



Les recherches d'avenir au CREA Mont-Blanc

La biodiversité alpine du Mont-Blanc

un observatoire de son évolution
face au changement climatique

innovation sensibilisation collaboration
Chamonix indépendance science participative

La recherche au CREA Mont-Blanc

Le Centre de Recherche sur les Ecosystèmes d'Altitude assoit ses recherches sur ses particularités :

- ❖ **Son objectif.** La recherche scientifique est pour le CREA Mont-Blanc un outil de sensibilisation et de décision : connaître les évolutions de notre environnement nous permet d'adopter les bons gestes en tant que citoyen et de fournir des outils d'aide à la décision pour les collectivités locales, aménageurs et gestionnaires. Le CREA Mont-Blanc ne s'implique pas dans la gestion de la nature mais il en construit les bases scientifiques et les rend accessibles à tous.
- ❖ **Sa situation géographique.** Situé à Chamonix au pied du Mont Blanc, le CREA Mont-Blanc est un des rares laboratoires¹ de recherche présents en permanence sur son terrain. Les cinq étages de végétation des Alpes sont représentés dans la vallée de l'Arve et le massif du Mont Blanc. Cette continuité du bas de la vallée jusqu'aux neiges éternelles et aux glaciers favorisent les recherches multi-disciplinaires et les collaborations avec tous les acteurs de la montagne.
- ❖ **Son statut.** Associatif, le CREA Mont-Blanc apporte indépendance, flexibilité et innovation à la recherche sur les milieux de montagnes, tout en travaillant en réseau avec des institutions publiques de recherche dotées de moyens humains et financiers plus importants. Le Comité scientifique du CREA Mont-Blanc est la synthèse de cette démarche collaborative puisqu'il regroupe des chercheurs de plusieurs laboratoires français et étrangers.

Depuis 20 ans, le CREA Mont-Blanc construit des programmes de recherche :

- ❖ **Programmes :** Phénoclim, PhenoAlp, PopDeChoc, Atlas du Mont-Blanc, E-Pheno, Renouée du Japon (espèce invasive)
- ❖ **Thèmes :** évolution du développement saisonnier de la faune et de la flore (phénologie) en fonction du climat, suivi des populations de mammifères, création de bases de données centralisées des études dans le Massif, développement d'outils de projections de distribution de la faune et de la flore dans un contexte de changement climatique
- ❖ **Géographie :** Mont-Blanc, ensemble des Alpes
- ❖ **Outils :** petite équipe permanente, leader en science participative (observations et collecte de données par des bénévoles), pilotage d'un réseau de stations automatisées de mesures, campagnes d'observations de terrain et marquage d'individus, réseau de chercheurs (partage de données et protocoles, travaux et publications communs)
- ❖ **Résultats :** production de longues séries de données (25 ans sur certaines espèces), données de terrain, publications scientifiques et vulgarisées

¹ Probablement le seul d'Europe centrale avec le SLF de Davos

Contexte et intérêt scientifique de la recherche sur la biodiversité d'altitude

gradient d'altitude changement

observatoire évolutions scénarios
approche systémique impact du changement climatique

Pourquoi la recherche en biodiversité en milieu de montagne ?

L'annexe 2 présente plus précisément le lien entre biodiversité et changement climatique. Dans la compréhension du changement climatique et de ses conséquences sur les écosystèmes, la montagne est un lieu d'étude particulier. En effet, le changement y est :

- ✓ **plus marqué** par une importance plus grande et de plus fortes différences (« gradient ») des facteurs climatiques en fonction de l'altitude : ensoleillement, température, enneigement. Les espèces animales et végétales sont donc plus sensibles aux évolutions de ces facteurs en altitude. De plus, le nombre d'interactions entre espèces diminuent avec l'altitude, ce qui rend les migrations de nouvelles espèces ou les invasions biologiques plus visibles.
- ✓ **plus contrasté sur de petites surfaces géographiques**, en fonction des saisons, des versants, de l'altitude
- ✓ **plus facile à étudier** grâce au lien très étroit en altitude entre espèces et climat

La montagne est donc un miroir grossissant des bouleversements climatiques de la planète et un parfait laboratoire pour étudier l'adaptation des espèces à ces changements.

Pourquoi spécifiquement autour du Mont Blanc ?

