



# La Lettre Alpes-Climat-Risques

Lettre d'information du PARN sur le changement climatique et les risques naturels dans les Alpes

N°3 – Février 2014

[www.risknat.org/thematiques-recherche/changement-climatique-et-risques-naturels](http://www.risknat.org/thematiques-recherche/changement-climatique-et-risques-naturels)

## Sommaire

<b>Introduction.....</b>	<b>2</b>
<b>Activités du PARN sur le changement climatique.....</b>	<b>2</b>
Actualités du PARN .....	2
Mise à jour de la Base Alpes-Climat-Risques.....	3
Liens et appui aux partenaires nationaux et régionaux.....	3
<b>Actualités et ressources du réseau .....</b>	<b>4</b>
Actualité institutionnelle .....	4
Manifestation récente.....	4
Politiques publiques d'adaptation au changement climatique .....	4
Observatoires .....	5
Réseau associatif .....	6
Programmation de la recherche .....	6
<b>Résultats de la recherche .....</b>	<b>7</b>
Travaux transversaux (pluri-thématiques) .....	7
5e rapport du GIEC .....	7
Projets européens et nationaux .....	7
Manifestations et publications récentes .....	9
Climat et milieux .....	10
Paramètres climatiques .....	10
Glaciers.....	13
Cours d'eau .....	14
Forêt alpine .....	15
Risques naturels .....	16
Aléas d'origine glaciaire.....	16
Avalanches.....	16
Crues et inondations.....	18
Crues et laves torrentielles .....	18
Mouvements de terrain .....	19
<b>Manifestations à venir .....</b>	<b>23</b>

Cette lettre d'information est éditée par Pôle Alpin d'études et de recherche pour la prévention des Risques Naturels (PARN) avec le soutien de la Région Rhône-Alpes. Elle s'inscrit dans le cadre de l'actualisation de la base de connaissances *Alpes-Climat-Risques* relative aux effets du changement climatique sur les risques naturels dans l'Arc alpin. Elle est diffusée sur le site internet du PARN et au sein de son réseau scientifique, technique et institutionnel.

## Introduction

Tout comme elle l'a été en 2013, l'actualité scientifique, technique et institutionnelle sur la thématique « changement climatique et risques naturels » demeure très riche en 2014. On relève notamment :

- (i) *Au niveau international* : la publication du cinquième rapport du GIEC, qui constitue une référence centrale pour les actions d'atténuation et d'adaptation menées dans le cadre des politiques publiques et des négociations (inter)-étatiques.
- (ii) *Au niveau européen (et infra)* : la transition entre les périodes de programmation budgétaire 2007-2013 et 2014-2020, qui s'accompagne de la mise à disposition et de la capitalisation des résultats de nombreux projets récemment achevés<sup>1</sup>, de l'élaboration et de la mise en œuvre des nouveaux programmes de R&D, des programmes de coopération et des programmes opérationnels (PCRD<sup>2</sup>, CTE<sup>3</sup>, PO régionaux et POIA<sup>4</sup>). À noter également : l'adoption par l'Union Européenne de sa stratégie d'adaptation changement climatique, qui prévoit d'attribuer 20% des fonds européens 2014-2020 aux politiques climatiques (atténuation et adaptation).
- (iii) *Au niveau national* : la mise en place de l'Observatoire National des Risques Naturels (ONRN) parmi les actions phares du PNACC<sup>5</sup>, la publication des résultats scientifiques de projets récemment terminés ou encore le lancement de nouveaux projets (en particulier des projets ANR).
- (iv) *Au niveau régional* : l'inauguration de l'Observatoire Régional des Effets du Changement Climatique (ORECC) ou encore l'élaboration des nouveaux CPER associés aux PO régionaux.

Dans ce contexte, la période qui s'ouvre représente également une période charnière pour le PARN, avec : (1) le lancement de son réseau d'interface « Science-Décision-Action » entre acteurs scientifiques et techniques de la prévention des risques naturels à l'échelle alpine et (2) la mise en place d'un programme interrégional de recherche à caractère finalisé sur cette thématique (voir ci-après). C'est dans ce cadre élargi, que s'inscrivent aussi nos activités sur le changement climatique menées avec le soutien de la Région Rhône-Alpes.

## Activités du PARN sur le changement climatique

### Actualités du PARN

Les journées organisées par le PARN les 16-17 oct. 2013 à Embrun ont été consacrées conjointement : (1) à la restitution de l'opération interrégionale CIMA-POIA « Gestion intégrée des risques naturels dans les Alpes – Expérimentation sur sites pilotes » (« GIRN Alpes »), et (2) au lancement du réseau « Science-Décision-Action » pour la prévention des risques naturels dans les Alpes. ► [Programme des journées](#)

<sup>1</sup> Voir les précédents numéros de la Lettre Alpes-Climat-Risques.

<sup>2</sup> Programme Cadre de Recherche et Développement technologique de l'UE.

<sup>3</sup> Coopération Territoriale Européenne / Interreg IV.

<sup>4</sup> Programme Opérationnel Interrégional du massif des Alpes.

<sup>5</sup> Plan National d'Adaptation au Changement Climatique, publié le 20 juillet 2011.



**Opération « GIRN Alpes »** : La gestion intégrée des risques naturels est reconnue depuis plusieurs années comme un enjeu majeur pour mieux faire face aux événements actuels et à leur possible intensification dans le contexte d'un climat changeant. L'opération expérimentale « GIRN Alpes » menée entre 2009 et 2013 implique des acteurs des territoires en prise directe avec les réalités de terrain. La restitution de l'opération a notamment été l'occasion de recueillir une nouvelle fois le témoignage d'élus faisant part de leur sentiment d'une évolution climatique perceptible dans les hautes vallées, par exemple en Haute Maurienne où elle se traduit en particulier par une sensible recrudescence des crues torrentielles associées à des épisodes de pluie intense au cours des deux dernières décennies. Pour en savoir plus sur cette opération, la plateforme de capitalisation « GIRN Alpes » vient tout juste d'être mise en ligne. ► [www.risknat.org/girn/](http://www.risknat.org/girn/)

**Dynamique d'interface pour la prévention des risques naturels dans les Alpes** : Le projet d'interface entre les sphères « recherche » et « opérationnelle » proposé par le PARN est soutenu par les régions Rhône-Alpes et PACA, la DATAR<sup>6</sup> et le MEDDE<sup>7</sup>. Ce projet comporte : (1) la constitution du réseau « Science-Décision-Action » d'acteurs scientifiques et techniques œuvrant dans le champ de la prévention des risques naturels à l'échelle du Massif des Alpes ; (2) la mise en place d'un programme de recherche-action « Gestion des risques naturels en montagne » à l'échelon interrégional. Cette dynamique d'interface s'inscrit dans la stratégie du POIA 2014-2020 officialisée le 20 janvier 2014. La thématique « changement climatique & risques naturels », qui a naturellement vocation à être prise en compte dans ce projet, pourra faire l'objet d'un des groupes de travail envisagés au sein du réseau.

### ***Mise à jour de la Base Alpes-Climat-Risques***

---

Plus de 300 références bibliographiques relatives aux effets du changement climatique sur les risques naturels alpins sont désormais prises en compte dans la partie 'analyse' de la base de connaissances, dont l'alimentation se poursuit en 2014. ► [www.risknat.org/projets/alpes-climat-risques](http://www.risknat.org/projets/alpes-climat-risques)

### ***Liens et appui aux partenaires nationaux et régionaux***

---

Lors de la réunion « **Risques en montagne** » des services de l'Etat (DGPR<sup>8</sup>, DREAL Rhône-Alpes, DDT alpines, services ONF-RTM) le 26 juin 2013 à la DDT73 (Chambéry), le PARN a fait une rapide présentation des conséquences avérées et prévisibles du changement climatique sur les risques naturels dans les Alpes.

Le PARN et le cabinet ASTERISQUES Consultants ont été **auditionnés au Sénat**<sup>9</sup> le 14 jan. 2014 dans le cadre de l'actualisation du "Rapport Amoudry" relatif à la prévention des risques naturels en montagne. Le PARN est intervenu en tant que structure de réseau scientifique et technique dans ce champ thématique et à la faveur de son expertise sur l'impact du changement climatique. Cette audition a permis de formuler plusieurs pistes et propositions innovantes afin de mieux appréhender la spécificité des risques naturels en territoires de montagne. ► [Télécharger les propositions](#)

---

<sup>6</sup> Délégation interministérielle à l'Aménagement du Territoire et à l'Attractivité Régionale.

<sup>7</sup> Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie.

<sup>8</sup> Direction Générale de la Prévention des Risques, du MEDDE.

<sup>9</sup> Par les sénateurs André Vairetto et Hélène Masson-Maret.



## Actualités et ressources du réseau

### **Actualité institutionnelle**

---

Le CEREMA, Centre d'études et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement, a été créé le 1<sup>er</sup> janvier 2014 par ses ministères de tutelle, MEDDE et METL<sup>10</sup>, en vue de « disposer d'un appui scientifique et technique renforcé pour élaborer, mettre en œuvre et évaluer les politiques publiques de l'aménagement et du développement durables ». À cet effet, ce nouvel Établissement public à caractère administratif (EPA), basé à Bron (69), réunit en une seule entité les compétences de onze services préexistants : les huit Centres d'études techniques de l'équipement (CETE), le Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CERTU), le Centre d'études techniques, maritimes et fluviales (CETMEF) et le Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements (SETRA). Le CEREMA vient donc naturellement remplacer le CETE de Lyon parmi les membres du PARN. ► [www.cerema.fr/](http://www.cerema.fr/)

### **Manifestation récente**

---

L'atelier Environnement de la CoTITA<sup>11</sup> Centre-Est a organisé une **journée technique « Changement climatique et aménagement »** le 20 février 2014 à la Direction Territoriale Centre-Est du CEREMA (Bron). Cette journée, dédiée aux thématiques de l'atténuation et de l'adaptation dans l'aménagement du territoire, s'adressait aux services techniques des collectivités territoriales et des services déconcentrés de l'Etat compétents en matière d'aménagement, ainsi qu'à un public plus large. Les supports de présentation sont en ligne. ► [www.cotita-centre-est.fr/spip.php?rubrique128](http://www.cotita-centre-est.fr/spip.php?rubrique128)

### **Politiques publiques d'adaptation au changement climatique**

---

La **Stratégie globale d'adaptation au changement climatique adoptée par la Commission européenne** en avril 2013 (évoquée en introduction) vise mettre en place une approche cohérente et coordonnée pour anticiper la réponse aux impacts du changement climatique aux échelles locale, régionale, nationale et européenne. Le texte et les documents qui l'accompagnent sont consultables à partir de la page internet qui lui est consacrée sur le site du MEDDE <sup>12</sup>. ► [www.developpement-durable.gouv.fr/Adaptation-au-changement,32350.html](http://www.developpement-durable.gouv.fr/Adaptation-au-changement,32350.html).

