



HAL
open science

**H D R "Hétérogénéité des paysages de montagne,
variabilités des systèmes d'exploitation et
transformations environnementales depuis le
Néolithique : approches intégratives, pluri-échelles et
multi-proxies"**

Yannick Miras

► **To cite this version:**

Yannick Miras. H D R "Hétérogénéité des paysages de montagne, variabilités des systèmes d'exploitation et transformations environnementales depuis le Néolithique : approches intégratives, pluri-échelles et multi-proxies". Environnement et Société. Université Blaise Pascal (Clermont Ferrand 2), 2016. tel-01384385

HAL Id: tel-01384385

<https://theses.hal.science/tel-01384385>

Submitted on 20 Oct 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Yannick Miras / Habilitation à Diriger des Recherches

Université Blaise Pascal
École Doctorale des Sciences de la Vie, Santé, Agronomie, Environnement

Année 2016

Mémoire présenté en vue de l'obtention
du diplôme d'Habilitation à Diriger des Recherches

**Hétérogénéité des paysages de montagne,
variabilités des systèmes d'exploitation
et transformations environnementales
depuis le Néolithique: approches intégratives,
pluri-échelles et multi-proxies**

Yannick MIRAS

Ingénieur de Recherche du CNRS
GEOLAB (UMR 6042)

Jury composé de :

Rapporteurs

Marie-Françoise ANDRÉ, Professeure, Université Blaise Pascal, GEOLAB UMR 6042, Clermont-Ferrand, France

Suzanne LEROY, Professeure, Institute of Environment, Health and Societies, Université de Brunel, Londres, Royaume Uni

Dominique MARGUERIE, Directeur de Recherche CNRS, ECOBIO UMR 6553, Université de Rennes 1, France

Examineurs

Nathalie COMBOURIEU-NEBOUT, Directrice de Recherche CNRS, HNHP UMR 7194, Institut de Paléontologie, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France

Delphine LATOUR, Maître de Conférences HDR, Université Blaise Pascal, LMGE UMR 6023, Clermont-Ferrand, France

Josep Maria FULLOLA PERICOT, Professeur, Université de Barcelone, Séminaire d'Études et de Recherche en Préhistoire (SERP), Espagne

Université Blaise Pascal
École Doctorale des Sciences de la Vie, Santé, Agronomie, Environnement

Année 2016

Mémoire présenté en vue de l'obtention
du diplôme d'Habilitation à Diriger des Recherches

**Hétérogénéité des paysages de montagne,
variabilités des systèmes d'exploitation
et transformations environnementales
depuis le Néolithique: approches intégratives,
pluri-échelles et multi-proxies**

Yannick MIRAS

Ingénieur de Recherche du CNRS
GEOLAB (UMR 6042)



à Marta et Andreu,

Photos quatrième de couverture:

© Bertrand Dousteysier, Frédéric Surmely et Ana Ejarque

Photo page de garde:

© Bertrand Dousteysier

« Le coup d’œil sur l’histoire, le recul vers une période passée ou, comme aurait dit Racine, vers un pays éloigné, vous donne des perspectives sur votre époque et vous permet d’y penser davantage, d’y voir davantage les problèmes qui sont les mêmes ou les problèmes qui diffèrent ou les solutions à y apporter. »

Marguerite Yourcenar
archives radiophoniques

// REMERCIEMENTS //

Au moment de conclure ce travail, c'est avec plaisir que j'exprime ma reconnaissance à toutes celles et ceux qui m'ont apporté leur aide tout au long de ces années.

J'exprime ma plus profonde gratitude à Marie-Françoise André, Suzanne Leroy et Dominique Marguerie d'avoir accepté d'être rapporteurs de ce travail. Je remercie également Nathalie Combourieu-Nebout, Delphine Latour et Josep Maria Fullola Pericot d'avoir donné leur accord pour faire partie de mon jury d'HDR.

J'ai à cœur de remercier très chaleureusement Jean-Luc Peiry avec qui j'ai la chance de travailler étroitement depuis de nombreuses années maintenant. Il a su me convaincre que le moment était venu pour moi de me lancer dans cette aventure et ce travail lui doit donc beaucoup. Merci aussi pour tout ton soutien et pour ton amitié. Je retire une très grande fierté d'avoir été ton Directeur-adjoint.

Ma gratitude va aussi à Stéphanie Thiébault qui a su trouver les mots pour m'encourager à préparer mon HDR et à Vincent Lebreton dont les précieux conseils m'ont permis d'améliorer ce travail.

Je n'oublierai certainement pas dans ces remerciements tous mes collègues de GEOLAB avec qui j'ai le bonheur de travailler depuis mon arrivée en 2007. Je ne peux pas vous citer tous mais le cœur y est. J'associe également à ce témoignage de gratitude tous les étudiants avec qui j'ai travaillé ainsi que mes collègues de la Maison des Sciences de l'Homme de Clermont – Franck Vautier et Bertrand Dousteysier –, du LMGE, du laboratoire Chrono-Environnement – notamment Hervé Richard qui avec Pascal Guenet m'ont « appris le métier » –, du SERP-Université de Barcelone, particulièrement Santiago Riera Mora – à qui je dois beaucoup –, et de l'ICAC de Tarragone, avec Josep Maria Palet Martínez. Je pense aussi à Ana Ejarque et à Hector Orengo, leurs étudiants qui sont aujourd'hui devenus des chercheurs confirmés et reconnus.

Pour tous ceux dont j'aurais, par mégarde, oublié de citer le nom, je leur prie de ne pas m'en vouloir et les remercie sincèrement.

Un grand merci à toi Marta qui a mis tout ton talent et ton sens de l'esthétique dans la mise en forme de ce manuscrit. Ce travail t'est dédié ainsi qu'à notre « petit princep » Andreu. Tinc encara al meu arbre aquest núvol blanc.

// SOMMAIRE //

LISTE DES FIGURES ET DES ANNEXES	8
LISTE DES TABLEAUX	9
1. CURRICULUM VITAE	10
<hr/>	
1.1. État civil et informations professionnelles	11
1.2. Déroulement de la carrière et formation continue	11
1.3. Cursus universitaire, doctorat et activités post-thèse	12
1.3.1. Postdoctorats	12
1.3.2. Thèse de l'Université de Franche-Comté	12
1.3.3. Formation	13
1.4. Responsabilités administratives et animation de la recherche	13
1.4.1. Directeur-adjoint de l'unité	13
1.4.2. Responsable de l'équipe « Paléoenvironnements et Géarchéologie »	16
1.4.3. Correspondant-Formation auprès du CNRS	19
1.5. Fonction de représentation	20
1.5.1. Membre élu au Conseil de Gestion de l'UFR LLSHS	20
1.5.2. Comité directeur de la Zone Atelier Loire du CNRS	20
1.5.3. Membre élu du Conseil Scientifique de l'INRAP	20
1.6. Direction de programmes de recherche	21
1.7. Participation à des programmes de recherche	21
1.7.1. Programmes en cours	21
1.7.2. Programmes clos	21
1.8. Collaborations internationales	23
1.9. Évaluation de la recherche et expertises	23
1.9.1. Jury de thèse et expert pour la mention européenne	23
1.9.2. Organisation de congrès et participations à des comités scientifiques	24
1.9.3. Expertises de programmes de recherche	25
1.9.4. Expertises d'articles scientifiques	25
1.10. Diffusion de la recherche	25
1.10.1. Conférences publiques	25
1.10.2. Manifestations scientifiques	26
1.10.3. Médias	26
1.11. Prix	27
1.12. Activités d'encadrement de la recherche et enseignement	27
1.12.1. Postdoctorat, thèse et master	27
1.12.2. Enseignement	29
1.13. Production scientifique	30
1.13.1. Résumé de la production scientifique	30
1.13.2. Détail de la production scientifique	31

1.13.2.1. Articles dans des revues à comité de lecture (ACL)	31
1.13.2.2. Articles dans des revues nationales à comité de lecture non référencées (ACLN)	35
1.13.2.3. Direction d'ouvrage et chapitres d'ouvrages (DO et CHA)	35
1.13.2.4. Actes de colloques internationaux (C-ACTI) et nationaux (C-ACTN) à comité de lecture	37
1.13.2.5. Articles dans des revues sans comité de lecture (ASCL)	39
1.13.2.6. Publication de vulgarisation (PV)	39
1.13.2.7. Rapports scientifiques (AP)	39
1.13.3.8. Communications dans des manifestations scientifiques	40
1.13.2.9. Séminaires et tables-rondes	49
2. INTRODUCTION GÉNÉRALE	50
3. HISTOIRE DE LA VÉGÉTATION ET PROCESSUS D'ANTHROPISATION DANS LE MASSIF CENTRAL	56
3.1. Une dynamique singulière de la végétation au cours de l'Holocène sur le plateau de Millevaches	58
3.2. Chronologie, rythmes et modalités de l'anthropisation de la Montagne limousine	60
3.2.1. Des phases d'anthropisation anciennes	61
3.2.2. Des rythmes d'anthropisation d'intensité de plus en plus forte	61
3.2.3. Des rythmes d'anthropisation progressivement révélateurs d'une gestion optimisée des milieux et d'une maturation des terroirs agropastoraux créés	63
3.2.4. Des rythmes non linéaires	63
3.2.5. Conclusion	63
4. RECONSTRUCTION DIACHRONIQUE DES PAYSAGES CULTURELS MONTAGNARDS ET EXPLOITATION DES RESSOURCES NATURELLES	66
4.1. Introduction	67
4.2. Hétérogénéité paysagère et variabilités spatio-temporelles dans les dynamiques d'occupation des espaces montagnards	70
4.2.1. Dynamique différenciée sur le plan temporel	70
4.2.2. Dynamique différenciée sur le plan spatial	73
4.2.3. Dynamique différenciée sur le plan des mécanismes	74
4.2.4. Conclusion	74
4.3. Systèmes d'exploitation et transformations environnementales	77
4.3.1. Des systèmes complexes	77
4.3.2. Des systèmes imbriqués et mobiles	79
4.3.3. Des systèmes diversifiés et complémentaires	79
4.3.4. Des systèmes de contacts et d'échanges	81
4.3.5. Conclusion	84

