



# Université Lumière Lyon 2

UMR 7194 HNHN - Université de Perpignan Via Domitia

Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches

présenté par

**Magali Delmas**

## **L'apport des nucléides cosmogéniques produits *in situ* à la quantification multi-scalaire des changements environnementaux quaternaires dans les montagnes des latitudes tempérées**



**Le 10 décembre 2019 à 13h45**

**Université Lumière Lyon 2- Campus Berges du Rhone**

Le jury est composé de :

Jean-Jacques Bahain, Professeur, Muséum Nationale d'Histoire Naturelle

Etienne Cossart, Professeur, Université Jean Moulin Lyon 3,

Alain Demoulin, Maitre de recherche au FNRS, Université de Liège

Yanni Gunnell, Professeur, Université Lumière Lyon 2

Vincent Jomelli, Directeur de recherche au CNRS, LGP Meudon

Denis Mercier, Professeur, Sorbonne Université

Vincent Regard, Maitre de conférences HDR, Université Paul Sabatier

Examineur

Rapporteur

Rapporteur

Garant

Rapporteur

Président

Examineur

## L'apport des nucléides cosmogéniques produits *in situ* à la quantification multi-scalaire des changements environnementaux quaternaires dans les montagnes des latitudes tempérées

Ce volume de HDR présente les positionnements et postures scientifiques qui ont jalonné mon itinéraire de chercheuse ainsi que les projets de recherche actuellement en cours. Il met en perspective les travaux que j'ai effectués depuis ma soutenance de thèse, il y a une dizaine d'années, et montre quel a été l'apport de ma production scientifique à la connaissance des changements environnementaux quaternaires dans les montagnes des latitudes moyennes. Au fil des pages, il explicite comment les géographes, à travers une analyse multi-scalaire des paysages, participent au dialogue pluridisciplinaire des géosciences de l'environnement.

Le premier chapitre expose les principes et méthodes d'utilisation des nucléides cosmogéniques produits *in situ* en géochronologie et géomorphologie. Il présente brièvement le flux de particules cosmiques qui parcourt l'espace, son interaction avec l'environnement terrestre, les modalités de la cascade hadronique dans l'atmosphère et, surtout, dans les premiers mètres de la croûte terrestre où se forment les nucléides cosmogéniques produits *in situ*. Ce chapitre fait également le point sur les protocoles de traitement chimique mis en œuvre pour extraire le  $^{10}\text{Be}$  et le  $^{26}\text{Al}$  du quartz ; il fait aussi le point sur les principes physiques sur lesquels repose la mesure des rapports isotopiques [ $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ ] et [ $^{26}\text{Al}/^{27}\text{Al}$ ] par AMS. Enfin, ce chapitre détaille les principes de modélisation sur lesquels reposent les différentes applications de cet outil devenu incontournable en géosciences de l'environnement.

Les chapitres 2 et 3 sont beaucoup plus franchement centrés sur ma production scientifique proprement dite ; ils montrent comment les données géochronologiques acquises ces dernières années sur les archives fluviales et glaciaires du domaine pyrénéen permettent de reconstituer la variabilité spatiale et temporelle des changements environnementaux survenus au cours du Pléistocène dans cette montagne des latitudes moyennes.

Le chapitre 2 est strictement centré sur les fluctuations pléistocènes des fronts glaciaires. Il propose un panorama historiographique d'un siècle de travaux, des premières stratigraphies relatives aux chronologies numériques les plus récentes. Il discute l'apport respectif de toutes les méthodes de datation mobilisées sur ce type d'archive sédimentaire mais il insiste tout particulièrement sur les datations par exposition issues de mesures de concentration en nucléides cosmogéniques sur les blocs erratiques des constructions morainiques et les verrous rocheux polis par la glace. Il détaille les stratégies d'échantillonnage à privilégier et souligne la nécessité de confronter ces « âges apparents » aux stratigraphies relatives des dépôts de marge glaciaires qui jalonnent les stades d'englacement identifiables à l'échelle d'un bassin versant. Enfin, il montre comment ces informations géochronologiques et géodynamiques sont susceptibles de nourrir des questionnements scientifiques portés par des communautés de chercheurs extrêmement variées, de la préhistoire aux géosciences.

Le chapitre 3, quant à lui, est centré sur les séquences fluviales pléistocènes. Il est organisé selon une logique comparable à celle du chapitre 2 dans la mesure où il présente les stratigraphies relatives élaborées dans le courant du 20e siècle, leur intérêt en termes de corrélation des séquences fluviales à l'échelle régionale, avant de dresser un bilan, à l'échelle des Pyrénées, des datations numériques actuellement disponibles sur les séquences fluviales pléistocènes. Comme dans le chapitre précédent, toutes les méthodes de datation sont passées en revue et discutées, mais une attention particulière est accordée aux profils verticaux de TCN qui ont été publiés au cours des 5 dernières années sur les bassins fluviaux du Sègre, de la Têt, de l'Ariège, de la Neste et de la vallée d'Aspe. Les stratégies d'échantillonnage, les procédures de modélisation des données analytiques et l'interprétation des solutions âge, dénudation, héritage et densité fournies par la méthode sont tout particulièrement soulignées. Enfin, ce chapitre montre comment l'opportunité de contraindre la chronologie des étagements de terrasses permet de quantifier la variabilité spatiale et temporelle de l'incision fluviale pléistocène et donc, indirectement, celle des mouvements verticaux de la croûte terrestre. Ce chapitre montre aussi comment ces données géochronologiques permettent de raisonner sur la nature et la temporalité des forçages environnementaux responsables de perturbations des systèmes fluviaux suffisamment durables et/ou intenses pour avoir engendré une métamorphose fluviale à l'échelle du bassin versant.

Enfin, la conclusion générale propose un bilan de l'apport spécifique des nucléides cosmogéniques produits *in situ* à la caractérisation et la quantification des changements environnementaux survenus dans les Pyrénées au cours du Pléistocène. Ce retour d'expérience sur 10 ans d'utilisation de cet outil permet de souligner dans quelle mesure, et pour quelles raisons, ses différentes applications livrent des résultats exploitables d'un point de vue géochronologique.

**Mots clés :** Paléoenvironnements, Paléoenglacements, Terrasses fluviales, Quaternaire, Pléistocène, Dernière Terminaison glaciaire, Nucléides cosmogéniques produits *in situ*, Géomorphologie, Incision fluviale, Taux de dénudation, Paysage, Montagne.

**Mémoire de HDR, volume 1 : « Positionnement et projet », Université Lumière Lyon 2  
UMR 7194 Histoire Naturelle de l'Homme Préhistorique, Université de Perpignan Via Domitia**