Après un premier point d'avancement du **Plan National d'Adaptation au Changement Climatique** (juin 2013), l'ONERC a publié un rapport d'évaluation à mi-parcours (décembre 2013). Parmi les mesures mises en œuvre, on peut relever les points suivants dans la fiche "Risques naturels" : (1) L'ajout des phénomènes glaciaires à la liste des grands types de risques (inondations, mouvements de terrain, avalanches et feux de forêt) pris en compte dans l'action 1 visant l'amélioration de la connaissance. (2) La création de l'Observatoire national des risques naturels (présenté ci-après). (3) L'ouverture en juillet 2013 de plate-forme collaborative WIKLIMAT<sup>13</sup> développée par le CETMEF sur le modèle de

---

<sup>10</sup> Ministère de l'Égalité des Territoires et du Logement.

<sup>11</sup> Conférence technique interdépartementale des transports et de l'aménagement.

<sup>12</sup> Elle est également évoquée dans la [Lettre de l'ONERC aux élus N°17](#).

<sup>13</sup> ► <http://wiklimat.developpement-durable.gouv.fr/>



l'expérience WIKHYDRO, afin de faciliter le partage des initiatives en matière d'adaptation. À noter également dans la fiche "Montagne" : l'intégration des préoccupations climatiques dans les schémas de massif. ► <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Plan-national-d-adaptation-au,37066.html>

## Observatoires

---

L'**Observatoire National des Risques Naturels (ONRN)** créé dans le cadre de l'action 2 du PNACC (consacrée à la diffusion des données et informations) est développé en partenariat avec la DGPR, la Caisse centrale de réassurance, la Mission risques naturels et des sociétés et mutuelles d'assurance. En complément d'informations générales sur les aléas, l'exposition et la vulnérabilité des populations, l'ONRN va mettre à disposition des professionnels et du grand public les principales bases de données thématiques concernées par les risques naturels liés au changement climatique.

► [www.onrn.fr](http://www.onrn.fr)

La conférence de lancement de l'**Observatoire Régional des Effets du Changement Climatique (ORECC)** Rhône-Alpes qui s'est déroulée le 6 Novembre 2013 à Lyon a permis de présenter ses objectifs opérationnels, son état d'avancement (création prochaine d'un site internet) et de restituer les travaux des groupes de travail « agriculture – sylviculture » et « tourisme » lancés en septembre 2013 (développement d'indicateurs du changement climatique relatifs à ces thématiques). En perspective, la création d'un groupe de travail sur les risques naturels est envisagée.

► [www.developpement-durable.gouv.fr/Un-observatoire-regional-du.html](http://www.developpement-durable.gouv.fr/Un-observatoire-regional-du.html)

Lors des **deuxièmes rencontres techniques de l'Observatoire de l'eau en montagne** (1-2 oct. 2013 à Megève), les échanges ont notamment porté sur les orientations de son 3<sup>e</sup> volet « Evolution des masses d'eau et des risques liés à l'eau ». Les supports de présentation de ces journées ainsi que leur restitution dans la deuxième lettre d'information de l'observatoire sont disponibles sur son nouveau site internet. ► <http://observatoire-eau-montagne.org/>

Parmi les nouvelles ressources de l'**Observatoire savoyard du Changement Climatique (OsCC)**, outre les derniers bilans climatiques saisonniers et annuel (2013), figure un nouvel indicateur composite de l'évolution des températures depuis 1900 développé à l'échelle des Alpes françaises en agrégeant des séries de données multi-sources.

► [www.mdp73.fr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=106&Itemid=37](http://www.mdp73.fr/index.php?option=com_content&task=view&id=106&Itemid=37)

Développé dans le cadre du Plan Intégré Transfrontalier de l'Espace Mont-Blanc (PIT EMB)<sup>14</sup> financé par le programme ALCOTRA, l'**Observatoire du Mont-Blanc** a pour rôle d'observer, à l'aide d'indicateurs environnementaux sociaux et économiques, l'évolution de l'état du territoire et la mise en place des recommandations, des stratégies, des plans d'actions et des mesures du Schéma du Développement Durable de l'EMB. Cet observatoire est doté d'un Géoportail qui permet l'interrogation, la représentation cartographique et l'extraction des données fournies par le partenariat transfrontalier, ainsi que d'un Système de Connaissances (SYCO) qui donne accès aux informations, données et évaluations nécessaires aux politiques, stratégies et actions des responsables de l'EMB et autres acteurs locaux. ► <http://pit.espace-mont-blanc.com/embp/index.cfm/observatoire-du-mont-blanc.html>

---

<sup>14</sup> Le PIT Espace Mont-Blanc comporte un ensemble de projets couvrant des thématiques variées (transport, habitat, économie locale, tourisme, environnement) relatives au développement durable du territoire. ► <http://pit.espace-mont-blanc.com/>



S'inscrivant également au sein du PIT EMB, l'**Atlas scientifique du Mont-Blanc** est issu d'un travail collaboratif pluridisciplinaire associant les grands laboratoires de recherche des Alpes françaises, suisses et italiennes sous la coordination du CREA<sup>15</sup> pour offrir un accès unifié aux connaissances issues des études scientifiques menées dans le massif en climatologie, écologie, glaciologie, géologie.

► [www.atlasmontblanc.org/](http://www.atlasmontblanc.org/)

## **Réseau associatif**

---

Au titre de ses activités de porter à connaissance des résultats de la recherche sur la thématique des impacts du changement climatique sur les risques naturels dans les Alpes, le PARN, depuis 2013, est membre du Réseau d'éducation à l'environnement montagnard alpin (REEMA) et participe à son **pôle Educ'Alpes Climat**, présenté dans le dernier numéro<sup>16</sup>.

L'année passée, le pôle Climat a produit des supports de communication collective présentant (i) les structures et territoires ayant engagé des actions de sensibilisation au changement climatique en montagne et (ii) les acteurs proposant de la formation sur ce thème :

► [Plaquette de présentation des acteurs de la sensibilisation au changement climatique dans les Alpes.](#)

► [Offre de formation concertée sur le changement climatique en montagne.](#)

Par ailleurs, les membres du Pôle Educ'Alpes Climat du REEMA ont réalisé collectivement un **dépliant-poster** support de sensibilisation à destination des professionnels de la montagne (accompagnateurs, gardiens de refuge, etc.) et du grand public, intitulé : « Changement climatique : c'est chaud pour les Alpes ! », qui fera prochainement l'objet d'une campagne de communication pour en permettre une large diffusion, notamment via un site internet. Une version basse définition est d'ores et déjà disponible en ligne : <http://chaud-pour-les-alpes.reema.fr/>

## **Programmation de la recherche**

---

Outre les Programmes Opérationnels Régionaux de Rhône-Alpes et de PACA et le POIA mentionnés en introduction, les **programmes de Coopération Territoriale Européenne** qui intéressent les territoires alpins (Alcotra, Espace alpin, France-Suisse, MED, etc.) pour la période 2014-2020 sont en cours d'élaboration.

Divers documents sur celle du programme Espace Alpin sont d'ores et déjà disponibles sur son site internet, parmi lesquels certains chapitres de son programme opérationnel.

► <http://www.alpine-space.eu/about-the-programme/strategy-development-for-the-alps/alpine-space-programme-2014-2020/asp-2014-2020-programming-process>

Signalons que le 8<sup>e</sup> PCRD, également en préparation, sera désormais dénommé « **Horizon 2020** ».

► [www.europe-en-france.gouv.fr/Des-programmes-pour-qui-pour-quoi/Trouver-une-aide/Programmes-de-cooperation](http://www.europe-en-france.gouv.fr/Des-programmes-pour-qui-pour-quoi/Trouver-une-aide/Programmes-de-cooperation)

► [http://cordis.europa.eu/fp7/ict/ssai/fp8preparations\\_en.html](http://cordis.europa.eu/fp7/ict/ssai/fp8preparations_en.html)

► <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>

---

<sup>15</sup> Centre de Recherches sur les Ecosystèmes d'Altitude.

<sup>16</sup> [Lettre Alpes-Climat-Risques N°2, p. 4.](#)

## Résultats de la recherche

### Travaux transversaux (pluri-thématiques)

#### *5e rapport du GIEC*

---

Le volume I du nouveau rapport du GIEC "**Climate Change 2013: The Physical Science Basis. IPCC Fifth Assessment Report (AR5), Working Group I**" a été publié le 26 sept. 2013. Le résumé pour décideurs est désormais disponible en français. Sa parution a été largement relayée au sein des sphères scientifiques, institutionnelles et médiatiques et de nombreuses ressources lui sont consacrées sur internet par différents organismes, parmi lesquels : l'[INSU](#), qui a rassemblé diverses ressources scientifiques et pédagogiques à cette occasion, le [MEDDE](#), l'ONERC ([Lettre de l'ONERC aux élus N°18](#)), ou encore le Réseau Action Climat France à travers son site de vulgarisation « [Le climat change](#) ». Le volume II « Changements climatiques : Impacts, Adaptation et Vulnérabilité » sera publié le 29 mars, le volume III le 11 avril et le rapport de synthèse le 31 octobre 2014. Dans les sphères décisionnelles comme scientifiques (ou du moins dans leur très large majorité), l'ensemble de ce travail constitue le nouveau cadre de référence pour l'élaboration stratégique des politiques publiques d'atténuation et d'adaptation au changement climatique. ► <http://www.ipcc.ch/report/ar5/>

#### *Projets européens et nationaux*

---

Après le passage en revue des projets de Coopération Territoriale Européenne du programme Espace Alpin dans le dernier numéro, on évoque cette fois notamment quelques projets européens et français ayant porté sur le changement climatique et les risques naturels en contexte alpin.

Les résultats du projet **ACQWA: "Assessing Climate impacts on the Quantity and quality of Water"** (2008-2013) du 7<sup>ème</sup> PCRD ont été présentés lors de sa conférence finale le 4 septembre 2013 à Genève. ACQWA est un grand projet intégrateur doté d'un budget de 6,5 millions €, qui a rassemblé 37 partenaires européens et internationaux sous la coordination de l'Université de Genève (partenaires français : CEN<sup>17</sup>, LTHE<sup>18</sup>, LGP<sup>19</sup>, LGGE<sup>20</sup> et LSCE<sup>21</sup>). Sa philosophie générale était, d'une part, de faire progresser la compréhension et la modélisation des processus complexes et diversifiés à l'œuvre dans l'évolution hydrologique des milieux de montagne et des risques associés sous l'effet du changement climatique, et d'autre part, d'exploiter ces résultats pour formuler des recommandations en matière de stratégies d'adaptation dans le domaine de la gestion de l'eau.

Le document de synthèse final du projet ("A Science and Policy Brief") et le résumé pour décideurs fournissent une vue d'ensemble des principaux résultats obtenus sur les thématiques du projet : Méthodes et modèles de simulation du changement climatique à l'échelle régionale ; Projections climatiques régionales à l'échelle des Alpes à l'horizon 2050 ; Impacts projetés sur les composantes neige et glace ; Changements projetés sur l'hydrologie (cas d'études alpins : bassins du Rhône et du

---

<sup>17</sup> Centre d'Etude de la Neige (Météo-France CNRM), Grenoble.

<sup>18</sup> Laboratoire d'étude des Transferts en Hydrologie et Environnement (UJF/CNRS), Grenoble.

<sup>19</sup> Laboratoire de Géographie Physique (Univ. Paris 1/CNRS), Meudon.

<sup>20</sup> Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement (UJF/CNRS), Grenoble.

<sup>21</sup> Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (CEA/CNRS/Univ. de Versailles Saint-Quentin), Gif-sur-Yvette.

Pô) ; Evolution des événements de précipitations extrêmes ; Impacts sur les aléas naturels à contrôle climatique ; Impacts combinés impliquant plusieurs composantes du milieu naturel (ex. : climat/végétation/ hydrologie) ; Impacts sur la production hydroélectriques ; Impacts sur l'agriculture ; Impacts sur les écosystèmes aquatiques ; Impacts sur les forêts de montagne ; Impacts sur le tourisme ; Enseignements tirés de cas d'études pour des régions non-européennes.

Les conclusions générales relatives aux aléas naturels sont les suivantes : (i) En dépit des incertitudes, l'évolution récente observée sur des sites de haute-altitude (en particulier dans des terrains à permafrost) montre clairement une forte sensibilité des zones de montagne au changement climatique. (ii) Des événements d'une intensité au-delà de celle des événements historiques vont continuer à se produire au fur et à mesure de la progression du changement climatique. (iii) Le retrait des glaciers et la formation de lacs glaciaires, d'avalanches de glace et de phénomènes de décompression des versants rocheux causent le déclenchement de chutes de rochers et d'instabilités de versants à des altitudes progressivement plus élevées. (iv) Le volume des laves torrentielles, mais pas nécessairement leur fréquence, est susceptible d'augmenter.

Les principales conclusions relatives à nos différents domaines thématiques d'intérêt sont reprises ci-après en faisant référence aux livrables des différents Work Packages, qui sont progressivement mis en ligne. ► [www.acqwa.ch](http://www.acqwa.ch)

Au sein du réseau européen de recherche ERA-NET CIRCLE<sup>22</sup> sur les impacts du changement climatique et l'adaptation soutenu par le 7<sup>ème</sup> PCRD, le projet **CIRCLE MOUNTain: "Climate change impacts (natural and anthropogenic factors) and response options in mountainous areas"**, lancé en 2009, a rassemblé des partenaires français, autrichiens, suisses et suédois dans le cadre de quatre sous-projets dédiés à l'évaluation et la prise en compte des impacts du changement climatique sur les risques liés aux mouvements de terrain et les laves torrentielles (ARNICA et ChangingRISKS, dont les résultats sont présentés ci-après), les écosystèmes de montagne (CAMELEON) et les aléas d'origine glaciaire (EURAS-CLIMPACT). ► [www.circlemontagne.fr](http://www.circlemontagne.fr). La conférence finale (Barcelone, 26-27 sept. 2013) a permis de partager et de mettre en perspective les résultats obtenus à travers des discussions sur les voies de coopération possibles entre les régions de montagne européennes pour améliorer le partage des connaissances en matière d'adaptation. Les supports présentés lors de cette conférence sont consultables en ligne. ► [www.circle-era.eu/np4/MountPresentations.html](http://www.circle-era.eu/np4/MountPresentations.html)

### *Programmes nationaux*

Le projet **EXPLORE 2070** (2010-2012) piloté par le MEDDE s'inscrit dans la continuité de projets nationaux antérieurs<sup>23</sup>. Il visait à mettre en œuvre une approche intégrée et systémique des impacts du changement climatique sur les milieux aquatiques et la ressource en eau à l'horizon 2070 en métropole et dans les départements d'outre-mer, en vue d'apporter une aide à la décision aux responsables publics nationaux, régionaux et locaux dans l'élaboration de stratégies d'adaptation. Les synthèses, présentations au colloque de restitution (24 mai 2013) et rapports du projet sont désormais en ligne sur le site web du projet<sup>24</sup>, ordonnés selon les différentes thématiques abordées : évaluation des stratégies d'adaptation ; climatologie ; hydrologie de surface ; hydrologie souterraine ; Ecosystèmes aquatiques ; Milieux côtiers ; Prospective socio-économique et démographique ; Méthodologie, hypothèses et incertitudes). Les résultats sur les volets 'climatologie' et 'hydrologie de surface' sont évoqués ci-après. ► [www.developpement-durable.gouv.fr/-Explore-2070-.html](http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Explore-2070-.html)

<sup>22</sup> Climate Impact Research & Response Coordination for a Larger Europe: CIRCLE (2004-2009) et CIRCLE-2 (20089-2014).

<sup>23</sup> En particulier les projets DRIAS et SCAMPEI, voir [Lettre Alpes-Climat-Risques N°1, p. 9](#).

<sup>24</sup> L'[interface cartographique](#) donnant accès aux données est également en ligne.

## **Manifestations et publications récentes**

---

La conférence internationale **"IMPACTS WORLD 2013"** (Postdam du 27 au 30 mai 2013) annoncée dans le précédent numéro a réuni des scientifiques et des décideurs du monde entier dans le but de discuter de l'avenir de la recherche sur les impacts du changement climatique. Pour mémoire, les nombreux sujets abordés concernaient 5 défis fondamentaux : 1) l'intégration transdisciplinaire des connaissances sectorielles existantes en matière d'impacts sur les systèmes naturels et socio-économiques ; 2) l'amélioration de la robustesse des projections – sur laquelle repose la crédibilité et l'utilité des études d'impacts et d'adaptation – à travers la réduction des incertitudes aux différents niveaux d'analyse (données d'observation, modèles de climat et d'impacts, scénarios socio-économiques) ; 3) le besoin d'une analyse systématique des manques de recherche pour identifier les mécanismes, secteurs et régions qui ne sont pas suffisamment étudiés ; 4) l'articulation des recherches et modèles d'impacts entre les différentes échelles spatiales (internationale, nationales, régionales et locales) requise pour être à même de fournir aux décideurs et aux praticiens des informations fiables et en temps opportun ; 5) le besoin d'une approche transversale et de synthèses quantitatives permettant de communiquer les résultats de recherche de manière concise et intelligible, notamment à travers un lien plus étroit entre les recherches sur les impacts et sur l'adaptation.

L'objectif poursuivi était de jeter les bases d'un programme de recherche coordonné permettant de combiner les contributions individuelles pour établir collectivement des synthèses régulières des analyses d'impacts climatiques, en vue de mieux répondre au besoin continu pour des résultats de recherche pertinents pour les politiques. Les actes de la conférence, qui comportent notamment des contributions relatives à l'évolution des phénomènes de crues et inondations, sont disponibles sur son site internet. ► [www.climate-impacts-2013.org](http://www.climate-impacts-2013.org)

La Conférence Internationale sur les Montagnes et le Changement Climatique **"High Summit 2013"** (Lecco, 23-25 oct. 2013) a quant à elle rassemblé des représentants d'organisations nationales et internationales et des chercheurs, experts et acteurs opérationnels spécialistes de la montagne issus d'institutions internationales et d'universités pour dresser un état des lieux actualisé, notamment à la lumière des conclusions du 5<sup>ème</sup> rapport du GIEC, en vue d'alerter les décideurs politiques et de leur fournir des recommandations sur les problèmes environnementaux spécifiques aux régions de montagne. Les messages clés ont été rassemblés dans une déclaration commune articulée selon les cinq grandes sessions thématiques abordées : climat, cryosphère, écosystèmes montagnards, eau, impacts environnementaux et socio-économiques. Ce document de synthèse ainsi que les supports de présentation sont disponibles sur le site internet de la conférence. ► [www.highsummit.org/](http://www.highsummit.org/)

Dans le cadre de l'Observatoire Pyrénéen du Changement Climatique (OPCC)<sup>25</sup>, la Communauté de Travail des Pyrénées (CTP) a organisé le **"Colloque international sur le changement climatique en zones de montagne: observer pour s'adapter"** le 6 nov. 2013 à Pampelune (Espagne). Cette rencontre a été l'occasion d'un porter à connaissance des actions remarquables menées sur ce massif dans un cadre transfrontalier<sup>26</sup>, et plus largement d'un partage d'expériences et d'initiatives sur le changement climatique en zones de montagne européennes. ► [www.opcc-ctp.org/opcc\\_event/index\\_fr.html](http://www.opcc-ctp.org/opcc_event/index_fr.html)

---

<sup>25</sup> ► [www.opcc-ctp.org/](http://www.opcc-ctp.org/)

<sup>26</sup> Les actions de l'OPCC s'inscrivent dans le cadre du Programme Opérationnel de Coopération Territoriale Espagne-France-Andorre 2007-2013 (POCTEFA). ► [www.poctefa.eu/](http://www.poctefa.eu/)

Les différentes sessions du "11th Swiss Geoscience Meeting" (Lausanne, 15-16 nov. 2013) ont notamment abordé les thématiques suivantes : "Atmospheric predictability, phenology and seasonality" ; "Cryospheric Sciences" ; "Fluxes of water, sediment and dissolved substances in geomorphologically active/changing environments" ; ou encore "Geomorphology".

► <http://geoscience-meeting.scrnatweb.ch/sgm2013/>

La Journée Scientifique Météo et Climat organisée par Société Météorologique de France (SMF) à Paris le 3 décembre 2013 portait sur le thème "La perception du changement climatique". Les supports de présentation sont en ligne. ► <http://meteoetclimat.fr/journees-scientifiques/>

## Climat et milieux

### *Paramètres climatiques*

---

#### *À l'échelle mondiale*

Outre la publication du cinquième rapport du GIEC, on peut signaler aussi le rapport de synthèse : "**Le climat dans le monde 2001-2010 : une décennie d'extrêmes climatiques**" publié par l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) en juillet 2013, qui livre une analyse des phénomènes climatiques extrêmes à fort impact qui se sont produits au cours de cette décennie, la plus chaude depuis le début des mesures systématiques en 1850. ► [Communiqué de presse](#) et [Rapport complet](#)

En mai 2013, la **concentration atmosphérique en CO<sub>2</sub>** mesurée depuis la fin des années 1950 à l'observatoire du Mauna Loa (Hawaï) a atteint pour la première fois la barre symbolique des 400 ppm, soulignant la poursuite de la croissance des émissions mondiales de gaz à effet de serre d'origine humaine, et par là même du forçage anthropique imposé au système climatique global. On s'éloigne en effet de plus en plus rapidement de la teneur naturelle en CO<sub>2</sub>, qui était restée comprise entre 180 ppm (en période glaciaire) et 280 ppm (en période interglaciaire) au cours des derniers 800 000 ans selon les reconstitutions effectuées dans la glace en Antarctique, selon un taux d'accroissement 100 fois plus rapide qu'au sortir de la dernière glaciation. ► Pour en savoir plus : voir [ici](#) et [là](#).

#### *À l'échelle Européenne / alpine*

La démarche scientifique d'ensemble du projet **ACQWA** (voir p. 7) a reposé sur l'utilisation, l'amélioration et le développement de modèles numériques aidant à la compréhension des interrelations entre les grandes composantes du système climatique (climat, hydrologie, neige et glace) en vue de prédire leur évolution sur les 50 prochaines années et les impacts associés dans divers secteurs d'activité. Pour ce faire, les données issues des modèles climatiques régionaux les plus avancés (projet ENSEMBLES du 6<sup>ème</sup> PCRD) ont été utilisées pour produire des simulations climatiques couvrant le domaine Européen avec une résolution spatiale de 25 km et pour améliorer la modélisation des processus hydrologiques en terrains complexes grâce à la correction des biais, un travail sur les méthodes de descente d'échelle et la création de données à haute résolution pour l'arc alpin. Les résultats de ces nouvelles simulations régionales sont en accord avec les projections issues de différents projets présentées dans le dernier numéro<sup>27</sup>. Une des avancées notables concerne la quantification des incertitudes associées à ces résultats. Les principales conclusions sont :

---

<sup>27</sup> Voir [Lettre Alpes-Climat-Risques N°2, p. 7-10](#).

(i) Un réchauffement d'ensemble pouvant aller jusqu'à +2°C en 2050, plus important au-dessus de 1500 m d'altitude en automne. Dans le détail, le réchauffement attendu est plus fort le long de la crête des Alpes, en particulier en été, et plus marqué dans les Alpes occidentales (+1,7°C en hiver et +1,9°C en été), mais ce réchauffement est plus certain pour l'hiver et le printemps que pour l'été (l'incertitude sur les résultats étant liée principalement au choix du modèle climatique global utilisé en entrée) ;

(ii) Une possible augmentation des précipitations en hiver mais plutôt une diminution au printemps et en été, mais vraisemblablement une forte variabilité spatiale, avec des augmentations au nord des Alpes au printemps, en été et en automne, et des diminutions dans les parties sud et ouest (les résultats sur les précipitations ont un degré élevé d'incertitude, avec une plus grande contribution des modèles climatiques régionaux que celle des modèles globaux à l'incertitude totale) ;

(iii) Une diminution de l'épaisseur de neige en hiver et au printemps : en ligne avec les différentes projections déjà effectuées pour les Alpes françaises, le modèle CROCUS de Météo-France utilisé dans le projet ACQWA avec une résolution horizontale de 10 km prévoit un déclin de la couverture neigeuse en réponse à l'augmentation des températures (avec une part plus importante des précipitations liquides vs solides), particulièrement dans les secteurs d'altitude moyenne entre 1000 et 2000 m ;

(iv) Une augmentation de la fréquence des événements de précipitations extrêmes et des périodes humides plus séparées au sein des événements, avec des durées plus courtes mais une plus forte intensité. Plus spécifiquement, les investigations menées sur la Suisse suggèrent une remarquable intensification des événements extrêmes de précipitations à la fin du 21<sup>e</sup> siècle, dans la continuité de l'augmentation en intensité et en fréquence déjà observée depuis 1990 dans la haute vallée du Rhône et dans sa partie sud. Par ailleurs, les résultats indiquent que les modèles actuels sous-estiment les précipitations dans les régions où une part essentielle des pluies provient des dépressions froides<sup>28</sup>, qui sont les situations synoptiques contribuant le plus (de 20 à 95%) aux événements de fortes précipitations à grande échelle dans les parties les plus exposées au nord et à l'est des Alpes. Plus largement, des projections des extrêmes de précipitations saisonnières à la fin du siècle utilisant 8 nouvelles simulations globales à haute résolution montrent une intensification significative des extrêmes en toutes saisons aux moyennes et hautes latitudes des deux hémisphères.

► Livrable ACQWA 1b : ["Quantification of heavy precipitation events in the Alpine region and related atmospheric circulation under changing climatic conditions"](#)

### *À l'échelle nationale*

Le volet 'climatologie' du projet **EXPLORE 2070** (présenté ci-dessus) s'est attaché à caractériser le climat actuel et le climat futur. Des simulations ont été réalisées à l'aide de 7 modèles climatiques globaux, forcés par le scénario d'émission de gaz à effet de serre A1B (scénario dit « médian »), pour fournir des séries de précipitations liquides et solides, de températures et d'évapotranspiration potentielle au pas de temps journalier sur la période de référence (1961-1990) et sur la période future (2046-2065). Les résultats ont été désagrégés par une méthode de descente d'échelle statistique par type de temps, sur une grille de maille 8 km x 8 km couvrant la France métropolitaine et la Corse.

La synthèse effectuée sur le climat actuel comprend (i) une description générale du climat français et l'analyse des normales de pluies et de température ; (ii) une analyse des séries de températures et de précipitations moyennes (annuelles et saisonnières) sur la période 1958-2008 issues de la chaîne de

---

<sup>28</sup> En anglais : "cut-off low".

réanalyse climatologique Safran-Isba-Modcou<sup>29</sup> ; (iii) une description de l'évolution des indicateurs de précipitations et températures observée durant ces 100 dernières années. Les résultats montrent une nouvelle fois que le réchauffement s'accélère en métropole depuis le milieu du XXème siècle : l'augmentation des températures moyennes atteint +0,55°C par décennie sur la période 1979-2005. L'indicateur de précipitations (obtenu par cumul des précipitations quotidiennes, moyenné sur la France métropolitaine pour l'ensemble des points de la réanalyse Safran) ne montre en revanche aucun signal significatif sur la période 1959-2009, du fait de l'hétérogénéité des variations de hauteur de précipitations et de leur significativité entre les régions et les saisons.

Pour le climat futur, les résultats montrent une augmentation possible des températures moyennes de l'air de l'ordre de +1.4°C à + 3°C selon les simulations sur l'ensemble de la métropole, et une évolution incertaine des précipitations, la plupart des modèles s'accordant cependant sur une tendance à la baisse en été sur l'ensemble de la métropole, en moyenne de l'ordre de -16% à -23%.

► [www.developpement-durable.gouv.fr/Climatologie.html](http://www.developpement-durable.gouv.fr/Climatologie.html)

Concernant la Suisse, signalons également le **rapport de l'OFEV<sup>30</sup> « Changements climatiques en Suisse - Indicateurs des causes, des effets et des mesures »** (avril 2013), qui présente un panorama synthétique des nombreuses relations entre le climat et l'environnement naturel et anthropique.

[www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01709/index.html?lang=fr](http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01709/index.html?lang=fr)

#### *À l'échelle régionale*

Une **étude du changement climatique dans les Baronnies Provençales** (datant de 2011) est désormais disponible sur la plateforme de capitalisation de l'opération « GIRN Alpes », récemment mise en ligne<sup>31</sup>. L'analyse des séries de données issues de cinq stations réparties sur ce territoire a porté sur les 40 dernières années. Elle indique que cette zone de moyenne montagne des Préalpes connaît une augmentation rapide des températures annuelles (jusqu'à 0,69°C pour les minimales et 0,98°C par décennie pour les maximales) et saisonnières (principalement pour les mois de printemps-été). Elle montre aussi une nette augmentation des pluies d'automne, une baisse des précipitations en fin d'hiver et début de printemps, et une absence de tendance à l'échelle annuelle. Ces changements se caractérisent par des ruptures climatiques à compter de 1988 pour les températures et 1992 pour les précipitations, en cohérence avec les évolutions mises en évidence par ailleurs pour l'ensemble des Alpes. Parmi les impacts attendus sur les Baronnies Provençales figurent une modification de la répartition des espèces forestières (passant par des dépérissements forestiers), et un possible accroissement des feux de forêts ainsi que des crues torrentielles. ► [Etude en ligne \(pdf\)](#)

Sur les Alpes du Sud également, on a relevé une analyse détaillée de l'évolution du climat dans l'Embrunais depuis 1947 (<sup>32</sup>) lors du **colloque sur la qualité de l'air, le développement durable et le changement climatique (ADDC)** organisé les 4 et 5 avril 2013 par GeographR et la Maison de la météo à l'Espace Rencontre et Culture des Orres (Hautes-Alpes). La prochaine édition est annoncée plus loin. ► <http://geographr.typepad.fr/site/colloque-des-orres.html>

---

<sup>29</sup> La chaîne de calcul SIM de Météo-France combine des données d'observation de surface et des données d'analyse provenant de modèles météorologiques.

<sup>30</sup> Office fédéral de l'environnement.

<sup>31</sup> Voir ci-dessus, p. 3.

<sup>32</sup> Cf. contribution de Christophe Adon.

## Glaciers

---

### Observations

Chose rare depuis le début des mesures en 2000, le bilan de masse du **Glacier Blanc** calculé par les agents du Parc National des Ecrins pour l'année 2013 est positif ! Ce léger regain (35 cm d'équivalent en eau) s'est effectué grâce à la persistance d'une importante accumulation de neige (4,6 m d'épaisseur de neige mesurée au sortir de l'hiver 2012-2013, soit un tiers de plus que la normale) qui a protégé la glace tard dans la saison, grâce aussi à un été modérément chaud. ► [www.ecrins-parcnational.fr/actus/54-connaître-protéger/1503-bilan-positif-pour-le-glacier-blanc-.html](http://www.ecrins-parcnational.fr/actus/54-connaître-protéger/1503-bilan-positif-pour-le-glacier-blanc-.html)

### Projections

Dans le cadre du projet **ACQWA**, la réponse future des glaciers au changement climatique a été modélisée à l'échelle du glacier à l'aide de modèles de bilan de masse continus de dernière génération pour 6 glaciers alpins représentatifs de différentes configurations morphologiques et caractéristiques de surface (haut glacier d'Arolle jusqu'à 2100 et glaciers d'Aletsch, du Rhône, du Gorner, de la Tsa et du Miage jusqu'à 2050). Ces modèles prennent en compte l'évolution des processus d'accumulation et d'ablation à une échelle infra-journalière et de manière spatialement distribuée pour évaluer les changements dans le bilan de masse et la géométrie du glacier (surface, longueur, volume). Les résultats indiquent un retrait progressif d'ici à 2050 associé à une réduction continue du volume de glace, avec toutefois une ampleur variable liée à l'hétérogénéité des 6 glaciers en termes de morphologie, de conditions de surface et de forçage climatique, mais également en fonction des divers scénarios climatiques utilisés.

Par ailleurs, les glaciers « noirs » couverts d'une épaisseur importante de débris devraient connaître des bilans de masse moins négatifs et un retrait moins rapide que les glaciers « blancs » non recouverts. Cette évolution différentielle pourrait conduire à un scénario où la plupart des surfaces glaciaires subsistantes seraient enfouies sous une couverture de débris dans des secteurs non exposés et d'altitude relativement basse. Ce résultat plaide pour la prise en compte des secteurs couverts de débris pour effectuer des simulations réalistes de l'évolution future des glaciers. En outre, une fonte printanière et estivale accrue pourrait survenir sur la période 2031-2050.

Enfin, le retrait glaciaire pourrait ralentir dans les secteurs où les glaciers sont confinés à haute altitude si les précipitations hivernales sont importantes. En conséquence, la contribution projetée de la fonte glaciaire à l'écoulement dans les bassins englacés pourrait graduellement disparaître.

► [Livraison 8 ACQWA : "Glacier response to climate change"](#) (pdf)

## Permafrost

---

Le PARN a récemment mis en ligne le rapport : "**Les glaciers-rocheux dans les Hautes-Alpes : inventaire, cartographie et risques associés**" (oct. 2011) réalisé par l'ONF-RTM 05 en partenariat avec l'Institut de Géographie Alpine de Grenoble. ► [Rapport en ligne \(pdf\)](#)

En partenariat avec le laboratoire EDYTEM, le Parc national des Écrins a organisé une soirée de restitution publique intitulée "**De la glace sous les cailloux**" présentant une synthèse des travaux scientifiques effectués depuis 30 ans dans la combe de Laurichard, qui permettent de mieux comprendre les effets du changement climatique sur les dynamiques géomorphologiques (éboulis, permafrost, glacier rocheux). ► <http://edytem.univ-savoie.fr/actualites/de-la-glace-sous-les-cailloux>

Ces travaux ont également été présentés le lendemain lors d'une soirée scientifique Zone Atelier Alpes organisée par le Parc national des Ecrins à Bourg-d'Oisans. Supports de présentation en ligne :

► <http://edytem.univ-savoie.fr/annuaire/BODIN-Xavier>

## Cours d'eau

---

### *Projections*

Les conclusions du projet **ACQWA** concernant les changements projetés sur l'hydrologie alpine sont les suivantes :

- Les effets du changement climatique sur le cycle hydrologique apparaissent moins évidents dans les parties hautes de la région alpine (ex. : dans le bassin versant du haut Rhône) qu'aux altitudes plus basses (ex. : dans la plaine du Pô).
- Les impacts projetés à l'aide de modèles climatiques régionaux (RCM) sur les courbes des débits classés du fleuve Pô montrent une diminution générale des débits pour les longues durées (basses eaux) et une augmentation des débits pour les courtes durées (hautes eaux). Les résultats des modèles climatiques globaux (GCM) sont plus variables. La diminution des débits est estimée à plus de 50% en moyenne saisonnière pour une large portion du réseau hydrographique.
- La descente d'échelle d'une résolution de 25 km à 3 km a impacté significativement le changement projeté dans le cycle hydrologique annuel en raison de la description spatiale requise pour représenter la couverture neigeuse, la distribution des précipitations et les températures dans les régions alpines.
- Dans le bassin du Rhône, la variabilité climatique interne (stochastique) est une source fondamentale d'incertitude, plus grande que le signal du changement climatique projeté, tandis que les changements dans le régime hydrologique naturel imposés par les aménagements hydrauliques existants sont plus grands que le signal du changement climatique attendu d'ici 2050.
- Les impacts du changement climatique sur l'écoulement dépendent de l'altitude, avec une forte diminution à haute altitude causée par une moindre contribution des eaux de fonte glaciaire et un effet atténué en aval : diminution de la disponibilité en eau en été et augmentation des débits en hiver.
- Bien que les changements à l'échelle locale puissent être d'une certaine importance, il est peu probable que des changements majeurs se produisent dans l'écoulement total pour l'ensemble du bassin du haut Rhône dans les prochaines décennies jusqu'à 2050.

► [Livraison 7 ACQWA : "Climate change and regional hydrologic response"](#)

Dans le volet 'Hydrologie de surface' du projet **EXPLORE 2070**, les sorties de modèles climatiques ont été utilisées en entrée de deux modèles hydrologiques pour simuler les débits présents et futurs possibles aux exutoires des bassins, pour plus de 1500 points de calcul répartis sur le territoire national français. Les résultats obtenus sur la métropole montrent : (i) une diminution significative globale des débits moyens annuels à l'échelle du territoire, de l'ordre de 10% à 40% selon les simulations ; (ii) une diminution des débits d'étiage encore plus prononcée que la diminution à l'échelle annuelle, pour une grande majorité des cours d'eau ; (iii) des évolutions plus hétérogènes et globalement moins importantes sur les crues (voir ci-après). Dans les bassins de montagne (Alpes et

Pyrénées), les projections s'accordent sur un creusement des étiages estivaux, tandis qu'elles sont trop divergentes pour permettre de conclure concernant l'évolution des étiages hivernaux.

► [www.developpement-durable.gouv.fr/Hydrologie-de-surface.html](http://www.developpement-durable.gouv.fr/Hydrologie-de-surface.html)

## **Forêt alpine**

---

### *Stratégies d'adaptation*

Le Réseau Mixte Technologique AFORCE a organisé le 4 février 2014 à Paris un atelier international sur le thème : "**Adaptation des forêts au changement climatique : état des lieux et retours d'expériences par pays**", dans l'objectif de porter à connaissance et de mettre en parallèle les stratégies et plans d'action mis en place dans différents pays. Les contributions des pays à composante alpine ont en particulier porté sur les forêts Françaises, Suisses, Bavaroises et Autrichiennes. Les supports d'intervention sont en ligne.

► <http://www.foretpriveefrancaise.com/atelier-international-400283.html>

### *Impacts projetés*

Les conclusions du projet **ACQWA** relatives à l'impact du changement climatique sur les forêts de montagne sont les suivantes :

- La sensibilité des services fournis par les écosystèmes forestiers de montagne (stockage du carbone, production de bois, diversité, protection contre les aléas naturels) à un réchauffement de 2°C dépend fortement des conditions climatiques régionales actuelles, à l'importance des gradients d'altitude du secteur considéré, ainsi qu'au service écosystémique spécifique considéré.
- À basse et moyenne altitude, des impacts négatifs importants affecteront les régions les plus chaudes et sèches, où un léger changement du climat peut se traduire par des impacts négatifs liés à la sécheresse.
- À plus haute altitude et dans les secteurs initialement froids et humides, les simulations suggèrent que les écosystèmes forestiers seront relativement résistants à un réchauffement de 2°C.
- Certains services tels que la protection contre les chutes de blocs et les avalanches sont sensibles à un tel réchauffement, alors que d'autres services tels que le stockage du carbone seraient relativement préservés. Une augmentation des températures moyennes globales de 2°C ne peut donc pas être considérée comme une limite universellement « sûre » pour le maintien des services fournis par les forêts de montagne.
- Les analyses produites fournissent des informations cruciales pour la gestion des écosystèmes forestiers en identifiant les régions et les services écosystémiques les plus susceptibles d'être impactés, permettant ainsi aux gestionnaires forestiers de concentrer leurs efforts et d'utiliser au mieux leurs ressources financières limitées.

► [www.acqwa.ch](http://www.acqwa.ch)

## Risques naturels

### Aléas d'origine glaciaire

---

Le PARN a mis en ligne sur son site internet un **Plan de propositions d'actions scientifiques et techniques, pour une meilleure prévention des Risques d'Origine Glaciaire et Périglaciaire (ROGP)** proposé à la DGPR en juin 2013, qui fait suite à la synthèse du séminaire technique organisé sur ce thème en mars 2012, déjà évoquée dans le précédent numéro ([N° 2, p. 13](#)). ► [Plan d'action ROGP](#)

Dans le cadre du projet **ACQWA**, un travail spécifique a été effectué sur l'analyse et la modélisation des conditions de stabilité des glaciers suspendus à travers un certain nombre de cas d'étude alpins, et sur leur évolution future sous l'effet du changement climatique. Dans ce cadre, le LGGE a effectué de nouvelles mesures de températures de la glace dans des forages au Col du Dôme (4250 m) et au Dôme du Goûter (4300 m), qui constituent des données précieuses tant pour la connaissance de l'évolution du régime thermique des glaciers que pour la reconstitution de l'évolution des températures de l'air à ces altitudes au cours du siècle dernier<sup>33</sup>. ► [Livraison 8 ACQWA : "Glacier response to climate change"](#) (pdf, p. 269-303)

### Avalanches

---

Parmi les contributions à l' "**International Snow Science Workshop (ISSW 2013)**" qui s'est déroulé en octobre dernier à Grenoble, différentes études relatives à l'activité avalancheuse dans les Alpes (dont certaines ont aussi fait l'objet de publications dans des revues scientifiques internationales) vont être intégrées prochainement à la base Alpes-Climat-Risques<sup>34</sup>.

Une analyse menée par le WSL<sup>35</sup> sur l'évolution des avalanches de mi saison d'hiver (déc. à fév.) dans les Alpes suisses sur la période 1952-2013 montre une tendance positive dans le nombre et la proportion des avalanches de neige humide et des avalanches de fond<sup>36</sup> (par opposition aux avalanches de neige sèche), coïncidant avec la tendance à l'augmentation des anomalies positives de température, en particulier depuis la fin des années 1980. Les chercheurs prévoient que l'activité observée des avalanches de neige humide (+0,4% par an en moyenne) devrait continuer avec la poursuite du réchauffement, requérant des adaptations dans la gestion du risque compte tenu des dommages causés lors des périodes de forte activité avalancheuse comme celle qui s'est produite au cœur de l'hiver 2011-2012, qui a causé des victimes et des dommages aux infrastructures.

Cette évolution est à rapprocher de celle observée dans les Alpes françaises présentée par Irstea<sup>37</sup>, sur la base des résultats des projets ECANA et MOPERA<sup>38</sup>, où une diminution de 12% des avalanches de neige poudreuse (sèche) depuis 1973 a été constatée. Les analyses statistiques menées sur les Alpes françaises dans le cadre de ces projets ont livré de nombreux résultats. Elles

---

<sup>33</sup> Voir la thèse d'Adrien Gilbert "*Modélisation du régime thermique des glaciers : application à l'étude du risque glaciaire et à la quantification des changements climatiques à haute altitude*" soutenue au LGGE le 19 déc. 2013.

<sup>34</sup> D'autres contributions, non évoquées ici, relatives à l'évolution de l'enneigement, seront également considérées.

<sup>35</sup> Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage, Davos ; Pielmeier *et al.*, 2013.

<sup>36</sup> En anglais : "wet snow" et "full-depth glide avalanche".

<sup>37</sup> Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture, Grenoble ; Eckert *et al.*, 2013.

<sup>38</sup> Ces projets et leurs objectifs ont été présentés dans les précédents numéros de la Lettre Alpes-Climat-Risques : [N°1, p. 15](#) et [N°2, p. 14](#). Pour en savoir plus : ► [www.avalanches.fr](http://www.avalanches.fr)

ont notamment permis de mettre en évidence un signal temporel caractérisé par un point de rupture majeur centré autour de l'année 1978 correspondant à un minimum relatif dans l'altitude moyenne d'arrêt des avalanches (-55 m) concomitant d'un maximum dans leur occurrence (+0,1 avalanches par couloir et par hiver) relativement au début et à la fin de la période 1946-2010. De plus, les avalanches de période de retour élevée ont vu un retrait marqué de leur propagation sur la période 1980/85 à 2000/05, par exemple de ~80 m pour l'altitude d'arrêt (moyenne annuelle par couloir) correspondant à une période de retour de 10 ans. Cependant, un plus grand nombre d'avalanches depuis environ 2005 et des altitudes d'arrêt plus basses depuis environ 2000 ont conduit à des avalanches de période de retour élevée puis à nouveau légèrement inférieures au cours des hivers les plus récents. Ces évolutions sont fortement corrélées aux évolutions de température et d'épaisseur de neige, ainsi qu'à d'autres covariables, en particulier en termes de dates de point de rupture, et de tendances. Toutefois, le contrôle climatique semble plus fort en terme de variabilité interannuelle de l'occurrence des avalanches et, à des échelles de temps plus longues, d'altitudes d'arrêt et de régimes d'écoulement. Cela conduit à un contrôle climatique mixte pour les avalanches de période de retour élevée, mais avec un impact clair du réchauffement sur le retrait important des avalanches au cours de la période 1980/85 à 2000/05. Ces analyses ont aussi permis de mettre en évidence des différences spatiales dans l'évolution et les facteurs de contrôle de l'activité avalancheuse, avec (i) une rupture plus brutale (1977) entre deux niveaux distincts d'activité dans les Alpes du Nord et une transition plus graduelle entre 1979 et 1984 dans les Alpes du Sud, ou encore (ii) une plus grande influence de l'épaisseur de neige au Nord et de la température au Sud des Alpes françaises. En outre, des classifications spatio-temporelles suggèrent que les différences nord/sud dans les régimes d'occurrence des avalanches résultent d'interactions complexes entre les circulations atmosphériques dominantes, leur changement régional et la topographie. Par exemple, les motifs prédominants à l'échelle des Alpes comprennent une composante décroissante à basse altitude en accord avec la réduction du couvert neigeux lié au réchauffement du climat et une augmentation à plus haute altitude potentiellement liée à des chutes de neiges plus intenses. Enfin, des analyses de régression avec un petit nombre de covariables décrivant des paramètres physiques issus de la chaîne de modélisation Safran-Crocus-Mepra (SCM) ont permis d'étayer le contrôle climatique existant sur les fluctuations de l'activité avalancheuse dans les Alpes françaises, en montrant par exemple que l'activité hivernale (déc. à mars) est contrôlée par un plus petit nombre de variables que l'activité printanière (mars à mai), et ainsi une plus grande variété des contextes de déclenchement en fin de saison.

D'autre part, les résultats des projections de Météo-France issues du projet SCAMPEI sur l'évolution future de la fréquence des avalanches dans les Alpes françaises<sup>39</sup> ont également fait l'objet d'une présentation<sup>40</sup> à l'ISSW 2013.

Parmi ces contributions également, une analyse des précipitations neigeuses, des durées d'enneigement et de l'activité avalancheuse dans les Alpes italiennes sur la période 1961-2010 a été présentée<sup>41</sup>. Bien que les données disponibles sur l'activité des avalanches couvrent une période et un nombre de stations relativement limités par rapport aux autres séries de données, cette étude a permis de mettre en évidence une augmentation du nombre de jours avalancheux entre 1980 et 2013. Cette activité est très similaire aux fluctuations de l'indice d'accumulation de neige (précipitations neigeuses cumulées), qui paradoxalement présente quant à lui une tendance négative sur la période.

---

<sup>39</sup> Ces résultats ont été évoqués dans la Lettre Alpes-Climat-Risques : [N°1, p. 16](#).

<sup>40</sup> Giraud *et al.*, 2013.

<sup>41</sup> Valt and Cianfarra, 2013.

## ***Crues et inondations***

---

Concernant l'évolution des débits de crue, les simulations effectuées à l'échelle nationale dans le cadre du projet **EXPLORE 2070** ont porté essentiellement sur la crue décennale. Compte tenu de la divergence entre les 14 projections réalisées, il n'est pas possible de détecter de tendance significative sur la majeure partie du territoire. Parmi les principales conclusions avancées, les résultats indiquent toutefois une possible augmentation de l'intensité des crues dans les Cévennes, et au contraire une possible diminution des débits de crue décennale dans les zones de haut relief (Alpes, Pyrénées, Jura) à l'horizon 2046-2065. Les auteurs de l'étude soulignent que les évolutions sur les crues restent fortement dépendantes de la méthode de descente d'échelle climatique choisie, et qu'il convient de rester prudent sur la significativité des évolutions simulées.

► [www.developpement-durable.gouv.fr/Hydrologie-de-surface.html](http://www.developpement-durable.gouv.fr/Hydrologie-de-surface.html)

## ***Crues et laves torrentielles***

---

Le résumé scientifique du projet **ACQWA** indique que, dans la plus grande partie des Alpes suisses, le volume de sédiments transportés par les laves torrentielles a augmenté d'un ordre de grandeur depuis le début du 20<sup>ème</sup> siècle, et qu'il pourrait encore augmenter du fait de l'augmentation de la disponibilité en matériaux liée à la dégradation du pergélisol. Pour le bassin du haut Rhône (Valais suisse), les résultats projettent une diminution future de la fréquence des laves torrentielles mais une augmentation de leur intensité en raison à la fois d'une intensification des précipitations et de l'extension des zones sources de sédiments. Malgré les incertitudes, il est souligné que les phénomènes récents observés sur les sites de haute altitude ont clairement montré la forte sensibilité du milieu montagnard au changement climatique, et que des événements au-delà de l'expérience historique continueront de se produire avec la poursuite du changement climatique, ce qui plaide pour un examen critique des cartes de risques existantes.

Par ailleurs, des modèles à composantes hydrologique et géotechnique permettant de tester l'impact du changement climatique sur la stabilité des sols et des pentes ont été développés dans le cadre du projet pour permettre de futures analyses de l'évolution des glissements de terrain superficiels.

► [ACWA Book / Livrable ACQWA\\_D.Diss.5](#) (p. 49-50)

Le projet **ARNICA : "Assesment of Risks on transportation Networks resulting from slope Instability and Climate change in the Alps"**<sup>42</sup> (2010-2013) a rassemblé quatre partenaires de pays alpins avec pour objectif de déterminer les impacts potentiels du changement climatique futur sur l'activité des laves torrentielles dans les Alpes et d'analyser la vulnérabilité du réseau routier à ces phénomènes.

(1) Des scénarios climatiques à haute résolution portant sur l'évolution future des précipitations (durée, intensité et phase liquide/solide) ont été développés par l'Université de Graz pour servir de données d'entrée aux analyses de risque réalisées par les autres partenaires. Les résultats indiquent que les conditions climatiques favorables au déclenchement des glissements de terrain et des laves torrentielles devraient devenir plus fréquentes dans les Alpes pour la plupart des saisons excepté juillet et août, mais que même en été, la fréquence des pluies très intenses (> 30 mm / jour) pourrait augmenter dans certaines régions.

---

<sup>42</sup> Sous-projet du projet ERA-NET CIRCLE MOUNTain, voir p. 8.

(2) Pour les Alpes françaises, le LGP<sup>43</sup> a étudié les impacts du changement climatique passé et futur sur l'activité des laves torrentielles en exploitant la base de données « Evénements » du RTM (565 événements recensés depuis 1970). Parmi les résultats obtenus, une analyse statistique a permis d'estimer la part respective des caractéristiques géomorphologiques et climatiques dans l'activité des laves torrentielles à l'échelle régionale, montrant le rôle essentiel joué par le climat dans la probabilité d'occurrence des événements par rapport aux autres variables telles que l'occupation du sol. Par ailleurs, pour le futur proche (2050) comme lointain (2100) et quel que soit le modèle de climat utilisé en entrée, les résultats indiquent une augmentation significative de la probabilité d'occurrence des laves torrentielles au nord comme au sud des Alpes.

En parallèle, des développements ont été réalisés par les partenaires autrichien et suisse, consistant en (3) une modélisation de la susceptibilité aux déclenchements de glissements de terrain superficiels dans le sud du Tyrol (Alpes italiennes) basée sur un modèle hydrologique forcé à partir des scénarios d'évolution des précipitation, dont les résultats prévoient une augmentation progressive en automne en raison de l'augmentation de la proportion de précipitations liquides, mais une diminution en été due à une diminution de l'humidité ; et (4) une analyse de l'évolution de la saisonnalité et de la fréquence des laves torrentielles dans la vallée de Zermatt (Valais suisse) sur la base de données dendro-géomorphologiques et météorologiques, dont les résultats montrent un allongement de la saison propice aux laves torrentielles (mai à octobre) par rapport au 19<sup>e</sup> siècle, et suggèrent une légère diminution des conditions favorables au déclenchement des laves dans le futur (fin du 21<sup>e</sup> siècle), mais une possible augmentation de leur intensité en raison d'une plus grande disponibilité en sédiments provenant des zones périglaciaires qui alimentent les torrents de la vallée.

► [Site web du projet](#) et [accès au résumé final](#).

Parmi les projets de la fin de programmation Espace Alpin, le projet **SedAlp: "Sediment management in Alpine basins: integrating sediment continuum, risk mitigation and hydropower"** (2012-2015) comporte un groupe de travail sur la dynamique sédimentaire à l'échelle du bassin versant (WP4), dont l'un des objectifs est de mener une analyse historique des réponses des bassins aux changements survenus dans les conditions environnementales. Les sites d'étude français, qui font l'objet d'un monitoring (transport de bois et de sédiments), sont : les ponts d'Allex sur la Drôme (26) et de Chazey-sur-Ain (01), le barrage de Génissiat sur le Rhône amont (01) et les bassins versants des torrents du Manival (38), du Moulin (04) et du Réal (06). ► [www.sedalp.eu/](http://www.sedalp.eu/)

Repérée par le Pôle Educ'Alpes Climat du REEMA, une petite **vidéo** mise en ligne sur Swissinfo.ch montre les conséquences spectaculaires de la dégradation du permafrost sur les mouvements de terrain et l'alimentation en matériaux des torrents à laves torrentielles dans le Valais Suisse. ► [Vidéo](#)

## ***Mouvements de terrain***

---

Un article intitulé « Menace au sommet » dans le dernier numéro du magazine « Environnement » de l'OFEV (nov. 2013) évoque l'accroissement des dangers naturels gravitaires et torrentiels sous l'effet du réchauffement dans les Alpes Suisses et présente des principes et exemples concrets de mesures d'adaptation déjà mises en œuvre pour s'en prémunir. ► [www.bafu.admin.ch/magazine2013-4-01](http://www.bafu.admin.ch/magazine2013-4-01)

---

<sup>43</sup> Laboratoire de Géographie Physique (CNRS / Univ. Paris 1 Panthéon-Sorbonne / Univ. Paris Est), Meudon.

## Reconstructions

Différentes approches mises en œuvre au sein du projet ANR **SLAMS: "Séchilienne Land movement : Multidisciplinary Studies from Hazard assessment to associated risk and consequences"** (2010-2013)<sup>44</sup> ont permis d'apporter de nouveaux éléments pour préciser l'initiation du grand mouvement rocheux affectant le versant instable de Séchilienne (Isère) : « Les datations par la mesure de la concentration en nucléide cosmogénique <sup>10</sup>Be produit in situ accumulé dans les roches superficielles ont montré que le désenglacement du versant de Séchilienne a commencé à partir de 17ka pour se terminer en fond de vallée aux environs de 14ka. (...) Les escarpements sommital et latéral Est semblent s'être créés entre 5 et 8 ka, durant la période climatique de l'Optimum Climatique Holocène, et la déformation s'est ensuite propagée vers l'Ouest (4-5 ka), puis à l'intérieur du mouvement (initiation d'escarpements mineurs entre 2-4 ka). Enfin, les modélisations numériques thermiques<sup>45</sup> ont montré que le pergélisol a pu persister jusqu'à 11 ka et a donc pu jouer un rôle dans le délai de plusieurs milliers d'années observé entre la disparition du glacier (14-17 ka) dans la vallée et l'initiation de l'instabilité gravitaire (5-8 ka). Un point important est que la profondeur maximale atteinte par le pergélisol correspond à l'épaisseur de la zone déstructurée mise en évidence par les reconnaissances profondes. Ce résultat suggère que le pergélisol a pu jouer un rôle de fissuration du massif (par ségrégation de lentilles de glace) contribuant à affaiblir le versant. » ► [Rapport final du projet SLAMS](#)

Dans le prolongement d'un projet<sup>46</sup> associant le laboratoire PACTE et le Cemagref soutenu en 2006 par le PGRN/CG38 visant à développer de nouvelles méthodes d'analyse dendrogéomorphologique<sup>47</sup>, les recherches effectuées dans le cadre de la **thèse de Jérôme Lopez-Saez**<sup>48</sup> et au sein des projets **DENDROGLISS** (soutenu par la Fondation MAIF), **PARAMOUNT** (Espace-Alpin) et **ACQWA** ont livrés de nombreux résultats, publiés dans des revues internationales. Ces travaux ont permis d'établir une reconstruction de l'activité de 13 glissements de terrain dans la moyenne vallée de l'Ubaye (Alpes-de-Haute-Provence) et d'étudier le rôle des paramètres climatiques, en particulier les précipitations, dans le déclenchement des événements passés. À l'échelle de la moyenne vallée de l'Ubaye, 91 phases de réactivation depuis 1866 ont pu être identifiées. La fréquence des réactivations présente une évolution notable au cours des 150 dernières années, caractérisée par : une activité relativement basse jusqu'aux années 1900, un léger accroissement au cours de la décennie 1910-19, une activité à nouveau moins soutenue au cours des cinq décennies suivantes, puis un net regain d'activité depuis 1970, avec 60 phases de réactivations reconstruites sur la période 1970-2009, dont 20 uniquement depuis 2000. Par ailleurs, des régressions logistiques ont révélé des corrélations statistiquement significatives soulignant le rôle important du cumul des précipitations des mois de décembre à avril dans le déclenchement des réactivations à l'échelle de l'ensemble de la vallée. En revanche, il a été montré le rôle important des pluies d'été dans le déclenchement des réactivations du glissement du Bois Noir<sup>49</sup>. L'analyse des perturbations de croissance des cernes d'arbres a aussi permis d'étudier la saisonnalité des réactivations. Les données ainsi obtenues, par exemple à l'échelle plus restreinte du bassin du Riou Bourdoux sur la période 1890-2010, montrent qu'un changement s'est opéré avec le passage de glissements induits par la fonte des neiges (contrôlés par les précipitations hivernales) à

<sup>44</sup> <http://isterre.fr/recherche/projets-de-recherche/projets-en-cours/projets-anr/article/projet-slams-etude-du-mouvement-de>

<sup>45</sup> [Lebrouc et al., 2013](#), *Geomorphology*, Vol. 198, 189-200.

<sup>46</sup> [Schoeneich et al., 2007](#), Rapport final, programme 2006 du PGRN.

<sup>47</sup> Désormais Irstea.

<sup>48</sup> [Lopez Saez, 2011](#), thèse de l'Université de Grenoble (Laboratoire PACTE / Irstea).

<sup>49</sup> [Lopez Saez et al., 2012](#), *Landslides*, Vol. 9, 189-203.

des réactivations contrôlées par les températures printanières et la fonte rapide du couvert neigeux<sup>50</sup>. En outre, une approche statistique basée sur un modèle de Poisson développée pour permettre de quantifier et de cartographier des probabilités de réactivation a été mise en œuvre sur les glissements de Pra Bellon<sup>51</sup> et des Aiguettes<sup>52</sup>.

### *Projections – Glissements de terrain*

Autre grand projet intégrateur phare du 7ème PCRD, le projet **SafeLand: “Living with landslide risk in Europe: Assessment, effects of global change, and risk management strategies”** (2009-2013) a rassemblé 27 partenaires issus de 12 pays européens (partenaire français : BRGM) pour développer des outils d'évaluation et des stratégies de gestion des risques de mouvements de terrain à l'échelle locale, régionale et européenne. Ce projet comportait un volet spécifiquement consacré à l'élaboration de scénarios d'impacts de changements globaux, climatiques, environnementaux et sociétaux, sur l'évolution future des aléas et des risques de mouvement de terrain en Europe et sur des cas d'études localisés ('Work Area 3'). Cette démarche s'appuie sur des projections climatiques d'évolution des événements de précipitations extrêmes en procédant selon une approche par échelles emboîtées, à partir : (1) des simulations climatiques multi-modèles du projet ENSEMBLES (résolution spatiale de 25 x 25 km sur l'Europe) utilisées pour analyser l'évolution des événements de précipitations extrêmes sur la période 1961-2099, (2) de projections climatiques à haute-résolution (10 km) pour quatre sous-régions en Europe parmi lesquelles une sous-région 'Italie et Alpes', et (3) de projections climatiques locales à très haute-résolution (3,8 km) pour la période 1951-2050 sur des domaines couvrant des secteurs d'étude restreints.

À l'échelle de l'Europe, les grandes tendances spatiales des changements de précipitations extrêmes projetés apparaissent cohérentes entre les différentes simulations (8 modèles régionaux), avec en particulier une augmentation des extrêmes sur le nord de l'Europe en hiver comme en été, mais les résultats présentent des incohérences en particulier en hiver sur les régions de montagne et leur piémont, et surtout en été à travers la zone de transition en Europe centrale qui sépare les régions avec des tendances positives au nord et les régions avec des tendances négatives au sud. Ces projections climatiques ont été combinées avec les changements attendus dans l'utilisation des sols et la population exposée (démographie, infrastructures...) pour évaluer les changements dans l'aléa et le risque 'mouvement de terrain' à l'échelle de l'Europe à différentes dates (2030, 2050, 2070 et 2090) par rapport à l'état présent (2010). Les résultats, à considérer avec précaution compte tenu du niveau d'incertitude élevé lié en particulier à la disponibilité limitée des données socio-économiques, montrent des variations mineures du niveau d'aléa, avec une augmentation de 1,5% des surfaces exposées, et une très légère augmentation du niveau global de risque, touchant 0,7% de la population totale<sup>53</sup>, essentiellement due à l'évolution de la population exposée, donc de la vulnérabilité.

Parmi les secteurs d'étude locaux du projet figure le bassin de Barcelonnette (vallée de l'Ubaye, Alpes-de-Haute-Provence), pour lequel sont projetés des augmentations significatives dans les températures (jusqu'à 3°C) en toutes saisons, mais surtout en hiver, et une augmentation des précipitations sur certains sous-domaines en toutes saisons, avec de légers changements dans les événements extrêmes sur l'ensemble du domaine. Sur ce secteur d'étude, l'évaluation des changements dans les facteurs de déclenchement des mouvements de terrain a été réalisée à l'aide d'un modèle à base physique, qui combine un modèle hydrologique calibré avec des paramètres observés (température moyenne, cumuls de précipitations, évapotranspiration potentielle, niveau

<sup>50</sup> [Lopez Saez et al., 2013](#), *Geology*, Vol. 41, 619–622.

<sup>51</sup> [Lopez Saez et al. 2012](#), *Geomorphology*, Vol. 138-1, 189–202.

<sup>52</sup> [Lopez Saez et al., 2013](#), *Tectonophysics*, Vol. 602, 355–369.

<sup>53</sup> Deliverable 3.7: [Expected changes in climate-driven landslide activity \(magnitude, frequency\) in Europe in the next 100 years](#).

piézométrique) avec un modèle d'évaluation quantitative de mouvements de terrain, pour permettre l'intégration de scénarios climatiques dans des cartes de susceptibilité à l'échelle du bassin<sup>54</sup>. Les résultats prévoient une augmentation du niveau d'aléa sur le bassin, avec un léger accroissement de la probabilité d'occurrence des instabilités dans les zones d'initiation des mouvements de terrain. Une méthodologie spécifique a été développée pour croiser ces résultats, complétés avec un modèle décrivant la propagation des mouvements de terrain, avec des données prospectives sur l'évolution des éléments exposés (routes, bâti et population) afin d'obtenir une évaluation d'ensemble de l'évolution du risque<sup>55</sup>. Les changements projetés dans l'exposition aux mouvements de terrain sont différents en fonction des éléments à risque, ainsi que du niveau d'aléa considérés. Par exemple, le linéaire routier exposé aux aléas faibles à moyens connaîtrait plutôt une diminution du nombre de kilomètres impactés, tandis que le nombre de kilomètres de routes impactés par des aléas forts à très forts aurait plutôt tendance à augmenter. Mais là encore, en raison de leur nature encore exploratoire, ces résultats préliminaires sont à considérer à titre indicatif et avec une certaine prudence. Les livrables correspondant aux différentes étapes de ces analyses sont accessibles sur le site internet du projet. ► [www.safeland-fp7.eu/results/Pages/wa3.aspx](http://www.safeland-fp7.eu/results/Pages/wa3.aspx)

Le projet **ChangingRISKS: "Changing pattern of landslide risks as response to global changes in mountain areas"**<sup>56</sup> (2010-2012) a permis de formaliser une méthodologie générique à visée opérationnelle pour quantifier l'impact des changements globaux futurs sur l'aléa et le risque mouvement de terrain, à travers le développement d'une plateforme SIG permettant de cartographier de manière semi-automatique l'aléa, la vulnérabilité et le risque. Différentes méthodes (statistique, empirique et à base physique) ont été utilisées pour analyser l'impact des changements climatiques et d'occupation des sols sur l'activité des mouvements de terrain sur deux sites d'étude alpins exposés à de nombreux phénomènes (ravinement, glissements de terrain, laves torrentielles) : le bassin de Barcelonnette (350 km<sup>2</sup>) et la commune/district autrichienne de Waidhofen/Ybbs (130 km<sup>2</sup>). Les modèles, basés sur le scénario A1B du GIEC et adaptés à l'échelle locale, prédisent une augmentation probable de l'activité des mouvements de terrain en termes de surface des zones potentiellement instables (susceptibilité) et de fréquence d'activation (aléa). Bien que l'influence des changements démographiques et économiques reste difficile à prendre en compte dans l'analyse, l'augmentation de projetée de l'exposition et de la vulnérabilité, combinée à celle de l'aléa, devrait également concourir à une augmentation globale du risque de dommages liés aux mouvements de terrain sur les deux sites d'études. ► [Site web du projet et accès au résumé final.](#)

Portant notamment sur le même secteur, on signalera le projet en cours **CHANGES: "Changing Hydro-meteorological Risks – as Analyzed by a New Generation of European Scientists"** (2011-2014), qui constitue un réseau de formation "Marie Curie" du 7<sup>ème</sup> PCRD. Ce projet poursuit l'objectif de développer (1) la compréhension de la façon dont les changements globaux vont affecter l'évolution temporelle et spatiale des aléas hydro-météorologiques et des risques associés en Europe, et (2) les moyens d'évaluer, de modéliser et d'incorporer ces changements dans les stratégies de gestion des risques (aménagement du territoire, préparation à la gestion de crise et communication du risque).  
► [www.changes-itn.eu/](http://www.changes-itn.eu/)

---

<sup>54</sup> Deliverable 3.8: [Changing pattern in climate-driven landslide hazard at selected sites in Europe \(focus on Southern Italy, the Alps and Southern Norway\) in the next 50 years.](#)

<sup>55</sup> Deliverable D3.9: [Methodology for predicting the changes in the landslide risk during the next 50 years at selected sites in Europe. Changing pattern of landslide risk in hotspot and evolution trends in Europe according to global change scenarios.](#)

<sup>56</sup> Sous-projet du projet ERA-NET CIRCLE MOUNTain, voir p. 8.

## Manifestations à venir

Le prochain **"Séminaire Changements Environnementaux"** organisé par l'Agence Nationale de la Recherche du 19 au 21 mars 2014 à Lille vise à présenter les projets sur les changements environnementaux à grande échelle (climat, eau, air, surfaces continentales) financés par les programmes ANR édition 2011. ► [Présentation et programme du séminaire](#). Il fera suite aux précédents séminaires de restitution et d'avancement organisés depuis 2008 sur cette thématique. Les présentations et posters des éditions [2012 \(Bordeaux\)](#) et [2013 \(Toulouse\)](#) sont consultables sur le site internet de l'ANR.

Les prochaines **journées "Glaciologie-Nivologie-Hydrologie de Montagne" de la Société Hydrotechnique de France (SHF)** auront lieu les 20 et 21 mars 2014 à Grenoble. Ces journées d'échange, ouvertes à tous, permettent de faire le point sur les dernières recherches et de suivre l'évolution des connaissances sur les glaciers, le permafrost, l'enneigement et l'hydrologie de montagne. ► [www.shf-hydro.org/174-1-manifestations-16.html](http://www.shf-hydro.org/174-1-manifestations-16.html)

La seconde édition du **colloque sur la qualité de l'air, le développement durable et le changement climatique (ADDC)** organisé par GeographR et la Maison de la météo aux Orres (Hautes-Alpes) se tiendra le 7 juillet 2014. ► <http://geographr.typepad.fr/site/colloque-addc-2014-les-orres.html>

Le XII<sup>e</sup> congrès de l'**International Association for Engineering Geology and the environment (IAEG) "Engineering Geology for Society and Territory"** organisé à Turin (15-19 sept. 2014) marquera le 50<sup>e</sup> anniversaire de l'IAEG. Il comportera les sessions suivantes : (1) "*Climatic change and engineering geology*", (2) "*Landslide processes*" (3) "*River basins, reservoir sedimentation and water resources*", (4) "*Marine and coastal processes*", (5) "*Urban Geology, sustainable planning and landscape exploitation*", (6) "*Applied Geology for Major engineering projects*", (7) "*Education, professional ethics and public recognition of engineering geology*" et (8) "*Preservation of cultural heritage*", au sein desquelles seront abordés les impacts du changement climatique sur les ressources et les risques naturels liés aux mouvements de terrain dans les environnements de montagne et du littoral. ► [www.iaeg2014.com](http://www.iaeg2014.com)

Les **2<sup>e</sup> États Généraux de l'eau en montagne** seront organisés à Megève du 8 au 10 octobre 2014 : « Cette nouvelle édition sera consacrée à l'efficacité de la gestion de l'eau en montagne dans un contexte de changement global. Ainsi 3 volets de connaissances scientifiques, issus des réflexions des éditions précédentes et des volets thématiques développés par l'Observatoire de l'eau en montagne, serviront de cadre aux apports et aux débats : (1) Précipitations, recharges nivo-glaciaires et risques liés à l'eau ; (2) Milieux aquatiques, zones humides et lacs de montagne ; (3) Partage de la ressource et conciliation des usages. Les réponses concrètes aux questionnaires et élus seront abordés à travers 3 thématiques transversales : (i) Les rapports Ville/Montagne pour la gestion de l'eau (eau potable, eaux usées, eaux pluviales) ; (ii) Les services écosystémiques liés à l'eau et rendus par la montagne (en terme qualitatif et quantitatif) ; (iii) Les gouvernances de l'eau en montagne (nouvelles réglementations, DCE, bilan étape SDAGE ...) » (source : [www.oieau.org/](http://www.oieau.org/)). ► [www.egem2014.org/](http://www.egem2014.org/)