

D2ClimAFLo-Pyr : Downscaling de Données Climatiques et Analyses pour l'explication d'anomalies de FLoraison dans les Pyrénées

Sébastien Pinel¹, Noémie Collette², Frederic Satgé³, Valerie Hinoux², Joris Bertrand²

¹ UMR 5110 CEFREM, Université de Perpignan, 52 avenue Paul Alduy, 66860, Perpignan, France

² UMR 5096 LGDP, Université de Perpignan, 52 avenue Paul Alduy, 66860, Perpignan, France

³ UMR 228 Espace-DEV, Université de Perpignan, 52 avenue Paul Alduy, 66860, Perpignan, France

Lieu : Laboratoire Génome et Développement des Plantes (LGDP), Université de Perpignan Via Domitia, Perpignan, Fr.

Durée : 5-6 mois

Début : entre mi-janvier et juillet 2026, à la convenance de l'étudiant·e recruté·e

Niveau : Master 2 ou 3^{ème} année d'études cycle ingénieur

Domaines : Climatologie, Modélisation, data sciences, biologie

Rémunération: Selon les conventions en vigueur (~650 €/ mois)

Programme de recherche de rattachement: projet ANTICI'PYR'

Programme financneur: groupe de travail *Montagne et arrière-pays* du Défi Clé O3T

1. Contexte scientifique & Objectifs

Le changement climatique modifie les régimes environnementaux en zones de montagne (Pepin et al., 2022) avec des effets directs sur la phénologie et la reproduction des plantes (Silvana Martén-Rodríguez et al., 2025). Une thèse en cours (projet ANTICI'PYR, financement Région (Emergence 2024) et l'État (FNADT 2023)) explore l'impact du changement climatique sur les espèces végétales pyrénéennes. Un axe s'intéresse plus particulièrement à un défaut récurrent de floraison observé depuis une dizaine d'années chez *Delphinium montanum*, endémique est-pyrénéenne. Ce phénomène, également constaté chez d'autres espèces, suggère des facteurs environnementaux communs. Ainsi, ce stage prévoit de mobiliser des données climatiques multi-échelles (in situ, satellite, réanalyses) et des approches de downscaling spatial par IA pour relier dynamiques environnementales et anomalies phénologiques. Les données climatiques globales et régionales, modélisées ou satellitaires, sont essentielles pour l'étude des impacts climatiques et hydrologiques. Cependant, leur résolution spatiale et temporelle peut être insuffisante pour des applications locales et spécifiques. Les méthodes de downscaling (traduction des informations à une résolution spatiale plus fine) permettent de raffiner ces données pour une meilleure représentativité locale.

Le stage a pour objectif principal de réaliser un downscaling par IA de données climatiques pertinentes (températures, précipitations, rayonnement, humidité, enneigement, etc...) afin de :

- Comparer statistiquement les dynamiques climatiques locales entre site déficients et sains ;
- Identifier si certaines conditions météorologiques sont responsables des défauts de floraison.

Par ailleurs, les données générées dans ce stage permettront également par le futur d'affiner spatialement les travaux de modélisation de distribution d'espèces développés dans cette thèse.

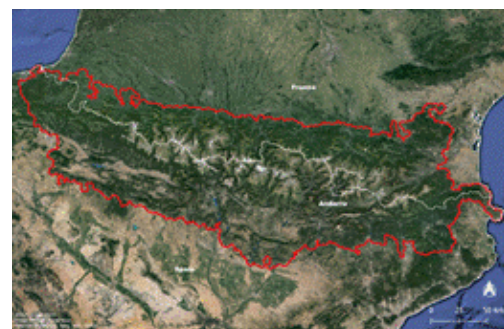


Figure1. Zone d'étude 1 : Pyrénées

2. Méthodes pressenties, tâches confiées au/à la stagiaire

- Collecte et traitement de données climatiques multisources (in situ, satellite, réanalyses) et multi-origine.
- Mise en œuvre de méthodes de downscaling statistique pour raffiner la résolution des données à l'échelle des stations de *Delphinium montanum*.
- Analyse statistique comparative entre sites.
- Modélisation statistique pour corrélérer les conditions climatiques et les anomalies de floraison.
- Visualisation et cartographie des résultats (logiciels R, Python, SIG).