5. BILAN PROSPECTIF	87
6. PROJET ET PERSPECTIVE DE RECHERCHE : LE PROJET « TIME FLIES »	90
6.1. Introduction et champ thématique	91
6.2. Axe 1 : État initial, transformations et réponses des systèmes écologiques selon leur biodiversité	94
6.3. Axe 2 : Trajectoires fonctionnelles, seuils et héritages	100
6.4. Axe 3 : Paléo-bioindication et aide à la gestion	102
6.5. Méthodologies, verrous scientifiques et propositions	106
6.5.1. Grands principes méthodologiques	106
6.5.2. Verrous scientifiques et propositions pour les lever	107
6.5.2.1. Représentativité spatiale du signal palynologique et caractérisation des différentes formes de MOHA	107
6.5.2.2. Nouveaux indicateurs paléoécologiques, représentativité et transfert à la gestion contemporaine	108
6.6. Zones d'étude	109
7. CONCLUSION GÉNÉRALE	112
8. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	114
ANNEXE	134

LISTE DES FIGURES ET DES ANNEXES

Figure 1. Exemples d'animation, d'encadrement et de diffusion de la recherche.

Figure 2. Répartition des publications de l'unité et des équipes entre les 3 principaux types de support (rapport HCERES campagne 2015-2016, élaboration J.L. Peiry).

Figure 3. a. Évolution de la production écrite dans les supports éditoriaux majeurs au cours de la période 2010-2014. b. Évolution de la production ACL au grain des équipes. c. Évolution des communications au grain des équipes (rapport HCERES campagne 2015-2016, élaboration J.L. Peiry).

Figure 4. Localisation des travaux de recherche réalisés ou dirigés.

Figure 5. a. Dynamique holocène de la végétation sur le plateau de Millevaches et comparaison avec le reste du Massif central. b. Diagramme pollinique simplifié de la tourbière de Longeyroux (Saint-Merd-les-Oussines, Corrèze, France, 800 m).

Figure 6. Approche intégrée pour une meilleure caractérisation de l'évolution des paysages végétaux sur le plateau de Millevaches.

Figure 7. a. Localisation de la vallée du Madriu-Perafita-Claror (Andorre). b. Exemples de séquence naturelle étudiée à proximité des structures archéologiques. c. Variabilité paysagère à échelle micro-régionale.

Figure 8. Diagrammes polliniques simplifiés des séquences étudiées (A. Ejarque & Y. Miras) dans la vallée du Madriu-Perafita-Claror (Andorre) et principales phases d'anthropisation révélées par l'analyse palynologique. Ont été associés les résultats du contenu en matière organique du lac Forcat (Ejarque, 2013) et ceux issus des reconstructions des températures issues de l'analyse des chrysophycées de l'Estany Blau et de la série climatique de l'Estany Redon (Pla, Catalan, 2005).

Figure 9. Évolution des paysages et de l'occupation de la montagne cantalienne depuis l'Antiquité.

Figure 10. Transformations environnementales et gestion de la ressource bois sur le mont Lozère à partir de l'analyse palynologique (Servera Vives, 2014) et dendro-anthracologique (Paradis-Grenouillet, 2012).

Figure 11. Systèmes d'exploitation, évolution fonctionnelle et qualité passée des eaux du lac d'Aydat (Puy-de-Dôme, France).

Figure 12. Analyses palynologiques dans le bassin versant de la Veyre (Puy-de-Dôme, France) et empreintes environnementales différentielles des sociétés préhistoriques et protohistoriques.

Figure 13. Vue aérienne du Cézallier: lacs naturels et MOHA à la Godivelle (Puy-de-Dôme, France , cliché B. Dousteysier).

Figure 14. a. Vue panoramique du lac d'Aydat (cliché B. Dousteysier). b. Infrastructures touristiques (cliché E. Roussel). c. Efflorescences cyanobactériennes à Aydat (Puy-de-Dôme, France ; cliché D. Latour).

Figure 15. Schéma organisationnel et débouchés du projet « TIME FLIES ».

Figure 16. Analyse de co-inertie montrant les relations entre les assemblages de grains de pollen, de micro-fossiles non polliniques et de diatomées issus de l'étude paléocologique d'un paléochenal de l'Allier (Châtel-de-Neuvre, Allier, France).

Figure 17. Méthodologies d'extraction des akinètes, recherches sur les facteurs de contrôle et sur la germination d'akinètes anciennes.

Figure 18. Viabilité des akinètes contenues dans l'enregistrement sédimentaire du lac d'Aydat (Puy-de-Dôme, France).

Figure 19. Phylogénie et survie à long terme des akinètes contenues dans l'enregistrement sédimentaire du lac d'Aydat.

Figure 20. Lac de Servièrre (Puy-de-Dôme, France) et concentrations de « tras » (cliché B. Dousteysier).

Figure 21. Motte féodale à proximité des lacs de la Godivelle (Puy-de-Dôme, France, cliché B. Dousteysier).

Annexe. Présentation des différents types de formations au CNRS (élaboration Y. Miras).

/// LISTE DES TABLEAUX ///

Tableau 1. Résumé de la production scientifique (ACL).

Tableau 2. Résumé de la production scientifique (autres types de publications).

Tableau 3. Exemples de lacs naturels auvergnats pouvant être étudiés dans le cadre du projet « TIME FLIES ».



1

**CURRICULUM
VITAE**



I.I. État civil et informations professionnelles

Né le 4 février 1975 à Rive de Gier (42800, France)

Marié, 1 enfant

IR CNRS 1^e classe à GEOLAB (UMR 6042/CNRS/Université Blaise Pascal)

Adresse personnelle :

17 rue des Prés Bas

63000 Clermont-Ferrand

Adresse professionnelle :

GEOLAB UMR 6042/CNRS

Maison des Sciences de l'Homme

Université Blaise Pascal

63057 Clermont-Ferrand cedex 1

Tel: 04 73 34 68 22

Fax: 04 73 34 68 24

Courriel: yannick.miras@univ-bpclermont.fr

I.2. Déroulement de la carrière et formation continue

- Ingénieur de Recherche CNRS 1^e classe depuis le 01/01/2015.
- Ingénieur de Recherche CNRS 2^e classe du 01/12/2007 au 01/01/2015.
- Directeur-adjoint de GEOLAB depuis le 01/01/2012.
- Responsable de l'équipe « Paléoenvironnements et Géoarchéologie » depuis le 01/09/2010.
- Correspondant Formation de l'UMR 6042/CNRS auprès de la DR7 (CNRS) du 01/09/2008 au 01/01/2013.

2014 : Formation de la DR7-CNRS « Formation Management pour des animateurs d'équipes » (A. Decoret, Bernard Julhiet group)
13-14/01/2014, 20-21/03/2014, 15-16/05/2014 et 10/06/2014, à Villeurbanne.

2013 : Tutorat de Formation de la DR7-CNRS à la Northern Arizona University (NAU, Flagstaff, USA) « apprentissage de la technique des pollen washes » (Dr S. Smith, NAU)
11-25/10/2013 à Flagstaff.

2010 : Formation de la DR7-CNRS « Correspondant Formation »
25-27/05/2010 et 29-30/10/2013, à Villeurbanne.

2009 : Formation en anglais de l'Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II (équivalent 15 j)

I.3. Coursus universitaires, doctorat et activités post-thèse

I.3.1. Postdoctorats

2007 : Bourse post-doctorale « Beatriu de Pinòs » (Generalitat de Catalunya, Espagne) / Bourse Marie Curie
31/03/2007 au 30/11/2007, à Barcelone.
SERP-Université de Barcelone (dir. S. Riera Mora)

2007 : Chercheur contractuel à l'ICAC (Institut Catalan d'Archéologie Classique, Tarragone, Espagne)
01/01/2007 au 31/03/2007, à Tarragone.

2005-2006 : Bourse post-doctorale du Gouvernement espagnol « Ayudas a la movilidad de jóvenes investigadores del Ministerio de Educación y Ciencia del Gobierno Español »
01/07/2005 au 31/12/2006, à Barcelone.
SERP-Université de Barcelone (dir. S. Riera Mora)

2004-2005 : Bourse post-doctorale programme Interreg « Alpis Graia »
01/09/2004 au 31/03/2005, à Aix-en-Provence.
IMEP UMR 6116-CNRS-Université d'Aix-Marseille (dir. J.-L. de Beaulieu)

I.3.2. Thèse de l'Université de Franche-Comté

1999-2004 : « L'analyse pollinique du plateau de Millevaches (Massif central, France) et de sites périphériques limousins et auvergnats : approche des paléoenvironnements, des systèmes agro-pastoraux et évolution des territoires ruraux. »

(co-direction : H. Richard & P. Guenet, UMR 6565/CNRS, Université de Franche-Comté)

Mention : Très honorable avec les Félicitations

Soutenance : 15 janvier 2004

Spécialité : Sciences de la Vie

Financement : Bourse Docteur Ingénieur du CNRS (2000-2003)

I.3.3. Formation

- 1998-1999 :** Préparation du CAPES SVT - IUFM de Dijon (21)
- 1997-1998 :** DEA Environnement et Archéologie (mention Bien)
Laboratoire de Chrono-Ecologie, UMR 6565/CNRS, Université de Franche-Comté
- 1996-1997 :** Maîtrise de Biologie des Populations et des Écosystèmes (mention Assez Bien)
Université J. Monnet (42000 Saint-Étienne)
- 1995-1996 :** Licence de Biologie des Organismes et des Populations
Licence de Biologie Générale et Sciences de la Terre
Université J. Monnet (42000 Saint-Étienne)
- 1993-1995 :** DEUG Sciences de la Nature et de la Vie
Université J. Monnet (42000 Saint-Étienne)