Parmi les différents massifs montagneux, celui du Mont Blanc présente des aspects particulièrement intéressants en termes de recherche. Il offre en effet :

- ✓ **un gradient d'altitude unique** puisque les milieux s'y étagent de 1000 à 4800m d'altitude comme nulle part ailleurs en Europe. Ce « gradient » offre des contrastes climatiques très forts, une grande diversité des milieux et des espèces sur de petites surfaces au sein d'une continuité écologique par ailleurs peu anthropisée (peu d'élevage et de culture par exemple).
- ✓ **un terrain paradoxalement peu étudié** par les biologistes et les écologues en dépit d'une histoire scientifique unique et très forte. Le Mont Blanc est surtout étudié pour ses glaciers et sa géologie. Ces deux domaines de connaissance sont indispensables à l'étude de la biodiversité car les bouleversements à venir du milieu physico-chimique vont avoir un impact très important sur les écosystèmes, mais ils ne peuvent se substituer à des recherches en biodiversité.
- ✓ **un lieu d'échanges, notamment scientifiques, par nature** puisqu'à cheval sur trois pays.
- ✓ **une visibilité émotionnelle très forte** qui permet à chacun de s'identifier au lieu et de s'appropriier les conclusions des recherches qui y sont menées. Cette visibilité est renforcée par la fréquentation importante du massif qui facilite la participation du public à la collecte d'informations.
- ✓ **un potentiel d'extrapolation très important à d'autres massifs** alpins ou aux hautes latitudes en Europe et à travers le monde par exemple pour imaginer un monde avec moins de neiges et de glaces

Les objectifs de recherche du CREA Mont-Blanc

L'objectif de la stratégie de recherche du CREA Mont-Blanc est double :

- ✓ Mettre en place les éléments d'un monitoring intégré de l'ensemble des écosystèmes du Mont Blanc qui aujourd'hui n'existe pas. Cet observatoire doit permettre de produire par la suite des bioindicateurs qui informeront les décideurs et le grand public de l'état et des évolutions de ce massif emblématique. L'approche est systémique et intégrative, avec un suivi de long terme du climat et de ses conséquences sur le cycle de l'eau, la végétation, et la faune, tout au long du gradient d'altitude. Elle est aussi intégrée à un suivi plus global des Alpes grâce aux partenariats scientifiques et à des choix de protocoles et indicateurs compatibles entre massifs et périodes d'étude.
- ✓ Mesurer l'impact du changement climatique sur la biodiversité alpine et les relations entre espèces puisque nous savons que les milieux naturels et anthropisés en sont bouleversés. La recherche doit nous aider à comprendre ces bouleversements et à anticiper sur la base de scénarios à long terme, l'évolution des milieux, leur niveau d'adaptation, de vulnérabilité et l'évolution des interactions avec les activités humaines. L'effet « grossissant » des milieux de montagne donnent des indications et des directions d'évolution dans d'autres milieux. Par ailleurs, les mesures de températures, enneigement et de biodiversité forment en elles-mêmes des séries de données exploitables bien au-delà des recherches du CREA Mont-Blanc.

Quelles questions scientifiques ?

quand où combien phénologie espèces
indicatrices reproduction distribution
adaptation

QUAND : Quel est l'impact du changement climatique sur les cycles saisonniers des plantes et animaux et les relations entre ces espèces ?

Domaine scientifique d'étude

Phénologie
Ecologie des communautés

Questions spécifiques

Quels sont les paramètres du climat (température moyenne du printemps, de l'hiver, nombre de jours de gel, durée de l'enneigement, date de la fonte de la neige...) qui contrôlent la période d'activité des plantes et animaux alpins ? Les espèces alpines, adaptées à une saison courte, peuvent-elles avancer leur reproduction au printemps ?

Programmes déjà menés

Phénoclim, PhénoAlp : étude des déterminants de la phénologie des plantes et animaux en fonction de l'altitude

Ambition

Etudier plus d'espèces pour compléter la compréhension du système
Analyser l'évolution de la durée de la période de végétation et l'évolution de la période d'activité des espèces animales : arrivée des migrants/date de reproduction
Obtenir des séries de données sur le long terme en milieu alpin (plus de 10 ans)

COMBIEN ? Quel est l'impact du changement climatique sur le fonctionnement des populations des espèces alpines (taux de survie, succès de reproduction, dispersion) ?

Domaine scientifique d'étude

Ecologie des populations
Démographie

Questions spécifiques

Quelles sont les conséquences sur les animaux du changement de développement des plantes (recherche d'indice de « désynchronisation » entre différents niveaux de la chaîne alimentaire, c'est à dire entre végétation/herbivores/prédateurs qui répondent à différents facteurs climatiques dans leurs cycles de reproduction ou de dispersion) ?

Le succès de la reproduction des espèces alpines est-il affecté par une désynchronisation ?

Les espèces alpines peuvent elles profiter, en termes de survie et de production de jeunes, d'un allongement de la saison de reproduction et d'un enneigement plus faible à moyenne altitude ?

Quel est l'impact des variations des paramètres climatiques et de qualité/quantité de la végétation sur les espèces ?

Programmes déjà menés

Etude démographique du chocard à bec jaune et des campagnols des champs et des neiges dans le massif du Mont-Blanc depuis 1988 à l'aide d'individus marqués.

Ambition

Ajouter une espèce d'oiseau forestier aux espèces déjà en cours d'étude (mésange noire)

Obtenir de bons indicateurs d'évolution du milieu en zone alpine et forestière à mettre en relation avec les réponses démographiques des espèces étudiées

Capitalisation des longues séries de données déjà collectées

Mesurer l'évolution de la distribution des oiseaux communs de zone alpine

Ou ? Quel est l'impact du changement climatique sur la distribution des espèces ?

Domaine scientifique d'étude

Ecologie des communautés terrestres et aquatiques

Evolution du paysage

Impact du changement de la couverture glaciaire (« cryosphère ») sur les écosystèmes

Questions spécifiques

Quelle est l'ampleur de l'évolution des habitats en fonction des scénarios climatiques futurs ?

Quelle direction de changement pour les habitats /espèces (régression, augmentation, gagnants, perdants) ?

Comment la colonisation des nouveaux habitats déglacés s'effectue (à quelle vitesse ?, qui domine ?)

Quelles sont les capacités d'adaptation des animaux dans leurs modes d'utilisation des ressources ?

Programmes déjà menés

Modélisation de la distribution des plantes en fonction du climat actuel et futur (Atlas du Mont-Blanc)

Ambition

Cartographier la distribution des principaux types de milieux et d'habitats de l'espace Mont-Blanc et indices temporels d'évolution de ces surfaces

Modéliser les changements de ces distributions en fonction de scénarios de changements climatiques

Mesurer l'évolution des habitats les plus affectés (limite de la forêt, zone de retrait glaciaire)

Evaluer les changements du mode d'utilisation de l'habitat à travers des espèces indicatrices : chocard, mésange noire, lièvre variable, et amphibiens

Mesurer l'évolution du développement et de la distribution des algues dans les torrents d'altitude : les algues sont des indicateurs des effets de l'augmentation de température et des dépôts atmosphériques d'azote et de phosphore sur le cycle de l'eau en altitude et le régime des torrents glaciaires.

Quels modules de recherche ?

habitat forêt zones de transition pelouse bassin
versant espèces zones humides

Ces grandes questions scientifiques sont croisées avec les différents milieux/habitats représentés le long du gradient d'altitude du Mont-Blanc. Le détail des modules de recherche est présenté en annexe 1. Les thématiques de recherche sont axées sur trois des composantes des changements globaux qui affectent les écosystèmes naturelles ou anthropisés dans le massif du Mont-Blanc et plus largement dans les Alpes : (i) les changements climatiques, (ii) les dépôts atmosphériques et (iii) les invasions biologiques. Aux seins de ces écosystèmes, des milieux plus sensibles à ces trois composantes ont été sélectionnés, dans l'ordre de l'étage nival (au pied des glaciers) jusque dans les forêts subalpines (en bordure ou fond de vallée) :

- ✓ le haut des « bassins versants² » mis à nus ou transformés par le retrait des glaciers
- ✓ les pelouses alpines
- ✓ l'« écotone » (zone de transition) entre les pelouses alpines et les forêts subalpines
- ✓ les forêts subalpines
- ✓ les zones humides azonales (ne dépendant pas d'un étage particulier de végétation) distribuées tout le long du gradient environnemental des zones de montagnes étudiées et abritant des amphibiens

Au sein de chacun de ces habitats, certaines espèces sont choisies pour être suivies. Ce choix se fait sur plusieurs critères :

- ✓ la capacité « bioindicatrices » de l'espèce étudiée, c'est à dire la possibilité d'en déduire une tendance généralisable à d'autres espèces sur un paramètre précis de l'environnement, par exemple la sensibilité aux changements du couvert neigeux, aux nutriments, à l'humidité ou à la température
- ✓ le rôle fonctionnel de l'espèce dans l'écosystème (maillon essentiel de la chaîne alimentaire, composante structurante de l'habitat)
- ✓ la capacité de l'espèce choisie à représenter les espèces propres aux milieux alpins grâce à ses caractéristiques, intégratives de plusieurs composantes du milieu
- ✓ l'absence de suivi de ces espèces dans d'autres contextes (chamois, bouquetin, marmotte par exemple sont très suivis dans d'autres massifs)
- ✓ la représentation de tous les grands groupes taxonomiques (arbres, arbustes, herbacées, amphibiens, oiseaux, micro-mammifères, grands mammifères)

Le tableau ci-dessous croise de manière résumée les questions scientifiques et habitats suivis.

	Habitat				
	Haut bassin versant	Pelouse alpine	Ecotone	Forêt subalpine	Zones humides
Cycles saisonniers Quand ?	<i>algues</i>	<i>plantes herbacées chocard, campagnols</i>		<i>arbres, mésange noire</i>	<i>grenouille rousse</i>
Fonctionnement des populations Combien ?	<i>plantes arbre : arolle, mélèze, épicéa</i>	<i>oiseaux communs, lagopède, chocard, campagnols</i>	<i>arbres (arolle, mélèze), myrtille, oiseaux communs</i>	<i>mésange noire</i>	
Distribution des espèces Où ?	<i>plantes arbre : arolle, mélèze, épicéa algues</i>	<i>plantes herbacées, oiseaux communs, chocard, lièvre variable</i>	<i>arbres (arolle, mélèze), oiseaux communs</i>	<i>arbres, mésange noire</i>	<i>grenouille rousse</i>

² territoire alimentant un cours d'eau en eau, délimité par les lignes de partage des eaux ou lignes de crête

Quelles informations collecter et comment ?

La collecte de mesures répond à plusieurs exigences :

- ✓ S'appuyer sur les atouts du CREA Mont-Blanc (présence de terrain, science participative, réseau de stations)
- ✓ Etre la plus ambitieuse possible mais suffisamment simple et peu coûteuse pour garantir sa continuité dans le long terme
- ✓ Mettre en place des protocoles déjà utilisés dans d'autres massifs pour assurer la compatibilité des données ou développer des protocoles qui pourront être diffusés largement
- ✓ Rendre les mesures compatibles entre modules thématiques pour développer des indicateurs systémiques
- ✓ Recueillir des séries de données réutilisables pour d'autres recherches

Des mesures automatisées pour une collecte pérenne et quotidienne de données

Le CREA Mont-Blanc gère déjà un réseau d'une cinquantaine de stations automatisées de mesures climatiques dans toutes les Alpes. Ces stations, dont les prototypes ont été développés par le CREA Mont-Blanc dès 2005, sont des infrastructures de télésurveillance légères, sans empreinte environnementale lourde et s'appuyant sur des solutions hi-tech mais peu coûteuses.

Ce réseau doit être entretenu et étendu car il fournit des données quotidiennes sur le climat (température - enneigement). Il doit être complété par :

- ✓ un réseau de capteurs NDVI mesurant automatiquement un indicateur du développement de la végétation en forêt et pelouse alpine et actuellement utilisés sur le versant italien du Mont Blanc.
- ✓ des images satellite ou de webcams (stations de ski, refuges, webcams spécifiques au CREA Mont-Blanc) permettant l'analyse de l'enneigement et de l'évolution des habitats
- ✓ un réseau d'émetteurs embarqués et de récepteurs sur des individus (grenouille rousse, mésange noire, chocard, lièvre variable) qui permet de suivre en continu leur déplacement

Des suivis de terrain

Ces suivis, saisonniers et menés sous forme de campagnes, se font à travers :

- ✓ les chercheurs du CREA Mont-Blanc, de ses partenaires, et ponctuellement des prestataires spécialisés
- ✓ un réseau d'observateurs locaux bénévoles (oiseaux, phénologie arbre, limite altitudinale d'espèce) que le CREA Mont-Blanc a mis en place dans des programmes de science participative (Phénoclim, PhénoAlp)
- ✓ à développer : un système de volontariat étranger, profitant de l'attrait mondial du Mont Blanc

Ils permettent :

- ✓ une mesure de la dynamique des populations par marquage et suivi des animaux marqués
- ✓ une mesure d'indice d'évolution de l'abondance des oiseaux (et papillons ?) en zone alpine
- ✓ une mesure des changements de distribution et d'abondance des plantes et animaux
- ✓ une validation sur le terrain de la cartographie par image satellite pour élaborer une carte de distribution des principaux milieux et habitats
- ✓ une mesure des cycles saisonniers (date de reproduction des animaux ou de développement de la végétation)
- ✓ une mesure de l'abondance des prédateurs (renard, belette/hermine, rapaces, corvidés...)

- ✓ le suivi de carrés permanents de végétation sur le massif du Mont Blanc (relevés historiques et mise en place de nouveaux sites dans des zones « sensibles »).

Des modélisations

Les données sont analysées et mises en forme grâce à un travail de modélisation informatique qui permet notamment de prédire :

- ✓ le changement pour le 21^{ème} siècle des paramètres climatiques dans l'espace Mont-Blanc
- ✓ les changements de distribution des plantes et animaux en fonction de scénarios de changements climatiques

Des mesures sur des sites alpins périphériques du Mont-Blanc (gérées par des partenaires du CREA Mont-Blanc)

Ces mesures, menées grâce au réseau de chercheurs du CREA Mont-Blanc permet de valider les données recueillies au Mont Blanc, d'observer et expliquer les divergences pour extrapoler ou non les résultats obtenus dans le massif du Mont Blanc. Ces données sont notamment recueillies dans :

- ✓ le Val d'Aoste italien (ARPA, parc naturel du Mont-Avic)
- ✓ en Valais suisse (projets PLOT.ch et ECOCLINE)
- ✓ les Bauges (parc naturel régional)
- ✓ le Vercors (parc naturel régional)
- ✓ les Ecrins (parc national)
- ✓ le Grand Paradis (parc national, Italie)

Les collaborations déjà engagées ou à venir permettent la mise en place de protocoles identiques et donc d'obtenir des données comparables.

Des partenariats scientifiques

Les collaborations scientifiques permettent de croiser des données et protocoles, d'échanger sur les conclusions des recherches et donc d'extrapoler les résultats obtenus sur le Mont-Blanc. Ces collaborations permanentes incluent :

- ✓ le LECA (Laboratoire d'Ecologie alpine – Université de Chambéry) : *suivi du fonctionnement des écosystèmes (changements d'utilisation du sol, traits fonctionnels, diversité) et de la distribution des espèces et développement de modèles prédictifs*
- ✓ les universités de Bâle et Lausanne (Suisse) : *modélisations climat / neige / végétation, monitoring et dynamique de la végétation*
- ✓ l'université de Tromsø (Norvège) : *observatoire arctique, suivi du campagnol*
- ✓ l'Agence régionale pour la protection de l'Environnement (ARPA – Val d'Aoste italien) : *phénologie, végétation pelouse alpine et forêt, capteurs NDVI/ webcams*
- ✓ le LEHNA (Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes naturels et anthropisés – Université Lyon I) : *suivi qualité des eaux et microorganismes*
- ✓ Museum National d'Histoire Naturelle : *suivi phénologie et oiseaux hors zone de montagne*
- ✓ Station ornithologique suisse : *suivi oiseaux en moyenne montagne*
- ✓ Université de Strasbourg, Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive de Montpellier (CNRS) : *suivi mésanges*

Comment diffuser les connaissances acquises ?

scientifiques grand public site web RDV du
CREA observateurs médias outils pédagogiques

Milieu scientifique

La diffusion des résultats des recherches du CREA Mont-Blanc sera assurée par :

- ✓ Des publications dans des revues scientifiques, publications propres ou en collaboration avec d'autres chercheurs, avec l'objectif d'une publication par module à l'horizon de trois ans,
- ✓ La participation à des colloques (par exemple Mountains under Watch en Val d'Aoste en 2013 sur « montagne et changement climatique »),
- ✓ La participation à des « groupes de recherche » dans lesquels des institutions scientifiques réfléchissent conjointement sur un domaine, à des protocoles, partagent des résultats, etc.

Grand public ou publics spécifiques

Cette diffusion fait l'objet d'une stratégie indépendante du CREA Mont-Blanc car la diffusion des connaissances auprès du grand public est une activité indissociable de l'activité de recherche au CREA Mont-Blanc. En résumé, elle se fait principalement à travers :

- ✓ Le site web du CREA Mont-Blanc, sa page facebook mais aussi un site dédié au Mont Blanc, en cours de développement, qui permet au grand public de visualiser sous forme de cartes animées et d'un graphisme attrayant la distribution et l'évolution de la biodiversité dans le massif
- ✓ L'organisation d'évènements pouvant mélanger grand public, publics spécialisés et chercheurs, notamment les RDV du CREA Mont-Blanc organisés chaque année à Chamonix avec conférence et sortie de terrain
- ✓ L'animation d'un réseau d'observateurs (science participative), virtuelle ou à travers des rencontres dans les Alpes
- ✓ La participation à des documentaires et reportages (Arte, BBC, Ushuaïa TV, TV8 Mont-Blanc) et diffusion en avant première à Chamonix
- ✓ La création d'outils pédagogiques pour les scolaires pour l'observation de la nature ou la découverte des saisons et du changement climatique
- ✓ Des formations à venir pour les professionnels de la montagne, en particulier les Accompagnateurs en montagne qui, à leur tour, sensibilisent leurs clients à l'environnement de montagne lors de randonnées
- ✓ Des brochures, des expositions dans les refuges de montagne...