- Livrables : dépôt de projet (code et jeux de données raffinés) sur une plateforme de type Git ; présentation et/ou poster lors de journées organisées par le financeur, congrès de botanique ou de climat ; chapitre de thèse ; communication auprès du réseau de gestionnaires transfrontaliers Est-Pyrénéens.

Le stagiaire sera potentiellement amené à faire des sorties de terrain pour découvrir la collecte de données dans les départements 66 et 11 (information à ajouter dans la convention de stage).

3. **Partenariat(s) éventuel(s).**

Ce stage s'inscrit déjà dans la cadre d'un partenariat entre 3 laboratoires d'Occitanie (UMR 5110 CEFREM, UMR 5096 LGDP et UMR 512 EspaceDev) et d'une thèse entre 2 laboratoires (UMR 5110 CEFREM, UMR 5096 LGDP)

4. **Profil du/de la candidat(e) recherché(e)**

M2 ou 3^{ème} année d'école d'ingénieur, spécialité en data sciences /mathématiques appliquées avec attrait pour les géosciences / climat

M2 ou 3^{ème} année d'école d'ingénieur en géosciences / climat / biologie avec compétence en data sciences
Compétences en Python pour conception/développement/application de code de méthode de downscaling SIG (sous Python ou R, ou QGIS, Arcgis). Capacités de lecture/synthèse et médiation. Aisance en anglais.

5. **Encadrement**

Le stagiaire sera accueilli au sein de l'OMP (UAR831) dans le laboratoire CEFREM (UMR 5110) de l'Université de Perpignan – Via Domitia, où il sera encadré par S. Pinel, MCF, modélisation en géosciences, et Noémie Colette, doctorante au LGDP (UPVD).

6. **Candidature**

Envoyer un CV et relevé de notes du 1er semestre (ou année précédente) à Sébastien Pinel (sebastien.pinel@univ-perp.fr) avant le 07/12/2025.

7. **Bibliographie**

Pepin, N. C. et al. (2022). Climate changes and their elevational patterns in the mountains of the world. *Reviews of Geophysics*, 60(1), Article e2020RG000730. <https://doi.org/10.1029/2020RG000730>

Martén-Rodríguez, S. et al. (2025). Untangling the Complexity of Climate Change Effects on Plant Reproductive Traits and Pollinators: A Systematic Global Synthesis. *Global Change Biology*, 31(2), e70081. <https://doi.org/10.1111/gcb.70081>

Site du CEFREM : <https://cefrem.univ-perp.fr/>

Site du CEFREM : <https://lgdp.univ-perp.fr/>

Rapport de stage de Master 2 de Noémie Collette (2024)

Downscaling approaches in climate : <https://doi.org/10.1002/wcc.339>

Downscaling approaches in climate : <https://doi.org/10.1371/journal.pwat.0000046>

Downscaling approaches in climate in mountainous area : <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2013.08.011>

Downscaling approaches in climate in mountainous area : <https://doi.org/10.3390/rs11070870>

Senanayake, I.P.; Pathira Arachchilage, K.R.L.; Yeo, I.-Y.; Khaki, M.; Han, S.-C.; Dahlhaus, P.G. Spatial Downscaling of Satellite-Based Soil Moisture Products Using Machine Learning Techniques: A Review. *Remote Sens.* 2024, 16, 2067. <https://doi.org/10.3390/rs16122067>

Medrano, S.C.; Satgé, F.; Molina-Carpio, J.; Zolá, R.P.; Bonnet, M.-P. D
timates Using MODIS Cloud Optical and Microphysical Properties in Machine-Learning Models. *Atmosphere* 2023, 14, 1349. <https://doi.org/10.3390/atmos14091349>