



**Interreg**  
**ALCOTRA**

Fonds européen de développement régional  
Fondo europeo di sviluppo regionale



ADAPTATION ET RÉSILIENCE DES  
TERRITOIRES ALPINS FACE  
AU CHANGEMENT  
CLIMATIQUE

**ARTACLIM**

ADATTAMENTO  
E RESILIENZA DEI  
TERRITORI ALPINI DI  
FRONTE AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

## Les études de vulnérabilité: methodes et résultats

### LES ÉTAPES D'UN DIAGNOSTIC DE VULNÉRABILITÉ



**3**

ARTACLIM, Adaptation et résilience des territoires alpins face au changement climatique, est un projet de recherche-action transfrontalier dont l'objectif principal est d'encourager la mise en place de mesures d'adaptation au changement climatique dans le cadre de l'aménagement du territoire et de la planification des administrations locales. Période de mise en œuvre du projet: mai 2017 - décembre 2020.

Booklet 3

Contenu édité par: iiSBE Italie R&D, AGATE et Politecnico di Torino – DIST

Montage et mise en page graphique: ESDesigner

Publié: novembre 2020

© 2017 partenariat ARTACLIM. Tous droits réservés. Le projet ARTACLIM (n ° 1316) a reçu un cofinancement FEDER dans le cadre du programme INTERREG ALCOTRA 2014-2020. Le document reflète le point de vue des auteurs. Le programme ALCOTRA n'est pas responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations qu'il contient.

# Sommaire

Introduction

Recommandations

CHAPITRE 1. Synthèse des résultats des études de vulnérabilité dans le territoire français

Paragraphe 1.1. L'étude de vulnérabilité dans le Parc Naturel Régional du Massif des Bauges (PNMB)

1.1.1. Analyse par effet du changement climatique

1.1.2. Approche systémique des enjeux et croisement avec le jeu d'acteurs.

Paragraphe 1.2. L'étude de vulnérabilité dans la communauté de commune du Haut-Chablais (CCHC)

1.2.1. Le Haut-Chablais est vulnérable aux effets du changement climatique

1.2.2. Les aspects qu'on doit renforcer

Paragraphe 1.3. Démarches et méthodes pour réaliser une étude de vulnérabilité: retour d'expérience des territoires français

1.3.1. Le diagnostic de vulnérabilité en quelques mots

1.3.2. Les étapes d'un diagnostic de vulnérabilité

1.3.3. Cadrer la démarche

1.3.4. Co-construire un diagnostic

1.3.5. Consolider les informations recueillies

1.3.6. Préfigurer la politique d'adaptation

CHAPITRE 2. Synthèse des résultats des études de vulnérabilité dans le territoire italien

Paragraphe 2.1 L'étude de la vulnérabilité aux changements climatiques de la Zone Homogène du territoire de Pinerolo

2.1.1 Suivi du profil climatique actuel de la ZOP

2.1.2 Simulation des scénarios climatiques futurs pour la ZOP

2.1.3 Définition de la méthodologie d'évaluation du risque

2.1.4 Résultats du calcul des indicateurs

2.1.5 Considérations météorologiques




## Introduction

Les études de vulnérabilité (ou diagnostic de vulnérabilité) ont une place importante dans toute démarche d'adaptation au changement climatique. Elles permettent de regrouper les connaissances scientifiques, techniques et vernaculaires, de fédérer les parties prenantes autour de processus participatif, et de dégager les vulnérabilités et les atouts du territoires face aux impacts du changement climatique. Les études de vulnérabilité constituent la première partie de la démarche d'adaptation : les éléments de connaissance qu'elles génèrent permettent de déterminer les enjeux principaux sur lesquels travailler afin de monter un plan d'action.

Depuis plusieurs années, les territoires engagés ont pu tester différentes méthodes qui ont eu plus ou moins de succès. Nous avons voulu profiter du projet pour en expérimenter certaines plus en profondeur, tout en visant des résultats concrets répondant aux attentes et besoins des territoires partenaires.

Il existe deux approches de la vulnérabilité, l'une descendante (top-down) et l'autre ascendante (bottom-up). La première s'apparente plus à une étude scientifique basée sur l'analyse des résultats de modèles et d'indicateurs climatiques et territoriaux, parfois rendue sous forme cartographique ou de grille de vulnérabilité. La seconde est plus participative et mobilise autour d'ateliers de travail les élus, acteurs et citoyens du territoire. Bien évidemment, le sujet de l'adaptation nécessite un croisement entre ces deux approches, et bien que cela soit pratiqué la plupart du temps, il existe un certain nombre de freins à desserrer et de leviers à actionner pour que les résultats soient appropriés et donc efficaces. Il est par ailleurs primordial de penser en amont le processus qui sera choisi en fonction des contraintes et des objectifs des territoires, notamment en termes de gouvernance et de sensibilisation et formation.

Ce livret vous propose un retour d'expérience sur un certain nombre de méthodes qui ont été utilisées lors du projet, notamment sur les deux territoires français qui ont fait l'objet d'une analyse poussée en matière



d'évaluation de la démarche et des résultats. Il propose aussi des synthèses des études de vulnérabilités originales menées sur les territoires partenaires, que vous retrouverez de façon intégrale sur le site du projet ARTACLIM.

## Recommandations



- Recommandation 1: **Prévoir environ un an pour le diagnostic de vulnérabilité** car il faut se donner du temps pour « bien faire les choses »: en effet l'appropriation des enjeux d'adaptation au niveau local est un processus lent qui nécessite une certaine « maturation ». En pratique :

- Prévoir un temps suffisant pour véritablement sensibiliser et engager les acteurs et les décideurs ;
- Travailler en continu sur ces aspects de sensibilisation / acculturation, même une fois le diagnostic établi ;
- Envisager plus largement l'adaptation comme une démarche « itérative » : réitérer périodiquement l'exercice pour augmenter progressivement l'ambition de la politique d'adaptation à mesure que les acteurs s'approprient les enjeux


- Recommandation 2: **Constituer une équipe projet dédiée au sein de la collectivité**, comprenant par exemple :

- Un élu référent, responsable du portage politique,
- Un chargé de mission, en charge du pilotage technique,
- Une équipe resserrée autour du chargé de mission, composée de représentants des services concernés et mobilisables aux moments clés de la démarche.

Recommandation 3: **Se faire accompagner par un prestataire pluridisciplinaire**, qui réunit :

- Une expertise du changement climatique,
- Des compétences en animation de démarches participatives,
- Une expertise méthodologique,
- Des compétences en pédagogie et en communication.





Recommandation 4 : **Soigner le travail de mobilisation des acteurs** : quelle que soit la méthode choisie, le chargé de mission de la collectivité, appuyé par son bureau d'études, prendra le temps :

- De contacter et relancer les participants de manière individuelle, en particulier les acteurs « incontournables », au-delà de simples invitations par e-mail,
- D'expliquer la démarche aux acteurs qu'il souhaite mobiliser.

Recommandation 5 : **Associer les acteurs tout au long de la démarche, y compris dans les étapes a priori plus « techniques »** comme la priorisation des impacts et la formulation de la stratégie. A minima, il convient de restituer les résultats des entretiens individuels et des ateliers aux acteurs qui se sont investis, un aspect trop souvent négligé dans les diagnostics de vulnérabilité.

Recommandation 6 : **Faire les premiers pas : commencer par des actions faisables à court terme.** Pour une collectivité, la grande vertu d'un premier diagnostic de vulnérabilité est de « se lancer », de faire « ses premiers pas » dans l'adaptation, tout en conservant intacte une ambition à plus long terme. Il est en effet possible de :

- Sélectionner et planifier un premier pool d'actions faisables à court terme « pour se lancer » dans l'adaptation,
- Garder en réserve ou instruire certaines actions plus ambitieuses (trop compliquées à mettre en œuvre tout de suite) : elles pourront être ré-examinées à l'occasion des mises à jour du plan d'adaptation



# CHAPITRE 1. Synthèse des résultats des études de vulnérabilité dans le territoire français

## Paragraphe 1.1 L'étude de vulnérabilité dans le Parc Naturel Régional du Massif des Bauges (PNMB)



La Savoyarde, massif des Bauges. Source : Artelia

### **Objectif de la démarche :**

Aider les acteurs du Massif des Bauges à s'approprier la connaissance sur les effets du changement climatique pour intégrer l'adaptation dans le développement territorial, en cohérence avec la Charte du Parc.

La démarche a été menée de façon tripartite :

- Le Parc Naturel Régional : pilotage de la démarche et mise en relation avec les acteurs locaux ;
- Les Partenaires ARTACLIM : production de la connaissance et de méthodologies ;



- Le bureau d'étude Artelia : animation de l'aide à la décision.

Autour de deux grands objectifs :

=> Proposer une vision systémique des effets du changement climatique appropriable par les acteurs.

=> Faire le lien entre la connaissance sur les effets du changement climatique et l'expertise territoriale des acteurs.

