

# Carbon dynamics in Mountain Ecosystems: analyzing Landscape-scale Effects Of anthropogenic changes (CAMELEON)



**Mots clefs:** changement climatique, changement d'utilisation des terres, cycle du carbone, écosystèmes alpins, élevage

## Partenaires:

- **Laboratoire de Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE) CEA Saclay**  
Orme des Merisiers, 91190 Gif sur Yvette, France



- **Zone Atelier Alpes (CNRS):**

1. Laboratoire d'Ecologie Alpine (LECA), (UMR 5553 CNRS/UJF),
2. Ecosystèmes Montagnards (EMGR) (UR CEMAGREF)
3. Laboratoire d'étude des Transferts en Hydrologie et Environnement (LTHE)



- **NOVELTIS**, Parc Technologique du Canal, 2 avenue de l'Europe, 31520 Ramonville-Saint-Agne, France.



- **Institut für Ökologie, Universität Innsbruck**, Innrain 52, 6020 Innsbruck, Austria.



- **Centre Tecnològic Forestal de Catalunya**, Ctra Sant Llorenç de Morunys km 2, 25280 Solsona, Spain.



**Coût total du projet:** 389289 €

**Dotation CIRCLE2-Mountains:** 223149 €

## Objectifs:

La combinaison du changement climatique et d'utilisation des terres au cours des 50 dernières années a conduit à d'importante modification du couvert végétal et du fonctionnement des écosystèmes. Ces changements pourraient accélérer avec le changement climatique attendu pour le 21ème siècle. Les liens entre la dynamique de la végétation et de la productivité primaire des écosystèmes alpins et leur capacité à réduire les émissions de carbone sont encore mal compris. L'objectif du projet CAMELEON est alors d'améliorer notre connaissance du cycle du carbone de ces écosystèmes d'alpins. Le principaux objectifs du projet sont ainsi ( i ) de comprendre comment les changements d'utilisation des terres se traduisent par des changements de la diversité fonctionnelle ( ii ) de modéliser le cycle du carbone dans les écosystèmes alpins à l'échelle du paysage à l'aide d'un modèle de fonctionnement des écosystèmes ( iii ) de prédire le potentiel des changements des stocks et flux de carbone et d'évaluer les possibilités d'adaptation des systèmes d'élevage. Notre projet cible trois sites expérimentaux de recherche à long terme situées dans les Pyrénées de l'Est (vallée Alynia , Espagne) , Alpes du Sud - Ouest ( Vercors plateau , France) et

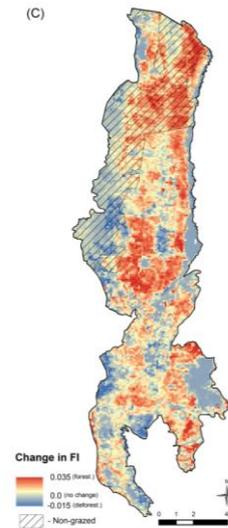
Alpes de l'Est (vallée de Stubai , Autriche ), représentant des contextes climatiques et historiques contrastées

## Principaux résultats:

Nous avons, tout d'abord, mis en place une nouvelle base de données écologiques pour les trois régions d'intérêt. Un jeu de cartes d'évolution historique du couvert végétal à haute depuis 1950 a été d'abord produit. pour chaque site, plusieurs scénarios de changement d'utilisation des terres pour l'avenir proche ( 2030) sur la base de différentes hypothèses sur le changement climatique et le développement socio- économique de chaque région . Ces scénarios ont été construit en collaboration avec les différents acteurs locaux, La figure 1 montre ainsi une carte du changement du couvert forestier estimé pour le plateau du Vercors entre 1950 et aujourd'hui

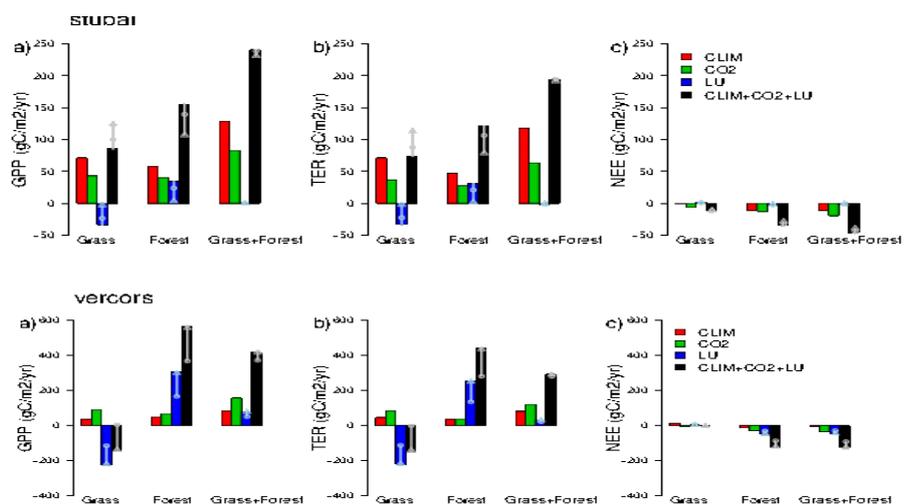
A large set of ecophysiological data was also compiled including CO<sub>2</sub> flux measurements, functional traits and botanical relevés. This allow us to better understand the biodiversity of the mountains ecosystems over the three sites

Un grand ensemble de données écophysiologicals a également été compilé comprenant des mesures de flux de CO<sub>2</sub> , des mesures de traits fonctionnels et des relevés botaniques. Ces données nous ont permis de mieux comprendre la biodiversité des écosystèmes des montagnes sur les trois sites Une série de simulations utilisant le modèle d'écosystème terrestre ORCHIDEE a ensuite été réalisée (1) Pour estimer l'évolution passée et future de la productivité des écosystèmes et le potentiel de mitigation du carbone. (2) Pour comprendre quels étaient les principaux facteurs qui pilotent ces changements (par exemple, l'utilisation des terres, changement climatique ...) (3) Pour estimer les adaptations possibles des systèmes d'élevage. Les trois sites présentent des réponses contrastées. Pour l'Autriche, nous avons constaté une augmentation relativement importante de la productivité à la fois pour la période historique et pour l'avenir. Cela induit une augmentation du stockage du carbone, même si l'augmentation de la productivité est en partie annulée par l'augmentation de la respiration des sols.



**Figure 1:** Changement de la couverture de forêt dans le Vercors entre 1950 and 2010 (rouge=reforestation, bleu=déforestation)

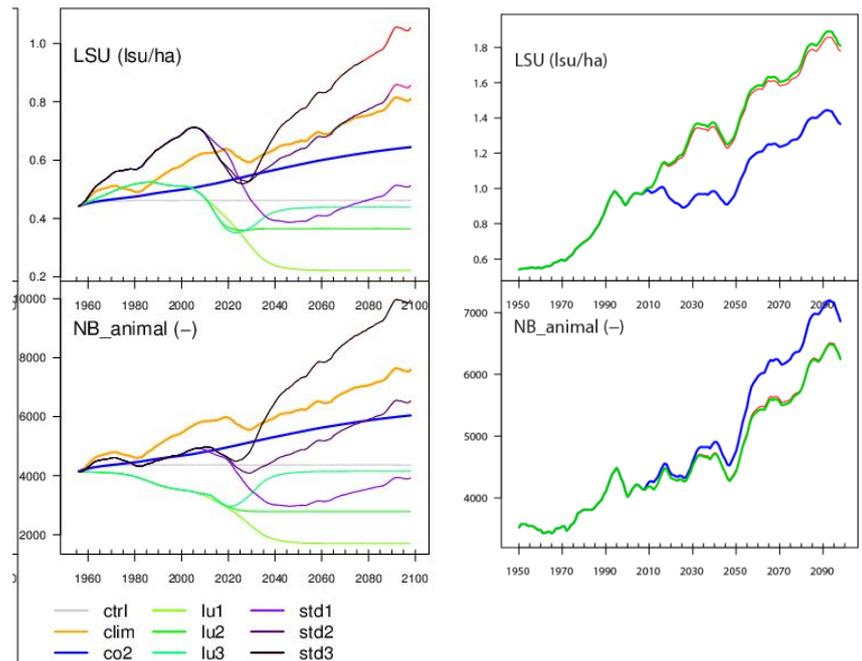
A l'opposé dans les Pyrénées, après une augmentation de la productivité au cours de la période historique, on constate une diminution progressive de celle-ci dans l'avenir en raison de l'augmentation de la sécheresse estivale. Cela conduit à une perte de carbone après 2050. Les Alpes françaises montre une réponse intermédiaire avec une augmentation de la productivité au cours de la période historique et une stabilisation après 2050. Le puits de carbone des sols diminue ensuite progressivement après 2050. À titre d'exemple, la figure 2 montre l'impact du changement climatique, de CO<sub>2</sub> et de l'utilisation des terres sur les



**Figure 2:** Attribution du rôle du climat, CO<sub>2</sub> et utilisation des terres sur le changement de futur des flux de carbone

tendances observées sur les différents flux dans le futur pour le cas de Stubai et du Vercors. Pour la vallée de Stubai, le premier facteur qui conditionne l'augmentation de la productivité est la température, suivie de l'effet de la fertilisation du CO<sub>2</sub>. Pour les Pyrénées, à l'inverse, le climat a un effet négatif principalement en raison de la diminution des précipitations. Cet effet négatif est partiellement compensé par l'effet positif de CO<sub>2</sub>.

Une deuxième série de simulation a été effectuée pour voir comment le système des prairies peut s'adapter à l'évolution prévue de la productivité, en particulier en termes de nombre d'animaux pouvant être produit pour chaque région. Pour l'Autriche, l'augmentation de la productivité devrait permettre d'augmenter la production animale de plus de 30%. Cependant, cet effet climatique devrait être contrebalancé par le changement projeté d'utilisation des terres qui se traduit par une diminution des prairies fauchées au profit des prairies pâturées. Pour la vallée d'Alynia, à l'inverse, la sécheresse croissante à l'avenir pourrait diminuer le potentiel de la production animale. Enfin Pour le Vercors, le système est plus complexe car il s'agit d'un système transhumant où des animaux sont uniquement dans les montagnes pendant l'été, alors qu'ils sont en plaine de Crau pendant l'hiver.



**Figure 3:** Evolution de la densité et du nombre total d'animaux pour (a) Stubai et (b) Vercors en considérant différentes combinaisons de facteurs et de scénarios d'utilisation des terres

## Vercors

Comme pour les Pyrénées, la Crau devrait connaître une baisse de productivité. Cela devrait limiter les capacités d'augmentation possible de la production animale, même si la productivité des pâturages devrait augmenter dans les Alpes. Cependant, l'augmentation de la durée de la saison en altitude devrait permettre l'augmentation de la période d'estive. Cela devrait permettre le maintien de la production animale actuelle pour l'avenir.

Le projet CAMELEON est une première tentative de fournir des simulations fiables et comparables à l'échelle régionale de la dynamique du carbone dans les écosystèmes alpins européens qui intègrent notre connaissance écologique de ces points focaux de biodiversité. C'est aussi une première tentative d'évaluer les conséquences des changements climatiques sur les systèmes d'élevage de ces régions Il s'agit d'une étape importante vers une meilleure compréhension du climat et de l'utilisation impacts du changement des terres sur la séquestration du carbone dans les montagnes européennes.

## Publications

**Carlson, B. Z., C. Randin, I. Boulangeat, S. Lavergne, W. Thuiller, and P. Choler.** *in press.* Working toward Integrated Models of Alpine Plant Distribution. *Alpine Botany.*

**Carlson, B. Z., J. Renaud, P.-E. Biron, and P. Choler.** *submitted.* Long-Term Modeling of the Forest-Grassland Ecotone in the French Alps: Implications for Pasture Management and Conservation. *Ecological Application.*

**Vicca S., Bahn M., Estiarte M., Alberti G., Ambus P.; Arain M.A.; Beier C., Bentley L., Borken W., Buchmann N., Collins S.; de Dato G., Dukes J. et al.** (submitted) Can current moisture responses of soil respiration be extrapolated into a future with altered precipitation regimes? A synthesis of precipitation manipulation experiments. Submitted to *Global Change Biology*