I.4. Responsabilités administratives et animation de la recherche

I.4.1. Directeur-adjoint de l'unité

Depuis le 1^{er} janvier 2012, je suis directeur-adjoint de l'unité et c'est à ce titre que je siège au conseil de laboratoire. Au 30 juin 2015, GEOLAB regroupait 70 personnes dont 36 personnels permanents, 7 postdocteurs, 14 doctorants et 11 chercheurs associés. Dans cette mission, j'ai été associé par le Directeur d'Unité, Jean-Luc Peiry, à toutes les grandes prises de décision au sujet de l'organisation et du développement de notre laboratoire et de son inscription dans le paysage scientifique du site clermontois. Or la période est cruciale dans la mesure où des projets importants sont en cours comme la fusion des universités Clermont-Ferrand 1 (université d'Auvergne) et 2 (université Blaise Pascal) qui doit déboucher sur la création d'un établissement unique, l'université Clermont-Auvergne, le 1^{er} janvier 2017. Le projet I-SITE Cap 2025 est aussi une perspective majeure pour le développement du site clermontois et j'ai assuré une représentation de l'unité à certaines réunions de structuration du projet afin que celui-ci puisse compter sur les domaines de compétences et d'expertise de GEOLAB notamment pour ce qui concerne l'axe 1 : « Sustainable agro-ecosystems in a context of global change » et l'axe 4 : « Natural hazard and disaster risk management in vulnerable environments ».

Dans le même sens, j'ai œuvré, à côté de J.L. Peiry, à accroître l'assise de GEOLAB au sein des structures fédératives notamment la Fédération des Recherches en Environnement (FRE3467/CNRS). GEOLAB y est aujourd'hui un partenaire bien identifié sur ses niches de compétences et incontournable pour les montages de projets et les réponses conjointes aux différents appels d'offres. Le Défi SYMBIOSE (Interactions entre changement global, biodiversité et fonctionnement des sys-

tèmes environnementaux), obtenu dans le cadre du CPER 2015-2020, constitue une belle illustration et fédère des équipes de recherche des universités Blaise Pascal (UBP) et d'Auvergne (UDA), du CNRS, de l'INRA, d'IRSTEA, de VetAgro sup et de l'ENSCCF. GEOLAB est particulièrement impliqué dans l'axe « écosystèmes aquatiques, biodiversité, fonctionnement intégré et services écosystémiques » dont il assure l'animation. Enfin, GEOLAB appartient à une autre structure fédérative, la Maison des Sciences de l'Homme de Clermont-Ferrand. De nouveau, j'ai été associé à une volonté de développer un partenariat étroit et renforcé de notre unité avec la MSH de Clermont-Ferrand, labellisée USR (3550) en 2012, et notamment avec la plateforme Intespace. Ceci s'est traduit par mon implication dans le montage et le pilotage conjoint d'un programme de recherche (AYPONA, financement Conseil Régional Auvergne, 2013-2016), l'encadrement de postdoctorats en commun (P. Ledger, 2013-2014 & F.X. Simon, 2015-2016, sur financement de l'UBP et du CR Auvergne, respectivement) et la participation conjointe à un comité de pilotage de thèse (A. Mayoral Pascual, en cours). Je me suis aussi fortement investi dans la réorganisation de la politique d'animation de la MSH décidée par son actuelle équipe de direction dont l'ambition est d'accroître la lisibilité sur le territoire national de cette structure fédérative sur des niches de recherches concrètes et d'amplifier le travail interdisciplinaire entre les équipes hébergées par la MSH. Jean-Luc Peiry et moi-même avons œuvré pour que les problématiques de recherche de l'unité permettent de dégager efficacement ces spécificités avec notre participation aux 2 axes définis : axe 1 « Territoire et environnement : transitions et adaptations » et axe 2 « Ruptures et révolutions ».

Un autre objectif de l'équipe de direction à laquelle je participe était d'accentuer et de diversifier notre partenariat scientifique avec le LMGE (UMR 6023) dans le cadre du DIPEE. J'ai plus particulièrement été amené à monter des recherches exploratoires en commun avec des agents du LMGE, recherches qui sont toujours en cours. J'ai monté le projet « Journée du DIPEE clermontois », manifestation annuelle qui a réuni les membres des 2 unités pour la première fois le 28 janvier 2016. Les objectifs de cette journée sont : (i) de mieux connaître les recherches menées dans les 2 unités afin d'identifier les points de convergence (bio-indicateurs ou des sites d'études en commun comme les lacs auvergnats) et les complémentarités scientifiques (entre autres l'approche temporelle multi-scalaires, les études conjointes de l'écosystème lacustre et de son bassin versant) et de faire émerger les synergies potentielles pour amener à des réponses communes à des appels à projets; (ii) de connaître les équipements existants ainsi que les pratiques et autres technologies en cours dans les unités (protocoles, bases de données) afin de cerner les besoins futurs et d'optimiser la mutualisation et l'aide que peuvent s'apporter entre elles les 2 unités partenaires (échanger sur la veille scientifique et technologique, assurer des formations spécifiques sur de nouveaux équipements, des logiciels informatiques en commun et/ou partagés entre les 2 unités); (iii) de créer des outils de stockage et de partage des données scientifiques issues des actions de recherche communes (systèmes de gestion des bases de données en lien avec l'UMS BBEES/UMR 3468) et des informations (portail collaboratif CORE du CNRS) afin d'améliorer la communication et les échanges entre nos 2 unités (par exemple, sortie de publications, annonces de manifestations scientifiques, parution d'appel d'offres, confrontation d'expérience notamment sur les programmes européens). Le déroulement de cette journée se découpe en 2 temps forts : (i) une matinée de présentations courtes et diverses, assorties d'une séance de questions, faisant le point sur les recherches récentes menées de concert ou séparément dans les unités et (ii) d'une

2^e session thématique avec plusieurs *modus operandi* possibles : la forme table ronde axée sur des points précis et définis en amont (par exemple, réunion de lancement de projet ou de gestion d'actions de recherche en cours), la forme « workshop » qui prévoit la réalisation d'un travail en commun (action de formation, manipulation d'un équipement, etc.) et la forme « terrain » qui consiste en une visite d'un site d'étude en commun avec les échanges scientifiques qui ont lieu sur place. L'ordre du jour de cette journée, appelée à se pérenniser à une fréquence annuelle, est défini chaque année par la direction des 2 unités élargie aux chefs d'équipes des 2 laboratoires. Le 28 janvier 2016, cette première manifestation a rassemblé, dans les locaux de GEOLAB, une trentaine de personnes des 2 unités avec 7 communications orales présentées. Cette journée a aussi compté sur la participation d'étudiants de master, des doctorants et des jeunes collègues (postdoctorants, chercheurs contractuels).

En tant que DU-adjoint, j'ai par ailleurs participé à tous les grands rendez-vous annuels de la vie d'un laboratoire : dialogue de gestion et dialogue approfondie, entretiens individuel du personnel ITA (avec l'accord des agents) en 2014 et préparation du bilan/projet pour la campagne d'évaluation HCERES de la vague B (2011-2016). Des tâches plus spécifiques m'ont été par ailleurs confiées par le DU comme le développement du partenariat de l'unité avec l'INRAP. Cette mission est d'autant plus importante que l'unité héberge des chercheurs de l'INRAP à temps plein. Mon rôle est de veiller au bon déroulement et au développement du partenariat réciproque défini dans le cadre de la convention dont il s'agissait avant toutes choses d'obtenir la réactualisation. Une nouvelle convention a ainsi été signée entre l'INRAP, le CNRS, l'Université Blaise Pascal et GEOLAB le 26 mars 2014, pour une durée de 4 ans. Elle fixe désormais le cadre de notre partenariat spécifique dont l'organe de pilotage est le comité de coordination de la convention auquel je siège et qui se réunit une fois par an. La bonne santé des collaborations entre GEOLAB et l'INRAP est parfaitement illustrée par des accueils réguliers de chercheurs INRAP sur des dispositifs récemment mis en place par le CNRS (exemple de l'AAP « accueil d'agents de l'archéologie préventive dans les Unités Mixtes de Recherche » puisque G. Vernet et M. Liard ont été détachés à GEOLAB respectivement en 2013 et en 2015) ou sur la participation de personnels INRAP dans des programmes de l'UMR ou d'agents de GEOLAB sur des chantiers de fouilles archéologiques de l'INRAP.

Sur demande du DU, j'ai œuvré au développement du réseau de recherche de notre unité sur les plans local (actions de recherche concertées avec des UMR partenaires dans la Fédération des Recherches en Environnement (UMR 6023 LMGE, LIMOS UMR 6158, LISC-ISTEA), national (EVS UMR 5600, Archéologie et archéométrie UMR 5138, Traces UMR 5608) et international (Espagne, Etats-Unis et Royaume Uni). Pour les relations internationales, j'ai actionné plusieurs leviers qui ont permis d'accroître notablement nos collaborations à l'étranger : signature de conventions de collaborations scientifiques (Espagne), dépôt de programmes bilatéraux, toutefois non obtenus (PICS avec l'Espagne, PHC Galileo avec l'Italie), séjours scientifiques (Northern Arizona University, université d'Aberdeen) et recrutements à l'étranger (1 doctorant et 4 postdoctorants depuis 2007).

Enfin, en tant que personnel ITA (Ingénieur Technicien Administratif) participant à l'équipe de direction, j'ai souhaité mettre en place et diriger de façon trimestrielle une réunion réunissant

tout le personnel ITA de l'unité afin de faire le point sur les succès obtenus, sur les perspectives d'évolutions souhaitées mais aussi sur d'éventuelles difficultés rencontrés par les agents dans l'accomplissement de leurs tâches. Ceci m'a paru d'autant plus essentiel qu'une enquête récente du CNRS démontre que dans de nombreuses unités, la situation du personnel ITA peut s'avérer compliquée. Ce n'est pas le cas à GEOLAB où l'équipe d'ITA est particulièrement bien intégrée et travaille en bonne harmonie avec les Chercheurs et Enseignant-Chercheurs de l'unité mais la mise en place de ce dispositif de prévention est garant de la pérennité de cette bonne situation.

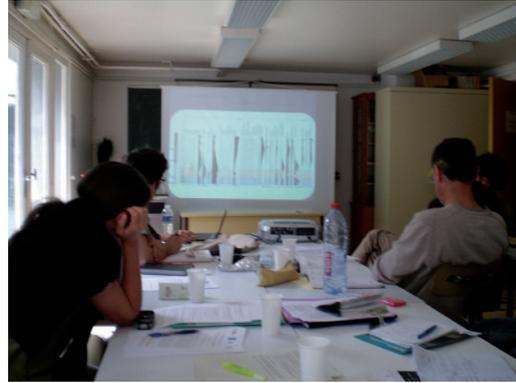
I.4.2. Responsable de l'équipe « Paléoenvironnements et Géoarchéologie »

Depuis le 1^{er} septembre 2010, je dirige l'équipe « Paléoenvironnements et Géoarchéologie » (P&G) constituée de 21 membres dont 4 enseignants-chercheurs de 3 établissements (université Blaise Pascal, université de Limoges et IUT de Montluçon), de 12 chercheurs associés (Ministère de la Culture, INRAP, Bureaux d'étude), 2 post-doctorants et 3 doctorants (données 2015). Je suis actuellement le seul personnel CNRS de cette équipe qui est répartie sur les 2 sites de GEOLAB (Limoges et Clermont-Ferrand). Mon rôle est de construire un cadre collectif de recherche et d'innovation scientifique sur les problématiques paléoenvironnementales et géoarchéologiques assurant à GEOLAB une lisibilité et une identité parmi la communauté nationale et étrangère. L'équipe étant répartie sur les 2 sites de l'UMR, j'ai mis en place une adresse électronique permettant la circulation de l'information entre les acteurs (pg@geolab-clermont.fr). J'organise 3 réunions d'équipes par an axées sur le bilan et les perspectives des actions menées et projetées (fig.1). Elles sont assorties d'une session thématique sur l'un des programmes du laboratoire ou sur une nouvelle approche garantissant une veille scientifique et un renouvellement des concepts en lien avec les priorités scientifiques de l'INEE.

Ces réunions, pour la première fois régulières et pérennisées depuis la création de l'UMR en 2000, et mon investissement au quotidien à l'animation de l'équipe ont permis l'émergence de synergies collectives à l'origine des évolutions très positives de l'équipe sur les 2 derniers contrats quinquennaux: (i) la structuration de notre équipe autour d'un savoir-faire interdisciplinaire qui constitue en quelque sorte notre « marque de fabrique » (de manière systématique: analyse à haute résolution spatiale et temporelle, combinaison des approches de la géographie physique, des sciences environnementales, de l'archéologie et de l'histoire et croisement systématique de bio-indicateurs complémentaires - charbons, graines et autres macro-restes végétaux, pollen, micro-fossiles non polliniques, diatomées); (ii) une augmentation substantielle des dépôts et de l'obtention de programmes en s'adressant à différents guichets potentiels (programmes régionaux, nationaux et européens); (iii) une multiplication des actions de recherche « inter-sites » regroupant des agents des 2 sites de l'unité et des chercheurs associés d'autres tutelles; (iv) un changement progressif de nos pratiques de publications en augmentant notre production scientifique de type ACL, ACLN, C-ACTI et C-ACTN (fig. 2 et 3); (v) une internationalisation accrue de notre partenariat scientifique induisant des recrutements plus nombreux à l'étranger aussi bien sur des bourses doctorales que postdoctorales. Par ailleurs, j'ai pu travailler de concert avec les responsables des autres équipes de façon à multiplier des actions de recherche « trans-équipes »

a. Réunions de l'équipe « Paléoenvironnements et Géoarchéologie »

Présentations de résultats de programmes de recherche à la station universitaire de Meymac



b. La bilatéralité entre GEOLAB et le SERP-université de Barcelone comme stratégie de travail et d'internationalisation de la recherche

depuis le terrain (prog. de GEOLAB au Mont Lozère et catalans dans les Pyrénées) et la formation d'étudiants...



... jusqu'à la présentation conjointe des résultats scientifiques (ici à Barcelone le 13 mai 2013, devant la Société Catalane de Géographie et l'association d'amitié franco-catalane Diàleg)



Figure 1. Exemples d'animation, d'encadrement et de diffusion de la recherche.

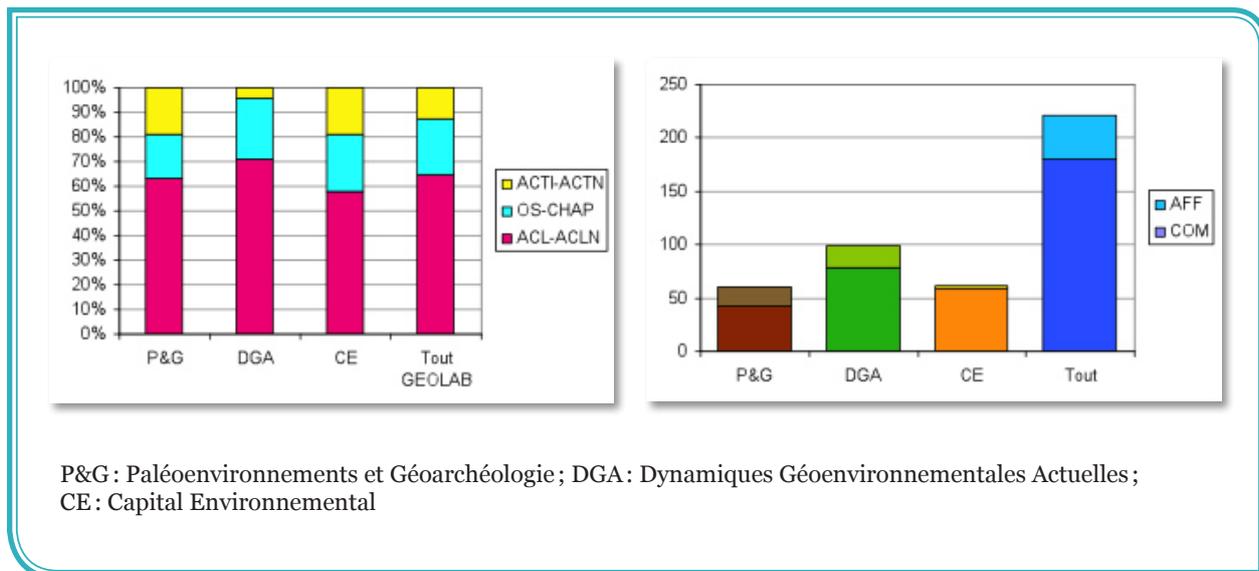


Figure 2. Répartition des publications de l'unité et des équipes entre les 3 principaux types de support (rapport HCERES campagne 2015-2016, élaboration J.L. Peiry).

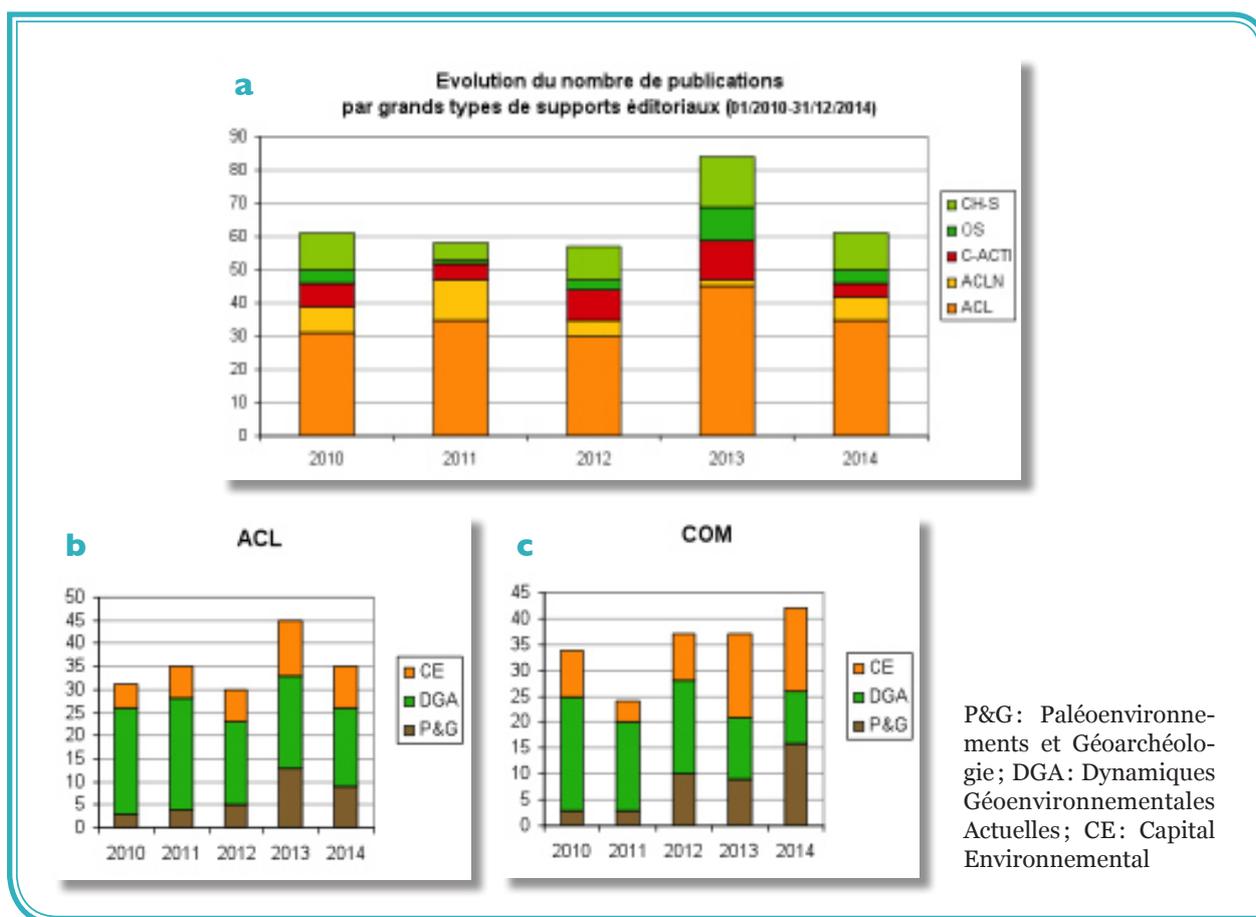


Figure 3. a. Évolution de la production écrite dans les supports éditoriaux majeurs au cours de la période 2010-2014. b. Évolution de la production ACL au grain des équipes. c. Évolution des communications au grain des équipes (rapport HCERES campagne 2015-2016, élaboration J.L. Peiry).

notamment avec l'équipe « Dynamiques Géoenvironnementales Actuels » sur la question des dynamiques hydrosédimentaires passées et actuelles de paléochenaux de l'Allier (co-encadrement du postdoctorat d'A. Ejarque en 2012-2013 avec J. Steiger, Ejarque et al., 2014 et programme GALE&T). Une lisibilité accrue et une identité affirmée de l'équipe P&G sur le plan national ont permis à l'équipe de devenir un partenaire important pour des réseaux de recherche nationaux (exemple du GDR 3644 du CNRS Bioarchéodat) et expliquent son attractivité comme en témoigne le concours de Chargé de Recherche du CNRS (1 candidat paléoenvironnementaliste admissible en 2015 et classée n°1 sur les listes d'admissibilité du concours Chargé de Recherche 2016 en section 31). La vitalité de l'équipe P&G se traduit également au niveau européen avec le recrutement en 2015 d'une collègue étrangère (A. Ejarque) et le départ en 2016 d'une jeune docteure de l'équipe (S. Paradis-Grenouillet) pour l'université de Padoue grâce à des bourses post-doctorales Marie Curie, dans les 2 cas.

L'équipe P&G a su trouver au cours de ces dernières années une niche de recherche qui en fait sa spécificité et qui est porteuse d'avenir. Elle porte sur la paléobioindication via des proxys paléoécologiques complémentaires (grains de pollens et spores de végétaux, diatomées, charbons de bois, graines et autres macro-restes végétaux) avec des implications pour la gestion environnementale contemporaine. Bien sûr, cette niche reste encore largement à développer mais elle anime les collaborations toujours plus nombreuses avec les autres équipes de GEOLAB (équipe « Dynamiques Géoenvironnementales Actuels » notamment) et avec des laboratoires d'écologie actuelle (LMGE UMR 6023) pour travailler sur le fonctionnement passé d'écosystèmes aquatiques et pour analyser en quoi ces données du passé sont précieuses pour mieux comprendre leur état écologique actuel et mieux engager leur gestion adaptée (exemple de l'eutrophisation des lacs).

1.4.3. Correspondant-Formation auprès du CNRS

Durant plus de 4 années consécutives (2008-2013), j'ai été le Correspondant-Formation (COFO) de l'unité auprès de la Délégation Régionale Rhône-Auvergne (DR7) du CNRS. A ce titre, j'étais en charge : (i) du recensement des besoins en formations du personnel CNRS (titulaires et contractuels) et universitaire de GEOLAB ; (ii) de l'information du droit des agents en matière de formation (DIF, VAE etc.) et de l'évolution des réglementations en vigueur ; (iii) de la diffusion au fil de l'eau des annonces des différents types de formations et écoles thématiques dispensées par le CNRS et (iv) du bilan de suivi de formation et de la rédaction chaque année du Plan Formation de l'Unité (PFU) et de sa remontée auprès du service formation de la DR7 (saisie informatique des demandes et constitution du dossier). Le cahier des charges de ma mission, fixé en accord avec le Directeur d'unité, était de mieux sensibiliser le personnel de GEOLAB à la formation continue (adaptation au poste de travail, développement ou acquisition de nouvelles compétences) et d'augmenter ainsi substantiellement la formation des agents. Pour cela, j'ai créé une fiche pratique présentant les différents types de formations existantes au CNRS ainsi que sur le public concerné et les prises en charge possibles (Annexe). Ce document a d'abord été à usage interne à l'unité ; il est devenu ensuite un document d'information qui a été, durant plusieurs années, mis en ligne sur l'Extranet du CNRS (Rubrique « Documents et Formulaire », Sous-rubrique

« Formation ») à usage des COFO de l'inter-région Rhône-Auvergne. Entre 2008 et 2013, une moyenne de 10-12 agents ont suivi des formations (formations collectives, formations individuelles) ou ont participé à des écoles thématiques.

I.5. Fonction de représentation

I.5.1. Membre élu au Conseil de Gestion de l'UFR LLSHS

Depuis le 1^{er} mai 2014, je siége en tant que membre élu au Conseil de Gestion de l'UFR Lettres, Langues et Sciences humaines de l'université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II (collège BIATSS/ITA). La fréquence des Conseil de Gestion est assez variable avec au minimum la tenue de 2 conseils par mois. Les échéances à court terme de fusion des universités et de préparation du bilan et du projet pour le prochain contrat quinquennal de l'établissement confèrent une importance particulière aux missions du Conseil de Gestion de l'UFR. Je suis le seul personnel CNRS à participer à cette instance et seul membre issu d'une UMR au sein de l'UFR. J'essaie d'enrichir les discussions et les décisions prises collectivement sous cet éclairage complémentaire (par exemple, articulation recherche et offre de formation, sélection des dossiers d'allocation postdoctorale de l'université B. Pascal).

I.5.2. Comité directeur de la Zone Atelier Loire du CNRS

En tant que Directeur-adjoint de l'unité, j'ai assuré certaines suppléances du Directeur d'unité aux réunions du comité directeur de la Zone Atelier Loire (coordination : S. Greulich et S. Servain-Courant), réseau de chercheur soutenu et labellisé par l'INEE. J'ai à ce titre participé aux montages des 3 axes thématiques et des projets structurants (avec un accent particulier porté sur les projets 2 « OBLA : Réseau d'Observation de la Biodiversité de la Loire et de ses Affluents » et 3 « Gestion des ressources et aménagement des territoires de l'eau ») ainsi qu'à la sélection des projets de recherche soutenu par la ZAL. Une constance de ma part a été d'œuvrer pour un développement de certaines des spécificités de la ZAL comme les emboîtements d'échelles temporelles avec notamment l'introduction de la longue durée dans l'étude de la dynamique des systèmes écologiques et de l'évolution de la biodiversité.

I.5.3. Membre élu du Conseil Scientifique de l'INRAP

Le 3 décembre 2015, j'ai été élu en tant que membre suppléant au Conseil Scientifique de l'INRAP pour la représentation du Collègue 2 (établissement de recherche). Mon mandat démarre en mars 2016 pour une durée de 3 ans. D'après les statuts de l'INRAP, cette instance assure l'évaluation des activités en matière de recherche et d'exploitation des résultats, de formation, de diffusion culturelle et de valorisation de l'archéologie.

I.6. Direction de programmes de recherche

1. AYPONA « Paysages et visages d'une agglomération arverne : approche intégrée et diachronique de l'occupation de l'oppidum de Corent (Auvergne) » (dir. Y. Miras & F. Vautier, 2013-2016, Programme SHS structurant CR Auvergne).

2. Programme MSH Clermont-Ferrand « Comparaisons paysagères micro-régionales depuis le Néolithique dans les Pyrénées orientales – Logique de versant nord/sud » (dir. Y. Miras et MC Bal-Serin, 2009-2012) *Programme clos*.

3. Prospection Thématique Pluriannuelle « Premières traces d'anthropisation et évolution des activités agropastorales révélées par l'analyse pollinique des zones humides. Application au sud-Cantal » (2002-2006, reconduite pour la période 2007-2009, DRAC/Service Régional Archéologie Auvergne) *Programme clos*.

I.7. Participation à des programmes de recherche

I.7.1. Programmes en cours

1. Programme « Évolution d'un espace péri-urbain durant la Protohistoire : analyse socio-environnementale des faubourgs du site de Corent (Auvergne) » (dir. M. Poux, ARAR UMR 5138 & J.F. Berger, EVS UMR 5600, Appel interne à projet de recherche de l'université Lyon 2, 2015-2016).

2. Programme AKINET « Proliférations cyanobactériennes anciennes et futures via les akinètes présents dans les sédiments » (Agence de l'Eau, dir. D. Latour, LMGE UMR 6023, 2014-2016).

3. Programme TERAMAR « Interacciones socio-ambientales durante el Holoceno: dinámica del paisaje, adaptaciones sociales y complementariedad de recursos en la cuenca del río Ter ». (direction S. Riera Mora, SERP-UB, Programme I+D du Ministère de l'Éducation et de la Science espagnole, 2013-2016).

I.7.2. Programmes clos

1. Programme WRACC-Liger « Réponse des bassins versants aux modifications climatiques et anthropiques : signatures environnementales des archives sédimentaires dans les têtes de bassin du réseau hydrographique Loire-Allier depuis le Tardiglaciaire » (dir. E. Defive, Établissement Public Loire/FEDER, 2013-2015).

2. Programme INTERAMBAR « Integración de los datos paleoambientales y arqueológicos para la interpretación de las interacciones climático-socio-ambientales en una cuenca del NE peninsular durante el Holoceno » (direction : R. Julià Brugués, IJA-CSIC, Barcelona). Programme du Ministère de l'Éducation et de la Recherche espagnol (2009-2012).

3. Programme ERODE « Marqueurs organiques d'érosion des sols : applications paléo- et environnementales » (dir. J.R. Disnar, UMR 6113, programme EC2CO 2009-2011).

4. Programme DICENTIM « Diversité virale et rôles des virus dans le contrôle des communautés archéennes impliquées dans le cycle biogéochimique du méthane dans les sédiments anciens du Pavin » (dir. A.C. Lehours, LMGE, UMR 6023, EC2CO 2009-2011)
5. Programme GALE&T (MEDAT & CNRS) « Garonne Allier Eau et Territoire » (dir. J. Steiger, UMR 6042/CNRS, université B. Pascal, Clermont-Ferrand) (2009-2012).
6. Programme Collectif de Recherche (Ministère de la Culture SRA Languedoc-Roussillon) « Pratiques et mobilités territoriales sur le Mont Lozère depuis le Néolithique : gestion des ressources et services rendus aux sociétés du passé dans une moyenne montagne méditerranéenne » (dir. P. Allée, GEOLAB UMR 6042/CNRS, Université de Limoges) (2009-2012).
7. Programme Collectif de Recherche (Ministère de la Culture SRA Rhône-Alpes) « Peuplement et milieu en bas Dauphiné (Isle Crémieu) de l'apparition de l'agriculture à l'époque moderne » (dir. JF Berger, UMR 6130 de l'UNSA, Université de Valbonne-Sophia-Antipolis, 2007-2010).
8. Programme « Cambios ambientales, disponibilidad hídrica y repercusiones socio-económicas durante los últimos 4000 años: integración de datos arqueológicos y de registros lacustres » (dir. S. Riera, SERP-Universitat de Barcelona, Ministère de l'Éducation et de la Science, Espagne, 2005-2008).
9. Zone Atelier « Bassin Versant de la Loire » (coordination J. Burnouf, UMR 7041, et M. Garcin, BRGM/ARN).
10. Programme Collectif de Recherches (Ministère de la Culture SRA Limousin) « Alimentation végétale et systèmes agraires en Limousin du Néolithique à la Renaissance » (responsable A. Bouchette, INRAP, 2006-2009).
11. Programme ECLIPSE/CNRS « Changements de l'environnement et oscillation du climat dans le Jura et en Toscane depuis 15000 ans. Implications pour le développement des sociétés humaines » (direction : J.-L. de Beaulieu, UMR 6116/CNRS et M. Magny, UMR 6565/CNRS, Université de Franche-Comté, 2004-2008).
12. Programme ECLIPSE/CNRS « Variations tardi- et postglaciaires des niveaux lacustres en Aubrac (Massif central, France) en relation avec les changements climatiques et l'action de l'homme » (dir. J.-L. de Beaulieu, UMR 6116/CNRS, Université Aix-Marseille, 2006-2007).
13. Programme ECLIPSE/CNRS « IMPACTHOS » (Incendies, Modèles et Paléoclimats Holocènes en Europe du Sud - responsable : C. Carcaillet, UMR 5059/CNRS, Université de Montpellier, 2006-2007).
14. Programme de recherches « Territoire et céramique dans le monde antique : de la Méditerranée à l'Asie centrale » (dir. Dr. JM Gurt Esparraguerra, Universitat de Barcelona). Financement par le DURSI-Generalitat de Catalunya (programme EXCAVA 2006).
15. Programme de recherches « Évolution sociale et formation de l'état numide : les peuplements autochtones de la région de Siccia Veneria (El Kef, Tunisie) et ses relations avec la civilisation phénico-punique. Prospections archéologiques à Althiburos ». (dir. Dr. J. Sanmartí Grego, Universitat de Barcelona). Financement par le DURSI-Generalitat de Catalunya (programme EXCAVA 2007).
16. ACI « Anthropisation et histoire de l'environnement dans les montagnes du Sud de l'Europe » (direction : J.P. Métailié, UMR 5802/CNRS, Université Toulouse-Mirail et D. Galop, UMR 6565/CNRS, Université de Franche-Comté, 2003-2006).

17. ACI « Espaces et Territoires » (thème : Peuplement et Territoire, dir : F. Favory, MSH, Université de Franche-Comté et F. Trément, Centre de Recherches sur les Civilisations Antiques, Université B. Pascal, Clermont-Ferrand, 2005-2007).

18. Programme Collectif de Recherches « Archéologie des paysages en Basse-Auvergne » (responsable F. Trément, CRCA, Université B. Pascal, Clermont-Ferrand, 2003-2007).

19. Programme Interreg III: « Alpis Graia: Archéologie sans frontière au col du Petit-Saint-Bernard » (dir. Ph. Leveau, MMSH C. Jullian, UMR 6573/CNRS, 2000-2006).

20. Programme « Végétation et climat de la France : du passé au futur » (European Pollen Database-IMEP-Université d'Aix-Marseille III).

I.8. Collaborations internationales

J'ai été porteur principal de la convention de collaboration scientifique entre GEOLAB (CNRS, Universités de Clermont-Ferrand 2 et de Limoges) et le SERP (Séminaire d'Études et de Recherche en Préhistoire) de l'Université de Barcelone. Cette convention a constitué le cadre de nos collaborations entre 2009-2014. Le processus de renouvellement est actuellement cours.

Dans le cadre de cette convention, les membres des deux laboratoires ont mené des actions intégrées de recherche depuis les campagnes de terrain en commun jusqu'aux échanges de personnels scientifiques (fig.1). En effet, S. RIERA MORA a été, dans le courant de l'année 2011, deux fois professeurs invités à GEOLAB (programme « Beatriu de Pinós » du gouvernement autonome catalan et programme « Salvador de Madariaga » du gouvernement espagnol). Cette expérience suivie de collaboration inclut la participation et l'organisation conjointes de congrès scientifiques. En plus des 25 articles en co-signature (dont 13 ACL), plus d'une quarantaine de communications a été présentée dans différents congrès internationaux ou nationaux. Par ailleurs, les équipes française de GEOLAB (UMR 6042), de GEODE (UMR 5602), de Chronoenvironnement (UMR 6249) et de FRAMESPA (UMR 5136) ont organisé du 8 au 11 octobre 2009 le second « International workshop on Landscape archaeology of European Mountain areas: the construction of mountain territories » qui a eu lieu à Toulouse (Maison de la Recherche).

GEOLAB et le SERP ont également développé une forte expérience de collaboration dans la formation et la mobilité des jeunes chercheurs : thèse en cotutelle (G. Servera Vives, 2009-2014) et recrutements post-doctoraux (4 recrutements depuis 2010).

I.9. Évaluation de la recherche et expertises

I.9.1. Jury de thèse et expert pour la mention européenne

2012 : Président du jury de thèse d'A. Currás Domínguez « Estudio sobre la evolución de paisajes mediterráneos continentales en Lleida y Guadalajara durante los últimos 3000 años a

partir de las secuencias polínicas de Ivars, Somolinos y Cañamares » (dir. S. Riera Mora, SERP-Université de Barcelone).

2012 : Membre du jury de thèse d'A. Laine « Histoire de la végétation et des activités agropastorales des plaines de Saône et de Champagne » (dir. H. Richard & E. Gauthier, Université de Franche-Comté).

2012 : Expert pour le titre de doctorat européen pour l'Université de Barcelone (Espagne) : thèse de Ll. Picornell Gelabert « Paisaje vegetal y comunidades prehistóricas y protohistóricas en Mallorca y Menorca (Illes Balears) : una aproximación desde la antracología » (dir. J.M. Fullola Pericot, SERP-Université de Barcelone et E. Allué, IPHES-Université de Tarragone).

2010 : Expert pour le titre de doctorat européen pour l'Université Rovira i Virgili (Tarragone, Espagne) : thèse de H.A. Orengo Romeu « Arqueología de un paisaje cultural pirenaico de alta montaña. Dinámicas de ocupación del valle del Madriu-Perafita-Claror (Andorra) » (dir. J.M. Palet Martínez, ICAC, Université Rovira i Virgili et S. Riera Mora, SERP-Université de Barcelone).

2009 : Expert pour le titre de doctorat européen pour l'Université Rovira i Virgili (Tarragone, Espagne) : thèse de A. Ejarque Montolio « Génesis y configuración microregional de un paisaje cultural pirenaico de alta montaña durante el Holoceno : estudio polínico y de otros indicadores paleoambientales en el valle del Madriu-Perafita-Claror (Andorra) » (dir. S. Riera Mora, SERP-Université de Barcelone et J.M. Palet Martínez, ICAC, Université Rovira i Virgili).

2008 : Expert pour le titre de doctorat européen pour l'Université Rovira i Virgili (Tarragone, Espagne) : thèse de I. Euba Rementería « Análisis antracológico de estructuras altimontañas en el valle de La Vansa, Sierra del Cadí (Alt Urgell), y en el valle del Madriu (Andorra) : explotación de recursos forestales del Neolítico medio a época moderna » (dir. J.M. Palet Martínez, ICAC, Université Rovira i Virgili et E. Allué, IPHES-Université de Tarragone).

I.9.2. Organisation de congrès et participations à des comités scientifiques

depuis 2013 : membre du Conseil Scientifique du Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne.

2012 : Comité d'organisation du Colloque Quaternaire n°8 (AFEQ, MSH & GEOLAB) « Variabilité spatiale des environnements quaternaires » (29/02-02/03/2012 à Clermont-Ferrand).

2009 : Comité d'organisation du Workshop « The construction of the Mountain Territories », 2^e Workshop International d'Archéologie du Paysage des Montagnes Européennes. Toulouse 8-11 octobre 2009.

2008 : Comité scientifique du XVI^e International APLE Symposium of Palynology, 22-25 septembre 2008, Palma de Mallorca.

2003 : Co-organisateur du Séminaire de Pierrefort (19 et 20 juin 2003, Cantal) : 12 communications orales, 70 participants et excursion sur la tourbière de Peyre (commune de Lacapelle-Barrès, Cantal).

1.9.3. Expertises de programmes de recherche

J'ai réalisé des rapports d'expertise pour des programmes de recherche de différents organismes ou collectivités territoriales :

2015 : expert pour l'Agence National de la Recherche (ANR) Appel Générique relatif aux « Grands défis sociétaux » et au « défi de tous les savoirs ». Projet de Recherche collaborative (PRC).

2011 : expert pour l'évaluation de projet de recherche pour le Conseil Régional de Franche-Comté (Direction de la Recherche et de l'Enseignement supérieur).

2011 : expert pour l'INSU-CNRS Actions sur projets Sciences de la Terre.

1.9.4. Expertises d'articles scientifiques

J'ai relu des articles pour les revues internationales de rang A suivantes (le chiffre entre parenthèse correspond à l'impact factor IF) :

- Annali di Botanica
- CR Biologies (IF : 0,981)
- Journal of Archaeological Sciences (IF : 2,196)
- Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology (IF : 2,339)
- Quaternaire (IF : 0,741)
- Quaternary Science Reviews (IF : 4,572)
- Review of Palaeobotany and Palynology (IF : 1,940)
- The Holocene (IF : 2,283)
- Vegetation History and Archaeobotany (IF : 2,648)

1.10. Diffusion de la recherche

1.10.1. Conférences publiques

Depuis mon recrutement au CNRS, j'ai périodiquement donné des conférences publiques auprès de la Société d'Histoire Naturelle d'Auvergne :

2015 : Paysage et qualité des eaux du lac d'Aydat.

2013 : Entre villages et burons, une histoire pluri-séculaire des paysages et de l'occupation de la montagne cantalienne.

2008 : Le pollen et la palynologie.

En 2015, j'ai participé à l'Université Ouverte Blaise Pascal :

13/10/2015 : Paléoenvironnements et Géoarchéologie : reconstituer les paysages végétaux du passé.

I.10.2. Manifestations scientifiques

J'ai régulièrement participé à la Fête de la Science, manifestation nationale organisée par le Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. En 2013, toute l'équipe « Paléoenvironnements et Géoarchéologie » du site clermontois de GEOLAB a monté une animation en partenariat avec l'INRAP sur les mots clé : Paysages, Hommes et Volcans (<http://www.inrap.fr/archeologie-preventive/Actualites/Agenda/p-16362-Auvergne-Fete-de-la-science-2013.htm>)

J'ai également participé en 2015 aux Journées du Patrimoine du Puy-de-Dôme organisées par le Ministère de la Culture et le Conseil départemental. Une conférence autour du programme AYPONA a permis de faire partager à un large public les premiers résultats de nos recherches autour de l'oppidum de Corent.

J'ai été associé par le Museum d'Histoire Naturelle Henri Lecoq de Clermont-Ferrand, en tant qu'expert externe :

- Au montage de 2 expositions temporaires :
 - « Des plantes et des Hommes en Auvergne », du 1^{er} juillet 2010 au 4 septembre 2011.
 - « Infiniment petit », du 17 octobre 2014 au 30 août 2015.
- À la constitution d'une mallette pédagogique à destination des enseignants du secondaire (Terminale S spécialité SVT) de l'académie de Clermont-Ferrand et intitulée « Pollens et reconstitutions de climats anciens ».

I.10.3. Médias

De nombreux travaux de recherche que j'ai dirigés ou auxquels j'ai participé ont fait l'objet d'articles dans la presse régionale (La Montagne), nationale (Le Monde ou Le Figaro) et étrangère (La Tribune de Genève) suite à des interviews. Sur le site de GEOLAB, la rubrique « Press-Book » rassemble certains de ces papiers : <http://geolab.univ-bpclermont.fr/spip.php?rubrique58>).

Par ailleurs, le 9 avril 2015, l'INEE a publié un communiqué de presse présentant les résultats de la recherche paléoenvironnementale menée à Corent et publiés dans la revue internationale Plos One (Ledger P.M., Miras Y., Poux M., Milcent P.Y., 2015. The Palaeoenvironmental Impact of Prehistoric Settlement and Proto-Historic Urbanism : Tracing the Emergence of the Oppidum of Corent, Auvergne, France. PLoS ONE 10(4): e0121517. doi: 10.1371/journal.pone.0121517). Voir : <http://www.cnrs.fr/inee/communication/breves/b114.html>

J'ai enfin participé à l'émission radiophonique « Des Pierres et des Os » présenté par J.P. Raynal (Directeur de Recherche au CNRS, UMR 5199 PACEA).

I.1.1. Prix

J'ai obtenu en 2007 le 3^e prix *ex aequo* CLIO de la recherche archéologique (<http://www.clio.fr/prixclio/palmars.asp>). Ce prix a été fondé en 1997 pour encourager la recherche archéologique française à l'étranger. Il est décerné chaque année par un jury d'universitaires indépendants.

I.1.2. Activités d'encadrement de la recherche et enseignement

I.1.2.1. Postdoctorat, thèse et master

Encadrements de postdoctorats (en cours et passés) :

Lonlac Konlac J., en cours. Analyses biostatistiques et modélisation de la biodiversité. Contrat postdoctoral du Conseil Régional Auvergne (CPER Action 2014). 01/11/2015 au 31/10/2017. Co-direction : Y. Miras & J.L. Peiry GEOLAB UMR 6042, E. Mephu-Nguifo Limos UMR 6158. Co-encadrement 33%.

Ejarque A., en cours. Ulisses, Transported cultural landscapes : the role of colonization processes in cultural landscapes shaping. Marie Sklodowska-Curie Actions. Individual Fellowships (IF). Call : H2020-MSCA-IF-2014 (01/10/2015 au 30/09/2017). Encadrement 100%.

Ledger P., achevé. L'Oppidum de Corent (Auvergne, France), vie quotidienne et exploitation d'un terroir de hauteur : l'archéologie environnementale pour une meilleure connaissance du développement d'un territoire arverne. Contrat postdoctoral de 12 mois de l'université Blaise Pascal (01/10/2013 au 30/09/2014). Co-encadrement : Y. Miras GEOLAB UMR 6042 et L. Rieutort MSH USR 3550. Co-encadrement 75%.

Production scientifique (ACL) : Ledger P.M., Miras Y., Poux M., Milcent P.Y., 2015. The palaeoenvironmental impact of prehistoric settlement and proto-historic urbanism: tracing the emergence of the Oppidum of Corent, Auvergne, France. PLoS ONE 10(4): e0121517.

Ejarque A., achevé. De la gestion des ressources végétales de la plaine alluviale de l'Allier depuis l'Antiquité à la genèse d'un paysage culturel auvergnat. Contrat postdoctoral de 18 mois de la région Auvergne (01/10/2012 au 30/03/2013). Co-encadrement : Y. Miras et J. Steiger GEOLAB UMR 6042). Co-encadrement 50%.

Production scientifique (ACL) : Ejarque A., Beauger A., Miras Y., Peiry J.L., Voldoire O., Vautier F., Benbakkar M., Steiger J., 2013. *Historical fluvial palaeodynamics and multi-proxy palaeoenvironmental analyses of a palaeochannel, Allier River, France. 2014. Geodinamica Acta, 27, 1 : 25-47.*

Co-encadrement de thèse :

Servera Vives G., 2014. *Dynamique holocène du paysage et mobilités des pratiques territoriales au mont Lozère (Massif central, France) : approche paléoenvironnementale multi-indicateurs à haute résolution spatio-temporelle.* Thèse, Université de Limoges, 314 p. Co-encadrement 33% (co-direction : P. Allée et Y. Miras UMR 6042 et S. Riera Mora SERP-Université de Barcelone). Thèse en co-tutelle Université de Limoges et Université de Barcelone.

Mention obtenue : Très honorable avec les félicitations du jury à l'unanimité. Soutenance : 12/12/2014

G. Servera Vives a reçu en 2015 le prix René Cassaing de l'entrepreneuriat 2015 pour sa thèse et a obtenu la même année la bourse post-doctorale « Juan de la Cierva » du Ministère de l'Économie et de la Compétitivité du gouvernement espagnol. Il travaille aujourd'hui à l'université des Îles Baléares.

Production scientifique (ACL) : Servera Vives G., Miras Y., Riera S., Julià R., Allée P., Orengo H.A., Paradis-Grenouillet S., Palet J.M., 2013. *Tracing the land use history and vegetation dynamics in the Mont Lozère (Massif Central, France) during the last 2000 years: the interdisciplinary study case of Countrast peat-bog. Quaternary International, 353 : 123-139.*

Participations à des comités de pilotage de thèse :

Mayoral Pascual A. (en cours). *Construction et dégradation des paysages protohistoriques et antiques sur un plateau volcanique (Corent, Auvergne) et ses marges à partir d'une approche géoarchéologique pluri-indicateurs.* Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand 2. (Co-direction : J.-L. Peiry GEOLAB UMR 6042 et J.F. Berger EVS UMR 5600).

Blondel F. (en cours). *Étude des bois archéologiques du Néolithique à l'époque moderne, conservés en milieux humides, découverts en Auvergne. Approches xylologique, tracéologique, dendrologique et dendrochronologique.* Université de Bourgogne. (Co-direction : E. Gauthier Chrono-environnement UMR 624, J.P. Guillaumet et S. Wirths UMR 6298).

Co-encadrement de Master : master « GEOENVIRONNEMENT » (GEOLAB)

Ba S., 2012. *Analyse spatiale de la localisation des sites archéologiques de la planèze du Plomb du Cantal par système d'information géographique*. Université B. Pascal, 32p. Co-encadrement 33% (Co-encadrement : Y. Miras, E. Roussel et F. Surmely GEOLAB UMR 6042).

I.12.2. Enseignement

depuis 2015 : 6h d'enseignement Master 2 « Géoenvironnement » Université Blaise Pascal : modules « la notion d'héritage dans la recherche paléoenvironnementale et environnementale ».

depuis 2008 : 6h d'enseignement Master 2 « Géoenvironnement » Université Blaise Pascal : modules « la palynologie : principes et méthode » et « genèse d'un paysage culturel de montagne ».

depuis 2009 : 3h enseignement Master 1 « Géoenvironnement » Université Blaise Pascal : modules « Biomarqueurs ».

de 2012 à 2014 : 4h d'enseignement « Végétation – Dynamique et variabilité climatique. Le pollen comme outil d'étude » UE optionnelle « Interactions atmosphère, climat et sociétés », LaMP-OPGC (UMR 6016), Université Blaise Pascal.

22-29 novembre 2010 : 8h enseignement dans le Master « ARCHEOMED » (Archéologie de la Méditerranée) de l'Institut Catalan d'Archéologie Classique (Université Rovira i Virgili, Tarragone, Espagne).

2009 : 7h d'enseignement dans le Master « mondes anciens et médiévaux, territoires et environnement » (Université de Franche-Comté) spécialité archéologie, cultures, territoires, environnement.

2005 : Histoire de l'environnement et dynamiques agropastorales sur le plateau de Millevaches d'après l'analyse pollinique. Licence 2 (sous la direction de J.-C. Béal, UMR 5138/CNRS, Université Lyon 2), 4h d'intervention.

2001-2002 : Les tourbières : approche écologique et paléoécologique. De véritables patrimoines naturels. IUP Master Pro en Master 1 « Valorisation du Patrimoine Rural » (sous la direction de B. Valadas, Université de Limoges, 24h d'enseignement).

I.13. Production scientifique

I.13.1. Résumé de la production scientifique

Dans un esprit de synthèse, je présente 2 tableaux résumant mon activité de publication depuis 2001 et concernant respectivement les Articles à Comité de Lecture (ACL) et les autres publications suivant la nomenclature AERES (tableaux 1 et 2).

TABLEAU 1. RÉSUMÉ DE MA PRODUCTION SCIENTIFIQUE (ACL)

Journal	Impact Factor	Position 1	Position 2	Autre position	Dernière position	Article co-signé à la suite d'un co-encadrement	TOTAL
Annali di Botanica	x	1					1
Antiquity	1,717			1			1
Anthropologie	0,551			1			1
Aquitania	x	1		1			2
CR Palevol	1,192	1	1				2
Geodinamica Acta	0,188		1			1	1
Geology	4,884			1			1
Grana	0,936	1					1
Journal of Archaeological Science	2,196		1				1
Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology	2,339	1					1
Plos one	3,234		1			1	1
Plant Biosystems	1,92	1	1				2
Quaternaire	0,741	2					2
Quaternary International	2,062		1	1	1	1	3
Quaternary Science Reviews	4,572			1			1
Review of Palynology and Palaeobotany	1,94		1				1
The Holocene	2,283			3			3
Vegetation History and Archaeobotany	2,648	1		1			2

https://www.researchgate.net/profile/Yannick_Miras

<https://cnrs.academia.edu/YannickMIRAS>

TABLEAU 2. RÉSUMÉ DE MA PRODUCTION SCIENTIFIQUE (AUTRES TYPES DE PUBLICATIONS)

Code AERES	Position 1	Position 2	Autre position	Dernière position	Travail co-signé à la suite d'un co-encadrement	TOTAL
ACLN	2	1	3	1		7
CONF-INV	4					4
C-ACTI	2	1	6	1	1	10
C-ACTN	1		1	2		4
DO	1					1
CHA	4	3	1	1		9
ASCL	1	1	1			3
OV	1					1
C-COM	16	10	28	7	7	60
C-AFF	1	3	9	2	2	15
AP	4			1		5

https://www.researchgate.net/profile/Yannick_Miras

<https://cnrs.academia.edu/YannickMIRAS>

I.13.2. Détail de la production scientifique

I.13.2.1. Articles dans des revues à comité de lecture (ACL)

Revues internationales indexées (ACL)

1. Daura J., Sanz M., Ramos J., Riera S., **Miras Y.**, Allué E., Picornell L., López-Reyes D., Albert R.M., Macià L., Domènech R., Martinell J., Fornos J.J., 2016. Palaeoenvironmental record of the Cal Maurici wetland sediment archive in Barcelona (NE Iberian Peninsula) between 6th and 4th millennia cal yr BP. *The Holocene*. doi: 10.1177/0959683616632891

2. **Miras Y.**, Ejarque A., Riera Mora S., Orengo H.A., Palet Martínez J.M., 2015. Contributions to the European Pollen Database. 28. Andorran high Pyrenees (Perafita valley, Andorra): Serra mitjana fen. *GRANA*, 54, 4: 313-316. doi:10.1080/00173134.2015.1087590

3. Ledger P.M., **Miras Y.**, Poux M., Milcent P.Y., 2015. The palaeoenvironmental impact of prehistoric settlement and proto-historic urbanism: tracing the emergence of the Oppidum of Corent, Auvergne, France. *PLoS ONE* 10(4): e0121517. doi: 10.1371/journal.pone.0121517 (**co-encadrement de postdoctorat**)

4. **Miras Y.**, Beauger A., Lavrieux M., Berthon V., Serieyssol K., Andrieu-Ponel V., Ledger P., 2015. Tracking long-term human impacts on landscape, vegetal biodiversity and water quality in the lake Aydat (Auvergne, France) using pollen, non-pollen palynomorphs and diatom assemblages. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 424: 76-90. doi:10.1016/j.palaeo.2015.02.016
5. Orengo H.A, Palet J.M., Ejarque A., **Miras Y.**, Riera S., 2014. Shifting occupation dynamics in the Madriu-Perafita-Claror valleys (Andorra) from the early Neolithic to the Chalcolithic: the onset of high mountain cultural landscapes. *Quaternary International*, 353: 140-152. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2014.01.035>
6. Ejarque A., Beauger A., **Miras Y.**, Peiry J.L., Voldoire O., Vautier F., Benbakkar M., Steiger J., 2013. Historical fluvial palaeodynamics and multi-proxy palaeoenvironmental analyses of a palaeochannel, Allier River, France. 2014. *Geodinamica Acta*, 27, 1: 25-47. doi: 10.1080/09853111.2013.877232 (**co-encadrement de postdoctorat**)
7. Servera Vives G., **Miras Y.**, Riera S., Julià R., Allée P., Orengo H.A., Paradis-Grenouillet S., Palet J.M., 2013. Tracing the land use history and vegetation dynamics in the Mont Lozère (Massif Central, France) during the last 2000 years : the interdisciplinary study case of Countrast peat-bog. *Quaternary International*, 353: 123-139. doi : 10.1016/j.quaint.2013.10.048 (**co-direction de thèse**)
8. Lavrieux M., Disnar J.R., Chapron E., Bréheret J.G., Jacob J., **Miras Y.**, Reyss J.L., Andrieu-Ponel V., Arnaud F., 2013. 6,700-year sedimentary record of climatic and anthropic signals in Lake Aydat (French Massif Central). *The Holocene*, 23: 1317-1328. doi : 10.1177/0959683613484616
9. Lavrieux M., Jacob J., Disnar J.R., Bréheret J.G., Le Milbeau C., **Miras Y.**, Andrieu-Ponel V., 2013. Sedimentary cannabiniol tracks the history of hemp retting. *Geology*, 41: 751-754. doi: 10.1130/G34073.1
10. **Miras Y.**, Lavrieux M., Flórez M., 2013. Holocene ecological trajectories in lake and wetland systems (Auvergne, France): a palaeoenvironmental contribution for a better assessment of ecosystem and land use's viability in management strategies. *Annali di Botanica*, 3: 127-133. doi: 10.4462/annbotrm-10317
11. Orengo H.A., Palet J.M., Ejarque A., **Miras Y.**, Riera S., 2013. Pitch production during the Roman period: an intensive mountain industry for a globalised economy? *Antiquity*, 87: 1-13.
12. Davis B., Zanon M., Collins P., Mauri A., Bakker J., Barboni D., Barthelmes A., Beudoin C., Bjune A.E., Bozilova E., Bradshaw R.H.W., Brayshay B.A., Brewer S., Brugiapaglia E., Bunting J., Connor A.E., Beaulieu J.L. de, Edwards K., Ejarque A., Fall P., Florenzano A., Fyfe R., Galop D., Giardini M., Giesecke T., Grant M.J., Guiot J., Jahns S, Jankovska V., Juggins S., Kahrmann M., Karpińska-Kolaczek M., Kolaczek P., Kühl N., Kunes P., Lapteva E.G., Leroy S.A.G., Leydet M.,

Lopez-Saez J.A., Massi A., Matthias I., Mazier F., Meltsov V., Mercuri A.M., **Miras Y.**, Mitchell F.J.G., Morris J.L., Naughton F., Nielsen A.B., Novenko E., Odgaard B., Ortu E., Overballe-Petersen V.M., