socio-économiques et environnementales des territoires
- base de données dédiée à l'adaptation
- bases de données spécialisées spécifiques aux milieux de montagne (espaces pastoraux, stations de montagne, risques naturels...)

2. Simulations et analyses climatiques régionalisées

Mise à disposition des données climatiques :

- Données climatiques passées, réanalyses
- Projections climatiques régionalisées pour différents scénarios du GIEC
- Outils de représentation et d'analyse

3. Vulnérabilités, impacts et adaptation

Ressources pour les différentes activités économiques et de gestion des ressources naturelles dans les territoires de montagne, avec comme entrées thématiques agriculture, ressources forestières, énergie et bâti, tourisme, gestion de l'eau, écosystèmes et biodiversité, risques naturels (interrogation des bases de données par entrée thématique).

4. Management de l'adaptation

Ressources permettant de mettre en œuvre un système de management de l'adaptation compatible avec les normes qualité ISO 9001 :2015 et ISO 37101 :2016

- Référentiel pour une adaptation dans un contexte de développement durable
- Outils d'analyse stratégique pour aider à l'identification et au choix de stratégies d'adaptation
- Méthodologie pour mettre en place une démarche processus à l'échelle d'un territoire

5. Diagnostic territorial

Outils d'aide au diagnostic territorial, et à la définition et délimitation d'unités territoriales pertinentes, contiguës ou non :

- Outils avancés de cartographie dynamique et d'analyse statistiques
- Outil de modélisation de l'occupation du sol
- Diagnostics type de vulnérabilité au changement climatique
- Interrogation de la base de données « adaptation » par unités territoriales

La base de données dédiée à l'adaptation relie l'ensemble des informations entre ces trois principales entrées, et permet de les utiliser d'une manière pleinement interoperable (Figure 55).

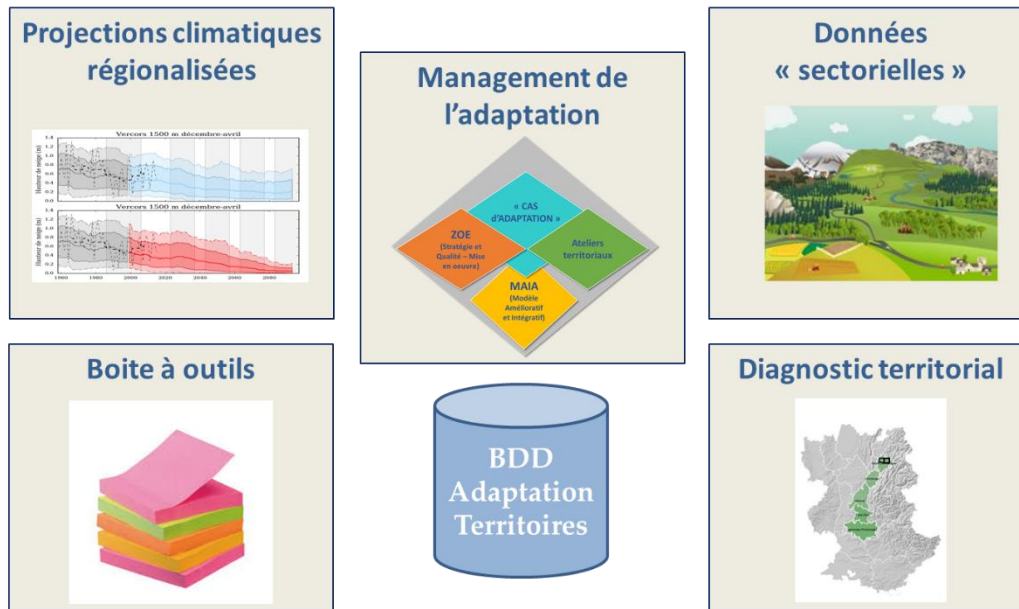


Figure 55 – Schéma de principe d'une plateforme de services climatiques en appui à l'adaptation des territoires au changement climatique

Cette approche vient en complément des services climatiques déjà en ligne au niveau français, DRIAS et Météo-HD. Ces Portails proposés par Météo-France donnent accès à des projections climatiques régionalisées réalisées par des laboratoires français. L'approche d'AdaMont apporte à leur aval un module de gestion au niveau territorial.

Bien que sur le principe faisable et implémentable sur le plan théorique et technique, la réalisation concrète d'un tel service reste soumise à de nombreux freins et limites.

En premier lieu, la recherche d'une approche intégrée rend plus complexe 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 donc travailler à une simplification de la démarche, et surtout à travailler sur la base d'une identification fine des besoins de chaque type d'utilisateur d'un tel service en identifiant les outils et les modes de scénarisations adaptés.

Cette réflexion doit aider à répondre au besoin déjà exprimé de décliner de façon opérationnelle les questions d'adaptation dans les documents d'orientation et de planification territoriale.

La grande difficulté de maintenir à niveau ce type de base de connaissances est un réel frein au développement de tels services. 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 et de recherche de taille suffisante contribuant à une plateforme commune. Ce type de communauté n'existe pas encore dans le domaine de l'adaptation au changement climatique, mais certaines initiatives interdisciplinaires tendent à s'en rapprocher (Référence [Ouranos AURA](#) et [Trajectories](#)).

Différents dispositifs associant des communautés de recherche et les parties-prenantes des territoires, et parfois les entreprises, peuvent apporter des solutions pertinentes de mise en place d'une communauté de travail et de pérennisation d'une telle plateforme : dispositifs d'observation de long terme en lien avec les [Zones Ateliers](#) ou les [Observatoires de Recherche en Environnement](#) ; plateformes de R&D, structures interfaces entre recherche académique et monde socio-économique.

De façon liée, il paraît 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 telles que les parcs...

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 et travailler à sa soutenabilité économique pour l'inscrire dans la durée.

Cette démarche est destinée à être appropriée et utilisée par les gestionnaires des territoires non-urbains de niveau infrarégional comme un outil d'appui à la mise en œuvre de leur stratégie locale d'adaptation, en complément des plans d'actions nationaux et régionaux.

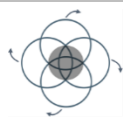
Elle peut assez directement être mobilisée pour soutenir le développement de portails interactifs en ligne (services climatiques) et plus largement, sur la base de la méthodologie et de ce type de portail, sur la mise en place de services commercialisables d'étude et d'accompagnement pour les territoires par des bureaux d'étude.

H - 4 Travail de valorisation engagé

Différentes perspectives de valorisation du projet AdaMont sont engagées : contribution à des projets de recherche, transfert et test terrain de la méthodologie, réflexion d'engager une démarche de maturation / transfert sur la base du savoir-faire et de la base de données du projet.

L'approche d'AdaMont est également valorisable dans le domaine de la normalisation. Elle peut en premier lieu conduire à la définition d'un cas d'application particulier de la norme ISO 37101. De premiers contacts ont été pris en ce sens auprès de l'AFNOR qui assure le secrétariat technique du comité technique ISO/TC 268. Aménagement durable des villes et des collectivités. Il est également envisageable de tendre vers le développement d'un système de management spécifique au secteur de l'adaptation à l'échelle de collectivités territoriales dans le cadre de la norme ISO 9001.

Un financement interne à Irstea a été obtenu pour travailler à la maturation de cette réflexion (projet Pre-SMA, Tableau 14).



PROJET PRE-SMA (Financement PITI Irstea)

VERS UN SYSTÈME DE MANAGEMENT DE L'ADAPTATION DES TERRITOIRES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Ce projet vient en prolongement et en transfert du projet de recherche AdaMont, qui avait comme objectif de mettre en place une méthodologie d'approche intégrée de l'adaptation au changement climatique pour les territoires de montagne, et de contribuer à la réflexion pour la définition et la mise en place de services climatiques pour les territoires de montagne.

La question des services climatiques est en effet en plein essor, sous des formes variées, comme l'atteste par exemple le récent lancement en France de la convention Services Climatiques, ainsi que l'émergence de nombreuses autres initiatives à l'échelle européenne et internationale. Dans cet ensemble, la réflexion menée dans le projet AdaMont se situe de façon complémentaire aux développements en cours, en ciblant l'échelle de territoires de taille intermédiaire, infrarégionaux, à dominante rurale, avec l'objectif de développer des ressources et des outils pour ces territoires et les différentes parties intéressées de ces territoires.

Les développements faits dans le projet AdaMont orientent vers un modèle de services climatiques proposant un ensemble de ressources (méthodes, données et outils) pour la mise en place d'un « Système de management de l'adaptation » ou « SMA ».

Les éléments de modélisation et de système d'information d'ores et déjà mis en place permettent en particulier d'envisager le développement d'une application en ligne pouvant préfigurer une plateforme de « services climatiques » ou « services d'adaptation. Les ressources disponibles se veulent être utilisées d'une façon très souple et personnalisable par les différentes parties intéressées des territoires comme élément d'aide à l'action et à la décision. L'ensemble du système est également conçu pour être interfacé à l'amont avec des modèles climatiques ou des modèles d'impact, et à l'aval par des modèles ou démarches d'aide à la décision.

Les deux principaux objectifs du projet sont les suivants :

1 - Finalisation sur le terrain de la démarche de management de l'adaptation

L'objectif est ici de travailler à l'opérationnalisation du SMA développé par un travail rapproché sur un terrain test. Elle vise en particulier à mettre au point un outil simplifié d'animation-formation à la démarche du SMA sur la base d'un cycle d'ateliers participatifs. L'idée reste à ce stade de développer un support physique « low tech » qui permette à chaque partie intéressée de s'approprier les différents éléments du SMA qui la concernent (enjeux d'adaptation, fonctions et activités d'adaptation, ...) puis de construire une vision et cartographie collective du SMA.

En parallèle, le mode opératoire complet de la démarche de SMA sera rédigé, puis réajusté à partir des enseignements de ce test terrain et d'un retour d'un spécialiste des démarches processus.

2 - Finalisation de l'outil support

Il s'agit ici de finaliser l'outil informatique support du SMA, avec l'objectif de proposer :

- un volet ouvert à tous les utilisateurs leur permettant de consulter les informations selon plusieurs cas d'utilisation pertinents ;
- un volet ouvert à tous les utilisateurs leur permettant de renseigner leurs propres données, dans un objectif de base de données collaborative pour son enrichissement continu.

Sur le plan technique, il sera procédé à :

- une intégration plus explicite des projections climatiques de Météo-France,
- une finalisation de l'architecture de la base de données par la mise en place de tests de cohérence sur quelques cas d'utilisation de la base,
- un test de faisabilité d'utilisation du langage BPMN pour modéliser la partie « processus d'adaptation » du SMA (outil RISE ou équivalent),
- la définition d'un cahier des charges pour un développement logiciel permettant de développer une interface web de consultation et de modification en ligne de la base de données.

Tableau 14 – Zoom sur le projet Pré-SMA, projet de pré-maturation pour le transfert des résultats du projet AdaMont

I - CONCLUSION

L'objectif de ce rapport final était de présenter l'ensemble des travaux réalisés dans le cadre du projet ou en lien étroit avec lui. Les principaux éléments structurants et acquis du projet sont pour l'essentiel récapitulés dans le résumé.

Cet ensemble de travaux effectués est important, et peut paraître assez hétérogène. Cela provient du choix assumé de mettre en commun et en perspective les travaux menés par l'important collectif de recherche qui s'est mobilisé dans le projet, sans chercher à trop orienter ces travaux et les différentes initiatives de ce collectif, si tant est que ceux-ci restaient inscrits dans la vision méthodologique stabilisée au sein du groupe.

Une attention particulière a néanmoins été portée à appliquer ces travaux en fonction des enjeux et demandes émanant des territoires d'étude, dans un ensemble de focus thématiques et méthodologiques répartis sur les territoires. Les actions ont finalement beaucoup porté sur le massif et parc du Vercors, avec une approche plus incomplète sur les autres parcs. Dans le projet initial, il était effectivement prévu d'approfondir ce terrain du Vercors car très documenté, puis de travailler en conditions d'information plus dégradée dans les autres parcs.

De fait, les données scientifiques disponibles sur le Vercors bien que nombreuses restent encore insuffisantes à une approche ou une modélisation quantitative des impacts du changement climatique, en particulier dans un objectif d'approche intégrée. Il aurait certes été possible de modéliser une représentation très simplifiée du territoire par des démarches de type probabilistes ou multi-agents ; mais le besoin d'une première analyse globale du système s'est vite imposé, en particulier lors des phases de collecte et d'interprétation des données issues des ateliers de travail participatifs.

Le projet s'est donc focalisé sur un travail d'ingénierie des connaissances ainsi acquises pour essayer d'en tirer le meilleur parti. Une réflexion collective a été mise en place à ce sujet, et s'est orientée vers la stabilisation d'un cadre d'analyse systémique et d'un modèle conceptuel de données. L'appui des informaticiens a permis de construire ce modèle sur les bases habituelles de modélisation des systèmes d'information, permettant ainsi d'aboutir à un prototype de système d'information sur l'adaptation.

Deux autres axes de réflexion ont été engagés en parallèle à ce travail d'ingénierie et de modélisation des connaissances.

Le premier a porté sur la recherche de cadres et de méthodes pour rendre compte de l'adaptation : le choix a été rapidement fait de travailler avec une approche systémique de ces pratiques d'adaptation, afin de rendre compte, conformément aux attendus du projet, des interactions entre les pratiques d'adaptation des différentes parties intéressées des territoires. Avec l'appui d'un qualitatif et analyste, cette approche a été outillée par les approches processus préconisées dans les systèmes de management de la qualité, accompagnée d'outils d'analyse stratégique et d'analyse métier, d'ailleurs de plus en plus couramment utilisées dans les études pour l'adaptation dans les territoires. L'approche processus apporte une description en niveaux emboîtés et aux interfaces entre les différentes parties intéressées, qui peut aller jusqu'au niveau très fin de description des pratiques métiers de chacun.

Le second a porté sur une analyse de l'environnement politique de l'adaptation. Bien qu'un peu succincte, cette approche a conduit à définir un référentiel pour l'adaptation dans les territoires en bon alignement avec les principes des politiques d'adaptation et de développement durable.

Le travail de construction progressive qui s'est fait au croisement de ces approches en sciences de l'information, sciences du management et sciences politiques a débouché sur un cadre de modélisation intégrée centrée sur les processus et pratiques d'adaptation, interfacé avec les caractéristiques biophysiques du territoire.

Ce modèle de données, bien que qualitatif, permet de mettre en place d'une base de données physiques, qui a pu être renseignée de façon déjà assez complète pour le territoire du Vercors et qui a pu donner de premiers résultats de caractérisation et d'aide à la décision pour la spécification de l'adaptation à l'échelle d'un territoire de taille moyenne.

Les allers-retours avec les approches participatives menées dans le même temps ont été nombreux, ateliers et modélisation progressant dans le même temps par des apports réciproques de convergence progressive. Le référentiel du modèle a fourni les éléments de cadrage et d'interprétation des ateliers, et les ateliers ont fourni la matière à la définition du modèle et à l'implémentation de sa base de données.

La très grande majorité des données recueillies restent des données de savoir « profane », ou à dire d'expert, et n'ont pas de validité scientifique en tant que soi. Les données scientifiques existantes ou produites dans le projet, projections climatiques et premiers modèles d'impact, ont pu cependant être mobilisées pour soutenir la réflexion des ateliers. Scientifiques et experts ont aussi été associés aux ateliers et phases de consolidation et de validation de la connaissance.

Le modèle intégré a également été conçu pour pouvoir s'enrichir au fur et à mesure de l'augmentation de la connaissance sur les impacts du changement climatique et sur les pratiques d'adaptation possibles à mettre en œuvre. Le modèle et sa base de données constituent aussi un socle possible du développement de modélisation plus spécialisées telles que les modélisation probabilistes ou multi-agents envisagées à l'origine.

Des premières analyses de faisabilité ont également été conduites pour voir la possibilité d'associer des approches complémentaires au premier cadre d'analyse intégré mis en place. Les travaux réalisés restent encore très partiels, reposant eux-aussi largement sur les dires d'expert, mais ouvrent cependant différentes perspectives.

La description du territoire par le prisme des interactions entre société humaines et écosystèmes, ou socio-écosystèmes, offre des possibilités de travailler à une échelle spatiale fine prenant en compte les caractéristiques, qualités et sensibilités des écosystèmes ; la notion de bouquet de services écologiques fournit un indicateur global de l'ensemble des services offerts par ces écosystèmes. L'objectif du modèle mis en place dans AdaMont est d'arriver à terme à pouvoir raisonner les impacts du changement climatique et les adaptations à l'échelle de ces unités de services écologiques, puis de les consolider aux échelles de gestion des territoires.

La mobilisation d'approches d'aide à la décision pour l'adaptation a été amorcée sur le cas de la vulnérabilité des réseaux de transport, et les premiers résultats et échanges montrent qu'il existe un vaste champ de développement de ces approches en appui à l'adaptation, en articulation avec l'approche intégrée d'AdaMont.

L'ensemble méthodologique mis en place sur le territoire du Vercors a été conçu pour être suffisamment générique pour être applicable à d'autres territoires de montagne, voire d'autres territoires à enjeux tels que les territoires littoraux en élargissant le champ des enjeux et éléments territoriaux considérés. Cette transférabilité sur un des autres PNR des Préalpes va être testée dans les suites données au projet.

La démarche intégrée et les référentiels et outils associés ont été pour partie présentés et travaillés sur le terrain, provoquant à la fois un certain intérêt mais montrant également la difficulté d'appréhender un cadre méthodologique qui reste complexe, remettant en question leur réel potentiel d'application sur le terrain. En plus de la poursuite de la consolidation méthodologique de ce dernier, il faut donc également travailler à la transférabilité d'une telle approche, qui quoiqu'il en soit nécessite de s'appuyer sur des opérateurs intermédiaires ayant une certaine capacité d'ingénierie territoriale.

Dans le projet AdaMont, ce rôle d'intermédiaire a été rempli par les chargés de mission des Parcs naturels régionaux ainsi que par les chargés de projet, démontrant la nécessité absolue de ces animateurs et passeurs.

Le projet montre aussi le grand intérêt, voire la nécessité de travailler avec des approches participatives pour des sujets où la science peine à apporter des réponses. Il montre aussi la lourdeur de ces approches, tout autant en termes de temps à y consacrer, de logistique à mettre en œuvre, de communication à déployer pour maintenir un bon niveau d'information et de participation, et donc leur coût important en temps humain – même si l'on peut espérer avoir posé les bases d'une certaine capitalisation et d'un partage de l'expertise qui permette de petit à petit travailler plus vite et avec moins de moyens.

Enfin, le projet AdaMont a aussi permis de tester l'applicabilité de ce type de démarche participative et intégrée dans un collectif de recherche pluridisciplinaire. Pour reprendre l'analyse sociologique faite en miroir de ce projet, « il semble donc plus facile de développer des capacités d'apprentissage en collectif de gestionnaires ou en collectif hybride chercheurs/gestionnaires, qu'au sein d'un collectif de chercheurs, ce qui était d'ailleurs un des paris difficiles du projet ». Pari qui n'a donc été que partiellement réussi, mais peut-être aussi du fait du temps limité d'un tel projet, et des nombreuses forces voire contraintes externes qui traversent la recherche et qui ne lui laissent parfois guère le temps nécessaire à ces approches intégrées. Les effets leviers du projet restent cependant bien réels, avec des prolongements et des contributions à différentes initiatives et opportunités de recherche et d'appui à l'action publique, qui se concrétisent progressivement.

J - ANNEXES

J - 1 Sigles

AAP : Appel à Projets

ACC : Adaptation au changement climatique

AGEDEN : Association pour une gestion durable de l'Énergie

AMDEC : Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leurs Criticités

ARPEGE ALADIN, AR5, CMIP5, CORDEX, EUROCORDEX, SAFRAN : nom de modèles météorologiques

AURA-EE : Auvergne-Rhône-Alpes Energie Environnement

BPMN : Business Process Model and Notation

CC : changement climatique

CEN : Centre d'étude de la neige

CEREMA : Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement

CGET : Commissariat Général à l'Égalité des Territoires

CNRM : Centre national de recherches météorologiques

CPIE : Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement

EPCI : Etablissement public de coopération intercommunale

GICC : Gestion et Impact du Changement Climatique

GIEC : Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat

IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change

IPSL : Institut Pierre-Simon-Laplace

IRSTEA : Institut National de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement

ORECC : Observatoire Régional des effets du réchauffement climatique

ONERC : Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique

PCAET : Plan Climat Air-Énergie Territorial

PCET : Plan Climat Energie Territorial

PLU : Plan Local d'Urbanisme

PNACC : Plan National d'Adaptation au Changement Climatique

PNR : Parc Naturel Régional

RA : Rhône-Alpes

RUG : Région Urbaine Grenobloise

SCoT : Schéma de Cohérence Territorial

SIDDT : Système d'Information dédié aux territoires - Irstea

SMQ : Système de Management de la qualité

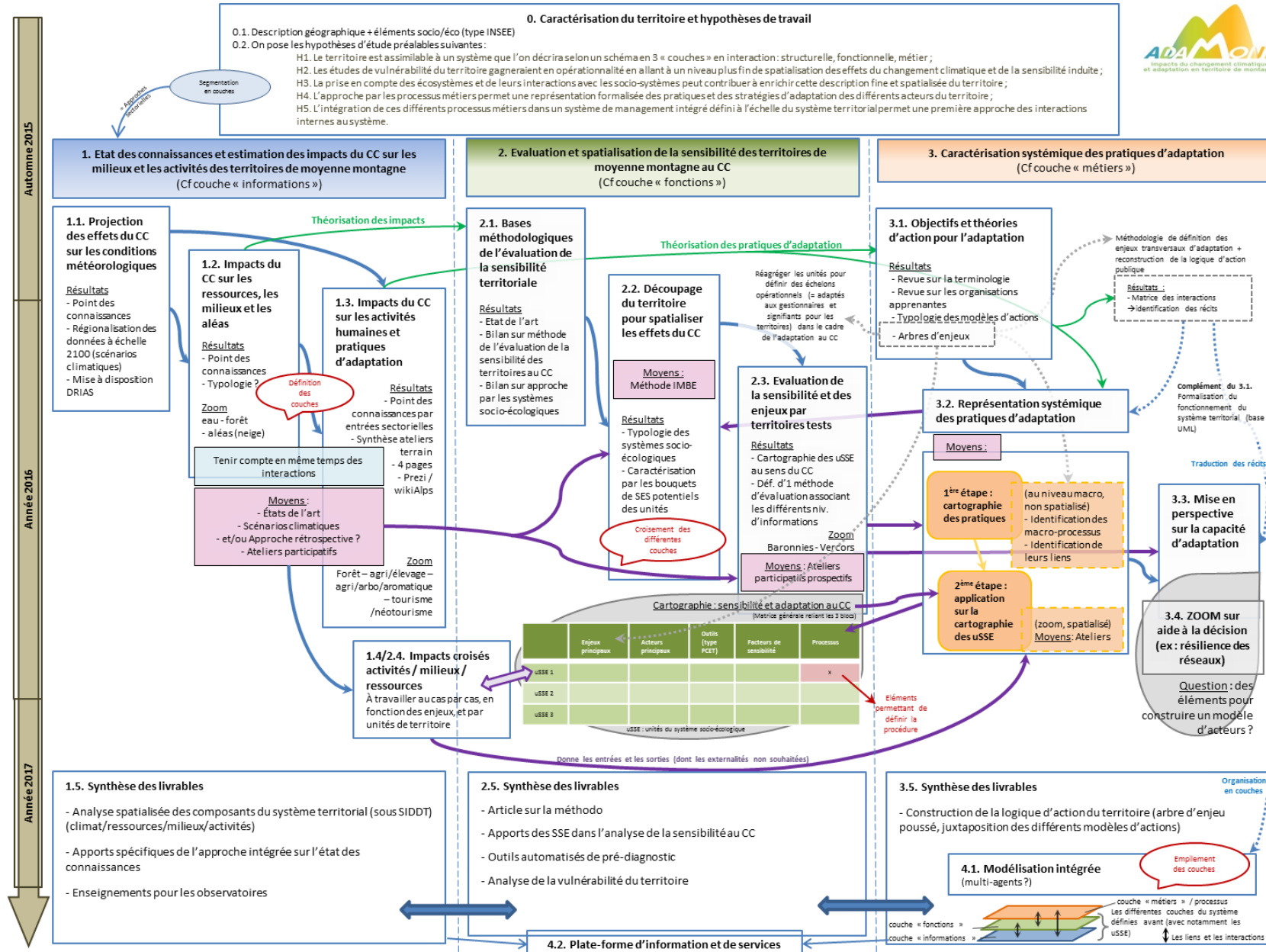
SRCAE : Schéma Régional Climat Air Energie

SWOT : Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats

TEPOS : Territoire à Energie Positive

UML : Unified Modifying Language

J - 2 Schéma méthodologique général



J - 3 Valorisations (publications et communications) et principaux livrables

J - 3.1 Articles scientifiques et techniques AdaMont

- Verfaillie, D., Déqué, M., Morin, S., and Lafaysse, M.: **The method ADAMONT v1.0 for statistical adjustment of climate projections applicable to energy balance land surface models**, Geosci. Model Dev., 10, 4257-4283, <https://doi.org/10.5194/gmd-10-4257-2017>, 2017
- Verfaillie, D., Lafaysse, M., Déqué, M., Eckert, N., Lejeune, Y., and Morin, S.: **Multi-component ensembles of future meteorological and natural snow conditions for 1500 m altitude in the Chartreuse mountain range, Northern French Alps**, The Cryosphere, 12, 1249-1271, <https://doi.org/10.5194/tc-12-1249-2018>, 2018.
- Nettier, B., Piazza-Morel, D. : **En montagne, éleveurs et bergers vivent déjà le changement climatique au quotidien. Le rôle des chercheurs dans l'accompagnement à l'adaptation au changement climatique**, The Conversation (média en ligne, <https://theconversation.com/fr>), article soumis et validé, en cours de publication, 2018, 5 pages.
- Loucougaray, G., Piazza-Morel, D. : **Le changement climatique, une opportunité pour l'agriculture de montagne ?** Cahier thématique montagne du GREC-PACA, article soumis, en cours de relecture, 2018, 2 pages.
- Evin G., Eckert N., Hingray B., Verfaillie D., Morin S., Lafaysse M., Blanchet J. : **Traiter l'incertitude des projections climatiques : l'exemple des conditions météorologiques et d'enneigement dans les Alpes françaises**. Article (version courte) soumis à la revue de foresterie suisse (RFS).

J - 3.2 Article scientifique en lien avec AdaMont

- Spiegelberger T., Bergeret A., Crouzat E., Tschanz L., Piazza-Morel D., Baud D., Lavorel S., Brun J-J. : **Analyse pluridisciplinaire d'une trajectoire territoriale par croisements des données socio-historiques et écosystémiques**. Article soumis à la Revue de Géographie Alpine, en cours de révision. (Valorisation du projet CHRONO-SE).

J - 3.3 Quelques articles prévus pour le numéro spécial de la [revue Sciences, Eaux et Territoires \(SET\)](#) dédiée au projet AdaMont

- Arlot, M-P., Piazza-Morel, D., Philippe, F., Jonas, E., Véron, F., George, E., Richard, D. : **Le contexte, les enjeux et les valeurs, au cœur de la démarche ADAMONT**. 2018.
- Piazza-Morel, D., Arlot, M-P., Philippe, F., Véron, F., Cosson, A., Jonas, E. : **La démarche participative mise en œuvre dans le cadre du projet ADAMONT**. 2018.
- Philippe, F., Vidaud, L., Jonas, E., Arlot, M-P., Piazza-Morel, Maldonado, E. Tacnet, J-M. : **Un modèle de données support de la démarche d'adaptation**. 2018.
- Labonne, S., Cordonnier, T., Kunstler, G., Fuhr, M. : **Forêts de montagne et changement climatique. Impacts et adaptation**. 2018, 10 pages.
- George, E., Achin, C., François, H., Spandre, P., Morin, S., Verfaillie, D. : **Synthèse sur état des connaissances impacts et adaptation CC pour les stations de montagne** (titre provisoire). 2018, 11 pages
- Jonas, E. **Une démarche qualité pour l'adaptation**. 2018.
- Lebel, T. **Synthèse sur état des connaissances impacts et adaptation CC pour la ressource en eau** (titre provisoire). Article prévu.
- Tschanz, L., Brun, J-J. : **Mise en prospective et Analyse de la vulnérabilité du territoire, selon une entrée spatialisée, thématique, en lien avec les services écosystémiques potentiels, méthode, résultats, enseignement**. Article en cours de rédaction, 2018.
- Belmont, L. **Intégrer les enjeux d'adaptation au changement climatique dans l'action des PNR**. Article prévu
- Chaix, C. **L'adaptation dans les documents de planification**. Article prévu
- Arlot, M-P., Morin, S. : **Services climatiques pour les territoires Contribution du projet AdaMont au développement de services climatiques - régionalisation des données climatiques en montagne**. 2018. Article prévu
- Evin G., Eckert N., Hingray B., Verfaillie D., Morin S., Lafaysse M., Blanchet J. : **Traiter l'incertitude des projections climatiques : l'exemple des conditions météorologiques et d'enneigement dans les Alpes françaises**. Article (version longue).

J - 3.4 Rapports de stage et de projet tuteuré

- ALPHE Danaé (2016). **La place du changement climatique dans les documents de planification** (mémoire de stage). Master 1 de l'IGA (Institut de Géographie Alpine), mention « Sciences du Territoire », spécialité STADE « Systèmes territoriaux, Aide à la Décision, Environnement ».
- DA COSTA Sophie (2016). **Évaluation du potentiel en services écosystémiques dans le Parc naturel régional du Vercors** (rapport intermédiaire de stage). Master 2 de l'IGA (Institut de Géographie Alpine), spécialité IDT « Ingénierie du Développement Territorial ».
- FORESTIER Elodie (2016), **Méthodologie pour l'analyse structurelle de réseaux de transport dans un contexte de risques naturels gravitaires en montagne - Caractérisation de leur vulnérabilité indirecte et de leur résilience**. Master 2 SIG et Gestion de l'espace. Université de Saint-Etienne. Rapport de stage, 142 pages.
- GAYRARD Jean-Loup (2017). : **Eau et changement climatique en moyenne montagne : valorisation d'une entrée scientifique transversale à l'adaptation des territoires**. Mémoire de stage M1 GEOIDES, UGA, 2017, 48 pages.
- GUITTON William (2016). **Mise en place d'un outil de diagnostic de l'exposition des alpages aux aléas climatiques**. Ecole National Supérieure des Sciences Agronomiques de Bordeaux Aquitaine. 2016, 111 pages.
- KNIPPING Solène (2016). **Do growth and survival of mountain tree seedlings match the adult distribution along a climatic gradient?** (mémoire de stage). Master 2 de l'ENS Lyon (Ecole Normale Supérieure de Lyon), spécialité BioSciences, 11 pages.
- TEISSIER Sophie (2016). **Impacts du changement climatique sur les pratiques agricoles de moyenne montagne et pistes d'adaptation : analyse et restitution des résultats d'un atelier de travail participatif dans le cadre du projet AdaMont** (mémoire de stage). Master 1 de l'UGA (Université Grenoble Alpes), spécialité BEE « Biodiversité – Ecologie – Environnement ». 20 pages
- FERRIER Margo, HASSOUNE Ange., SHELIKHOVSKA Maryna (2017). **Diagnostic socio-économique du Parc Naturel Régional du Vercors en fonction de sa vulnérabilité au changement climatique**. Master 1 Economie de l'Environnement, de l'Énergie et des Transports, Université Grenoble Alpes., 46 pages.

J - 3.5 Synthèses thématiques

- VERFAILLIE D. (Météo-France – CNRS, CNRM-GAME UMR 3589, Centre d'étude de la Neige (CEN), « **Descente d'échelle et correction de projections climatiques** ». Rapport d'avancement dans le cadre du projet AdaMont, Grenoble, 2016.
- VERFAILLIE D., LAFAYSSSE M., MORIN S., DEQUE M., ECKERT N. : « **Production et exploitation de projections climatiques pour les zones de montagne françaises** ». Rapport final des travaux réalisés dans le cadre du projet AdaMont, Grenoble 2018.
- LABONNE S., CORDONNIER T., KUNSTLER, G., FUHR, M. (IRSTEA). « **Forêts de montagne et changement climatique : impacts et adaptation des forêts de montagne** ». Synthèse bibliographique rédigée dans le cadre du projet AdaMont. 2017, 18 pages
- NETTIER B., « **Impact du changement climatique et adaptation des systèmes d'élevage de montagne** ». Synthèse bibliographique rédigée dans le cadre du projet AdaMont. 2017, 25 pages.
- FRANCOIS H., ACHIN C., GEORGE E. (IRSTEA, LESSEM, 2016). « **Quel aménagement touristique des territoires de montagne sous l'effet du changement climatique ?** ». Synthèse bibliographique rédigée dans le cadre du projet AdaMont. 16 pages
- GAYRARD J-L., PIAZZA-MOREL, D. : **L'abreuvement en zone de pâture**. Récit d'adaptation, 2017, 10 pages.
- GAYRARD J-L., PIAZZA-MOREL, D. . : **Adduction en eau potable, une ressource à préserver**. Récit d'adaptation, 2017, 13 pages.
- GAYRARD J-L., PIAZZA-MOREL, D. . : **Les enjeux de la production hydroélectrique dans un contexte de changement climatique**. Récit d'adaptation, 2017, 10 pages.
- GAYRARD J-L., PIAZZA-MOREL, D. : **Concilier tourisme hivernal et gestion de l'eau**. Récit d'adaptation, 2017, 12 pages.
- SIELENOU P., ECKERT N. et al. (IRSTEA, UR ETNA, 2016). « **A class-balanced random forest approach to predict snow avalanche occurrences with high accuracy : application to the 23 massifs of the French Alps** ».
- EVIN G., ECKERT N., HINGRAY B., VERFAILLIE D., MORIN S., LAFAYSSSE M., BLANCHET J. : **Traiter l'incertitude des projections climatiques : l'exemple des conditions météorologiques et d'enneigement dans les Alpes françaises**. 2018, 15 pages.

- PHILIPPE F., JONAS E., VIDAUD L., PIAZZA-MOREL D., ARLOT M-P., MALDONADO E., TACNET J-M., (IRSTEA) **Démarche de modélisation intégrée d'un système territorial de moyenne montagne, Rapport technique synthétique sur la modélisation UML.** 2017, 42 pages.
- JONAS Emmanuel (IRSTEA, 2016). « Modélisation intégrée et aide à la décision pour l'adaptation. Modélisation des processus d'adaptation à l'aide des outils et méthodes de l'analyse métier, de la gestion des risques et du management de la Qualité (référentiels ISO et langage BPMN) ». Rapport d'avancement dans le cadre du projet AdaMont.

J - 3.6 Notes de travail

- Cosson A. : **Note pour AdaMont, De l'organisation au territoire apprenant.** 2017. Irstea, 11 pages
- Cosson A. : **Note pour AdaMont, Décision et incertitude, une approche sociologique.** 2017. Irstea, 2 pages
- Tschanz L. : **Caractérisation de la sensibilité du territoire du Vercors au changement climatique.** Résultats du bloc Vulnérabilité. 2018.

J - 3.7 Ateliers thématiques participatifs : supports de présentation thématiques et restitution des résultats

• Forêt : atelier du 22 mars 2016 (Monestier-de-Clermont)

- Diaporama de présentation du thème : « Projet AdaMont - Atelier Forêt. Forêts de montagne et changement climatique : impacts et adaptation des forêts de montagne », Sophie LABONNE, Thomas CORDONNIER (Irstea Grenoble).
- Synthèse de l'atelier : Impacts observés du changement climatique sur les forêts du PNR du Vercors, Sophie LABONNE.
- Carte de répartition des essences forestières pour le PNR du Vercors et localisation des impacts observés dus au CC, Sophie LABONNE.

• Agriculture : atelier du 7 avril 2016 (Saint-André-en-Royans)

- Diaporama de présentation du thème : « Projet AdaMont - Atelier Agriculture. Impacts du changement climatique sur l'agriculture en montagne et adaptation », Baptiste NETTIER, Françoise ALAVOINE-MORNAS (Irstea Grenoble).
- Synthèse de l'atelier AdaMont agriculture du 7 avril 2016, Sophie TEISSIER, Félix PHILIPPE, Delphine PIAZZA-MOREL.
- Diagramme impacts / adaptations atelier agriculture AdaMont + notice, Sophie TEISSIER.

• Tourisme : atelier du 19 mai 2016 (Saint-Julien-en-Vercors)

- Diaporama de présentation du thème : « Projet AdaMont - Atelier tourisme. Impacts du changement climatique et adaptations », Emmanuelle GEORGE-MARCELPOIL, Hugues FRANCOIS, Coralie ACHIN, Samuel MORIN, Pierre SPANDRE (Irstea Grenoble et Météo-France).
- Synthèse de l'atelier AdaMont tourisme du 19 mai 2016, Coralie ACHIN, Félix PHILIPPE, Delphine PIAZZA-MOREL.

• Ressource en eau : atelier du 15 novembre 2016 (Lans-en-Vercors)

- Diaporama de présentation du thème : « Projet AdaMont - Atelier Eau. Incidence du Changement Climatique Global sur la gestion des ressources en eau. Cas des ressources en eau en contexte karstique », Didier GRAILLOT (Ecole National des Mines de St-Etienne).
- Synthèse de l'atelier sur la ressource en eau, Félix PHILIPPE, Delphine PIAZZA-MOREL.
- Schéma de synthèse positionnant les interactions liées à l'eau entre les différentes filières, Félix PHILIPPE, Delphine PIAZZA-MOREL, François VERON.

• Risques naturels et accessibilité : atelier du 24 mars 2017 (Lus-La-Croix-Haute).

- Diaporama de présentation du thème : « Projet AdaMont - Atelier Risques naturels. Impacts du changement climatique sur les risques naturels en montagne et adaptation », Benjamin EINHORN (Pôle Alpin des Risques Naturels, PARN), Didier RICHARD (Irstea Grenoble)
- Diaporama de présentation de l'analyse structurelle d'un réseau de transport, en lien avec la question de l'accessibilité, Elodie FORESTIER (Irstea Grenoble).

- Synthèse de l'atelier AdaMont risques naturels du 24 mars 2017, Félix PHILIPPE, Elodie FORESTIER, Delphine PIAZZA-MOREL, Marie-Pierre ARLOT.
- Carte des réseaux du Vercors en situation critique simulée, Elodie FORESTIER, Félix PHILIPPE.
- **Journée de restitution des ateliers, 22 septembre 2017 (Seyssins).**
- Diaporama de Restitution du cycle d'ateliers de travail participatifs. Résultats sectoriels et apports de la modélisation. Journée de restitution AdaMont, Seyssins, 22 septembre 2017, Félix PHILIPPE, Delphine PIAZZA-MOREL.

J - 3.8 Ateliers participatifs transversaux : supports de présentation thématiques et restitution des résultats

- **Identification fine des enjeux d'adaptation au CC (4 journées : PNR Vercors 05/06 et 15/12/2015 et PNR Chartreuse 21/07 et 12/12/2016)**
- Diaporama « Impacts du CC et adaptation – Séance de travail Vercors ». 15 décembre 2015. Delphine PIAZZA-MOREL
- Résultats des enjeux formulés et hiérarchisés pour l'adaptation au CC PNR du Vercors. Tableau de synthèse du 15 décembre 2015. Delphine PIAZZA-MOREL, François VERON, Marie-Pierre ARLOT
- Diaporama « Impacts du CC et adaptation – Séance de travail Chartreuse ». 12 décembre 2016. Delphine PIAZZA-MOREL
- Résultats des enjeux formulés et hiérarchisés pour l'adaptation au CC PNR de Chartreuse. Tableau de synthèse du 12 décembre 2016. Delphine PIAZZA-MOREL, François VERON, Félix PHILIPPE
- **Caractérisation des services écosystémiques (1 journée / Vercors 29/09/16)**
- Diaporama Atelier de restitution - Évaluation des services écosystémiques potentiels sur le territoire du Vercors. Lans-en-Vercors (PNRV) 29 septembre 2016. Léïta TSCHANZ, Sophie DA COSTA
Carte de répartition des bouquets de services.
- **Prospective (2 journées / Vercors 13/01/17 et 06/03/18)**
- Diaporama Atelier de réflexion collective sur l'avenir du territoire du Vercors du 13/01/2018
- Diaporama de présentation des résultats « Atelier de réflexion collective synthèse »
- **Management intégré (1 journée / 4 PNR / 22/09/17)**
- Atelier de travail inter-PNR (Bauges, Chartreuse, Baronnies Provençales et Vercors) – 22/09/2017, Seyssins, Delphine PIAZZA-MOREL, Marie-Pierre ARLOT, François VERON, Emmanuel JONAS, Jean-Marc TACNET

J - 3.9 Thèses mobilisées dans AdaMont

- **Baptiste Nettier.** Adaptation au changement climatique sur les alpages. Modéliser le système alpage-exploitations pour renouveler les cadres d'analyse de la gestion des alpages par les systèmes pastoraux. Agromonie, Irstea, 2016.
- **Pierre Spandre.** Observation et modélisation des interactions entre conditions d'enneigement et activité des stations de sports d'hiver dans les Alpes françaises. Sciences de la Terre. Université Grenoble Alpes, 2017.
- **Léïta Tschanz.** Les systèmes socio-écologiques : vers une approche globale de l'observation de la biodiversité et des services écosystémiques dans les territoires. Cas du PNR des Baronnies Provençales. Thèse en cours de rédaction, 2018.

J - 3.10 Documents pédagogiques

- **6 fiches synthétiques standardisées (format A4 recto-verso)**
- Labonne, S., Philippe, F. : **Changement climatique et forêts de montagne.** Fiche thématique, 2017, 2 pages.
- Nettier, B., Philippe, F. : **Changement climatique et élevage de montagne.** Fiche thématique, 2017, 2 pages.

- François, H, Philippe, F. Piazza-Morel, D. **Changement climatique et tourisme hivernal**. Fiche thématique, 2017, 2 pages.
- Gayrard, J-L., Philippe, F. : **Changement climatique et eau de montagne**. Fiche thématique, 2017, 2 pages.
- Gayrard, J-L., Philippe, F. : **Changement climatique et production hydroélectrique**. Fiche thématique, 2017, 2 pages.
- Philippe, F., Piazza-Morel, D. : **Changement climatique et risques naturels**. Fiche thématique, 2017, 2 pages.
- **Supports tous publics (jeux, livrets, cartes postales, posters...)**
 - **Jeu « Question pour un Champion »** (liste de questions spécifiques Montagne et changement climatique)
 - **Jeu « Qui est-ce ? »** (4 plateaux de jeu sur des plantes, des arbres, des oiseaux et des hommes en montagne)
 - **Livret pédagogique « Et Demain ? »** (livret documentaire accompagnant le jeu « Qui est-ce ? » et compilant toutes les informations liées au CC sur les espèces et les activités présentées)
 - **Livret pédagogique « Qu'est-ce qui change ? »** (38 idées reçues sur le changement climatique en montagne / première diffusion à l'occasion de la Fête de la Science 2017)
 - **Cartes postales** (6 modèles différents, illustration d'espèces emblématiques des milieux naturels de montagne et d'activités humaines avec au verso un petit texte sur les effets du CC et les interactions entre activités et biodiversité à l'échelle du territoire)
 - **Posters** (poster de présentation du projet, poster de présentation des espèces du jeu « Qui est-ce ? », poster des connaissances sectorielles ...)
 - **Livret technique Modélisation, impacts et adaptations** (récapitule la démarche de modélisation de manière simplifiée et les impacts/adaptations par secteur). Ce livret est une version imprimée d'une présentation en ligne PREZI
 - **PREZI Impacts, adaptations et interactions au CC en montagne** (https://prezi.com/rqnc-gx8_sdu/impacts-adaptations-et-interactions/)
 - **Jeu Geocaching** (une quinzaine de cachettes réparties sur un circuit ou ponctuellement, sur le territoire du Parc du Vercors, à des endroits sensibles ou impactés par le CC. A chaque cachette correspond une thématique et pour chacune, sur le site internet Geocaching.com, se trouve une fiche ludique présentant une information sur le CC)

J - 3.11 Evénements

- **Journée de lancement AdaMont, Lans-en-Vercors, 22 juin 2015 : réalisation d'une présentation collective Prezi**
https://prezi.com/daslzrz7bgni/regards-croises-entre-science-et-terrain-sur-la-moyenne-montagne-pour-approcher-les-impacts-du-changement-climatique-projet-gicc-adamont/?utm_campaign=share&utm_medium=copy
- **Événements de clôture au Festival International du Film de Montagne d'Autrans 7 et 8 décembre 2017**
 - **restitution technique**
 - **soirée grand-public**
 - **temps scolaire et grand public**
- ➔ Évènement en partie filmé : vidéo de 11 minutes dédiée au projet https://www.vercors-tv.com/Quand-le-climat-fait-loi_v1144.html. Extrait de 6 mn.

J - 3.12 Séminaires

- **Séminaire scientifique à Irstea Grenoble 23 janvier 2018**

· Séminaire final à Paris au Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire 27 mars 2018

- ➔ A l'occasion de ces différentes journées, les chercheurs et les ingénieurs du projet se sont mobilisés afin de présenter l'ensemble des résultats du projet. Ainsi, il y a eu plusieurs présentations, tant sur les aspects sectoriels que sur les aspects méthodologiques.
- ➔ Toutes ces présentations sont sur la [page web du projet](#)
- ➔ On y trouve également la présentation [prezi](#)

J - 3.13 Autres communications (hors séminaires de travail, présentations au sein des PNR et évènements participatifs AdaMont)

- Verfaillie, D., Déqué, M., Morin, S. et Lafaysse, M. : Descente d'échelle et correction de projections climatiques – application aux conditions d'enneigement dans les Alpes françaises. Journées R&D 2016 de Météo-France, Toulouse, 15 juin 2016.
- Verfaillie, D., Déqué, M., Morin, S. et Lafaysse, M. : A downscaling and bias-correction approach for climate projections of snow conditions in mountain regions using energy balance land surface models. Conférence ICRC-CORDEX Stockholm 2016, Stockholm, mai 2016.
- Verfaillie, D., Déqué, M., Morin, S. et Lafaysse, M. : Descente d'échelle et correction de projections climatiques – application aux conditions d'enneigement dans les Alpes françaises. Journées Glaciologie-Nivologie-Hydrologie de Montagne de la SHF, Grenoble, 8-9 mars 2016.
- Eckert, N., Achin, C., François, H., George-Marcelpoil, E., Spandre, P., Lafaysse, M., Verfaillie, D., Morin, S., Giacoma, F., Martin, B. : Un tour d'horizon rapide et incomplet des enjeux du dérèglement climatique pour les massifs français de haute et de moyenne montagne (Alpes et massif vosgien), avec un focus sur la saison hivernale. Séminaire Coordination Montagne & Comité Technique du Contrat de Destination Massif des Vosges, Xonrupt-Longemer, 4 mars 2016.
- Verfaillie, D., Spandre, P. et Morin, S. : L'avenir du tourisme lié à la neige. Journée de formation Rectorat / COP21-UGA « Autour du 2°C », Grenoble, 15 octobre 2015.
- Déqué, M., Castebrunet, H., Durand, Y., Eckert, N., François, H., George-Marcelpoil, E., Giraud, G., Hingray, B., Lafaysse, M., Martin, E., Morin, S., Rousselot, M., Spandre, P. et Verfaillie, D. : Past and future changes in seasonal snow in the French Alps : implications for water resources, mountain tourism and avalanche hazard. Conférence Our Common Future Under Climate Change, Paris, juillet 2015.
- ARLLOT, M-P. : Table ronde « Gestion de l'eau : interaction entre les différents acteurs du domaine de l'eau » séminaire de restitution APR 2012 du GICC, lundi 19 septembre 2016, Paris.
- PIAZZA-MOREL, D. : Projet GICC AdaMont. Impacts du changement climatique et adaptation en territoire de montagne, présentation lors d'un atelier de travail de l'UICN, « La gestion adaptative », 22 septembre 2016, Paris.
- PIAZZA-MOREL, D. : AdaMont, Poster et présentation grand public, journée des 50 ans d'Irstea, 28 septembre 2016, Grenoble.
- Equipe projet : AdaMont, Poster et présentation grand public, Fête de la Science, 13/14/15 octobre 2016, Grenoble.
- Equipe projet : AdaMont, Poster et présentation grand public, Fête de la Science, Thème « les idées reçues sur le CC en montagne » 12/13/14 octobre 2017, Grenoble.
- MORIN S., Lafaysse M., Verfaillie, D., Spandre, P., George-Marcelpoil, E., François, H., G : « Doit-on parler de la fin de la neige ? ou de changement climatique ? », Journée d'étude de la Société d'Etudes des Hautes-Alpes ayant pour thème « Quel avenir pour nos montagnes », 5 novembre 2016, Embrun.
- PIAZZA-MOREL, D. : Projet GICC AdaMont. Impacts du changement climatique et adaptation en territoire de montagne, Focus sur les données. Présentation lors d'une journée Clima DataLab organisée par Envirhonalp-Ouranos le 5 décembre 2016, Grenoble.
- ARLLOT, M-P. : Accompagnement des territoires dans un contexte de changement global. Quelles pratiques et points de vigilance pour l'adaptation au CC et conserver l'attractivité des territoires ? Journée du Club ViTECC (Villes, Territoires, Energie et Changement Climatique du 4 avril 2017, Paris.
- Morin S., Spandre, George-Marcelpoil, François, Verfaillie, Lafaysse, Déqué, Eckert: Impacts physiques du changement climatique sur le tourisme hivernal en montagne, journée du Club ViTECC (Villes, Territoires, Energie et Changement Climatique du 4 avril 2017, Paris.

- Labonne S., Cordonnier T. : « Présentation d'AdaMont et focus sur impacts et adaptation pour forêts de montagne », Séminaire de lancement de la stratégie forestière inter-TEPOS autour de Grenoble, 12 avril 2017, Crolles.
- PIAZZA-MOREL, D.: Projet GICC AdaMont. Impacts du changement climatique et adaptation en territoire de montagne, Colloque sur adaptation au changement climatique des territoires, 21 avril 2018, Barcelonnette.
- FRANCOIS, H. : Modélisation numérique de l'enneigement des domaines skiables. Un outil au service de l'aménagement du territoire dans une perspective de changement climatique, Colloque sur adaptation au changement climatique des territoires, 21 avril 2018, Barcelonnette.
- PIAZZA-MOREL, D.: Projet GICC AdaMont. Impacts du changement climatique et adaptation en territoire de montagne. Séminaire de l'encadrement « Changement climatique, réfléchissons ensemble ! » de la DDT de l'Isère, le 20 octobre 2017, Grenoble.
- JEANJEAN E. (PNRV) : Projet GICC AdaMont. Impacts du changement climatique et adaptation en territoire de montagne. Séminaire PCAET à la préfecture à Grenoble, vendredi 24 novembre 2017, Grenoble.
- MORIN S., Spandre, George-Marcelpoil, François, Verfaillie, Lafaysse, Déqué, Eckert: Impacts physiques du changement climatique sur le tourisme hivernal en montagne, CCI de Grenoble, Atelier conférence du club euro alpin sur le thème de l'anticipation et la prévention des risques liés au manque de neige en stations, 17 janvier 2018, Grenoble.

J - 3.14 Contribution à des journées de formation

- NETTIER Baptiste, CORDONNIER Thomas. Journée de formation des professionnels de la montagne au CC. Organisée le 08/11/2016 par le PNRV / Association Educ'Alpes / CPIE Vercors / Observatoire savoyard du CC.
- PIAZZA-MOREL Delphine. Journées de formation des enseignants du secondaire de l'Académie de Créteil à la compréhension du changement global. Mars 2017 et mars 2018, Paris.
- ACHIN Coralie, FRANCOIS Hugues, SPANDRE, Pierre, PIAZZA-MOREL Delphine, VERFAILLIE Déborah. Organisation d'un atelier Irstea/Météo-France sur « Baisse de l'enneigement et adaptation du tourisme de montagne » lors de l'école d'été « Autour du 2°C » organisé le 14 juin 2017 à Autrans.
- PHILIPPE Félix. Sortie pédagogique en accompagnement d'un groupe de collégiens du collège de Romans-sur-Isère, sur la sensibilisation scientifique au changement climatique », 14 novembre 2017, Vercors.
- FRANCOIS Hugues, PIAZZA-MOREL Delphine. Formation pour les territoires en charge de l'élaboration des PCAET organisée par AU-RAEE et AGEDEN. Contribution sur la connaissance des effets du CC et le travail en participatif. 14 novembre 2017, Lyon.

J - 3.15 Communications sur divers médias

Données météo produites dans AdaMont

- Clip vidéo « Climat : quel futur si nous ne faisons rien » produit par la direction de la communication de Météo-France à l'occasion de la COP21.
- Petit déjeuner de presse Météo-France organisé en février 2016 : articles de presse dans des médias nationaux (La Croix, le Figaro, Le Monde etc.).
- **AdaMont / PNRV / Ateliers participatifs**
- Presse écrite régionale (Agriculture Drômoise, Dauphiné Libéré, numéro spécial Alpes Loisirs avec un dossier sur le projet AdaMont et le Vercors sentinelle du changement (10p), Drôme Hebdo, Terre Dauphinoise, Eco des Pays de Savoie, La Provence, etc.).
- Radio et TV locales (France 3 Rhône-Alpes).
- Exposition d'un mini poster à Science Po Grenoble.
- **AdaMont / PNRV / Evènements de clôture dans le cadre du FIFMA**
- Presse écrite régionale (Articles Dauphiné Libéré)
- Vidéo VercorsTV https://www.vercors-tv.com/Quand-le-climat-fait-loi_v1144.html

- **AdaMont / Fête de la Science**

- 2 articles parus dans Echosciences : <https://www.echosciences-grenoble.fr/articles/38-idees-recues-sur-le-changement-climatique> et <https://www.echosciences-grenoble.fr/articles/changement-climatique-montagne>

- **Projet AdaMont / Prospective**

- Un article paru dans le [magazine de la fédération des Parcs, à l'occasion de ses 50 ans](#). Le programme AdaMont a été retenu pour la rubrique "Territoires vivants" pour montrer qu'elles auront été les conséquences de la prospective menée et les bénéfices de l'anticipation. Sortie le 29/09/17.
- Articles pour des médias web L'imprevu, MontagneNews, ...

J - 3.16 Divers

- Projet AdaMont. Glossaire – Bases de vocabulaire commun sur le changement climatique et la modélisation (septembre 2015).
- Fiche initiative du projet AdaMont. Décembre 2017. 6 pages. Fiche mise en ligne sur le site partenaire de [l'ORECC](#)
- Plaquette de présentation du projet - Projet GICC AdaMont. Impacts du changement climatique et adaptation en territoire de montagne 2015-2017

J - 4 Bibliographie

Extraits de la bibliographie du projet

J - 4.1 Bibliographie générale

- Adger W.N., N.W. Arnell and E.L. Tompkins, 2005, Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environ. Chang.*, 15, 77-86.
- Bergeret A., George-Marcelpoil E., Delannoy J-J., Piazza-Morel D. 2015, L'outil-frise : une expérimentation interdisciplinaire : Comment représenter des processus de changements en territoires de montagne ? *Les Carnets du Labex ITEM*, 180 pages.
- Berkes F., Colding, J., & Folke, C. (Eds.), 2002, *Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change*. Cambridge University Press.
- Gallopin G.C., 2006, Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity, *Global Environmental Change*, 16 (2006) 293–303.
- HYCCARE, 2016, Rapport final du projet HYCCARE Bourgogne (HYdrologie, Changement Climatique, Adaptation, Ressource en Eau en Bourgogne). Alterre Borgogne, Programme GICC 2012, date de diffusion avril 2016.
- IPCC/GIEC, 2014, Changements climatiques 2014 : Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Sous la direction de l'équipe de rédaction principale, R.K. Pachauri et L.A. Meyer]. GIEC, Genève, Suisse, 161 p.
- IPCC/GIEC, Bilan 2001 de l'évolution du climat : Incidences, adaptation et vulnérabilité – Contribution du Groupe de travail II au Troisième Rapport d'évaluation du GIEC 2001.
- IPCC/GIEC, Bilan 2007 des changements climatiques : Impacts, adaptation et vulnérabilité.
- Magnan A., 2009, Proposition d'une trame de recherche pour appréhender la capacité d'adaptation au changement climatique, *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Vol. 9 Numéro 3.
- *EcoPolis* n°5, éd. Presses Interuniversitaires européennes, Bruxelles, 2005.
- Morley C., Hugues J., Leblanc B., 2002, UML pour l'analyse d'un système d'information – Le cahier des charges du maître d'ouvrage, Éditions Dunod, 232 pages.
- Observatoire savoyard du changement climatique, Dossier Adaptation et Atténuation, N°1, Juillet 2010
- ONERC, 2007, Stratégie Nationale d'adaptation au changement climatique, La documentation française, 95 pages.
- Perthuis C., Hallegatte S., Lecocq F., 2010, *Economie de l'adaptation au changement climatique*, 90 pages.
- Richard, D., George-Marcelpoil, E., & Boudier, V. (2010). Changement climatique et développement des territoires de montagne : quelles connaissances pour quelles pistes d'action ? *Revue de géographie alpine/Journal of Alpine Research*, (98-4).

- Piaaza-Moral D., Arlot M-P. Rapport intermédiaire du projet AdaMont (Impacts du changement climatique et adaptation en territoire de montagne), Programme GICC 2014, juin 2016.
- Steffen W.L., A. Sanderson, P.D. Tyson, J. Jäger, P.A. Matson, et al., 2004, *Global Change and the Earth System: A Planet Under Pressure*. Springer-Verlag, New York.
- Strasser, U., Vilsmaier, U., Prettenhaler, F., Marke, T., Steiger, R., Damm, A. et al. (2014). Coupled component modelling for inter- and transdisciplinary climate change impact research: Dimensions of integration and examples of interface design. *Environmental Modelling & Software*, 60, 180–187.
- Turner B. L., Kaspersen, R. E., Matson, P. A., McCarthy, J. J., Corell, R. W., Christensen, L. & Polsky, C., 2003, A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the national academy of sciences*, 100(14), 8074-8079.

J - 4.2 Bibliographie Projet Géocaching

- Cardwell, M., 2013. Hide and go geocaching: Technology and history intersect for students at CIM's Harricana Branch event. *CIM Mag.* 8, 70–71.
- Clough, G., 2010. Geolearners: Location-based informal learning with mobile and social technologies. *IEEE Trans. Learn. Technol.* 3, 33–44. doi:10.1109/TLT.2009.39
- Dobremez, L., Nettier, B., Legeard, J.-P., Caraguel, B., Garde, L., Vieux, S., Lavorel, S., Della-Vedova, M., 2014. Les alpages sentinelles. Un dispositif original pour une nouvelle forme de gouvernance partagée face aux enjeux climatiques. *J. Alp. Res. Rev. Géographie Alp.* 102.
- Dunlap, M.A., Tang, A.H.T., Greenberg, S., 2015. Applying geocaching principles to site-based citizen science and eliciting reactions via a technology probe.
- Ihamäki, P., 2015. Design "the pori hidden beauties geocaching series": Computer-supported collaborative web-based learning and sharing experiences. *Int. J. Web Based Communities* 11, 131–151. doi:10.1504/IJWBC.2015.068538
- Ihamäki, P., 2014. The potential of treasure hunt games to generate positive emotions in learners: Experiencing local geography and history using GPS devices. *Int. J. Technol. Enhanc. Learn.* 6, 5–20. doi:10.1504/IJTEL.2014.060025
- Ihamäki, P., 2012. Geocachers: The creative tourism experience. *J. Hosp. Tour. Technol.* 3, 152–175. doi:10.1108/17579881211264468
- Lisenbee, P., Hallman, C., Landry, D., 2015. Geocaching is Catching Students' Attention in the Classroom. *Geogr. Teach.* 12, 7–16. doi:10.1080/19338341.2014.975147
- March, K.A., 2012. Backyard botany: Using GPS technology in the science classroom. *Am. Biol. Teach.* 74, 172–177. doi:10.1525/abt.2012.74.3.8
- Nettier, B., Dobremez, L., Coussy, J.-L., Romagny, T., 2010. Attitudes des élèves et sensibilité des systèmes d'élevage face aux sécheresses dans les Alpes françaises. *Rev. Géographie Alpine Journal Alp. Res.* 98. doi:10.4000/rga.1294
- Nettier, B., Dobremez, L., Lamarque, P., Eveilleau, C., Quétier, F., Véron, F., Lavorel, S., 2012. How would farmers in the French Alps adapt their systems to different drought and socio-economic context scenarios?, in: *Producing and Reproducing Farming Systems. New Modes of Organisation for Sustainable Food Systems of Tomorrow*. Presented at the 10th International Farming Systems Association Symposium, Aarhus, DK.
- Nettier, B., Dobremez, L., Talichet, M., Romagny, T., Le Pottier, V., 2011. Managing the summer alpine pastures in a context of recurrent droughts, in: *16th European Grassland Federation Symposium 2011 Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions, Grassland Science in Europe*. Pötsch E.M., Krautzer B., Hopkins A., Raumberg-Gumpenstein, Irdning, Austria, pp. 61–63.
- Spandre P., François H., Morin S., George-Marcelpoil E., 2015, "Dynamique de la neige de culture dans les Alpes Françaises : Contexte climatique et état des lieux ", *Journal of Alpine Research | Revue de Géographie Alpine*, vol. 103, n° 2, <https://rga.revues.org/2840>.
- Spencer, A., 2014. Hide-and-seek in Macquarie University Library: geocaching as an educational and outreach tool.

J - 4.3 Bibliographie Descente d'échelle des scénarios climatiques et modèles d'impact

- Addor, N., Rohrer, M., Furrer, R., and Seibert, J.: Propagation of biases in climate models from the synoptic to the regional scale: Implications for bias adjustment, *J. Geophys. Res. - Atmos.*, 121, 2075–2089, doi:10.1002/2015JD024040, 2016.
- Beniston M., Farinotti D., Stoffel M., Andreassen L. M., Coppola E., Eckert N., Fantini A., Giacona F., Hauck C., Huss M., Hurlwald, M., Lehning, J.-I. Lopez-Moreno, J. Magnusson, C. Marty, E. Moran-Tejeda, S. Morin, M. Naaim, A. Provenzale, A. Rabatel, D., Stotter J., Strasser U., Terzago S. et Vincent C.: The European mountain cryosphere : a review of its current state,

trends, and future challenges. *The Cryosphere*, 12(2):759–794, mars 2018. ISSN 1994-0424. URL <https://www.the-cryosphere.net/12/759/2018/>.

- Castebrunet, H., Eckert, N., Giraud, G., Durand, Y., and Morin, S.: Projected changes of snow conditions and avalanche activity in a warming climate: the French Alps over the 2020-2050 and 2070-2100 periods, *The Cryosphere*, 8, 1673–1697, doi:10.5194/tc-8-1673-2014, 2014.
- Déqué, M. and Somot, S.: Analysis of heavy precipitation for France using high resolution ALADIN RCM simulations, *Időjárás Quaterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, 112, 179–190, 2008.
- Déqué, M.: Frequency of precipitation and temperature extremes over France in an anthropogenic scenario: Model results and statistical correction according to observed values, *Global Planet. Change*, 57, 16–26, doi:10.1016/j.gloplacha.2006.11.030, 2007.
- Driouech, F., Déqué, M., and Mokssit, A.: Numerical simulation of the probability distribution function of precipitation over Morocco, *Clim. Dynam.*, 32, 1055–1063, doi:10.1007/s00382-008-0430-6, 2009.
- Evin, G., Eckert, N., Hingray, B., Verfaillie, D., Morin, S., Lafaysse, M., Blanchet, J. : Traiter l'incertitude des projections climatiques : l'exemple des conditions météorologique et d'enneigement dans les Alpes françaises. *Revue de Foresterie Suisse*, article soumis. 2018.
- François, H., Morin, S., Lafaysse, M., and George-Marcelpoil, E.: Crossing numerical simulations of snow conditions with a spatially-resolved socio-economic database of ski resorts: A proof of concept in the French Alps, *Cold Regions Science and Technology*, 108, 98–112, doi:10.1016/j.coldregions.2014.08.005, 2014.
- Gobiet, A., Suklitsch, M., and Heinrich, G.: The effect of empirical-statistical correction of intensity-dependent model errors on the temperature climate change signal, *Hydrol. Earth Syst. Sc.*, 19, 4055–4066, doi:10.5194/hess-19-4055-2015, 2015.
- Hingray B. et Said M.: Partitioning Internal Variability and Model Uncertainty Components in a Multimember Multimodel Ensemble of Climate Projections. *Journal of Climate*, 27(17):6779–6798, juin 2014. ISSN 0894-8755. URL <http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/JCLI-D-13-00629.1>.
- IPCC : Climate Change 2014 : Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.), IPCC, Geneva, Switzerland, 2014. 151pp.
- Jacob D., Petersen J, Eggert B, Alias A, Bøssing Christensen O, Bouwer L, Braun A, Colette A, Déqué M., Georgievski G., Georgopoulou E., Gobiet A., Menut L., Nikulin G., Haensler A., Hempelmann N., Jones C., Keuler K., Kovats S., Kroner N., Kotlarski S., Kriegsmann A., Martin E., van Meijgaard E., Moseley C., Pfeifer S., Preuschmann S., Radermacher C., Radtke K., Rechid D., Rounsevell M., Samuelsson P., Somot S., Soussana J-F., Teichmann C., Valentini R., Vautard R., Weber B. et Yiou P.: EURO-CORDEX : new high-resolution climate change projections for European impact research. *Regional Environmental Change*, 14(2):563–578, avril 2014. ISSN 1436-3798, 1436-378X. URL <https://link.springer.com/article/10.1007/s10113-013-0499-2>.
- Kotlarski, S., Bosshard, T., Lüthi, D., Pall, P., and Schär, C.: Elevation gradients of European climate change in the regional climate model COSMO-CLM, *Climatic change*, 112, 189–215, doi:10.1007/s10584-011-0195-5, 2012.
- Kotlarski, S., Keuler, K., Christensen, O. B., Colette, A., Déqué, M., Gobiet, A., Goergen, K., Jacob, D., Lüthi, D., van Meijgaard, E., G. Nikulin, G., Schär, C., Teichmann, C., Vautard, R., Warrach-Sagi, K., and Wulfmeyer, V.: Regional climate modeling on European scales: a joint standard evaluation of the EURO-CORDEX RCM ensemble, *Geosci. Model Dev.*, 7, 1297–1333, doi:10.5194/gmd-7-1297-2014, 2014.
- Lafaysse M., Cluzet B., Dumont M., Lejeune Y., Vionnet V. et Morin S.: A multiphysical ensemble system of numerical snow modeling. *The Cryosphere*, 11(3):1173–1198, mai 2017. ISSN 1994-0424. URL <https://www.the-cryosphere.net/11/1173/2017/>.
- Maraun, D.: Bias correction, quantile mapping, and downscaling: Revisiting the inflation issue, *J. Climate*, 26, 2137–2143, doi:10.1175/JCLI-D-12-00821.1, 2013.
- Maurer, E. P. and Pierce, D. W.: Bias correction can modify climate model simulated precipitation changes without adverse effect on the ensemble mean, *Hydrol. Earth Syst. Sc.*, 18, 915–925, doi:10.5194/hess-18-915-2014, 2014.
- Michelangeli, P.-A., Vautard, R., and Legras, B.: Weather regimes: Recurrence and quasi stationarity, *J. Atmos. Sci.*, 52, 1237–1256, doi:http://dx.doi.org/10.1175/1520-0469(1995)052<1237:WRRQAQ>2.0.CO;2, 1995.
- Spandre, P., Morin, S., Lafaysse, M., George-Marcelpoil, E., François, H., and Lejeune, Y.: Integration of snow management in a detailed snowpack model, *Cold Regions Science and Technology*, doi:10.1016/j.coldregions.2016.01.002, 2016.
- Themeßl, M. J., Gobiet, A., and Leuprecht, A.: Empirical-statistical downscaling and error correction of daily precipitation from regional climate models, *Int. J. Climatol.*, 31, 1530–1544, doi:10.1002/joc.2168, 2011.

- Verfaillie, D., Déqué, M., Morin, S., and Lafaysse, M.: The method ADAMONT v1.0 for statistical adjustment of climate projections applicable to energy balance land surface models, *Geosci. Model Dev.*, 10, 4257-4283, <https://doi.org/10.5194/gmd-10-4257-2017>, 2017.
- Verfaillie, D., Lafaysse, M., Déqué, M., Eckert, N., Lejeune, Y., and Morin, S.: Multi-component ensembles of future meteorological and natural snow conditions for 1500 m altitude in the Chartreuse mountain range, Northern French Alps, *The Cryosphere*, 12, 1249-1271, <https://doi.org/10.5194/tc-12-1249-2018>, 2018.
- Vidal J.-P., Hingray B., Magand C., Sauquet E. et Ducharme A.: Hierarchy of climate and hydrological uncertainties in transient low-flow projections. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 20(9):3651–3672, septembre 2016. ISSN 1607-7938. URL <https://www.hydrol-earth-syst-sci.net/20/>

J - 4.4 Bibliographie Forêt

- AdaMont (2015-2017), Impacts du changement climatique et adaptation en territoire de moyenne montagne. Plan national d'adaptation au changement climatique, projet en cours, Irstea Grenoble/Météo-France/PNR du Vercors (2015-2017).
- Ademe Bourgogne et Alterre Bourgogne (2012), Adaptation au changement climatique en Bourgogne : contribution à l'élaboration des stratégies régionales et territoriales. Projet régional 2010-2012, 26p.
- AFORCE RMT (2017), Forêt et changement climatique : initiatives d'adaptation et nouvelles pratiques de gestion, atelier international, Nancy 8-9 mars 2017.
- Berger F. (2015), Vers des forêts de montagne de plus en plus protectrices. *Changement climatique, changement global : 55 résultats de recherche au service des territoires*, Irstea, p.65.
- Bertrand R., Lenoir J., Piedallu C., Riofrio-Dillon G., de Ruffray P., Vidal C., Pierrat J.C., Gégout J.C. (2011), Changes in plant community composition lag behind climate warming in lowland forests. *Nature*, 479, 517-520.
- Cheaib A., Badeau V., Boe J., Chuine I., Delire C., Dufrêne E., François C., Gritti E.S., Legay M., Pagé C., Thuiller W., Viovy N., Leadley P. (2012), Climate change impacts on tree ranges : model intercomparaison facilitates understanding and quantification of uncertainty, *Ecology letters*, 15, 533-544.
- Clark J.S., Beckage B., Camill P., Cleveland B., HilleRisLambers J., Lichten J., McLachlan J., Mohan J., Wyckoff P. (1999), Interpreting recruitment limitation in forests. *American Journal of Botany*, 86, 1-16.
- Cordonnier T. et Gosselin F. (2013) La gestion adaptative peut-elle nous aider dans l'adaptation des forêts au changement climatique ? *Académie d'Agriculture de France*, séance du 9 octobre.
- Courbaud B., Kunstler G., Morin X., Cordonnier T. (2010), Quel futur pour les services écosystémiques de la forêt alpine dans un contexte de changement climatique ? *Revue de géographie alpine*, 98-4, 11p.
- Csilléry K., Kunstler G., Courbaud B., Allard D., Lassègues P., Haslinger K., Gardiner B. (2017), Coupled effects of wind-storms and drought on tree mortality across 115 forest stands from the Western Alps and the Jura mountains. *Global Change Biology*, 1-16.
- Curt T. (2015), Vers des incendies moins destructeurs ? *Changement climatique, changement global: 55 résultats de recherche au service des territoires*, Irstea, 68-69.
- Defossez E., Courbaud B., Lasbouygues O., Schiffers K., Kunstler G. (2016). Are variations of direct and indirect plant interactions along a climatic gradient dependent on species' strategies? An experiment on tree seedlings. *Oikos*, 125, 708-717.
- Dhôte J.F. (2014), Quels investissements, pour quelles forêts publiques demain ? *Colloque ONF des 11-12 juin 2014 à Velaine, ONF, RDV techniques*, n°45-46, 112-114.
- Didion et al (2011) Ungulate herbivory modifies the effects of climate change on mountain forests. *Climatic Change*, 109, 647–669.
- Dupire S., Curt T., Bigot S. (2017), Spatio-temporal trends in fire weather in the French alps. *Science of the Total Environment*, 595, 801-817.
- Dupouey J.L., Pignard G., Badeau V., Thimonier A., Dhôte J.F., Nepveu G., Bergès L., Augusto L., Belkacem S., Nys C. (2000), Stocks et flux de carbone dans les forêts françaises. *Revue forestière française*, vol. LII, n° spécial « conséquences des changements climatiques pour la forêt et la sylviculture », 139-154.
- Dupouey J.L. et Bodin J. (2007), Déplacements déjà observés des espèces végétales : quelques cas emblématiques mais pas de migrations massives. *ONF, RDV techniques, hors-série n°3*, 34-39.
- Edwards J.E., Pearce C., Ogden A.E., Williamson T.B. (2015), Changements climatiques et aménagement forestier durable au Canada : Guide d'évaluation de la vulnérabilité et d'intégration des mesures d'adaptation dans le processus décisionnel. *Conseil canadien des ministres des forêts, Groupe de travail sur les changements climatiques*, 166p.

- Elkin C., Gutiérrez A.G., Leuzinger S., Manusch C., Temperli C., Rasche L., Bugmann H. (2013), A 2°C warmer world is not safe for ecosystem services in European Alps. *Global Change Biology*, 19, 1827-1840.
- Elkin C., Giuggiola A., Rigling A., Bugmann H. (2015), Short – and long - term efficacy of forest thinning to mitigate drought impacts in mountain forests in the European Alps. *Ecological Applications*, 25, 1083-1098.
- Grossiord C., Granier A., Ratcliffe S., Bouriaud O., Bruehlheide H., Checko E., Forrester D.I., Dawud S.M., Finér L., Pollastrini M., Scherer-Lorenzen M., Valladares F., Bonal D., Gessler A. (2014), Tree diversity does not always improve resistance of forest ecosystems to drought. *PNAS*, 41, 14812-14815.
- Hlásny T., Trombik J., Dobor L., Barcza Z., Barka I. (2016), Future climate of the Carpathians: climate change hot-spots and implications for ecosystems. *Regional Environmental Change*, 16, 1495-1506.
- Irauschek F., Rammer W., Lexer M. J. (2017), Can current management maintain forest landscape multifunctionality in the Eastern Alps in Austria under climate change? *Regional Environmental Change*, 17, 33-48.
- Keenan Rodney J. (2015) Climate change impacts and adaptation in forest management: a review. *Annals of Forest Science*, 72, 145-167.
- Kunstler G., Albert C.H., Courbaud B., Lavergne S., Thuiller W., Vieilledent G., Zimmermann N.E., Coomes D.A. (2011), Effects of competition on tree radial-growth vary in importance but not in intensity along climatic gradients. *Journal of ecology*, 99, 300-312.
- Kunstler G. et Defossez E. (2015), La chaleur augmente la compétition en montagne. *Changement climatique, changement global : 55 résultats de recherche au service des territoires*, Irstea, 62-63.
- Lagarrigues G. (2015), Comment augmenter la résilience des forêts de montagne, *Changement climatique, changement global : 55 résultats de recherche au service des territoires*, Irstea, 64-65.
- Lagarrigues G., Jabot F., Courbaud B. (soumis 2017), Stand-level management options to preserve goods and services provided by uneven-aged mountain forests in a context of climate change. *Annals of Forest Science*.
- Landmann G. et Berger F. (2015), La forêt protectrice face au changement climatique. L'arbre et la forêt à l'épreuve d'un climat qui change. Rapport de l'Onerc au Premier ministre et au parlement, La Documentation française, 65-75.
- Lavorel S. (coord.) (2011), Adaptation des territoires alpins à la recrudescence des sécheresses dans un contexte de changement global (SECALP). LECA CNRS-Université J. Fourier, Grenoble, UR EM et UR DTM, Cemagref Grenoble, Parc National des Écrins Gap, 58p.
- Legay M., Mortier F., Mengin-Lecreux P. (2007), La gestion forestière face aux changements climatiques : tirons les premiers enseignements. ONF, RDV techniques, hors-série n°3, 95-102.
- Legay M. (2015), Effets attendus du changement climatique sur l'arbre et la forêt. L'arbre et la forêt à l'épreuve d'un climat qui change. Rapport de l'Onerc au Premier ministre et au parlement, La Documentation française, 33-64.
- Lenoir J., Gégout J.C., Marquet P.A., de Ruffray P., Brisse H. (2008), A significant upward shift in plant species optimum elevation during the 20th century, *Science*, 320, 1768-1771.
- Lenoir J., Gégout J.C., Pierrat J.C., Bontemps J.D., Dhôte J.F. (2009), Differences between tree species seedling and adult altitudinal distribution in mountain forests during the recent warm period (1986-2006). *Ecography*, 32, 765-777.
- Lindner M., Maroschek M., Netherer S., Kremer A., Barbati A., Garcia-Gonzalo J., Seidl R., Delzon S., Corona P., Kolström M., Lexer M.J., Marchetti M. (2010), Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 259, 698-709.
- Lindner M., Fitzgerald J.B., Zimmermann N.E., Reyer C., Delzon S., van der Maaten E., Schelhaas M.J., Lasch P., Eggers J., van der Maaten-Theunissen M., Suckow F., Psomas A., Poulter B., Hanewinkel M. (2014), Climate change and European forests: what do we know, what are the uncertainties, and what are the implications for forest management? *Journal of Environmental Management*, 145, 69-83.
- Metral R. (2015), Forêts valaisannes et changements climatiques, Canton du Valais, Département des transports, de l'équipement et de l'environnement, Service des forêts et du paysage, 24p.
- Millar C.I., Stephenson N.L., Stephens S.L. (2007), Climate change and forests of the future: managing in the face of uncertainty. *Ecological Applications*, 17, 2145-2151.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005), *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington, DC: Island Press, 100p.
- Mina M., Bugmann H., Klopčič M., Cailleret M. (2017), Accurate modeling of harvesting is key for projecting future forest dynamics: a case study in the Slovenian mountains. *Regional Environmental Change*, 17, 49-64.
- Mori A.S., Lertzman K.P., Gustafsson L. (2017), Biodiversity and ecosystem services in forest ecosystems: a research agenda for applied forest ecology, *Journal of Applied Ecology*, 54, 12-27.

- Morin X. et Chuine I. (2007), Réponse des essences ligneuses au changement climatique. Modification de la phénologie, des risques de gel et de la répartition des essences ligneuses nord-américaines. ONF, RDV techniques, hors-série n°3, 15-20.
- ONF (2006), Directive Régionale d'Aménagement de Rhône Alpes, 160p.
- Penuelas J. and Boada M. (2003), A global change-induced biome shift in the Montseny mountains (NE Spain). *Global Change Biology*, 9, 131-140.
- Penuelas et al (2007) Migration, invasion and decline: changes in recruitment and forest structure in a warming-linked shift of European beech forest in Catalonia (NE Spain). *Ecography*, 30, 829-837.
- Rabasa S.G., Granda E., Benavides R., Kunstler G., Espelta J.M., Romáogaya, Peñuelas J., Scherer-Lorenzen M., Gil W., Grodzki W., Ambrozzy S., Bergh J., Hódar J.A., Zamora R., Valladares F. (2013), Disparity in elevational shifts of European trees in response to recent climate warming. *Global Change Biology*, 19, 2490-2499.
- Rigling A., Bigler C., Eilmann B., Feldmeyer-Christe E., Gimmi U., Ginzler C., Graf U., Mayer P., Vacchiano G., Weber P., Wohlgemuth T., Zweifel R., Dobbertin M. (2013), Driving factors of a vegetation shift from Scots pine to pubescent oak in dry Alpine forests. *Global Change Biology*, 19, 229-240.
- Riou Nivert P. (2015), Adaptation au changement climatique et gestion forestière. L'arbre et la forêt à l'épreuve d'un climat qui change. Rapport de l'Onerc au Premier ministre et au parlement, La Documentation française, 77-107.
- Rovera G. et Corona C. (2007), Réchauffement climatique et dynamique forestière au XXème siècle : la pinède de reboisement sur l'éboulis de la Courbe (massif des Grandes Rousses, Alpes du Nord, France). *Géographie physique et quaternaire*, NRC Research Press, 59, 31-48.
- Schworer et al (2014) A model-data comparison of Holocene timberline changes in the Swiss Alps reveals past and future drivers of mountain forest dynamics. *Global Change Biology*, vol 20, 1512-1526.
- Seguin B. (2007), Les changements climatiques et les impacts observés sur les écosystèmes terrestres. ONF, RDV techniques, hors-série n°3, 3-8.
- Seidl R., Rammer W., Lexer M.J. (2011), Adaptation options to reduce climate change vulnerability of sustainable forest management in the Austrian Alps. *Canadian Journal of Forest Research*, 41, 694-706.
- Spittlehouse D.L. et Stewart R.B. (2003), Adaptation to climate change in forest management. *BC Journal of Ecosystems and Management*, 4, 1-11.
- Zlatanov T., Elkin C., Irauschek F., Lexer M.J. (2017), Impact of climate change on vulnerability of forests and ecosystem service supply in Western Rhodopes Mountains. *Regional Environmental Change*, 17, 79-91.

Bibliographie complémentaire

Références utilisées citées par les auteurs de la bibliographie principale

- Picard O. et al (2017), Accompagnement à l'adaptation des forêts au changement climatique : bilan croisé des approches françaises et québécoises. Présentation, atelier international, Nancy 8-9 mars 2017
- Colwell R.K. et al. (2008), Globalwarming, elevational range shifts, and lowland biotic attrition in the wet tropics. *Science*, 322, 258-261.
- Gauquelin X. et Courbaud B. (2006), Guide de sylviculture des forêts de montagne - Alpes du Nord françaises. Cemagref - CRPF Rhône-Alpes - Office National des Forêts, 289 p.
- Curt T. et al. (2016), Modelling the spatial patterns of ignition causes and fire regime features in southern France: implications for fire prevention policy. *Int. J. Wildland Fire* 25 (7), 785-796.
- Kohlmaier G.H. et al. (1998), Carbon dioxide mitigation in forestry and wood industry. Berlin : Springer Verlag, 375 p.
- Walther G.R. (2002), Weakening of climatic constraints with global warming and its consequences for evergreen broad-leaved species. *Folia Geobotanica*, 37, 1, 129-139.
- Bigler C. et al. (2006), Drought as an inciting mortality factor in Scots pine stands of the Valais, Switzerland. *Ecosystems* 9, 330-343.
- Giuggiola A. et al. (2013), Reduction of stand density increases drought resistance in xeric Scots pine forests. *Forest Ecology and Management* 310, 827-835.
- Dobbertin M. et al. (2005), The decline of *Pinus sylvestris* L. forests in the Swiss Rhone Valley a result of drought stress? *Phyton Annales Rei Botanicae* 45, 153-156.
- Levesque M. et al. (2013), Drought response of five conifer species under contrasting water availability suggests high vulnerability of Norway spruce and European larch. *Global Change Biology* 19, 3184-3199.

- Boisvenue C. et Running S.W. (2006), Impacts of climate change on natural forest productivity: evidence since the middle of the 20th century. *Global Change Biology* 12, 862–882.
- Dobrowski S.Z. et al. (2013), The climate velocity of the contiguous United States during the 20th century. *Global Change Biology* 19, 241–251.
- Malcolm J.R. et al. (2002), Estimated migration rates under scenarios of global climate change. *Journal of Biogeography* 29, 835–849.
- Desprez-Lousteau M. et al. (2006), Facteurs climatiques et maladies dans les écosystèmes naturels et agroécosystèmes. *Biofutur*, 270, 37-40.
- Desprez-Lousteau M. et al. (2009), Alien fungi of Europe. In *Handbook of Alien Species in Europe*, Springer, 15-28.
- Granier A. coord. (2013), Analyse et spatialisation de scénario intégré de changement global sur la forêt française. Rapport de fin de contrat Programme GICC, 129 p.
- Marçais B. et Robinet C. (2011), L'évolution du climat modifie-t-elle l'impact des parasites sur la forêt ? Salon international de l'agriculture, 24 fév. 2011.
- Nageleisen L-M. et al. (2010), La santé des forêts : maladies, insectes, accidents climatiques...Diagnostic et prévention. Institut pour le développement forestier, département de la santé des forêts, 608 p.
- Plard F. et al. (2014), Mismatch between birth date and vegetation phenology slows the demography of roe deer. *PLOS Biology*, 12, e1001828, 1-8.
- Roques A. (2010), Alien forest insects in a warmer and a globalised economy: impacts of changes in trade, tourism and climate on forest biosecurity. *New Zealand journal of forestry science*, S77-S94.
- Penuelas J. et al. (2007), Migration, invasion and decline: changes in recruitment and forest structure in a warming-linked shift of European beech forest in Catalonia (NE Spain). *Ecography*, 30, 829-837.
- Baier P. et al. (2007), PHENIPS - A comprehensive phenology model of *Ips typographus* (L.) (Col. Scolytidae) as a tool for hazard rating of bark beetle infestation. *Forest Ecology and Management* 249, 171–186.
- Bale J.S. et al. (2002), Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology* 8, 1–16.
- Engesser R. et al. (2005), Waldschutzsituation 2004 in der Schweiz. *Allg. Forst Z. Waldwirtsch. Umweltvorsorge* 07/2005, 379–381.
- Hlásny T. et Turcani M. (2009), Insect pests as climate change driven disturbances in forest ecosystems. In: Strelcova K. et al. (Eds.), *Bioclimatology and Natural Hazards*. Springer, Berlin, 165-177.
- Jandl R. et al. (2008), Nitrogen dynamics of a mountain forest on dolomitic limestone - a scenario-based risk assessment. *Environmental Pollution* 155, 512–516.
- Kienast F. et al. (1998), Potential impacts of climate change on species richness in mountain forests - An ecological risk assessment. *Biological Conservation* 83, 291–305.
- Krehan H. et Steyrer G. (2004), Borkenkäferkalamität 2003. In, *Forstschutz aktuell Bundesamt und Forschungszentrum für Wald (BFW)*, 10–12.
- Theurillat J.P. et al. (1998), Sensitivity of plant and soil ecosystems of the Alps to climate change. In Cebon, P. et al. (Eds.), *Views from the Alps: Regional Perspectives on Climate Change*. MIT Press, Cambridge, MA, 225-308.
- Hanewinkel M. et al. (2013), Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land. *Nature climate change*, 3, 203-207.
- Jactel H. et al. (2012), Drought effects on damage by forest insects and pathogens: a meta-analysis. *Global Change Biology* 18, 267-276.
- Birks H.J.B. (1989). Holocene isochrone maps and patterns of tree spreading in the British Isles. *Journal of Biogeography* 16, 503–540.

J - 4.5 Bibliographie Agriculture

- Alard, D., and G. Balent. 2007. Sécheresse : quels impacts sur la biodiversité en systèmes prairiaux et pastoraux ? *Fourrages* 190:197–206.
- Ancey, V., I. Avelange, and B. Dedieu. 2013. *Agir en situation d'incertitude en agriculture. Regards pluridisciplinaires au Nord et au Sud*. Peter Lang.
- Andrieu, N. 2004. *Diversité du territoire de l'exploitation d'élevage et sensibilité du système fourrager aux aléas climatiques : étude empirique et modélisation*. Institut national agronomique Paris-Grignon, Paris.

- Andrieu, N., E. Josien, and M. Duru. 2007. Relationships between diversity of grassland vegetation, field characteristics and land use management practices assessed at the farm level. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 120(2–4):359–369.
- Astigarraga, L., and S. Ingrand. 2011. Production flexibility in extensive beef farming systems. *Ecology and Society* 16(1).
- Aubron, C., A. Lurette, and C. H. Moulin. 2010. Simulation des conséquences économiques de différentes stratégies fourragères avec foin face aux aléas climatiques en élevage bovin laitier. Pages 249–252 17èmes Rencontres Recherches Ruminants, Paris, INRA et Institut de l'Élevage. INRA et Institut de l'Élevage, Paris.
- Auer, I., R. Böhm, A. Jurkovic, W. Lipa, A. Orlik, R. Potzmann, W. Schöner, M. Ungersböck, C. Matulla, K. Briffa, P. Jones, D. Efthymiadis, M. Brunetti, T. Nanni, M. Maugeri, L. Mercalli, O. Mestre, J.-M. Moisselin, M. Begert, G. Müller-Westermeier, V. Kveton, O. Bochnicek, P. Stastny, M. Lapin, S. Szalai, T. Szentimrey, T. Cegnar, M. Dolinar, M. Gajic-Capka, K. Zaninovic, Z. Majstorovic, and E. Nieplova. 2007. HISTALP—historical instrumental climatological surface time series of the Greater Alpine Region. *International Journal of Climatology* 27(1):17–46.
- Beniston, M. 2006. Mountain Weather and Climate: A General Overview and a Focus on Climatic Change in the Alps. *Hydrobiologia* 562(1):3–16.
- Benot, M.-L., P. Saccone, E. Pautrat, R. Vicente, M.-P. Colace, K. Grigulis, J.-C. Clément, and S. Lavorel. 2013. Stronger Short-Term Effects of Mowing Than Extreme Summer Weather on a Subalpine Grassland. *Ecosystems* 17(3):458–472.
- Bernard, E. (2014). Observatoire Rhône Alpes des Effets du Changement Climatique.
- Bigot, S., and S. Rome. 2010. Contraintes climatiques dans les Préalpes françaises : évolution récente et conséquences potentielles futures. *EchoGéo*(14).
- Blanc, F., F. Bocquier, C. Agabriel, P. D'Hour, and Y. Chilliard. 2008. Un regard des sciences de gestion sur la flexibilité : enjeux et perspectives. Pages 73–94 L'Élevage en mouvement. Flexibilité et adaptation des exploitations d'herbivores. Quae. Dedieu B., Chia E., Leclerc B., Moulin C.H., Tichit M. (Eds.).
- Brisson, N., B. Mary, D. Ripoche, M. H. Jeuffroy, F. Ruget, B. Nicoullaud, P. Gate, F. Devienne-Barret, R. Antonioletti, C. Durr, G. Richard, N. Beaudoin, S. Recous, X. Tayot, D. Plenet, P. Cellier, J.-M. Machet, J. M. Meynard, and R. Delécolle. 1998. STICS: a generic model for the simulation of crops and their water and nitrogen balances. I. Theory and parameterization applied to wheat and corn. *Agronomy for Sustainable Development* 18(5–6):36.
- Buttler, A., A. Gavazov, A. Peringer, S. Siehoff, P. Mariotte, J. B. Wettstein, J. Chételat, R. Huber, F. Gillet, and T. Spiegelberger. 2012. Conservation of pasture woodlands in the Jura mountains: climate change and agro-political challenges. *Agrarforschung Schweiz* 3(7–8):346–353.
- Calanca, P. 2007. Climate change and drought occurrence in the Alpine region: How severe are becoming the extremes? *Global and Planetary Change* 57(1–2):151–160.
- Camacho, O., L. Dobremez, and A. Capillon. 2008. Des broussailles dans les prairies alpines. *Revue de géographie alpine / Journal of Alpine Research* 96(3):77–88.
- Chia, E., and M. Marchesnay. 2008. Un regard des sciences de gestion sur la flexibilité : enjeux et perspectives. Pages 23–36 L'Élevage en mouvement. Flexibilité et adaptation des exploitations d'herbivores. Quae. Dedieu B., Chia E., Leclerc B., Moulin C.H., Tichit M. (Eds.).
- Corona, C., J. Guiot, J. L. Edouard, F. Chalié, U. Büntgen, P. Nola, and C. Urbinati. 2010. Millennium-long summer temperature variations in the European Alps as reconstructed from tree rings. *Clim. Past* 6(3):379–400.
- Darnhofer, I. 2014. Resilience and why it matters for farm management. *European Review of Agricultural Economics* 41(3):461–484.
- Darnhofer, I., S. Bellon, B. Dedieu, and R. Milestad. 2010. Adaptiveness to enhance the sustainability of farming systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 30(3):545–555.
- David, C., P. Mundler, O. Demarle, and S. Ingrand. 2010. Long-term strategies and flexibility of organic farmers in south-eastern France. *International Journal of Agricultural Sustainability* 8(4):305–318.
- De Vries, J. 1985. Analysis of historical climate-society interaction. Pages 273–291 *Climate Impact Assessments*. John Wiley and Sons. Kates, R.W., Ausubel, J.H. Berberian, M. (Eds.), New-York.
- Dedieu, B., E. Chia, B. Leclerc, M. Tichit, and C.-H. Moulin. 2008a. L'élevage en mouvement. Flexibilité et adaptation des exploitations d'herbivores. Quae.
- Dedieu, B., P. Faverdin, J. Y. Dourmad, and A. Gibon. 2008b. Système d'élevage, un concept pour raisonner les transformations de l'élevage. *INRA Productions Animales* 21:45–58.
- Dedieu, B., and S. Ingrand. 2010. Incertitude et adaptation : cadres théoriques et application à l'analyse de la dynamique des systèmes d'élevage. *INRA Productions Animales* 23(1):81–90.

- Déqué, M., C. Drevet, A. Braun, and D. Cariolle. 1994. The ARPEGE/IFS atmosphere model: a contribution to the French community climate modelling. *Climate Dynamics* 10(4–5):249–266.
- Dieppois, B., D. M. Lawler, V. Slonosky, N. Massei, S. Bigot, M. Fournier, and A. Durand. 2016. Multidecadal climate variability over northern France during the past 500 years and its relation to large-scale atmospheric circulation. *International Journal of Climatology*.
- Dobremez, L., B. Nettier, J.-P. Legeard, B. Caraguel, L. Garde, S. Vieux, S. Lavorel, and M. Della-Vedova. 2014. Les alpages sentinelles. Un dispositif original pour une nouvelle forme de gouvernance partagée face aux enjeux climatiques. *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine* 102(2).
- Durand, Y., G. Giraud, P. Etchevers, L. Mérindol, and B. Lesaffre. 2009a. Reanalysis of 47 Years of Climate in the French Alps (1958–2005): Climatology and Trends for Snow Cover. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 48(12):2487–2512.
- Durand, Y., M. Laternser, G. Giraud, P. Etchevers, B. Lesaffre, and L. Mérindol. 2009b. Reanalysis of 44 Years of Climate in the French Alps (1958–2002): Methodology, Model Validation, Climatology, and Trends for Air Temperature and Precipitation. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 48(3):429–449.
- Duru, M., B. Felten, J. P. Theau, and G. Martin. 2012. A modelling and participatory approach for enhancing learning about adaptation of grassland-based livestock systems to climate change. *Regional Environmental Change* 12(4):739–750.
- Engler, R., C. F. Randin, W. Thuiller, S. Dullinger, N. E. Zimmermann, M. B. Araújo, P. B. Pearman, G. Le Lay, C. Piedallu, C. H. Albert, P. Choler, G. Coldea, X. De LAMO, T. Dirnböck, J.-C. Gégout, D. Gómez-García, J.-A. Grytnes, E. Heegaard, F. Høistad, D. Nogués-Bravo, S. Normand, M. Puşcaş, M.-T. Sebastià, A. Stanisci, J.-P. Theurillat, M. R. Trivedi, P. Vittoz, and A. Guisan. 2011. 21st century climate change threatens mountain flora unequally across Europe. *Global Change Biology* 17(7):2330–2341.
- Etienne, M., B. Hubert, and B. Msika. 1994. Sylvopastoralisme en région méditerranéenne. *Revue Forestière Française* 46(Numéro spécial):30–41.
- Gibon, A., A. R. Sibbald, J. C. Flamant, P. Lhoste, R. Revilla, R. Rubino, and J. T. Sørensen. 1999. Livestock farming systems research in Europe and its potential contribution for managing towards sustainability in livestock farming. *Livestock Production Science* 61(2–3):121–137.
- Girard, N., S. Bellon, B. Hubert, S. Lardon, C.-H. Moulin, and P.-L. Osty. 2001. Categorising combinations of farmers' land use practices: an approach based on examples of sheep farms in the south of France. *Agronomie* 21(5):435–459.
- Girard, N., M. Duru, L. Hazard, and D. Magda. 2008. Categorising farming practices to design sustainable land-use management in mountain areas. *Agronomy for Sustainable Development* 28(2):333–343.
- Gos, P., G. Loucougaray, M.-P. Colace, C. Arnoldi, S. Gaucherand, D. Dumazel, L. Girard, S. Delorme, and S. Lavorel. 2016. Relative contribution of soil, management and traits to co-variations of multiple ecosystem properties in grasslands. *Oecologia* 180(4):1001–1013.
- Gottfried, M., H. Pauli, A. Futschik, M. Akhalkatsi, P. Barančok, J. L. Benito Alonso, G. Coldea, J. Dick, B. Erschbamer, M. R. Fernández Calzado, G. Kazakis, J. Krajčí, P. Larsson, M. Mallaun, O. Michelsen, D. Moiseev, P. Moiseev, U. Molau, A. Merzouki, L. Nagy, G. Nakhutsrishvili, B. Pedersen, G. Pelino, M. Puscas, G. Rossi, A. Stanisci, J.-P. Theurillat, M. Tomaselli, L. Villar, P. Vittoz, I. Vogiatzakis, and G. Grabherr. 2012. Continent-wide response of mountain vegetation to climate change. *Nature Climate Change* 2(2):111–115.
- Graux, A.-I. 2011, January 26. Modélisation des impacts du changement climatique sur les écosystèmes prairiaux. Voies d'adaptation des systèmes fourragers. thèse, Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II.
- IPCC. 2001. Troisième Rapport d'évaluation du GIEC. Bilan 2001 des changements climatiques : Rapport de synthèse.
- IPCC. 2012. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. Cambridge University Press. Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (Eds.), Geneva.
- IPCC. 2013. IPCC Fifth Assessment Report. Working Group I Report "Climate Change 2013: The Physical Science Basis."
- IPCC. 2014a. IPCC Fifth Assessment Report. Working Group III Report "Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change."
- IPCC. 2014b. IPCC Fifth Assessment Report. Working Group II Report "Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability."
- Itier, B., and B. Seguin. 2007. La sécheresse : caractérisation et occurrence, en lien avec le climat et l'hydrologie. *Fourrages* 190:147–162.
- Jacquot, A.-L. M. 2012, July 9. Dynamik : un simulateur pour étudier les compromis entre performances animales, utilisation des ressources herbagères et recherche d'autonomie alimentaire dans les systèmes bovins laitiers de montagne. Clermont-Ferrand 2.

- Jeannin, B., J. M. Dorioz, and P. Fleury. 1991. I-Typologie des prairies d'altitude des Alpes du Nord : méthode et réalisation. *Fourrages* 128:379–396.
- Jung, V., C. H. Albert, C. Violle, G. Kunstler, G. Loucougaray, and T. Spiegelberger. 2014. Intraspecific trait variability mediates the response of subalpine grassland communities to extreme drought events. *Journal of Ecology* 102(1):45–53.
- Landais, E., and G. Balent. 1995. Introduction à l'étude des systèmes d'élevage extensifs. Pages 13–35 *Pratiques d'élevage extensif. Identifier, modéliser, évaluer*. INRA. Landais E., Balent G. (Eds).
- Landais, E., and J. P. Deffontaines. 1988. André L. : un berger parle de ses pratiques. INRA-URSAD.
- Lavorel, S., J. C. Clément, B. Courbaud, G. Kunstler, T. Spiegelberger, L. Dobremez, B. Nettièr and R. Bonet (2013). SECALP - Adaptation des territoires alpins à la recrudescence des sécheresses dans un contexte de changement global. Paris, GIP ECOFOR ; MEDDE.
- Lavorel, S., P. Lamarque, F. Quetier, B. Courbaud, F. Véron, G. Loucougaray, G. Kunstler, T. Spiegelberger, L. Dobremez and B. Nettièr (2011). Adaptation des territoires alpins à la recrudescence des sécheresses dans un contexte de changement global (projet SECALP): 58p.
- Lelièvre, F., S. Satger, S. Sala, and F. Volaire. 2009. Analyse du changement climatique récent sur l'arc péri-méditerranéen et conséquences sur la production fourragère. Pages 7–21 *Changement climatique. Conséquences et enseignements pour les grandes cultures et l'élevage herbivore*, Paris, Arvalis Institut du Végétal et Institut de l'Élevage. Arvalis Institut du Végétal, Institut de l'Élevage, Paris.
- Lelièvre, F., S. Sala and F. Volaire (2011). Caractérisation du changement climatique passé: 1950-2010 dans le Sud de la France. CLIMFOUREL, Montpellier.
- Lemaire, G., and A. Pflimlin. 2007. Les sécheresses passées et à venir : quels impacts et quelles adaptations pour les systèmes fourragers ? *Fourrages* 190:163–180.
- Lémery, B., S. Ingrand, B. Dedieu, and B. Dégrange. 2005. Agir en situation d'incertitude : le cas des éleveurs de bovins allaitants. *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*(288):57–69.
- Long, S. P., E. A. Ainsworth, A. D. B. Leakey, J. Nösberger, and D. R. Ort. 2006. Food for Thought: Lower-Than-Expected Crop Yield Stimulation with Rising CO₂ Concentrations. *Science* 312(5782):1918–1921.
- Loucougaray, G., L. Dobremez, P. Gos, Y. Pauthenet, B. Nettièr, and S. Lavorel. 2015. Assessing the Effects of Grassland Management on Forage Production and Environmental Quality to Identify Paths to Ecological Intensification in Mountain Grasslands. *Environmental Management* 56(5):1039–1052.
- Mac Dowall, C., B. Nettièr, J. M. Noury and Y. Pauthenet (2012). Flexibilité des exploitations agricoles : le cas des élevages de montagne face au changement climatique: 8p.
- Martin, G., L. Hossard, J. P. Theau, O. Therond, E. Josien, P. Cruz, J. P. Rellier, R. Martin-Clouaire, and M. Duru. 2009. Characterizing potential flexibility in grassland use. Application to the French Aubrac area. *Agronomy for Sustainable Development* 29(2):381–389.
- Milestad, R., B. Dedieu, I. Darnhofer, and S. Bellon. 2012. Farms and farmers facing change: The adaptive approach. Pages 365–385 *Farming systems research into the 21st century: The new dynamic*. Springer. Darnhofer I., Gibbon D., Dedieu B. (Eds), Dordrecht.
- Minet, J. (2015). L'agriculture devra s'adapter aux changements climatiques.
- Moulin, C. H., E. Forel, and F. Lelièvre. 2009. Autonomie et robustesse des systèmes d'élevage en zone périméditerranéenne face aux évolutions de la variabilité climatique. Page 377 *16èmes Rencontre Recherches Ruminants*, Paris, INRA et Institut de l'Élevage. INRA et Institut de l'Élevage, Paris.
- Moulin, C., R. Périer and M. Duru (2007). Climfourrel : Adaptation des systèmes fourragers et d'élevage péri-méditerranéens aux changements et aléas climatiques.
- Nettièr, B. 2016. Adaptation au changement climatique sur les alpages. Modéliser le système alpage-exploitations pour renouveler les cadres d'analyse de la gestion des alpages par les systèmes pastoraux. Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand.
- Nettièr, B., L. Dobremez, and G. Brunschwig. 2014. "Alpine Pasture-Farms System": a concept to analyse the management of alpine pastures. *Options Méditerranéennes, Série A* 109:717–720.
- Nettièr, B., L. Dobremez, and G. Brunschwig. 2015. Prendre en compte les interactions entre alpages et exploitations dans les systèmes agropastoraux : une revue bibliographique. *INRA Productions Animales* 28(4):329–340.
- Nettièr, B., L. Dobremez, J.-L. Coussy, and T. Romagny. 2010. Attitudes des éleveurs et sensibilité des systèmes d'élevage face aux sécheresses dans les Alpes françaises. *Revue de géographie alpine/Journal of Alpine Research* 98(4).

- Nettier, B., L. Dobremez, P. Lamarque, C. Eveilleau, F. Quétier, F. Véron, and S. Lavorel. 2012. How would farmers in the French Alps adapt their systems to different drought and socio-economic context scenarios? Page Producing and reproducing farming systems. New modes of organisation for sustainable food systems of tomorrow, 10th International Farming Systems Association Symposium, Aarhus DK. Aarhus, DK.
- Nettier, B., L. Dobremez, C. Eveilleau, V. Le Pottier and P. Lamarque (2012). Réaction des éleveurs et bergers aux sécheresses dans les Alpes et stratégies d'adaptation face à des scénarios prospectifs : note de restitution aux éleveurs et bergers enquêtés: 8p.
- Nettier, B., L. Dobremez, S. Lavorel, and G. Brunschwig. accepté. Resilience as a framework for analysing the adaptation of mountain summer pasture systems to climate change. *Ecology and Society*.
- Nettier, B., L. Dobremez, M. Talichet, T. Romagny, and V. Le Pottier. 2011. Managing the summer alpine pastures in a context of recurrent droughts. Pages 61–63 16th European Grassland Federation Symposium 2011 Grassland farming and land management systems in mountainous regions, Raumberg-Gumpenstein, Irdning, Austria. Pötsch E.M., Krautzer B., Hopkins A. (Eds.), Raumberg-Gumpenstein, Irdning, Austria.
- Nettier, B., H. Dodier, and A. Roy. 2017. Une démarche de diagnostic de la vulnérabilité des alpages au changement climatique. Page Journées de printemps de l'AFPF. Le pâturage au cœur des systèmes d'élevage de demain, 21-22 mars 2017. Paris.
- Noury, J.-M., S. Fourdin, and Y. Pauthenet. 2013. Systèmes d'élevage et changement climatique : perceptions d'éleveurs et stratégies d'adaptation aux aléas. *Fourrages*(215):211–219.
- Nozières, M. O. 2014, December 19. La commercialisation des produits, source de flexibilité pour les éleveurs? Montpellier Supagro, Montpellier.
- Nozières, M. O., C. H. Moulin, and B. Dedieu. 2011. The herd, a source of flexibility for livestock farming systems faced with uncertainties? *animal* 5(9):1442–1457.
- ONERC. 2008. Changement climatique dans les Alpes : impacts et risques naturels. Page 100.
- ORECC Rhône-Alpes (2013). Etat des connaissances agriculture et changement climatique en Rhône-Alpes.
- Osty, P.-L. 1978. L'exploitation agricole vue comme un système. *Bulletin Technique Agricole* 326:43–49.
- Pasin, F., and A. Tchokogué. 2001. La flexibilité multiforme des entreprises de transport. *Revue française de gestion : hommes et techniques*(132):23–31.
- Petit, M. 1978. The farm household complex as an adaptive system. *Proceedings of the 4 Forschungscolloquium des Lehrstuhls für Wirtschaftslehre des Landbaus, Arbeitsbericht 78/1, Institut für Landwirtschaftliche Betriebs- und Arbeitslehre, University of Kiel*.:57–70.
- Petit, M. 1981. Théorie de la décision et comportement adaptatif des agriculteurs. Formation des agriculteurs et apprentissage de la décision, Dijon, ENSSAA, INPSA, INRA, INRAP.
- Poisson, S. 2009. Caractérisation des climats à venir, spatialisation sur le territoire français métropolitain et application en agronomie. Pages 59–69 *Changement climatique. Conséquences et enseignements pour les grandes cultures et l'élevage herbivore*, Paris, Arvalis Institut du Végétal et Institut de l'Élevage. Arvalis Institut du Végétal, Institut de l'Élevage, Paris.
- Rapey, H., F. X. De Montard, and J. L. Guitton. 1994. Ouverture de plantations résineuses au pâturage : implantation et production d'herbe dans le sous-bois après éclaircie. *Revue forestière française*. 46(Numéro spécial):19–29.
- Reix, R. 1979. La flexibilité dans l'entreprise. Cujas. Paris.
- Rigolot, C., S. Roturier, B. Dedieu, and S. Ingrand. 2014. Climate variability drives livestock farmers to modify their use of collective summer mountain pastures. *Agronomy for Sustainable Development* 34(4):1–9.
- Ruget, F., F. Bernard, J. L. Durand, A. I. Graux, B. Lacroix, J.-C. Moreau, and D. Ripoche. 2013. Impacts des changements climatiques sur les productions de fourrages (prairies, luzerne, maïs) : variabilité selon les régions et les saisons. *Fourrages* 214:99–110.
- Ruget, F., P. Clastre, E. Cloppet, B. Lacroix, J. Lorgeou, J.-C. Moreau, and F. Souverain. 2012a. Conséquences possibles des changements climatiques sur la production fourragère en France. I-Estimation par modélisation et analyse critique. *Fourrages* 210:87–98.
- Ruget, F., P. Clastre, E. Cloppet, B. Lacroix, J. Lorgeou, J.-C. Moreau, and F. Souverain. 2012b. Conséquences possibles des changements climatiques sur la production fourragère en France. II-Exemples de quelques systèmes d'élevage. *Fourrages* 211:243–251.
- Ruget, F., S. Granger, and S. Novak. 2006. Du modèle STICS au système ISOP pour estimer la production fourragère. Adaptation à la prairie, application spatialisée. *Fourrages* 186:241–256.

- Ruget, F., J.-C. Moreau, M. Ferrand, S. Poisson, P. Gate, B. Lacroix, J. Lorgeou, E. Cloppet, and F. Souverain. 2010. Describing the possible climate changes in France and some examples of their effects on main crops used in livestock systems. *Advances in Science and Research* 4:99–104.
- Sautier, M. 2013, December 12. *Outils de l'adaptation des élevages herbagers au changement climatique : de l'analyse de la vulnérabilité à la conception participative de systèmes d'élevage*. Toulouse, INPT.
- Sautier, M., M. Duru, and R. Martin-Clouaire. 2013. Caractérisation du changement et de la variabilité climatiques en vue de l'adaptation des systèmes fourragers à base d'herbe. *Fourrages* 215:201–209.
- Schär, C., P. L. Vidale, D. Lüthi, C. Frei, C. Häberli, M. A. Liniger, and C. Appenzeller. 2004. The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves. *Nature* 427(6972):332–336.
- Scherrer, D., and C. Körner. 2010. Infra-red thermometry of alpine landscapes challenges climatic warming projections. *Global Change Biology* 16(9):2602–2613.
- Seguin, B. 2010. Le changement climatique : conséquences pour les végétaux. *Quaderni. Communication, technologies, pouvoir*(71):27–40.
- Sérès, C. 2010a. L'agriculture de montagne face au changement climatique : exposition des territoires et marges de manœuvre des exploitations laitières. *Le Courrier de l'Environnement de l'INRA* 59:19–32.
- Sérès, C. 2010b. Changement climatique et agriculture d'élevage en zone de montagne: premiers éléments de réflexion. *Le Courrier de l'Environnement de l'INRA* 58:21–36.
- Smit, B., I. Burton, R. J. T. Klein, and R. Street. 1999. The Science of Adaptation: A Framework for Assessment. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 4(3–4):199–213.
- Smit, B., I. Burton, R. J. T. Klein, and J. Wandel. 2000. An Anatomy of Adaptation to Climate Change and Variability. *Climatic Change* 45(1):223–251.
- Smit, B., and O. Pilifosova. 2001. Adaptation to climate change in the context of sustainable development. Chapter 18. Pages 877–912 *Climate Change 2001: Impacts, Adaptations, and Vulnerability - Contribution of the Working Group II to the Third Assessment Report of the International Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Smit, B., and O. Pilifosova. 2003. From adaptation to adaptive capacity and vulnerability reduction. Pages 9–28 *Climate Change, Adaptive Capacity and Development*. Imperial College Press. Smith, J.B., Klein, R.J.T., Huq, S. (Eds.), London.
- Smit, B., and J. Wandel. 2006. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change* 16(3):282–292.
- Soubeyroux, J. M., J. P. Vidal, J. Najac, N. Kitova, M. Blanchard, P. Dandin, E. Martin, C. Pagé and F. Habets (2011). *Projet ClimSec. Impact du changement climatique en France sur la sécheresse et l'eau du sol. Rapport final: 72p.*
- Talluto, M. V., I. Boulangeat, A. Ameztegui, I. Aubin, D. Berteaux, A. Butler, F. Doyon, C. R. Drever, M.-J. Fortin, T. Franceschini, J. Liénard, D. McKenney, K. A. Solarik, N. Strigul, W. Thuiller, and D. Gravel. 2016. Cross-scale integration of knowledge for predicting species ranges: a metamodeling framework. *Global Ecology and Biogeography* 25(2):238–249.
- Tarondeau, J. C. 1999. *La flexibilité dans les entreprises*. PUF.
- Tchakérian, E., G. Guérin, and M.-C. Macron. 2005. *Sylvopastoralisme : les clés de la réussite*. Institut de l'Élevage et Institut pour le Développement Forestier.
- Terray, L., and P. Braconnot. 2007. *Lire Blanc ESCRIME (Etude des Scenarios Climatiques)*. Page 70. IPSL et Météo-France.
- Wreford, A., and W. N. Adger. 2010. Adaptation in agriculture: historic effects of heat waves and droughts on UK agriculture. *International Journal of Agricultural Sustainability* 8(4):278–289.
- Yoccoz, N. G., A. Delestrade, and A. Loison. 2010. Impact des changements climatiques sur les écosystèmes alpins : comment les mettre en évidence et les prévoir ? *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine*(98–4).

J - 4.6 Bibliographie Tourisme / Tourisme d'hiver

- ABEGG, B. 1996. *Klimaänderung und Tourismus. Klimafolgenforschung am Beispiel des Wintertourismus in den Schweizer Alpen*, Zurich, vdf Hochschulverlag AG.
- ABEGG, B., AGRAWALA, S., CRICK, F. & DE MONTFALCON, A. 2007. Effets des changements climatiques et adaptation dans le tourisme d'hiver. In: AGRAWALA, S. (ed.) *Changements climatiques dans les Alpes européennes. Adapter le tourisme d'hiver et la gestion des risques naturels*. Paris: Editions de l'OCDE.
- ACHIN, C. 2015. *La gouvernance de la diversification comme enjeu de l'adaptation des stations de moyenne montagne : l'analyse des stations de la Bresse, du Dévoluy et du Sancy*. Thèse de doctorat en Sciences du Territoire, Université Grenoble-Alpes.
- AMÉNAGEMENT ET MONTAGNE 1990. Super-Besse joue la polyvalence. *Aménagement et Montagne*, 87, 25.

- ANEM 1991. Stations de sports d'hiver : difficultés conjoncturelles ou structurelles ? VIIème congrès. Albertville.
- ANEM 2007. Au-delà du changement climatique, les défis de l'avenir de la montagne. Paris: le 23ème Congrès de l'ANEM.
- ARNAUD, D. 1975. La neige empoisonnée, Paris, Éditions Alain Moreau.
- ATOUT FRANCE 2011. Carnet de route de la montagne. Pour un développement touristique durable des territoires de montagne.
- BENISTON, M. 2003. Climatic change in mountain regions: a review of possible impacts. *Climate change*, 5-31.
- BENISTON, M. 2006. Mountain weather and climate: a general overview and a focus on climatic change in the alps. *Hydrobiologia*, 3-16.
- BERITELLI, P. 2011. Tourist destination governance through local elites: Looking beyond the stakeholder level. University of St. Gallen-Institute for Systemic Management and Public Governance, St. Gallen.
- BERLIOZ, F., DE BRUYNE, D. & FAURE, G. 2008. Les domaines skiables face aux aléas d'enneigement et le développement de la neige de culture, Paris, ODT-France.
- BRUN, E., VIONNET, V., MORIN, S., BOONE, A., MARTIN, E., FAROUX, S., LE MOIGNE, P. & WILLEMET, J.-M. 2012. Le modèle de manteau neigeux Crocus et ses applications. *La météorologie*, 44-54.
- CLIVAZ, C. & GEORGE-MARCELPOIL, E. 2015. Mountain tourism development between the political and administrative context and local governance: A French-Swiss comparison. In: DISSART, J.-C., DEHEZ, J. & MARSAT, J.-B. (eds.) *Tourism, Recreation and Regional Development. Perspectives from France and Abroad*. Surrey, England: Ashgate.
- COGNAT, B. 1973. La montagne colonisée, Paris, Editions du cerf.
- CONSEIL RÉGIONAL RHÔNE-ALPES 2002. Programme pluriannuel régional en faveur des stations de moyenne montagne.
- COSSON, A. 2011. Le ressort comparatif comme passage incontournable pour une démarche de recherche sur l'action en train de se faire ? Ecole thématique CNRS-PACTE/LATTS/EPFL. 1er et 2 décembre 2011, Grenoble, France.
- DAWSON, J. & SCOTT, D. 2007. Climate Change Vulnerability of the Vermont Ski Tourism Industry (USA). *Annals of Leisure Research*, 10.
- DAWSON, J. & SCOTT, D. 2013. Managing for climate change in the alpine ski sector. *Tourism Management*, 244-254.
- DE CAUMONT, R. 2015. Le droit de la montagne, un droit territorial issu d'une volonté politique. In: LEXISNEXIS (ed.). *Introduction au Code de la Montagne*.
- DE GRAVE, A. 2014. Seasonal business diversification of ski resorts and the effects on forest management: effects on trees and people due to a shift from winter only to year-round business of ski resorts in British Columbia. Mémoire de Master en Sciences, The University of British Columbia (Vancouver).
- FALK, M. & HAGSTEN, E. 2016. Importance of early snowfall for Swedish ski resorts: evidence based on monthly data. *Tourism management*, 61-73.
- FLAGESTAD, A. & HOPE, C. A. 2001. Strategic success in winter sports destinations : a sustainable value creation perspective. *Tourism Management*, 22, 445-461.
- FRANÇOIS, H. 2007. De la station ressource pour le territoire au territoire ressource pour la station. Le cas des stations de moyenne montagne périurbaines de Grenoble. Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, UMR PACTE-Territoires, IGA, Cemagref Grenoble, UR DTM.
- FRANÇOIS, H. 2009. La diversification en station de moyenne montagne : entre impératif et déclaratif. *Dur'Alpes* [Online]. Available: <http://www.duralpes.com/la-diversification-en-station-de-moyenne-montagne-entre-imperatif-et-declaratif/>.
- FRANÇOIS, H. & MARCELPOIL, E. 2012. Vallée de la Tarentaise : de l'invention du Plan neige à la constitution d'un milieu innovateur dans le domaine du tourisme d'hiver. *Histoire des Alpes*, 227-242.
- FRANÇOIS, H., MARCELPOIL, E. & BILLET, S. 2010. L'implantation des stations de sports d'hiver : quel ancrage dans le développement durable ? In: MARCELPOIL, E., BNSAHÉL-PERRIN, L. & FRANÇOIS, H. (eds.) *Les stations de sports d'hiver face au développement durable*. Paris: L'Harmattan.
- FRANÇOIS, H., MORIN, S., LAFAYSSÉ, M. & GEORGE-MARCELPOIL, E. 2014. Crossing numerical simulations of snow conditions with a spatially-resolved socio-economic database of ski resorts: A proof of concept in the French Alps. *Cold Regions Science and Technology*, 108, 98-112.
- FRANÇOIS, H., MORIN, S., SPANDRE, P., LAFAYSSÉ, M., LEJEUNE, Y. & GEORGE-MARCELPOIL, E. submitted. Croisement de simulations numériques des données socio-économiques spatialisées des stations de sports d'hiver : description de l'approche, application aux alpes françaises et introduction de la prise en compte des pratiques de gestion (damage et neige de culture). *La Houille Blanche*.
- GERBAUX, F. 2007. Gouvernance des stations de montagne : approche synthétique et comparative. In Gerbaux, F. (coord.). *La gouvernance territoriale dans les stations de montagne, une approche pluridisciplinaire*.

- GERBAUX, F. & MARCELPOIL, E. 2006. Gouvernance des stations de montagne en France : les spécificités du partenariat public-privé. *Revue de géographie alpine*, 94, 9-19.
- GILL, A. M. & WILLIAMS, P. W. 2011. Rethinking resort growth: Understanding evolving governance strategies in Whistler, British Columbia. *Journal of Sustainable Tourism*, 19, 629-648.
- GONSETH, C. 2013. Impact of snow variability on the Swiss winter tourism sector: implications in an era of climate change. *Climatic Change*, 307-320.
- HENNESSY, K. J., WHETTON, P. H., WALSH, K., SMITH, I. N., BATHOLS, J. M., HUTCHINSON, M. & SHARPLES, J. 2008. Climate change effects on snow conditions in mainland Australia and adaptation a ski resorts through snowmaking. *Climate research*, 35, 255-270.
- KNAFOU, R. 1978. *Les stations intégrées de sports d'hiver des Alpes françaises*, Paris, Masson.
- KOENIG, U. & ABEGG, B. 1997. Impacts of climate change on winter tourism in the swiss alps. *Journal of sustainable tourism*, 5, 46-58.
- LARIQUE, B. 2006. Les sports d'hiver en France : un développement conflictuel ? Histoire d'une innovation touristique (1890-1940). *Flux*, 7-19.
- LORIT, J.-F. 1991. *Enquête sur les difficultés des stations de sports d'hiver*. Paris: le Ministère de l'intérieur.
- LUTHE, T., WYSS, R. & SCHUKERT, M. 2012. Network governance and regional resilience to climate change: empirical evidence from mountain tourism communities in the Swiss Gotthard region. *Regional Environmental Change*, 12, 839-854.
- MARKE, T., STRASSER, U., HANZER, F., STÖTTER, J., WILCKE, R. A. I. & GOBIET, A. 2015. Scenarios of future snow conditions in Styria (Austrian Alps). *Journal of Hydrometeorology*, 16, 261-277.
- MORRISON, C. & PICKERING, C. 2012. Limits to climate change adaptation: case study of the australian Alps. *Geographical research*, 51, 11-25.
- NORDIN, S. & SVENSSON, B. 2007. Innovative destination governance: the Swedish ski resort of Åre. *The International Journal of Entrepreneurship and Innovation*, 8, 53-66.
- PASCAL, R. 1993. *Problèmes structurels des stations de moyenne montagne*. Paris: Ministre de l'équipement, des transports et du tourisme.
- PONS, M., JOHNSON, P. A., ROSAS-CASALS, M. & JOVER, E. 2014. A georeferenced agent-based model to analyze the climate change impacts on ski tourism at a regional scale. *International journal of geographical information science*, 28, 2474-2494.
- SCOTT, D., MC BOYLE, G. & MILLS, B. 2003. Climate change and the skiing industry in southern Ontario (Canada): exploring the importance of snowmaking as a technical adaptation. *Climate research*, 23, 171-181.
- SOTERIADES, M. & VARVARESSOS, S. 2004. L'Analyse de la consommation touristique: Les methodes ex post. *Tourism Review*, 59, 6-12.
- SPANDRE, P., FRANÇOIS, H., GEORGE-MARCELPOIL, E. & MORIN, S. submitted. Panel based assessment of snow management operations in French ski resorts. *Journal of outdoor recreation and tourism*.
- SPANDRE, P., FRANÇOIS, H., MORIN, S. & GEORGE-MARCELPOIL, E. 2015. Dynamique de la neige de culture dans les Alpes Françaises : Contexte climatique et état des lieux *Journal of Alpine Research | Revue de Géographie Alpine*, 103.
- SPANDRE, P., MORIN, S., LAFAYSSE, M., LEJEUNE, Y., FRANÇOIS, H. & GEORGE-MARCELPOIL, E. 2016. Integration of snow management processes into a detailed snowpack model. *Cold Regions Science and Technology*, 125, 48-64.
- STEIGER, R. SkiSim - A tool to assess the impact of climate change on ski season length and snowmaking. *International Snow Science Workshop*, 2009 Davos. 239-243.
- STEIGER, R. 2010. The impact of climate change on ski season length and snowmaking requirements in Tyrol, Austria. *Climate research*, 43, 251-262.
- STEIGER, R. & MAYER, M. 2008. Snowmaking and climate change. Future options for snow production in tyrolean ski resorts. *Mountain research and development*, 28, 292-298.
- TRAWÖGER, L. 2014. Convinced, ambivalent or annoyed: Tyrolean ski tourism stakeholders and their perceptions of climate change. *Tourism management*, 338-351.
- UHLMANN, B., GOYETTE, S. & BENISTON, M. 2008. Sensitivity analysis of snow patterns in Swiss ski resorts to shift in temperature, precipitation and humidity under conditions of climate change. *International journal of climatology*, 1048-1055.

J - 4.7 Bibliographie Ressource en eau

- Agence de l'eau RMC (2012). « Impacts du changement climatique dans le domaine de l'eau sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse: bilan des connaissances». Rapport pour le Plan d'adaptation au changement climatique Bassins Rhône-Méditerranée et Corse.
- Amoudry, J. P. (2002). L'avenir de la montagne : un développement équilibré dans un environnement préservé. Rapport d'information du SENAT, (15).
- Bates, B. C., Kundzewicz, Z. W., Wu, S., & Palutikof, J. P. (2008). Le changement climatique et l'eau. Document technique publié par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Secrétariat du GIEC, Genève, éd. P 141.
- Biays V. (2013) 5.1.1 Notice eau potable : Saint-Nizier du Moucherotte - plan local d'urbanisme (en ligne). Disponible sur <http://www.saint-nizier-du-moucherotte.fr/wp-content/uploads/2016/09/5.1.1-Notice-Eau-Potable.pdf>
- BRGM(2015) Réseau de référence piézométrique pour le suivi de l'impact du changement climatique sur les eaux souterraines. Rapport final [en ligne]. Disponible sur <http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-64858-FR.pdf>
- CIPRA (2011) La gestion de l'eau face au changement climatique. Rapport de synthèse (en ligne). 36p. Disponible sur <http://www.cipra.org/fr/dossiers/23>.
- DREAL Auvergne Rhône-Alpes. (2012). L'hydroélectricité : principe et état des lieux en Rhône-Alpes(en ligne). Disponible sur : <http://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/l-hydroelectricite-principe-et-etat-des-lieux-en-a2752.htm>.
- DDT Isère. Notice d'information à l'attention des bénéficiaires potentiels au dispositif 125. Investissements exploitations agricoles : aire de lavage pulvérisateurs et phytobacs (en ligne). Disponible sur : http://www.isere.gouv.fr/content/download/20249/137749/file/notice_demande_125C2_volet2.pdf
- EEA (2009b): Water resources across Europe - Confronting water scarcity and growth, EEA Report no. 2, 3/2009. www.eea.europa.eu/publications/waterresources-across-europe
- Gaudard, L, Maran, S., Volonterio, M. (2014). Climate change impacts on hydropower in an alpine catchment. *Environmental Science & Policy*, 43, 15-25.
- Gaudard, L., Gilli, M., & Romerio, F. (2013). Climate change impacts on hydropower management. *Water resources management*, 27(15), 5143-5156.
- Gaudard L., Romerio F. (2011). The future of hydroelectric power in a changing market. ACQWA, Sub - d eliverable D.S.12.1 – month 36 (en ligne). Disponible sur : <http://www.acqwa.ch/docs/deliverables/Subdeliverable%20D.Science%2012.1.pdf>.
- IRSTEA (2017) Réduction des pertes d'eau des réseaux de distribution d'eau potable Guide pour l'élaboration du plan d'actions (en ligne) 68p. Disponible sur http://www.irstea.fr/sites/default/files/ckeditor/userfiles/files/Onema_Guide_PlanActionsFuites_BD_2205.pdf.
- Joly B. (2016). Bilan de mi-parcours. Vercors eau pure. Le contrat de rivière Bourne et Furon (en ligne). 87p. Disponible sur : http://parc-du-vercors.fr/plugins/files/index.php?action=download&path=files/Telechargements_site_PNRV/AgirEtInnover/Biodiversite/Eau/telechargement_public/DOSSIER_VEP_MIPARCOURS.pdf
- Kayser-Bril C. (2015). Changement climatique et hydroélectricité : y aura-t-il de l'eau dans nos barrages en 2100 ? (en ligne). Disponible sur : <http://energie-developpement.blogspot.fr/2015/10/climat-hydroelectricite-barrage-secheresse-eau.html>.
- Marnezy, A. (2008). Les barrages alpins. De l'énergie hydraulique à la neige de culture. *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine*, (96-1), 92-102.
- Mémorial de l'Isère (2011) Royans Vercors : La Bourne est-elle en danger ?(en ligne). Disponible sur : <http://www.memorialdelisere.fr/actualite-889-royans-vercors-la-bourne-est-elle-en-danger-.html>.
- Observatoire Savoyard du Changement Climatique (2011). Évolution des débits des cours d'eau et perspective dans le cadre du changement climatique (en ligne). Disponible sur : <http://www.mdp73.fr/index.php/publications/category/8-impacts-du-changement-climatique?download=267:impacts>.
- SOGREAH (2006). Étude des ressources en eau à l'échelle du Parc du Vercors. Rapport Final (en ligne). 146pp. Disponible sur http://www.parc-du-vercors.fr/documentation/opac_css/doc_num.php?explnum_id=189.
- Reyssset B. (2009) Impact du changement climatique sur le secteur énergétique en France (en ligne). Disponible sur : http://www.sifee.org/static/uploaded/Files/ressources/actes-des-colloques/niamey/pleniere-3/3_REYSSSET_comm.pdf.
- SOGREAH (2006) Étude des ressources en eau à l'échelle du Parc du Vercors. Rapport Final (en ligne). 146pp. Disponible sur http://www.parc-du-vercors.fr/documentation/opac_css/doc_num.php?explnum_id=189

- Serroi, B., Besancenot, F., Brégard, P., Hanus, G., & Hobléa, F. (2015). L'eau de Chartreuse, miroir réfléchissant du renouvellement des dialectiques territoriales entre villes et montagne. *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine*, (103-3). Consulté à l'adresse <https://rga.revues.org/3137>
- Tissier, G. (2012). Ressource et gestion intégrée des eaux karstiques de montagne: analyse des impacts du changement climatique et de l'anthropisation des bassins versants (Doctoral dissertation, Université Grenoble Alpes).

J - 4.8 Bibliographie Risques naturels et aide à la décision

- Albert, R. and et al. (2004). Structural vulnerability of the north american power grid.
- Benjamin Einhorn, Nicolas Eckert, Christophe Chaix, Ludovic Ravanel, Philip Deline, Marie Gardent, Vincent Boudières, Didier Richard, Jean-Marc Vengeon, Gérald Giraud et Philippe Schoeneich, « Changements climatiques et risques naturels dans les Alpes », *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine* [En ligne], 103-2 | 2015, mis en ligne le 02 septembre 2015. URL : <http://journals.openedition.org/rga/2829> ; DOI : 10.4000/rga.2829
- Bondy, J. and Murty, U. (1976). *Graph Theory with Applications*. The Macmillan Press Ltd. Duenas-Osorio, L. (2005). *Interdependent Response of Networked Systems to Natural Hazards an Intentional Disruptions*. PhD thesis, Georgia Institute of Technology. 215 p.
- Forestier E., 2016, *Méthodologie pour l'analyse structurelle de réseaux de transport dans un contexte de risques naturels gravitaires en montagne - Caractérisation de leur vulnérabilité indirecte et de leur résilience*, Rapport de stage encadré par Jean-Marc Tacnet et Eric Mermet, 142 pages.
- Gleyze, J.-F. (2005). *La vulnérabilité structurelle des réseaux de transport dans un contexte de risques*. PhD thesis, Université Paris-Diderot - Paris VII. 540 p.
- Gleyze, J.-M. (2007). *Effets spatiaux et effets réseau dans l'évaluation d'indicateurs sur les nœuds d'un réseau d'infrastructure*. Cybergeog : *European Journal of Geography*.
- Grasland, C. (2000). *Le modèle urbain - essai de modélisation de l'inégale accessibilité routière des villes françaises de plus de 20 000 habitants*.
- Lhomme (2012). *L'analyse structurelle des réseaux techniques : modélisations, propriétés, vulnérabilités*. Prépublication, Document de travail.
- Lhomme, S. (2015). *Analyse spatiale de la structure des réseaux techniques dans un contexte de risques*. Cybergeog : *European Journal of Geography*.
- Maneerat, S. (2011). *Evaluation de la vulnérabilité et de l'accessibilité des réseaux exposés aux risques naturels gravitaires rapides en montagne*.
- Mermet, E. (2011). *Aide à l'exploration des propriétés structurelles d'un réseau de transport. Conception d'un modèle pour l'analyse, la visualisation et l'exploration d'un réseau de transport*. Thèse de doctorat. PhD Thesis, Université Paris-Est, Marne-la-Vallée, France.
- Muraco, W. (1972). *Intraurban accessibility*. *Economic Geography*, 48(4) : 388–405.
- Nabaa, M. (2011). *Morphodynamique de réseaux viaires - Application au risque*. PhD thesis, Université du Havre. 257 p.
- Richard, D., George-Marcelpoil, E., & Boudières, V. (2010). *Changement climatique et développement des territoires de montagne : quelles connaissances pour quelles pistes d'action ?* *Revue de géographie alpine/Journal of Alpine Research*, (98-4). Retrieved from <http://rga.revues.org/1322>
- Tacnet, J.-M. (2012). *Decision support guidelines - methods, procedures and tools developed in paramount (wp7)*. Technical report, European Regional Development Fund - Alpine Space
- Progam - Intereg IV - PARAMount projet : *imProved Accessibility : Reliability and safety of Alpine transport infrastructure related to mountainous hazards in a changing climate*. <http://www.paramout-project.eu/>.
- Tacnet, J.-M., Mermet, E., Zadonina, K., Deschatres, M., Humbert, P., Dissart, J.-C., and Labbe, S. (2013). *Road network management in the context of natural hazards: a decision-aiding process based on multi-criteria decision making methods and network structural properties analysis*. In *Proceedings of the International Snow Science Workshop (ISSW 2013)*, 7-11 October 2013, Grenoble, France, pages 95–106, Grenoble, France.
- Zadonina, K. (2013). *Méthodologie multi-échelles de détermination d'indicateurs d'attractivité socio-économique et de vulnérabilité : application à l'analyse de l'accessibilité de réseaux routiers exposés aux risques naturels*.

J - 4.9 Bibliographie Politiques publiques

- ADEME (2012) *Impact'Climat. Prédiagnostic de l'IMPACT du changement CLIMATique sur un Territoire*. Notice d'utilisation.

- ADEME, (2012) Diagnostic de vulnérabilité d'un territoire au changement climatique, 103p. [En ligne], Disponible sur : <http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/diagnostic-vulnerabilite-territoire-changement-climatique-7405.pdf> (Consulté le 04/04/2016)
- ADEME, (2012) Élaborer et mettre en œuvre une stratégie ou un plan d'action et d'adaptation dans un territoire, 59p. [En ligne], Disponible sur : <http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/strategie-ou-plan-action-adaptation-dans-territoire-7408.pdf> (Consulté le 05/04/2016)
- ADEME, (2012) Indicateur de vulnérabilité d'un territoire au changement climatique, 63 p. [En ligne], Disponible sur : <http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/indicateurs-vulnerabilite-territoire-changement-climatique-7406.pdf> (Consulté le 07/04/2016)
- Barbut, L., Arlot, M.-P., Berriet-Sollic, M. (2010). Comment favoriser l'appropriation des évaluations par les élus : le cas des politiques locales de développement territorial. In : Les nouvelles frontières de l'évaluation. 1989-2009 : vingt ans d'évaluation des politiques publiques en France, et demain ? (p. 189-198). Librairie des Humanités. Presented at 9. Journées françaises de l'évaluation, Marseille, FRA (2009-06-11 - 2009-06-12). Paris, FRA : L'Harmattan.
- BERTRAND F. & RICHARD E. (2012), « Les initiatives d'adaptation aux changements climatiques : entre maintien des logiques de développement et renforcement des coopérations entre territoires », Territoire en mouvement [En ligne], 14-15 | 2012, pp.138-153, dossier « Inégalités et iniquités face aux changements climatiques »
- BERTRAND F. (2013), « L'adaptation au changement climatique : les défis d'une approche intégrée pour les territoires », pp. 173-193 In : BONHÉME I., MILLIER C., IMBARD M. (Coord.) 2013, Programme de recherche « Gestion et impacts du changement climatique », Appel à projets 2008, Résultats scientifiques et acquis pour les estionnaires et décideurs, GIP Ecofor-MEDDE, 232 p.
- Centre de ressources pour les Plans Climat Energies Territoriaux vers la transition énergétique. PCET Rhône Alpes (2013). [En ligne], Disponible sur : <http://observatoire.pcet-ademe.fr/pcet/fiche/245/region-rhone-alpes> (Consulté le 12/04/2016)
- Centre d'Etudes Techniques de LYON (2012) Décryptage de la charte du PNR du Massif des Bauges. Rapports, Département environnement territoires climat.
- Charte de développement : Agir pour l'avenir de notre territoire. [En ligne], Disponible sur : <http://www.vercors.org/charte-dev.html> (Consulté le 06/04/2016)
- Dacé, P., Arlot, M.P., Guérin, M. (2002). Les politiques rurales et les finalités de l'intervention publique. In: P. Perrier-Cornet (Editeur), B. Hervieu (Préfacer), A qui appartient l'espace rural ? Enjeux publics et politiques (p. 81-103). La Tour d'Aigues, FRA : Ed. de l'Aube.
- Dupuy J., 2014 - « L'intégration de l'adaptation au changement climatique dans la conduite des politiques publiques : déficit de mise en œuvre ou déficit de légitimité ? ». Thesis for: PhD in Public administration, Idheap, University of Lausanne.
- EDT, (2014) Planification et adaptation au changement climatique, 48p. [En ligne], Disponible sur : <http://www.projetdeterritoire.com/index.php/Nos-publications/Notes-d-Etd/Planification-et-adaptation-au-changement-climatique> (Consulté le 04/04/2016)
- Évaluation à mi-parcours du Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) (2013). [En ligne], Disponible sur : http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ONERC_Rapport_evaluation_mi-parcours_PNACC_VF_web.pdf (Consulté le 01/04/2016)
- Laméto. Plan local d'urbanisme intercommunal. [En ligne], Disponible sur : <http://www.lametro.fr/937-plan-local-d-urbanisme-intercommunal.htm> (Consulté le 18/04/2016)
- Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer. Schéma Régional Climat Air Energie (2014) [En ligne], Disponible sur : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Schemas-regionaux-climat-air,32879.html> (Consulté le 12/04/2016)
- Ouranos (2015) Vers l'adaptation. Synthèse des connaissances sur le changement climatique Au Québec. Partie 3 : Vers la mise en œuvre de l'adaptation. Edition 2015, 49p.
- Parc Naturel Régional des Baronnies. Charte des Baronnies. [En ligne], Disponible sur : <http://www.baronnies-provencales.fr/decouvrir/la-charte> (Consulté le 22/04/2016)
- Parc Naturel Régional des Bauges. Charte des Bauges. [En ligne], Disponible sur : http://www.parcdesbauges.com/fr/agir/qu-est-ce-qu-un-pnr/le-projet-de-parc.html#.V1U1_fmLTIU (Consulté le 22/04/2016)
- Parc Naturel Régional de Chartreuse. Charte de Chartreuse. [En ligne], Disponible sur : <http://www.parc-chartreuse.net/vivre-en-chartreuse/presentation-du-parc.html?start=7> (Consulté le 22/04/2016)
- Parc Naturel Régional du Vercors. Charte du Vercors. [En ligne], Disponible sur : http://parc-du-vercors.fr/fr_FR/les-actions-1109/le-parc-mode-d-emploi-1580/sa-charte-1730.html (Consulté le 22/04/2016)

- Perrin, M, De Noblet, N (2015) Planification et Climat. De la difficulté de traiter de la complexité climatique dans les documents de planification territoriale. [En ligne], Disponible sur https://www6.inra.fr/basc/.../Axe1_M.Perrin_Journees_annuelles_BASC_2015.pdf (Consulté le 04/05/2016)
- Plan d'actions du projet TEPOS du territoire du Trièves (2014). [En ligne], Disponible sur : <http://www.cc-trieves.fr/fichiers/service-aux-habitants/tepos/PlandactionsTrieves.pdf> (Consulté le 21/04/2016)
- Plan Local d'urbanisme de Grenoble (2015). [En ligne], Disponible sur : http://infos.grenoble.fr/plu/Sommaire_PLU.pdf (Consulté le 11/04/2016)
- Plan National D'Adaptation au Changement Climatique (2011). [En ligne], Disponible sur : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ONERC-PNACC-complet.pdf> (Consulté le 07/04/2016)
- Richard, E., (2016), « Adaptation aux changements climatiques: les réponses de l'action publique territoriale », Presses Universitaires de Rennes, 284p.
- Richardson, Otero, (2012) Outils d'aménagement locaux pour l'adaptation aux changements climatiques. Ottawa : Gouvernement du Canada.
- Schéma de Cohérence Territoriale de la Région Urbaine de Grenoble. [En ligne], Disponible sur : <http://scot-region-grenoble.org/les-documents-du-scot/> (Consulté le 12/04/2016)
- Trèves Communauté de Communes. Territoire à Energie positive. [En ligne], Disponible sur : <http://www.cc-trieves.fr/services-aux-habitants/developpement-durable/energie/369-territoire-a-energie-positive-tepos> (Consulté le 18/04/2016)
- Van Gameren, V et al. (2014) L'adaptation au changement climatique, Paris, La Découverte, « Repères ». 128p.
- Ville de fontaine. Agenda 21, Ville de Fontaine (2013). [En ligne], Disponible sur : http://agenda21.ville-fontaine.fr/wp-content/uploads/Agenda21_Fontaine_2013.pdf (Consulté le 18/04/2016)

J - 4.10 Bibliographie Vulnérabilité – Services écosystémiques - Prospective

- Beier (C.M.), Patterson (T.M.) and Chapin (F.S.), 2008, *Ecosystem Services and Emergent Vulnerability in Managed Ecosystems: A Geospatial Decision-Support Tool*, *Ecosystems* (2008) 11: 923–938 DOI: 10.1007/s10021-008-9170-z.
- Berkes F., and Folke, C. 1998. Linking social and ecological systems: Management practices and social mechanisms for building resilience, Cambridge University Press
- Berkes, F., Colding, J., Folke, C., 2003. Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change: Introduction. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 1-20
- Burkhard (B.), Kroll (F.), Müller (F.), Windhorst (W.), 2009, Landscapes' capacities to provide ecosystem services - a concept for land-cover based assessments, *Land-scape Online* 15, 1–22.
- Burkhard (B.), Kroll (F.), Nedkov (S.), & Müller (F.), 2012, *Mapping ecosystem service supply, demand and budgets*, *Ecological Indicators* 21:17-29.
- Campagne (S.), 2014, Évaluation des services écosystémiques sur le territoire du futur Parc naturel régional des Baronnies provençales, rapport de stage.
- Centre d'analyse stratégique CAS (2009): Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes. Contribution à la décision publique. Rapport de la commission présidée par B. Chevassus-au-Louis. Rapports et documents. La Documentation Française, Paris, Avril 2009. 399p
- Costanza (R.) et al., 1997, The value of the world's ecosystem services and natural capital, *Nature*, Vol. 387, pp. 253-260.
- Coutellec (L.), 2012a, La démocratie épistémique comme condition d'une science citoyenne - Le pluralisme épistémique (1/3). *La revue du projet*, 13, 3.
- Coutellec (L.), 2012b, La démocratie épistémique comme condition d'une science citoyenne - De nouveaux rapports entre sciences et éthiques (2/3). *La revue du projet*, 16, 6.
- Coutellec (L.), 2012c, La démocratie épistémique comme condition d'une science citoyenne - Slow science : cultiver la chronodiversité dans les sciences (3/3). <http://recherche.hypotheses.org/?p=163>
- Crouzat (E.), 2015, Étude des compromis et synergies entre services écosystémiques et biodiversité : Une approche multidimensionnelle de leurs interactions dans le socio-écosystème des Alpes françaises, PhD thesis.
- Daily (G.C.) (dir), 1997. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington, DC.
- de Groot (R.S.), Alkemade (R.), Braat (L.), Hein (L.), & Willemen (L.), 2010, Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making, *Ecological Complexity* 7(3):260-272.
- Ehrlich (P.R.), Mooney (H.A.). 1983. *Extinction, substitution and ecosystem services*. *BioScience* 33(4):248–54.

- Fisher (B.), Turner (R.K.), Morling (P.), 2009, *Defining and classifying ecosystem services for decision making*, Ecol. Econ. 68, 643–653.
- Gonzalez-Redin (J.), Luque (S.), Poggio (L.), Smith (R.) and Gimona (A.), 2015, Spatial Bayesian belief networks as a planning decision tool for mapping ecosystem services trade-offs on forested landscapes. Environ. Res.
- Haines-Young (R.) & Potschin (M.), 2010, Proposal for a Common International Classification of Ecosystem Goods and Services (CICES) for integrated environmental and economic accounting, European Environment Agency, New York, USA.
- Haines-Young (R.), and Potschin (M.), 2013, *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES)*, Consultation on Version 4, August-December 2012. 34p.
- Hermann (A.), Schleifer (S.), Wrbka (T.), 2011, *The concept of ecosystem services regarding landscape research: a review*, Living Rev. Landscape Res. 5, 1 (Online Article): cited (10.11.2012), <http://www.livingreviews.org/lrlr-2011-1>
- Hermann (A.), *et al.*, Assessment framework for landscape services in European cultural landscapes: An Austrian Hungarian case study. Ecol. Indic. (2013)
- Holling (C.S.) Gunderson (L.H.), and Peterson (G.D.), 2002, *Sustainability and panarchies*, pp. 63-102 in L.H. Gunderson and C.S. Holling, editors. *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Island Press, Washington, DC.
- Jacobs (S.), Burkhard (B.), Van Daele (T.), Staes (J.), Schneiders (A.), 2014, *The Matrix Reloaded': A review of expert knowledge use for mapping ecosystem services*, Ecological Modelling 295 (2015) 21–30
- Jollivet (M.) (dir.), 2015, *Pour une transition écologique citoyenne*, éd. Charles Léopold Mayer, 144p.
- Jouvenel, H., La Démarche Prospective, un bref guide méthodologique. Revue Futuribles (n°247, novembre 1999), mise à jour 2002
- Labbouz, B. (2015). La prospective Adapt'eau : Quelles trajectoires d'évolution de l'environnement fluvio-estuarien Garonne – Gironde ? Journée de séminaire TRAJEST, 27 février 2015.
- Lamarque (P.), Quétier (F.) and Lavorel (S.), 2011b, *The diversity of the ecosystem services concept and its implications for their assessment and management*. Comptes rendus de l'Académie des Sciences - Biologies, 334, 441–449.
- Latour, (B.), 1999. Politiques de la nature : comment faire entrer les sciences en démocratie. La Découverte, Paris.
- Maresca (B.), *et al.*, 2008. Les retombées économiques et les aménités des espaces naturels protégés. Centre de Recherche pour l'Etude et l'Observation des Conditions de Vie, Département « Evaluation des Politiques Publiques », Publication du CREDOC n°255.
- Maris (V.) (dir.), 2014, *Nature à vendre, les limites des services écosystémiques*, éd. Quae, Coll. Sciences en questions, 94p.
- Martín-López (B.), Gómez-Baggethun (E.), García-Llorente (M.) and Montes (C.), 2014, *Trade-offs across value-domains in ecosystem services assessment*. Ecological Indicators, 37, 220 – 228.
- Mathevet, (R.), 2004, *Camargue incertaine*, Buchet-Chastel, Paris.
- Mathevet, (R.), 2011, La solidarité écologique, ce lien qui nous oblige, éd. Actes Sud
- Mathevet, R., 2013. De la biologie à la géographie de la conservation. Mémoire pour l'obtention de l'Habilitation à Diriger des Recherches
- Mermet, L. (2005). Etudier les écologies futures, un chantier ouvert pour les recherches prospectives environnementales. EcoPolis n°5, éd. Presses Interuniversitaires européennes, Bruxelles, 2005.
- Millenium Ecosystem Assessment (MEA), 2005, *Ecosystem Wealth and Human Well-Being*, Island Press.
- Maes (J.) *et al.* (MEAS), 2013, Mapping and Assessment of Ecosystems and their services: *An analytical framework for ecosystem assessments under action 5 of the EU biodiversity strategy to 2020*, Publications office of the European Union, Luxembourg.
- Palomo (I.) and Montes (C.), 2011, Participatory Scenario Planning for Protected Areas Management under the Ecosystem Services Framework: the Doñana Social-Ecological System in Southwestern Spain, Ecology & Society, 16, 23.
- Rizvi, A.R., Baig, S., Verdone, M. (2015). L'Adaptation fondée sur les Ecosystèmes: Arguments Economiques pour Promouvoir les Solutions fondées sur la Nature en réponse au Changement Climatique. Gland, Suisse: UICN. v + 52 pp.
- Serres, (M.), 1992. *Le contrat naturel*, Flammarion, Paris. Première édition 1990.
- Schröter (M.), van der Zanden (H.), van Oudenhoven (A.P.E.), Remme (R.P.), Serna-Chavez (H.M.), de Groot (R.S.), and Opdam (P.), 2014, *Ecosystem Services as a Contested Concept: A Synthesis of Critique and Counter-Arguments*, Conservation Letters, November/December 2014, 7(6), 514–523
- Stoll (S.) *et al.*, 2015, Assessment of ecosystem integrity and service gradients across Europe using the LTER Europe network, Ecological Modelling, 295 (2015) 75–87
- TEEB, 2010, L'économie des écosystèmes et de la biodiversité pour les décideurs politiques locaux et régionaux. Progress Press, Malte. 250p.

- Tschanz (L.), Tatoni (T.), Brun (J.-J.), 2015, *Pour une gestion durable des territoires, pensons en bouquet*, dans *Espaces Naturels*, n°52, pp.27-28.
- UICN France, 2012, *Panorama des services écologiques fournis par les milieux naturels en France – volume 1 : contexte et enjeux*, Paris, France. 48p.
- Vihervaara (P.), Kumpula (T.), Tanskanen (A.) and Burkhard (B.), 2010, *Ecosystem services - A tool for sustainable management of human–environment systems*, Case study Finnish Forest Lapland. *Ecological Complexity*, **7**, 410–420.
- Walker, (B.), Holling (C.S.), Carpenter (S. R.), and Kinzig (A.). 2004, Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. *Ecology and Society* 9(2): 5
- Westman (W.E.), 1977, *How much are nature's services worth*, *Science*, 197:960-964.

J - 4.11 Bibliographie Organisations apprenantes et approches qualité

- AFNOR (2016). Norme NF ISO 37 101. Développement durable au sein des communautés territoriales – Système de management pour le développement durable – Exigences et lignes directrices pour son utilisation, La Plaine-Saint-Denis, 50 pages.
- Andonoff E., Hanachi C., Nurcan S., 2012, *Adaptation des processus d'entreprise. L'adaptation dans tous ses états*, Cépadués, 2012, Chapitre 3, 50 pages.
- Bell, G.G., Rochford, L., 2016. Rediscovering SWOT's integrative nature: A new understanding of an old framework. *The International Journal of Management Education* **14**, 310–326.
- Brandenburg H., 2005. Les Moteurs De Progres, *L'informatique professionnelle*, rubrique Management, n°239, p. 18 à 22.
- Bull, J.W., Jobstvogt, N., Böhnke-Henrichs, A., Mascarenhas, A., Sitas, N., Baulcomb, C., Lambini, C.K., Rawlins, M., Baral, H., Zahringer, J., Carter-Silk, E., Balzan, M.V., Kenter, J.O., Hayha, T., Petz, K., Koss, R., 2016. Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats: A SWOT analysis of the ecosystem services framework. *Ecosystem Services* **17**, 99–111.
- Comino, E., Ferretti, V., 2016. Indicators-based spatial SWOT analysis: Supporting the strategic planning and management of complex territorial systems. *Ecological Indicators* **60**, 1104–1117.
- IBM Knowledge Center. Mappage de diagrammes Processus métier à des diagrammes Cas d'utilisation UML. [En ligne], Disponible sur : http://www.ibm.com/support/knowledgecenter/fr/SS6RBX_11.4.3/com.ibm.sa.bpr.doc/topics/t_ovwmapbp2uml.html
- ISO Plate-Forme de consultation en ligne OBP. ISO 9000:2015. Systèmes de management de la qualité — Principes essentiels et vocabulaire. [En ligne], Disponible sur : <https://www.iso.org/obp/ui/fr/#iso:std:iso:9000:ed-4:v2:fr>
- ISO Plate-Forme de consultation en ligne OBP. ISO 9000:2015. Systèmes de management de la qualité — Exigences. [En ligne], Disponible sur <https://www.iso.org/obp/ui/fr/#iso:std:iso:9000:ed-5:v2:fr>
- Lans-En-Vercors, STATION QUALITÉ ISO 9001 - 14001 – 18001. Certification norme iso 9001 14001 (OHSAS) 18001. [En ligne], Disponible sur : <http://www.lansenvercors.com/certification-qualite-remontees-mecaniques-lans-en-vercors.html>
- Markovska, N., Taseska, V., Pop-Jordanov, J., 2009. SWOT analyses of the national energy sector for sustainable energy development. *Energy* **34**, 752–756.
- Morley, B. Ch. Hugues J. Leblanc, 2000. UML pour l'analyse d'un système d'information - le cahier des charges du maître d'ouvrage.
- Oubennaceur K. (2011). Structuration d'une base de données sur l'agriculture en Rhône-Alpes. Mémoire de stage, Master 2 Master 2 professionnel SIG et Gestion de l'espace. Université de Jean Monnet de Saint-Etienne, 70 pages.
- Qualité Performance, portail officiel de la qualité et de la performance en France. « Démarches qualité et RSE, une complémentarité de bon sens ! » [En ligne], Disponible sur : <http://www.qualiteperformance.org/comprendre-la-qualite/qualite-rse/demarches-qualite-et-rse-une-complementarite-de-bon-sens>
- Senge P. (1991). *La cinquième discipline, L'art et la manière des organisations qui apprennent*. First Editions, Paris.
- Scolozzi, R., Schirpke, U., Morri, E., D'Amato, D., Santolini, R., 2014. Ecosystem services-based SWOT analysis of protected areas for conservation strategies. *Journal of Environmental Management* **146**, 543–551.
- Terrados, J., Almonacid, G., Hontoria, L., 2007. Regional energy planning through SWOT analysis and strategic planning tools.: Impact on renewables development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **11**, 1275–1287.
- Torres E., 2002, *Adapter localement la problématique du développement durable : rationalité procédurale et démarche-qualité*, Développement durable et territoires, 21 pages.
- Vieville T. (2005) *Quelques Idées sur le Concept d'Adaptation en Vision par Ordinateur*. [En ligne], Disponible sur :

- White, T.H., Melo Barros, Y. de, Develey, P.F., Llerandi-Roman, I.C., Monsegur-Rivera, O.A., Trujillo-Pinto, A.M., 2015. Improving reintroduction planning and implementation through quantitative SWOT analysis. *Journal for Nature Conservation* 28, 149–159.
- Workey, Solution de BPM pour applications métier. WORKEY DESIGNER – Modélisation de processus. MODÉLISATION DE PROCESSUS [En ligne], Disponible sur :<http://www.c-log.com/workey-designer/>

Ressources Web Management de l'adaptation

- <http://www.m-macbeth.com/fr/screenshots.html>
- <http://www.qualiteperformance.org/comprendre-la-qualite/qualite-rse/demarches-qualite-et-rse-une-complementarite-de-bon-sens>
- <http://www-sop.inria.fr/members/Thierry.Vieville/cours/adaptation.html>
- <http://www.c-log.com/workey-designer/>
- <http://www.lansenvercors.com/certification-qualite-remontees-mecaniques-lans-en-vercors.html>
- <https://www.iso.org/obp/ui/fr/#iso:std:iso:9000:ed-4:v2:fr>
- <https://www.iso.org/obp/ui/fr/#iso:std:iso:9001:ed-5:v2:fr>
- http://www.ibm.com/support/knowledgecenter/fr/SS6RBX_11.4.3/com.ibm.sa.bpr.doc/topics/t_ovwmapbp2uml.html

J - 4.12 Bibliographie Modélisation

- Afnor, 2015 - ISO 9000:2015. Systèmes de management de la qualité - Principes essentiels et vocabulaire.
- Andonoff E., Hanachi C., Nurcan S., 2012, Adaptation des processus d'entreprise. L'adaptation dans tous ses états, Cépadués, 2012, Chapitre 3, 50 pages.
- Barzman M., Caron P., Passouant M., Tonneau J.P., Observatoire Agriculture et Territoires - Étude pour la définition d'une méthode de mise en place d'observatoires, Rapport Final, 2005, Etude réalisée pour le compte du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche et du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, CIRAD-TERA N° 29/05, 64 pages.
- Belem M., 2005, Couplage entre système multi-agents et programmation mathématique : application à la simulation de la dynamique des ressources en carbone d'un terroir au Burkina-Faso, Mémoire de stage pour obtenir le Diplôme d'Études Approfondies en informatique sur les systèmes intelligents de l'Université Paris Dauphine, 90 pages.
- Bell, G.G., Rochford, L., 2016. Rediscovering SWOT's integrative nature: A new understanding of an old framework. *The International Journal of Management Education* 14, 310–326.
- Berthier D., Morley C., and Maurice-Demourieux M., 2005, "Enrichissement de la modélisation des processus métiers par le paradigme des systèmes multi agents, " *Systèmes d'Information et Management: Vol. 10 : Iss. 3, Article 3.*
- Bonin M., Thion P., Caron P., Cheylan J.P., Clouet Y., Territoire, zonage et modélisation graphique : recherche-action et apprentissage. In: *Géocarrefour*, vol. 76, n°3, 2001. Les territoires de la participation. pp. 241-252.
- Bull, J.W., Jobstvogt, N., Böhnke-Henrichs, A., Mascarenhas, A., Sitas, N., Baulcomb, C., Lambini, C.K., Rawlins, M., Baral, H., Zahringer, J., Carter-Silk, E., Balzan, M.V., Kenter, J.O., Hayha, T., Petz, K., Koss, R., 2016. Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats: A SWOT analysis of the ecosystem services framework. *Ecosystem Services* 17, 99–111.
- Comino, E., Ferretti, V., 2016. Indicators-based spatial SWOT analysis: Supporting the strategic planning and management of complex territorial systems. *Ecological Indicators* 60, 1104–1117.
- Davoine P.A., Modélisation UML et outils pour l'analyse spatiale, 2001, institut polytechnique de Grenoble, Ve rencontre de Théo Quant., 5 pages.
- De Sède M.H., Moine A., L'approche systémique comme outil de structuration de bases de données spatio-temporelles, Quatrièmes rencontres de Théo Quant, 11-12 février 1999 - PUF 2001.
- Durand M.G., Barriet J., Bel F., Véron F., Regnault F., Brosse E., 1996, L'analyse systémique et la modélisation de systèmes dynamiques outils de connaissance et de gestion de l'environnement à travers trois exemples : "Développement-Protection et Gestion des milieux montagnards en Tarentaise" " Paysages de Chartreuse" et "Multi-usages dans le Parc du Mercantour", pp 201-217.
- Giovanni Fusco, « Démarche géo-prospective et modélisation causale probabiliste », *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Systèmes, Modélisation, Géostatistiques, document 613, mis en ligne le 20 juillet 2012, consulté le 18 mai 2018. URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/25423> ; DOI : 10.4000/cybergeo.25423
- Guay J.F., Waaub J.F., 2012, Proposition d'une plate-forme intégrée de modélisation du territoire et de l'environnement pour l'évaluation environnementale stratégique, 17e Colloque international en évaluation environnementale.
- Habets F., Flipo N., Saleh F., Philippe E., Queyrel W., Goblet P., Ledoux E., Monteil C., Viennot P., David C., Bacchi A., Blanchoud H., Moreau-Guigon E., Launay M., Ripoche D., Mary B., Jayet P.A., Martin E., Morel T., Tournebize J., Les progrès de la modélisation intégrée, PIREN-Seine, Phase V – Rapport de synthèse 2007-2010, 18 pages.

- Langlois P., Blanpain B., Daudé E., « MAGéo, une plateforme de modélisation et de simulation multi-agent pour les sciences humaines », *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Systèmes, Modélisation, Géostatistiques, document 741, mis en ligne le 02 octobre 2015.
- Markovska, N., Taseska, V., Pop-Jordanov, J., 2009. SWOT analyses of the national energy sector for sustainable energy development. *Energy* 34, 752–756.
- Morley, B. Ch. Hugues J. Leblanc, 2000. UML pour l'analyse d'un système d'information - le cahier des charges du maître d'ouvrage.
- Muller P.A., Gaertner N., 2004, Modélisation objet avec UML. 2ème édition, Collection Best Of, Eyrolles, 514 p.
- Napoli A., Formalisation et gestion des connaissances dans la modélisation du comportement des incendies de forêt. Géographie. Université Nice Sophia Antipolis, 2001. Français.
- Passouant M., Caron P., Loyat J., Tonneau J.P., Barzman M., 2007, Observatoire des agricultures et des territoires : mise à l'épreuve d'une méthode de conception, SAGEO', 11 pages.
- Plumejeaud-Perreau C., Modèles et méthodes pour l'information spatio-temporelle évolutive. *Cartes & géomatique*, Comité français de cartographie, 2013, pp. 33-38.
- Rumbaugh, G. J. Jacobson I. Booch, 2004. *Unified Modeling Language Reference Manual, The (2nd Edition)*. Pearson Higher Education.
- Scolozzi, R., Schirpke, U., Morri, E., D'Amato, D., Santolini, R., 2014. Ecosystem services-based SWOT analysis of protected areas for conservation strategies. *Journal of Environmental Management* 146, 543–551.
- Smit, B., Wandel, J., 2006. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change* 16, 282–292.
- Terrados, J., Almonacid, G., Hontoria, L., 2007. Regional energy planning through SWOT analysis and strategic planning tools.: Impact on renewables development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 11, 1275–1287.
- Tissot C., Le Tixerant M., Rouan M., Cuq F., Modélisation spatio-temporelle d'activités humaines à fort impact environnemental, *Cybergeo : European Journal of Geography*, Systèmes, Modélisation, Géostatistiques, document 313, mis en ligne le 20 juin 2005.
- Torres E., 2002, Adapter localement la problématique du développement durable : rationalité procédurale et démarche-qualité, *Développement durable et territoires*, 21 pages.
- Voiron-Canicio C., Dutozia J., Basse R.N., Dubus N., Maignant G., Saint-amand P., Sevenet M., L'imbrication spatiale dans l'analyse des territoires : formalisation, modélisation, simulation, *Revue d'Économie Régionale & Urbaine* 2010/4 (octobre), p. 707-728.
- Watkins, K.E., Marsick, V.J., 1993. *Sculpting the Learning Organization: Lessons in the Art and Science of Systemic Change*. First Edition. ERIC.
- White, T.H., Melo Barros, Y. de, Develey, P.F., Llerandi-Roman, I.C., Monsegur-Rivera, O.A., Trujillo-Pinto, A.M., 2015. Improving reintroduction planning and implementation through quantitative SWOT analysis. *Journal for Nature Conservation* 28, 149–159.
- Wilby, R.L., Dessai, S., 2010. Robust adaptation to climate change. *Weather* 65, 180–185.