Dans cette étude, il a été décidé lors d'un travail préparatoire entre les partenaires d'Artaclim et le Parc Régional du Massif des Bauges de découper l'étude en trois secteurs géographiques identifiés pour leurs enjeux particuliers :

- Le massif du Semnoz, une montagne proche de l'agglomération d'Annecy, espace récréatif, alpages et forêt exploitées.

- Les Haute-Bauges, aux activités agro-sylvo-pastorales structurantes, mais aussi touristiques.

- La Combe de Savoie, un territoire marqué par la viticulture et l'urbanisation, le long du coteau sud du massif des Bauges.

L'étude de vulnérabilité

Après une analyse poussée du contexte (géographie, dynamiques, acteurs), l'identification des enjeux soulevés par le changement climatique sur les territoires a été menée :

### **1.1.1 Analyse par effet du changement climatique**

On peut illustrer cette phase avec l'exemple de la baisse de l'enneigement et avenir du tourisme d'hiver sur le Semnoz. La méthode s'articule autour de trois temps de travail :

• Observations et projections disponibles pour qualifier cet effet.

Exemple : observations par les acteurs du tourisme (atelier ARTACLIM, janvier 2018) + projections : Verfaillie et al., 2017)

• Enjeux soulevés pour le territoire.

Exemple : enjeu économique (stade de neige) et patrimonial (pratique locale



du ski ; activités scolaires).

- Analyse croisée des enjeux

Exemple : évolution du modèle d'économie touristique du Semnoz (été / hiver)

### **1.1.2 Approche systémique des enjeux et croisement avec le jeu d'acteurs**

Cette phase permet de confronter les différentes interrogations sur la vulnérabilité mises en lumière par le diagnostic précédent (quelle avenir pour le modèle d'économie touristique, le système agropastoral sur le plateau et dans les alpages, de la filière bois fondée sur l'épicéa, du partage de la ressource en eau, de la protection des milieux naturels face à la surfréquentation, etc) vec les impacts en cours ou attendus du changement climatique (baisse de l'enneigement, stress hydriques, etc).

Les conclusions pour chaque territoire sont celles-ci :

Le Massif du Semnoz

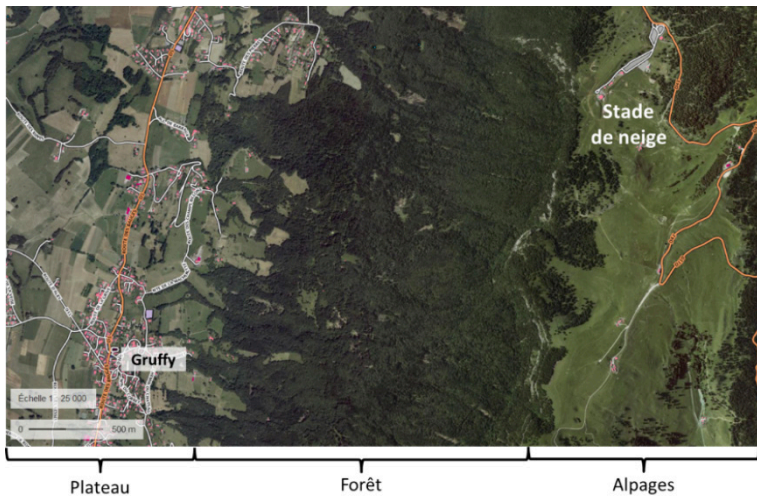
- maintenir un espace préservé et récréatif aux portes d'Annecy.

- Baisse de l'enneigement : conséquences pour le stade de neige.

- Evolution des pratiques agropastorales : baisse des rendements fourragers, modification des dates de montée en alpages, disponibilité de l'eau.

- Hausse de la fréquentation du massif en été et de l'urbanisation du plateau : pression accrue sur les milieux forestiers et d'alpage ; concurrence pour l'espace sur le plateau (urbanisation / agriculture / espaces naturels).

- Effets sur les peuplements d'épicéas : déplacement en altitude de l'aire de répartition ; stress hydrique accru ; sensibilité accrue aux ravageurs ; fermeture des paysages.



Le Semnoz – Trois ensembles géographiquement cohérents. Source : Artelia



Compétition de ski, Semnoz, hiver 2080

Proposition de futur possible des activités skiabiles sur le massif du Semnoz (source : Les Amis de la Terre 74).

## Les Hautes Bauges

- Gestion intégrée et partagée de l'eau.
- Gestion, partage et sécurisation de la ressource en eau sur le territoire, entre les besoins des milieux naturels, les activités agricoles et touristiques (été / hiver).
- Prise en compte des relations amont-aval sur l'ensemble du bassin du Chéran.
- Gestion du risque inondation

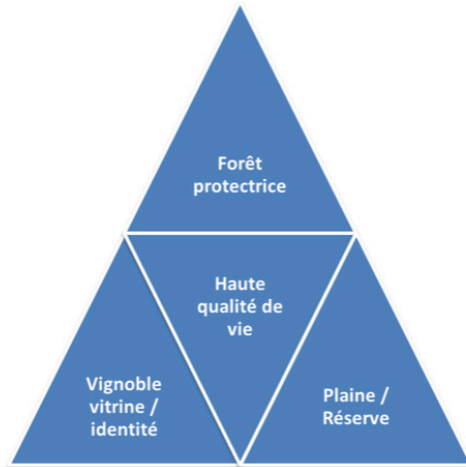


Source : Artelia

## La Combe de Savoie

- Assurer un développement équilibré du territoire valorisant les opportunités sans dégrader le paysage et les milieux remarquables.
- Effets du changement climatique sur la viticulture : des conséquences possible en termes de pression foncière ?
- Risque des risques (érosion / glissement de terrain / feu de forêt) interrogeant l'aménagement du territoire.

· Continuité écologique et adaptation de la biodiversité à l'évolution du climat ?



Source : Artelia

### **L'identification des actions d'adaptation à mettre en oeuvre par les techniques participatives ou normatives**

L'identification des enjeux par territoire-test étant effectuée, la méthodologie d'étude de vulnérabilité consiste alors à présenter/utiliser les résultats avec les acteurs du territoire et de les faire s'exprimer par différentes techniques :

- Le Massif du Semnoz : audit patrimonial menée par Agroparitech
- Les Hautes Bauges : étude normative menée par Artelia
- La Combe de Savoie : approche combinée entretiens/ateliers menée par Artelia

Par la suite, l'ensemble des résultats de ces différentes études techniques et

approches participatives sont croisées et c'est durant ce temps de synthèse que les actions d'adaptation partagées émergent.

Elles sont ensuite priorisées et recommandées aux élus pour être introduite dans la planification territoriale (voir booklet 5).


Les trois études de vulnérabilité et les trois rapports de synthèse des méthodes participatives et normatives sont disponibles sur le site [www.artaclim.eu](http://www.artaclim.eu)

Les différentes méthodes et techniques pour mener les études de vulnérabilité sont présentées et critiquées dans la partie 3 de ce document.

## **Paragraphe 1.2 L'étude de vulnérabilité dans la communauté de commune du Haut-Chablais (CCHC)**



La Communauté de communes du Haut-Chablais (CCHC) s'est engagée en Décembre 2015 dans l'élaboration d'un Plan Local d'Urbanisme et de l'Habitat intercommunal (PLUi-H). Elle tient notamment la place de territoire



expérimental pour l'utilisation du PLUi comme outil d'intégration de la vulnérabilité au changement climatique dans les politiques territoriales. Dans ce cadre, la CCHC a lancé un marché public de réalisation d'une étude de vulnérabilité qui a été menée par le bureau d'étude Acteon.

### **Les principaux objectifs de l'étude sont :**

- Élaborer une vision partagée des vulnérabilités et opportunités du territoire du Haut-Chablais face aux impacts du changement climatique
- Préconiser les mesures d'adaptation à ces impacts qui puissent s'intégrer dans le PLUi-H.

L'étude s'est déroulée entre les mois de décembre 2018 et mai 2019, en parallèle du processus d'élaboration et d'adoption du PLUi-H.

### **La méthodologie du diagnostic des vulnérabilités**

1) La prise en compte des connaissances existantes :

- analyse des rapports présentant les grandes orientations stratégiques et prospectives du territoire ;
- les rapports scientifiques faisant état des observations et modélisations scientifiques des incidences du changement climatique sur l'environnement physique et vivant, et sur des types d'activités proches de celles que l'on retrouve dans le Haut-Chablais ;

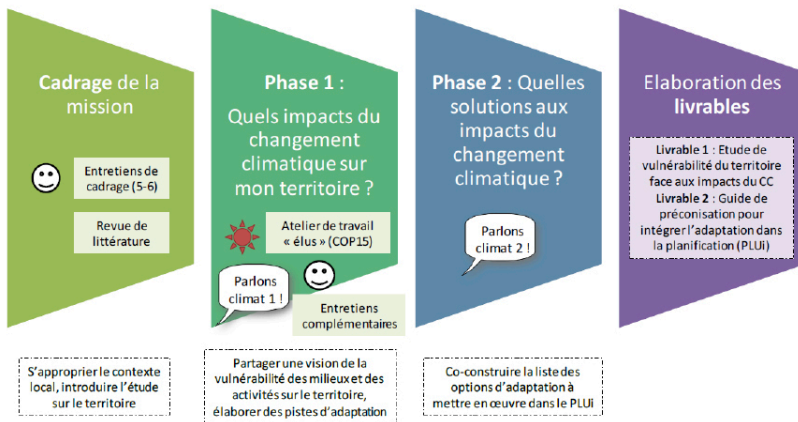
2) Des entretiens : auprès des acteurs du territoire (élus, professionnels, associations, services de l'Etat et Agence de l'eau) pour faire remonter leur vision des enjeux liés aux changements globaux et les nécessités d'actions en lien avec ces enjeux, et comprendre leur perception plus général du changement climatique (frein-levier).

3) Le diagnostic : croisement des connaissances scientifiques et vernaculaires pour réaliser un diagnostic des vulnérabilités actuelles et potentielles du



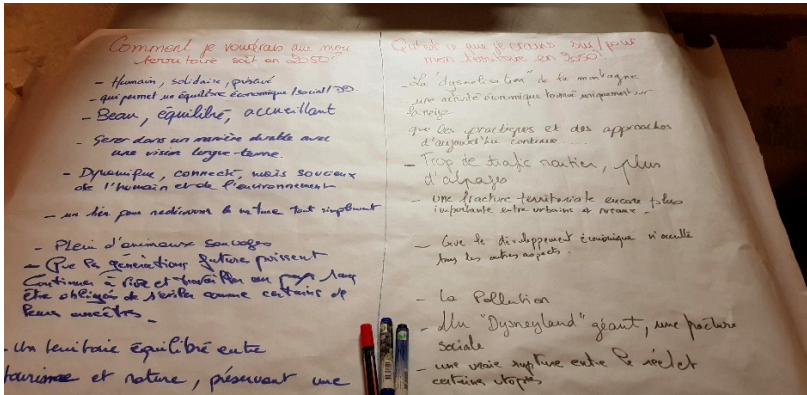
territoire face aux effets du changement climatique.

4) Des ateliers participatifs : tout au long de ce processus, l'organisation et l'animation d'ateliers participatifs (avec les élus impliqués dans l'élaboration du PLUi-H, ainsi qu'un atelier ouvert à l'ensemble des élus et aux acteurs socio-économiques du territoire) pour recueillir des contributions sur des questions, et pour susciter la discussion entre acteurs qui ne bénéficient pas d'un autre cadre pour échanger, la discussion permettant de désamorcer certains a priori et de partager des idées et expériences, voire d'identifier des opportunités communes pour mettre en place des initiatives.



Source : Acteon






Source : Acteon

**Le croisement entre le diagnostic, les entretiens et les ateliers participatifs a permis d'identifier de ce qui se fait déjà sur le territoire pour s'adapter, volontairement ou non, et qui serait à renforcer pour répondre aux enjeux de vulnérabilité.**

### 1.2.1. Le Haut-Chablais est vulnérable aux effets du changement climatique

Le Haut-Chablais est vulnérable aux effets du changement climatique, en particulier:

- La baisse de la disponibilité de la ressource en eau, menacée par les sécheresses, avec des conséquences multiples sur le territoire (disponibilité pour les usages de l'eau : eau potable, agriculture, tourisme, fonctionnalités des milieux aquatiques) ;
- La forêt et ses diverses fonctions (fixation des sols, réservoir de biodiversité et de carbone, exploitation de bois...) menacée par les sécheresses et la pullulation de parasites ;
- Le renforcement des risques naturels gravitaires (crues, inondations, glissements de terrain, retrait-gonflement des argiles, avalanches humides, éboulements...);



- Le tourisme hivernal sous 2000 m, remis en question par la réduction de la durée moyenne d'enneigement, l'augmentation des températures moyennes hivernales et les précipitations irrégulières.

### **Sur quel enjeux le territoire agit-il déjà ?**

- Stocker l'eau
- Restaurer les milieux aquatiques
- Développer les circuits courts
- Gérer la forêt autrement
- Favoriser la mobilité douce et les alternatives à la voiture individuelle (hors adaptation),
- Équiper les stations et aménager les pistes
- Diversifier les activités en complément du produit neige,
- Observer (faune sauvage),
- Expérimenter (essences forestières) ...

### **1.2.2. Les aspects qu'on doit renforcer**

#### **Il faudrait donc renforcer les aspects suivants :**

- La gestion quantitative de la ressource en eau : partage, économie, protection et rétention de l'eau
- L'information, la sensibilisation, voire la responsabilisation aux risques naturels. Des systèmes de prévision et d'alerte seraient utiles.
- La réflexion sur le développement raisonné des stations (produit neige), avec en parallèle une diversification d'activités complémentaires (objet de la démarche Espaces Valléens).
- Valoriser la complémentarité lac-montagne, au sein d'une stratégie intégrée et adaptée.
- Favoriser le maintien d'activités sur place ou le logement à prix accessibles aux saisonniers permettrait de réduire les déplacements.



- Développer les arts et la culture est une piste pour améliorer le cadre de vie, et proposer des activités complémentaires à la neige.



## Paragraphe 1.3 - Démarches et méthodes pour réaliser une étude de vulnérabilité : retour d'expérience des territoires français

L'évaluation des méthodes a permis de structurer un diagnostic en 4 grandes étapes, de tirer des enseignements pour chaque activité-clé et de proposer des recommandations pour aider une collectivité de l'espace alpin souhaitant se lancer dans une démarche d'adaptation au changement climatique. Cette synthèse a été réalisée par le bureau d'étude Climate Adaptation Consulting à l'issue d'un temps de travail collaboratif entre partenaires du projet et prestataires.

### 1.3.1 Le diagnostic de vulnérabilité en quelques mots

Pour quoi faire ?


Aujourd'hui, toute collectivité, surtout si elle est « non obligée », devrait réaliser son diagnostic de vulnérabilité au changement climatique pour :

- Prendre conscience des **impacts sur lesquels il faut agir en priorité**,
- Planifier les **actions d'adaptation pertinentes à son échelle**.

Que retenir ?

- **C'est à la portée de toute collectivité** : quelle que soit sa taille, toute collectivité est capable de réaliser le diagnostic qui lui ressemble,
- **Ce sera un succès sous certaines conditions** : obtenir le soutien politique, constituer une équipe solide et motivée et se faire accompagner par un prestataire pluri-disciplinaire,
- **C'est un processus flexible** : il n'y a pas une méthode unique mais des méthodes, l'important étant **combinaison des approches techniques** (structuration et consolidation) **et des approches participatives**,
- **Cela reste une démarche exigeante** en termes de mobilisation des acteurs et de temps (environ un an).

Quels co-bénéfices pour la collectivité ?

- 
- **La création d'un collectif d'acteurs engagés pour l'adaptation grâce à l'ouverture du** dialogue entre des acteurs qui se parlent peu et ont parfois des intérêts divergents,
  - **Un nouveau regard sur le territoire**, à travers le prisme changement climatique,
  - **L'initiation des premiers pas dans l'adaptation et l'inscription du le territoire dans le temps long**,
  - **La montée en compétence de la collectivité.**

### **1.3.2 Les étapes d'un diagnostic de vulnérabilité**

Le schéma ci-dessous présente les 4 grandes étapes et les activités-clés d'un diagnostic de vulnérabilité.

Cette section précise, pour chaque activité-clé, pourquoi elle est importante et comment la collectivité peut la mener.

## LES ÉTAPES D'UN DIAGNOSTIC DE VULNÉRABILITÉ

AU DÉMARRAGE

PENDANT LE DIAGNOSTIC

PRÉPARER LA SUITE





### 1.3.3 Cadrer la démarche

#### • Mettre la collectivité en ordre de marche

Pourquoi ? L'engagement des élus, des chefs de service et agents de la collectivité est une des conditions du succès d'une politique d'adaptation car c'est bien eux qui la porteront sur le long terme. Tout diagnostic de vulnérabilité débute donc par une étape de mobilisation et d'organisation en interne, pour s'assurer du soutien politique et de l'engagement des équipes en faveur du projet.

Comment? Quelques conseils:


- Prendre le temps d'expliquer le projet aux élus et chefs de service, recueillir les attentes de chacun et lever les réticences éventuelles,
- Au cours de ces échanges, parler du territoire et pointer les défis auxquels il doit faire face plutôt que du sujet « changement climatique » en général,
- Se faire accompagner d'un expert légitime et reconnu, sorte « d'ambassadeur » de l'adaptation (universitaire, conférencier...),
- Constituer une équipe dédiée (collectivité et prestataire).

#### **Zoom sur la réunion de présentation aux élus et aux acteurs dans le Haut-Chablais et le Massif des Bauges**

Le projet a permis de mettre en place des réunions de de présentation du projet aux élus avec l'appui des équipes des collectivités. Ce moment est indispensable pour recueillir le ressenti des élus et des acteurs, leurs inquiétudes, leurs motivations - « briser la glace » et « libérer la parole » - et calibrer ensuite le projet en fonction de ces retours, afin qu'il soit approprié et porté par le plus grand nombre. Des « ambassadeurs » peuvent appuyer les techniciens dans la discussion, afin d'apporter soit de l'expertise scientifique soit de l'inspiration si l'ambassadeur est par exemple une figure locale.

- **Se faire une première idée des enjeux du changement climatique pour le territoire**





Pourquoi ? Un rapide état des lieux des enjeux du changement climatique au démarrage est utile pour savoir par où commencer, identifier les acteurs à mobiliser en priorité (voir plus bas), mais aussi poursuivre le travail de sensibilisation des élus et décideurs en interne.

Comment? Par exemple:

- Faire une revue documentaire des travaux sur l'adaptation réalisés par des collectivités voisines, ou d'échelle supérieure (exemple : plan climat de la région / du département),
- Prendre contact avec un observatoire local du changement climatique (ex : ORCAE Auvergne-Rhône-Alpes),
- Mener des entretiens de cadrage auprès de personnes clés.


### **Zoom sur les entretiens de cadrage dans le Haut-Chablais**

Dans le Haut-Chablais, le bureau d'études a réalisé douze entretiens de cadrage auprès d'acteurs divers (élus, représentants des secteurs économiques, associations, ONF, Agence de l'eau, ...). La grille d'entretiens portait sur leurs attentes vis-à-vis de la démarche et leur perception des principaux enjeux du changement climatique et les acteurs à inclure dans le processus participatif. Principal atout de la méthode : Ces entretiens contribuent à pré-identifier les principaux enjeux du point de vue des acteurs et à lister les acteurs à inclure dans la démarche.

Principal point de vigilance : Le nombre limité d'entretiens de cadrage peut exposer aux biais d'interprétation.

### **• Repérer les acteurs à mobiliser**

Pourquoi ? La démarche devra mobiliser des acteurs extérieurs à la collectivité car les impacts du changement climatique touchent de nombreux secteurs,



bien au-delà de ses domaines de compétences. Le repérage de ces acteurs se fait dès le cadrage de la démarche.

Comment? Par exemple:

- S'appuyer sur le réseau de la collectivité : par exemple, recueillir auprès de chaque service de la collectivité les contacts « incontournables » par secteur,
- Profiter des entretiens de cadrage pour recueillir des contacts auprès des acteurs clés,
- Réaliser une cartographie complète des acteurs concernés par le changement climatique.


L'équipe projet choisira la méthode adaptée en fonction de la taille de sa collectivité, de sa connaissance des acteurs locaux et de l'ambition qu'elle donne à la démarche participative.

### **Zoom sur la cartographie des acteurs dans le Massif des Bauges**

Dans le Massif des Bauges, une cartographie des acteurs a été réalisée pour identifier de manière exhaustive les acteurs concernés directement et indirectement par le changement climatique, à différentes échelles et dans différents domaines.

Plus de 150 acteurs ont été recensés (associations, collectivités, établissements publics, sociétés privées) et ont fait l'objet de fiches détaillées présentant des informations génériques (année de création, forme, échelle territoriale, contact), ainsi que leurs enjeux détaillés face au changement climatique. Des cartes de synthèse permettent de visualiser les interactions entre les acteurs et leurs liens avec les enjeux du territoire.

Principal atout de la méthode : Elle permet de se doter d'un annuaire structuré des acteurs, bien au-delà du réseau de la collectivité, qui sera utile pour la suite ou sur d'autres projets.



Principal point de vigilance : La tentation d'écarter certains acteurs est un écueil possible si la cartographie n'est pas réalisée par un tiers neutre.

### **1.3.4 Co-construire un diagnostic**

#### **• Recueillir la perception des acteurs et croiser les regards**


Pourquoi ? Partir des acteurs permet de construire un diagnostic « incarné », ancré sur le territoire. Impliquer les acteurs tout au long de la démarche est également nécessaire à l'appropriation des enjeux d'adaptation et des actions proposées, mais aussi, plus tard, à l'acceptation de mesures qui peuvent être parfois vécues comme contraignantes.

Comment ? Il y a plusieurs possibilités en fonction des habitudes de travail de la collectivité, avec un intérêt à combiner :

- Des entretiens individuels approfondis, pour permettre à certains acteurs clés de s'exprimer en toute liberté,
- Des ateliers participatifs à certains moments clés de la démarche, pour confronter les points de vue, offrir aux acteurs un espace d'échanges et partager des résultats,
- Des temps de travail en groupe restreint, pour approfondir des enjeux phares sur le territoire.

#### **Zoom sur les ateliers collectifs dans le Haut-Chablais**

Dans le Haut-Chablais, le diagnostic de vulnérabilité s'est organisé autour de trois ateliers collectifs, réunissant alternativement élus et acteurs socioéconomiques. Par exemple, un premier atelier a réuni des élus qui ont identifié et localisé sur une carte les enjeux liés au changement climatique sur leur territoire. Face à ces enjeux, ils ont collectivement dressé la liste des actions d'adaptation déjà en place puis formulé d'autres actions possibles. Enfin, en répondant ensemble à la question « Qu'est-ce qui nous empêche de



le faire ? », les élus du Haut-Chablais ont précisé les conditions et contraintes pour la mise en place des actions.

Principal atout de la méthode : Le format en collectif favorise l'ouverture de chacun à d'autres enjeux que les siens et permet de désamorcer les a priori.

Principal point de vigilance : La qualité des productions de l'atelier (ce qu'on en tire) dépend de chaque participant – d'où l'importance de mobiliser les acteurs pertinents – mais aussi de la dynamique du groupe. L'animateur devra être en capacité de gérer d'éventuelles tensions dans le groupe et de permettre l'expression de tous.

### **Zoom sur l'approche combinée « entretiens / ateliers » dans le Massif des Bauges**

Dans le Massif des Bauges, une approche combinant entretiens individuels détaillés et ateliers collectifs a été testée. Au cours d'entretiens individuels, une vingtaine d'acteurs ont partagé leur vision personnelle des atouts du territoire ainsi que des impacts et enjeux du changement climatique pouvant, selon eux, l'affecter. Ils ont ensuite exprimé de premières idées d'actions d'adaptation. Lors de l'atelier de restitution des entretiens, ils ont sélectionné collectivement des actions clés et élaboré des fiches actions. Ainsi la combinaison entretiens / atelier de restitution a ainsi véritablement permis de co-construire le diagnostic avec les acteurs.

Principal atout de la méthode : Le format « entretiens individuels » garantit une grande liberté de parole, et le travail en atelier permet de faire émerger une réponse commune à la problématique posée ; prélude à une stratégie d'adaptation.

Principal point de vigilance : Le nombre relativement limité d'acteurs mobilisés peut potentiellement interroger la représentativité des points de vue et entraîner des biais d'interprétation.



### 1.3.5 Consolider les informations recueillies

#### • Prioriser les impacts identifiés

Pourquoi ? Les étapes précédentes ont permis de recueillir une grande quantité d'informations sur les impacts du changement climatique et les vulnérabilités du territoire. Cette « matière brute » doit être retraitée, complétée, structurée et validée. L'objectif est d'aboutir à une liste d'impacts (ou de problèmes) prioritaires que devra traiter la politique d'adaptation.

Comment ? Par exemple :

- Passer au crible les impacts potentiels du changement climatique, avec des questions clés telles que :

- o Quelle est la probabilité de survenue de l'impact, aujourd'hui et dans le futur ?

- o Quelle est la gravité de l'impact pour le territoire s'il se produit ?


Les perceptions des acteurs, les retours d'expériences d'événements climatiques passés ou encore la littérature scientifique doivent permettre de donner une appréciation sur chacun des impacts.

- Valider cette liste d'impacts et la partager plus largement auprès des acteurs qui ont participé à la démarche.

#### **Zoom sur la grille de vulnérabilité dans le Haut-Chablais**

Dans le Haut Chablais, la méthode de priorisation testée consiste à attribuer des scores aux deux composantes de la vulnérabilité que sont « l'exposition » et la « sensibilité » à partir d'une échelle de notation préétablie. Le croisement des scores d'exposition et de sensibilité donne un score de vulnérabilité actuelle et future. Les notes obtenues permettent d'identifier les vulnérabilités les plus élevées et par conséquent les impacts prioritaires à prendre en compte.

Dans le Haut-Chablais, une liste de 35 impacts (identifiés en ateliers et complétés par une revue bibliographique) a ainsi été évaluée par le bureau d'études, accompagné d'un expert climat. La méthode a permis de retenir 6



impacts du changement climatique auxquels la collectivité devra s'adapter en priorité :

- Pullulation et disparition d'espèces, espèces invasives,
- Vagues de chaleur plus nombreuses et plus intenses,
- Expansion de l'aire de répartition d'un certain nombre d'espèces indigènes ou exotiques dans des zones précédemment défavorables à leur survie durant l'hiver,
- Raccourcissement de la période touristique (tourisme de neige),
- Augmentation du stress hydrique : fragilisation des peuplements forestiers,
- Risques accrus de pénuries d'eau en été et en hiver.

Principal atout de la méthode : Elle permet de systématiser la hiérarchisation des vulnérabilités.

Principal point de vigilance : Elle présente une certaine technicité et nécessite l'appui d'un bureau d'études et / ou d'experts scientifiques pour lister les impacts et valider les scores.

### • **Formuler des objectifs d'adaptation**

Pourquoi ? La définition d'une « vision » du souhaitable en termes d'adaptation, qui traduit les objectifs à atteindre est nécessaire. En effet, réaliser des plans d'adaptation sans les articuler autour d'une vision stratégique de l'adaptation pour son territoire, c'est courir le risque de produire un « catalogue » d'actions sans cohérence ni fil conducteur « politique » indispensable pour s'assurer du soutien des parties prenantes du territoire.

Comment ? Deux points clés ici :

- Reformuler chaque impact (ou problème) prioritaire en termes d'objectif (ou finalité) de la politique d'adaptation. Ce travail peut être réalisé en atelier, ou



en groupe de travail plus restreint (réunion de l'équipe projet par exemple).

- Par exemple l'impact « Baisse de l'enneigement menaçant l'activité touristique » est reformulé en objectif « Préserver l'attractivité touristique du territoire »

• Valider « politiquement » les objectifs ainsi formulés, car ils constitueront le socle de la politique d'adaptation !

### **Zoom sur les grilles d'analyse croisées dans le Massif des Bauges**


Dans le Massif des Bauges, un pré-diagnostic de vulnérabilité a mis en évidence les principaux impacts du changement climatique et la cartographie des acteurs a permis d'identifier les acteurs concernés par l'adaptation. Ces éléments en main, la méthode des grilles d'analyse croisées a été testée sur le territoire. Celle-ci a consisté en un croisement des impacts du changement climatique avec les enjeux soulevés par l'adaptation d'une part, et un croisement de ces mêmes enjeux avec les différents acteurs du territoire d'autre part. Cette méthode a été déployée sur trois sous-territoires du Massif des Bauges (Hautes-Bauges, Bauges derrière, Combes de Savoie) et les croisements ont abouti à des questions clés permettant de guider la réflexion sur l'adaptation.

Principal atout de la méthode : Les liens impact / enjeu et acteur / enjeu sont clairement définis, ce qui facilite l'identification des acteurs à impliquer et les bonnes questions à se poser pour la stratégie d'adaptation.

Principal point de vigilance : La méthode nécessite d'avoir déjà étudié les impacts du changement climatique sur le territoire, formulé les enjeux et identifié les acteurs.

### **1.3.6 Préfigurer la politique d'adaptation**

#### **• Identifier et sélectionner des actions d'adaptation**



Pourquoi ? Il existe de nombreuses manières de répondre à un même objectif d'adaptation, d'où l'intérêt de faire le point sur les possibilités d'agir (en voyant large) avant de sélectionner les actions les plus pertinentes pour la collectivité. Comment ? Quelques conseils :

- Ne pas partir d'une feuille blanche : identifier les actions déjà en place qui contribuent à l'adaptation sans pour autant l'afficher. Celles-ci pourront être revisitées, approfondies et « étiquetées Adaptation »,
- Explorer le champ des possibles : dresser une liste large d'actions potentielles, des plus simples aux plus ambitieuses, en s'inspirant par exemple de ce qui se fait ailleurs,
- Sélectionner les actions les plus pertinentes : une analyse « multicritères » peut faciliter ce travail, avec des critères tels que la faisabilité technique, les opportunités de mise en œuvre, l'acceptabilité sociale, le coût...,
- Rédiger des premières versions de fiches action, en lien avec les services qui seront responsables de leur mise en œuvre.

### **Zoom sur la méthode normative dans le Massif des Bauges**


Dans le Massif des Bauges, une méthode dite « normative » a testée par un groupe de travail constitué du PNRMB et du Syndicat Mixte Interdépartemental d'Aménagement du Chéran (SMIAC).

Cette méthode normative consiste à structurer une politique de développement durable à partir de la norme ISO 37101, qui croise finalités et domaines d'action du développement durable. Pour traiter de l'adaptation au changement climatique, les finalités du développement durable ont été remplacées par les finalités d'adaptation issues du processus de co-construction.

Le groupe de travail a positionné les actions d'adaptation existantes et les idées d'actions nouvelles à la croisée des finalités d'adaptation et des domaines d'action du développement durable.

Ces actions d'adaptation ont été priorisées à l'aide de plusieurs critères





(pertinence, disponibilité des moyens pour la mise en œuvre, opérationnalité à court terme...). Enfin, les actions prioritaires ont fait l'objet de fiches actions détaillées.

Principal atout de la méthode : En proposant un cadre clair et précis, la méthode normative permet de structurer la réflexion pour traiter en profondeur chaque finalité d'adaptation, de manière pragmatique et sans « sortir des rails ».

Principal point de vigilance : La méthode normative peut paraître de prime abord très théorique, voire austère. L'animateur du groupe de travail doit faire preuve de pédagogie pour que la méthode soit appropriée par tous les participants.

### • **Intégrer l'adaptation dans la planification**


Pourquoi ? Bien souvent, il sera plus efficace d'intégrer l'adaptation dans les cadres opérationnels existants que de créer une politique de toute pièce. Les documents de planification (SCoT, PLU, PLH...) peuvent constituer des supports utiles pour traiter certains objectifs d'adaptation de la collectivité.

Comment ? En lien étroit avec les services de la collectivité en charge des politiques thématiques sur le territoire :

- Repérer les documents de planification et autres politiques potentiellement concernées par l'adaptation,
- Procéder à une lecture « climat » de ces documents, c'est-à-dire voir sur quels aspects ils pourraient concourir à l'atteinte des objectifs d'adaptation,
- Ajuster les actions existantes / ajouter des actions nouvelles pour intégrer l'adaptation à l'occasion de la création / révision de ces documents.

### **Zoom sur l'approche « prisme climatique » dans le Haut-Chablais**

Dans le Haut-Chablais, une approche consistant à intégrer l'adaptation dans un document de planification, le PLUi-H, a été expérimentée. Elle a consisté à



ré-examiner le PLUi-H alors en cours de création, sous le prisme « changement climatique » et à proposer des ajustements pour qu'il réponde aussi aux enjeux soulevés par le diagnostic de vulnérabilité.

Cette approche a articulé un travail en chambre et une réunion technique de travail associant le bureau d'études « urbanisme » pour :

- (i) effectuer une lecture « climat » du PADD du PLUi-H, fléchant les objectifs du PADD concernés par l'adaptation au changement climatique,
- (ii) examiner les modalités d'intégration des mesures d'adaptation proposées en atelier (voir co-construction) dans le document de planification,
- (iii) proposer 6 fiches « orientations » déclinées en 14 mesures répondant aux vulnérabilités fortes du territoire, pour intégration dans le PLUi-H.

Principal atout de cette méthode : Elle garantit la cohérence des documents de planification avec les enjeux d'adaptation au changement climatique.

Principal point de vigilance : Toutes les actions d'adaptation ne trouvent pas leur place dans un unique document de planification. L'exercice doit être démultiplié pour couvrir un maximum d'enjeux du changement climatique pointés dans le diagnostic de vulnérabilité.

## CHAPITRE 2. Synthèse des résultats des études de vulnérabilité dans le territoire italien

### Paragraphe 2.1 L'étude de la vulnérabilité aux changements climatiques de la Zone Homogène du territoire de Pinerolo



L'étude de la vulnérabilité aux changements climatiques de la Zone Homogène du territoire de Pinerolo (dorénavant indiquée comme ZOP) de la Ville métropolitaine de Turin, prévue par l'activité 3.3 du projet ARTACLIM, a été développée en référence au cadre théorique plus générale de l'évaluation du risque, selon l'approche développée dans la section Emergent Risks and Key Vulnerabilities du cinquième rapport d'évaluation de l'IPCC (2014). En fonction de cette approche, la vulnérabilité (à son tour articulée en sensibilité et capacité d'adaptation) constitue un des trois facteurs qui déterminent le risque (figure 1). L'étude de la vulnérabilité de la ZOP a été donc intégrée avec une évaluation plus globale des niveaux de aléa climatique et d'exposition de cette domaine, afin d'arriver à déterminer les niveaux de aléa liés au changement climatique auquel la ZOP est soumise.

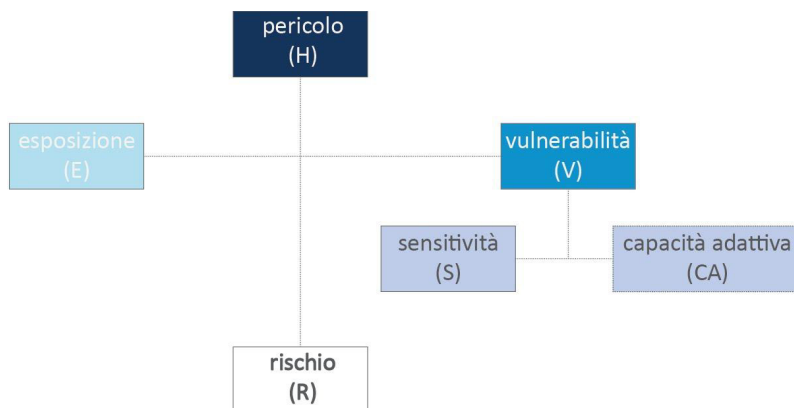


Figure 1 - Schéma conceptuel pour la définition des facteurs de risque liés au changement climatique

L'étude s'est articulée selon une séquence de phases, qui seront illustrées dans les prochains paragraphes.

### 2.1.1. Suivi du profil climatique actuel de la ZOP

Cette phase a fourni une connaissance des conditions climatiques du territoire en examen dans un laps de temps de trente ans 1988-2018, à partir des données de température et de précipitation collectées de 13 stations et enregistrées dans la Base de données météorologique et hydrologique de ARPA Piemonte. Ces données ont été utilisés pour remplir une batterie d'indicateurs climatiques (figure 2), qui décrivent principalement l'intensité et la fréquence des événements extrêmes en termes de précipitation et température et ils sont donc utiles pour identifier les impacts locaux principaux du changement climatique.

En particulier, dans les trente ans examinés, 2 tendances sont ressorties. Une tendance de croissance significative pour l'indicateur de précipitation R20 (nombre de jours par an avec précipitation supérieure à 20 mm) et pour les

indicateurs de température SU (nombre de jours par an avec température maximale journalière supérieure à 25°C), TR (nombre de jours par an avec température minimale supérieure à 20 °C), HW (nombre de jours par an avec température maximale journalière supérieure à 35 °C), et une tendance de réduction significative pour l'indicateur FD (nombre de jours par an avec température minimale journalière inférieure à 0 °C) pour certaines stations de la zone d'intérêt.

Acronym	Définition de l'indicateur
TXN	Valeur minimale des températures maximales quotidiennes
TNN	Valeur minimale des températures minimales quotidiennes
TXX	Valeur maximale des températures maximales quotidiennes
TNX	Valeurs maximales des températures minimales quotidiennes
SU	(summer days) Nombre de jours par an où la température maximale quotidienne est supérieure à 25°C
TR	(tropical nights) Nombre de jours par an où la température minimale est supérieure à 20°C
FD	(frost days) Nombre de jours de gel défini comme le nombre de jours par an où la température quotidienne minimale est inférieure à 0°C
HW/HD	(heatwave ou hotdays) Nombre de jours par an où la température maximale quotidienne est supérieure à 35°C
ID	(ice days) nombre de jours par an où la température maximale est inférieure à 0°C
HUMDEX	Nombre de jours d'inconfort thermique dû à des températures élevées (basé sur la température maximale quotidienne et l'humidité relative)
R10	Nombre de jours par an avec des précipitations supérieures à 10 mm
R20	Nombre de jours par an avec des précipitations supérieures à 20 mm
PRCPOT	Cumul (somme) des précipitations annuelles pour les jours où les précipitations sont supérieures ou égales à 1 mm
SDI	Précipitations quotidiennes moyennes les jours où les précipitations sont supérieures ou égales à 1 mm
RX1DAY	Maximum des précipitations quotidiennes
RX5DAY	Précipitations maximales sur 5 jours consécutifs à l'échelle annuelle
ODD	Nombre maximal de jours consécutifs par an avec des précipitations inférieures à 1 mm
RR1	Nombre de jours par an où la pluie est supérieure ou égale à 1 mm

Figure 2 - Acronyme utilisé et définition correspondante des indicateurs utilisés pour l'analyse de la variabilité climatique de la ZOP



## 2.1.2. Simulation des scénarios climatiques futurs pour la ZOP

La technique de la “régionalisation dynamique” a été utilisée, à partir des données fournies de différents modèles climatiques régionaux disponibles à l’intérieur du programme EURO-CORDEX (<http://www.euro-cordex.net>), pour simuler la tendance attendue - en termes de valeurs moyennes et extrêmes- des indicateurs climatiques concernés jusqu’à 2100.

Les projections climatiques futures ont été obtenues en prenant en considération deux différents scénarios IPCC de concentration des gaz qui modifient le climat (RCP4.5 et RCP8.5) et qui montrent les différences entre une période de trente ans de référence (1981-2010) et deux futurs de court (2021-2050) et de long terme (2071-2100), avec une résolution d’espace d’environ 10 kilomètres.

De cette façon, pour chaque indicateur du tableau 1 (voir les figures 3 et 4 pour un exemple lié à l’indicateur ID), pour les deux scénarios RCP4.5 et RCP8.5, on a calculé la série temporelle de valeurs annuelles jusqu’à 2100 et les anomalies climatiques (à voir les différences entre les valeurs moyennes des indicateurs dans les 2 périodes futures concernés de trente ans 2021-2050 et 2071-2100 par rapport à la période de référence 1981-2010).

Les simulations ont mis en évidence ces situations principales :

- Une augmentation générale des températures sur l’ensemble de la zone d’étude ;
- Une forte réduction du nombre de jours par an avec température minimale inférieure à 0° (FD) et du nombre de jours par an avec température maximale inférieure à 0°C (ID), plus marquée dans la zone alpine.
- Une augmentation du nombre de jours par an avec température minimale supérieure à 20° C (TR), de jours avec température maximale supérieure à 25 °C (SU) et de jours avec température maximale supérieure à 35 °C (HW), plus marqué dans la zone de plaine.
- Une réduction de jours avec précipitations (RRI), plus prononcée dans

les Alpes, une augmentation de l'intensité des précipitations (SDII), plus prononcée dans la plaine et une augmentation générale des maximales de précipitation journalière (RX1DAY);

- Une augmentation des jours consécutifs avec absence de précipitations (CDD) pour la période à long terme.

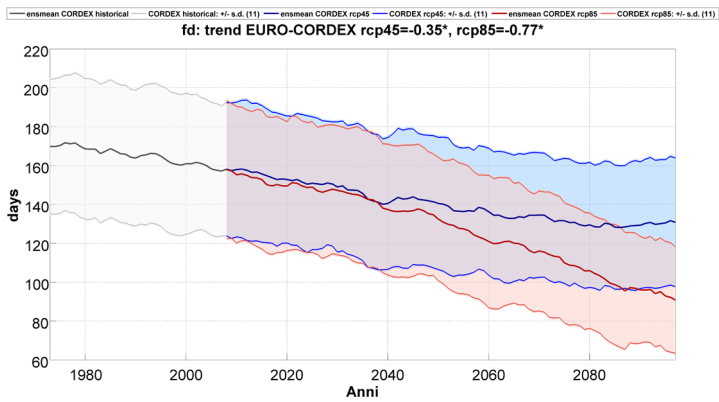


Figure 3 - Projections climatiques des modèles EURO-CORDEX pour l'indicateur FD, en considérant la période de référence (en gris) et les scénarios RCP4.5 (bleu) et RCP8.5 (rouge). L'épaisse ligne sombre indique la projection climatique moyenne, calculée par la moyenne des valeurs de toutes les simulations considérées ; les zones colorées représentent la fourchette obtenue en ajoutant et en soustrayant de la projection moyenne l'écart-type des valeurs simulées par les modèles EURO-CORDEX et donnent une mesure de l'incertitude des projections

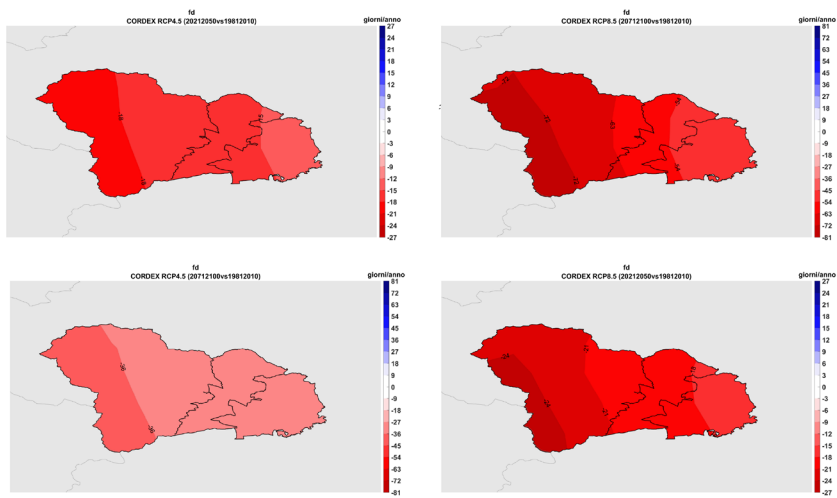


Figure 4 - Cartes des anomalies de l'indicateur FD pour les deux scénarios RCP4.5 et RCP8.5 et les deux périodes futures par rapport à la période de référence 1981-2010






### **2.1.3. Définition de la méthodologie d'évaluation du risque**

Une fois définis les scénarios climatiques actuels et futurs, l'étude a évalué les niveaux de risque reliés à tels scénarios dans chaque commune de la ZOP, en relation aux sujets sur lesquels le projet ARTACLIM est centré (agriculture, biodiversité, forêts, systèmes urbanisé – articulés en zones urbaines et infrastructures -, tourisme). Seulement pour les trois domaines thématiques agriculture, biodiversité et forêts, les conditions écologiques liées à l'altitude de différentes portions de territoire (climat, sols, morphologie etc.) constituent un facteur de caractérisation et de lien indispensable (par exemple pour les cultures praticables, pour les types de foret et les typologies d'habitat, qui peuvent émerger). Par conséquent il a été nécessaire d'effectuer toutes les analyses et les évaluations, en faisant référence aux zones altimétriques auxquelles les 45 communes de la ZOP sont rattachées selon la classification ISTAT.

Pour chaque thématique, des frameworks théoriques ont été créés, qui identifient, pour le scénario climatique 1988-2018 et RPC4.5 2021-50:

- un index d'aléa climatique, calculé comme moyenne arithmétique non pesée des indicateurs climatiques listés en figure 1, qui influent sur la thématique en question ou directement (comme dans le cas du tourisme), ou indirectement, car ils intensifient des aléas hydrogéologiques (plaines et inondations, éboulements et avalanches, incendies, événements de sècheresse);
- un index d'exposition, lié à la présence dans la ZOP de personnes, moyens de subsistance, services, infrastructures, biens économique-socio-culturels qui pourraient être touchés défavorablement par les impacts directs et indirects des variations climatiques ;
- un index de sensibilité, calculé comme moyenne arithmétique non pesée des indicateurs physiques et sociaux qui mesurent le degré de sensibilité du lieu par rapport aux aléas climatiques considérés ;
- un index de capacité adaptive, calculé comme moyenne arithmétique



non pesée d'indicateurs liés à la capacité physique, technologique et institutionnelle du territoire à faire face et répondre aux conséquences des aléas climatiques.

- un index de vulnérabilité, calculé comme moyenne arithmétique non pesée des index de sensibilité et de capacité adaptative ;

- un index global de risque climatique, calculé comme le produit des 3 index d'aléa, exposition et vulnérabilité.


Tous les indicateurs et les index ont été normalisés en valeurs standardisées comprises entre zéro et un, en appliquant la méthode du Min-Max.

Le choix des indicateurs qui composent les susmentionnés index pour la ZOP a été conduit à partir de l'analyse de la littérature scientifique, ainsi que des indications fournies par les acteurs locaux (stakeholder), en occasion des multiples workshops organisés dans le cadre du projet Artaclim.

Une attention particulière a été accordée dans la continuité, aux indicateurs qui composent l'indice de capacité adaptative et à ceux du générique assessment framework produit dans l'activité 3.2 du projet.

Pour chaque thème, au cours de l'étude, des cartes ont été produites, illustrant la valeur normalisée des indices d'aléa, exposition, vulnérabilité (en distinguant aussi la sensibilité et la capacité d'adaptation ) et de risque global pour chacune des communes de la ZOP, en référence soit au scénario climatique 1988-2018 soit à celui de 2021-2050 RPC4.

De cette manière, chaque commune peut évaluer soit le degré actuel de risque climatique, soit celui prévu dans les trente prochaines années. Dans certains cas, des analyses et évaluations ont été exclues des communes appartenant



aux bandes altimétriques non concernées par les risques naturels examinés (par exemple l'analyse du risque "éboulement et avalanche", on a exclu le risque des plaines).

La figure 5 montre, à titre d'exemple un des frameworks thématiques développés, relatif au sujet "Système Urbanisé - Centres Urbains" et au risque d'intensification des phénomènes d'éboulement et d'avalanches dans les communes collinaires et de montagne de la ZOP suite au changement climatique. Celui-ci illustre les 33 indicateurs (avec des unités de mesure et source de données relatives) qui ont été sélectionnés par les indices d'aléa, exposition, sensibilité, et capacité adaptive.

La figure 6 montre les valeurs communes de tels indices ainsi que les deux scénarios conséquents de risque climatique actuel et pour les trente prochaines années.

**Cadre 1.1**  
**ZONES URBAINES**  
Zone d'évaluation: ZOP  
Agrégation de  
l'indicateur: Niveau  
municipal



**Thématique**



zones urbaines

**Aléa naturel**




Inondations

Nombre total  
d'indicateurs évalués

**25**

**HASARD (H)** Indicateurs **7**

 Période :  
- NWGI 1981-2010 sur la période observée de 1988-2018  
- 2021-2050 (scénario RCP 4.5 et RCP 8.5)

ALEAS CLIMATIQUES	INDICATEURS	UNITÉ - SOURCE
Augmentation de la fréquence des précipitations	R10	jours/an - CMCC
	R20	jours/an - CMCC
	RR1	jours/an - CMCC
Augmentation de l'intensité des précipitations	PRCPTOT	mm/an - CMCC
	SDII	mm - CMCC
	RX1DAY, RX5DAY	mm - CMCC

**EXPOSITION (E)** Indicateurs **7**



INDICATEURS PHYSIQUES	UNITÉ - SOURCE
- Zone résidentielle	surface - BDTRÉ, 2016
- Zone industrielle et commerciale	surface - BDTRÉ, 2016
- Zone tertiaire	surface - BDTRÉ, 2016
- Zone historique	surface - BDTRÉ, 2016
- Zone sans dénomination	surface - BDTRÉ, 2016
- Terrain agricole	surface - BDTRÉ, 2016
INDICATEURS SOCIAUX	
- Habitants	nombre - ISPRA, 2017

**VULNÉRABILITÉ (V)**

**SENSIBILITÉ (S)** Indicateurs **6**



INDICATEURS PHYSIQUES	UNITÉ - SOURCE
- Présence d'hébergements en mauvais état	% - ISTAT, 2011 (8milacensus)
- Utilisation des sols	ha - ISPRA, 2017
- Réduction des services écosystémiques dans les forêts	ha - Regione Piemonte, 2017
INDICATEURS SOCIAUX	
- Population âgée > 75 ans	% - ISTAT, 2011 (8milacensus)
- Population jeune < 5 ans	% - ISTAT, 2011 (8milacensus)
- Revenu imposable du contribuable	€/contribuable - MEF, 2017

**CAPACITÉ D'ADAPTATION (CA)** Indicateurs **5**



INDICATEURS PHYSIQUES	UNITÉ - SOURCE
- Présence d'ouvrages hydrauliques	nombre - CMT, 2017
- Initiatives en faveur de l'adaptation au changement climatique	nombre - Mayors Adapt, 2019 Covenant of Mayors, 2019
- Couverture par un réseau à ultra haut débit	% - MISE, 2019
- Volontariat	nombre - ISTAT 2011
- Sensibilisation et esprit d'ouverture au niveau local sur les questions de durabilité environnementale	nombre - ISTAT 2011

**RISQUE (R)**

Zones urbaines à risque d'inondations, provoquées par les effets du changement climatique

Figure 5 – Le framework théorique relatif à l'évaluation des risques pour les agglomérations des systèmes de peuplement liés à l'intensification des glissements de terrain et des avalanches dus au changement climatique

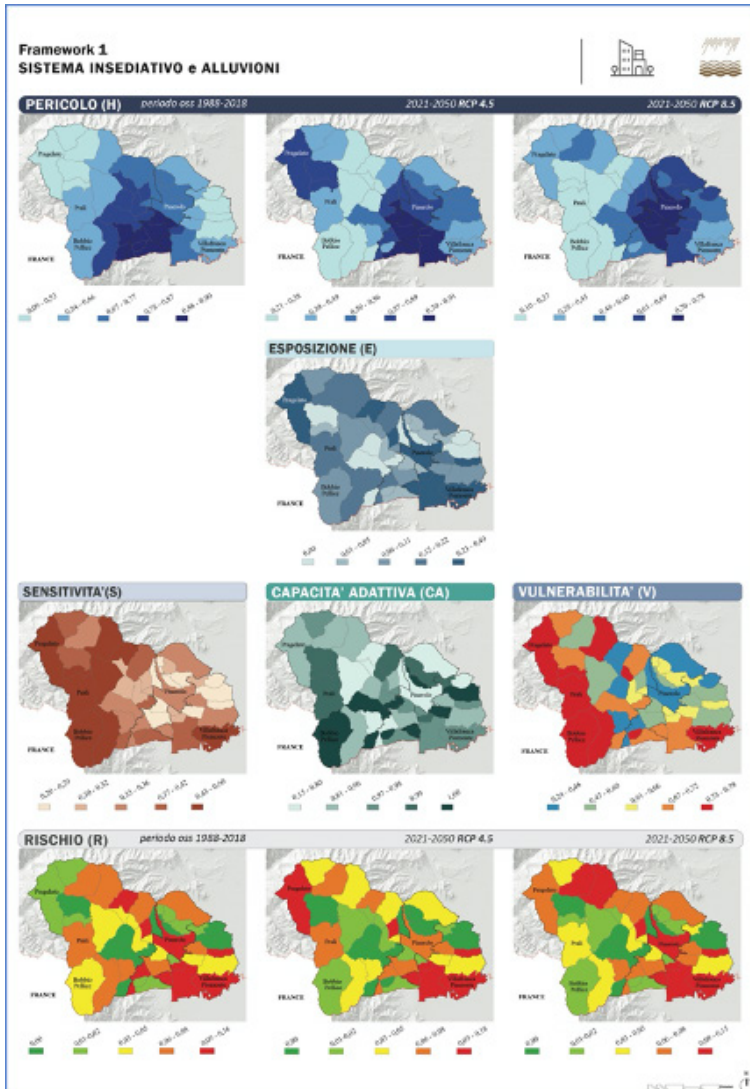


Figure 6 - Indici de danger 1980-2010 (a) et 2021-2050 (b), exposition (c), vulnérabilité (d), risque 1980-2010 (e) et 2021-2050 (f)



## 2.1.4 Résultats du calcul des indicateurs

Le calcul des indicateurs de risque climatique a fait émerger les dynamiques suivantes dans la ZOP en rapport avec les 5 thèmes pris en considération :

- Agriculture : le risque associé aux inondations et aux crues en ce qui concerne la bande altimétrique de montagne s'avère être principalement inchangée avec une légère augmentation dans les communes de Prigelato e Porte.


Dans les communes de la bande collinaire on s'attend au contraire à une accentuation du risque pour les territoires communaux de Pinerolo et Cumiana en plus de la confirmation de la situation fortement critique de Bricherasio.

Finalement, dans le cadre des plaines, en outre, la confirmation de la situation très critique de Villafranca.P.te. Des scénarios de risque fortement élevés apparaissent aussi pour Vigone, Cercenasco, Buriasco e Piscina .

Le risque dérivant de la sécheresse confirme une situation très critique dans les communes de Villar Pellice, Angrogna et Prarostino avec des répercussions probables sur la productivité des pâturages .

Sur la bande collinaire les conditions de Cumiana et Pinerolo demeureront critiques avec une augmentation sensible du risque dans les communes de Bricherasio et de Luserna alors qu'en plaine, on ne devrait pas noter de modifications significatives par rapport à l'état actuel, qui voit cependant arriver une situation critique pour Villafranca P.te et Vigone. On s'attend finalement à une faible augmentation du risque critique à Piscina et Airasca.

- Forêts : on remarque que les conditions de risque provoquées par la sécheresse , augmentent légèrement dans le secteur de montagne pour les




communes de Pragelato, Prali, Bobbio Pellice , alors que les modifications de niveau plus élevé concerne la partie collinaire : à la situation déjà critique de Cumiana et Pinerolo s'ajoute une augmentation conséquente du risque dans les communes de San Secondo di Pinerolo , Bricherasio, Luserna S. Giovanni e Bibbiano. Le risque d 'incendies s' avère en général en augmentation dans la bande de montagne en 45 et plus particulièrement à la charge des communes de haute vallée. En ce qui concerne la bande collinaire, les risques critiques pour les communes de Cumiana et Pinerolo sont confirmés; de plus les conditions empirent dans les communes de Luserna, Bibbiana et Bricherasio.

- Biodiversité : en rapport avec le risque "Inondations et crues " en zone de montagne , le phénomène le plus significatif qui ressort du calcul des indicateurs consiste en une augmentation décisive du risque même du territoire communal de Pragelato, et avec une intensité mineure de celui de Fenestrelle. Dans la portion collinaire , la condition de risque s'aggrave pour Pinerolo, Cumiana et Frossasco et la situation de risque critique est confirmée pour Bricherasio. Au contraire , en plaine on n 'enregistre aucune aggravation des conditions.

Pour le risque lié à la sécheresse, dans le cadre de la montagne, on enregistre une augmentation significative dans les territoires de haute vallée comme Villar Pellice , Pragelato et Prali. Dans la zone collinaire, en plus de confirmer les risques critiques pour les territoires de Cumiana et Pinerolo , on s'attend à une dégradation dans les communes de Luserna S.Giovanni e Briccherasio. On n 'attend pas au contraire de modifications significatives en plaine, ou toutefois demeure un risque critique dans les communes de Vigone et VillafrancaP.te.

- Systèmes urbanisés (infrastructures et centres d'habitation) : le risque lié à une intensification d'inondations et crues à la suite de changements climatiques concerne actuellement surtout les communes de la plaine au Sud Est de



Pinerolo, ou il devrait demeurer aussi dans les trente prochaines années , alors qu'elle devrait s'atténuer dans le Val Chisone (avec l'exception de la commune de Pragelato); éboulements et avalanches impactent aujourd'hui surtout la Val Noc , mais durant les trente prochaines années cela devrait s'accroître à cause du changement climatique en particulier dans les communes des 3 vallées de la ZOP (Bobbio Pellice, Pragelato e Prali); enfin le risque d'incendies devrait augmenter principalement dans le Val Pellice et le Val Germanasca.

· Tourisme : pour la saison hivernale , les chutes de neiges observées pendant les 30 dernières années en Val Pellice et dans le bas de Val Chisone et prévues aussi pour la haute VAL 46 Chisone avant 2050, font ressortir l'importance pour les communes de montagne de la ZOP d'une diversification de l'offre qui dépasse la dépendance du seul sport du ski ; pour la saison estivale, le risque d'une augmentation thermique concerne seulement les communes de la plaine et non celles de la zone de colline et de montagne, qui pourraient trouver un avantage aux flux touristiques fuyant les vagues de chaleur de la plaine métropolitaine (au détriment cependant de conséquences négatives possibles sur l'exploitation des ressources hydriques et électriques).





### **2.1.5. Considérations météorologiques**

L'élaboration de l'étude de vulnérabilité a fait ressortir certains aspects sensibles de la méthodologie adoptée, qu'il est bon de considérer pour une lecture correcte des résultats. L'étude de vulnérabilité prend en considération seulement des indicateurs d'aléas climatiques liés aux précipitations et aux températures, alors que d'autres facteurs (par exemple l'humidité du sol, l'évapotranspiration, l'exposition au vent) pourraient fournir d'importantes informations.

Les indicateurs d'aléas climatiques ont été utilisés comme proxy de ces phénomènes naturels hydrogéologiques (crues, avalanches, incendies, etc.), qui pourraient augmenter justement à cause du changement climatique et donc impacter les centres d'habitations, les écosystèmes, etc. Une simulation plus ponctuelle sur comment les changements climatiques pourraient modifier les dynamiques de chacun de ces systèmes permettrait de définir plus en détail les effets niveaux de risques dans les différentes communes de la ZOP.

L'adoption de la technique de normalisation des résultats permet de confronter les valeurs relatives de risque parmi les différentes communes de la ZOP alors qu'elle ne permet pas une comparaison avec des analyses analogues dans d'autres zones homogènes de la Ville métropolitaine. Dans l'étude, des poids n'ont pas été introduits pour les divers indicateurs et indices calculés. Une pesée différente des divers éléments pourrait être utile pour mieux calibrer la méthodologie par rapport aux spécificités du territoire analysé.



**AGATE, AGENCE ALPINE DES TERRITOIRES:**  
Capofila del progetto



**POLITO-DIST:**  
Politecnico di Torino / Dipartimento di Scienze, Progetto e Politiche del Territorio



**UGA / enviroh.alp / PARN:**  
Università di Grenoble Alpes / Polo Rhône-Alpes ricerca ambiente per lo sviluppo sostenibile/ Polo alpino dei rischi naturali



**iiSBE Italia R&D:**  
International Initiative for a Sustainable Built Environment Italia - Research and Development



**SEAcOOP:**  
Società Cooperativa Servizi e Attività Agro Forestali e Ambientali



**CMTto:**  
Città metropolitana di Torino - Dipartimento Territorio, edilizia, viabilità - Unità di progetto PTGM



**PNRMB:**  
Parco Naturale Regionale dei Bauges



**CCHC:**  
Comunità dei Comuni di Haut-Chablais



Il progetto ARTACLIM (nr. 1316) ha ricevuto un co-finanziamento FESR nell'ambito del Programma INTERREG ALCOTRA 2014-2020 - Asse prioritario 2: Ambiente sicuro - Obiettivo specifico 2.1: Migliorare la pianificazione territoriale da parte delle istituzioni pubbliche per l'adattamento ai cambiamenti climatici



 [www.artaclim.eu](http://www.artaclim.eu)

 [www.facebook.com/Artaclim-1815831035205163/](https://www.facebook.com/Artaclim-1815831035205163/)

 [@artaclim](https://twitter.com/artaclim)

 [www.linkedin.com/company/18367053](https://www.linkedin.com/company/18367053)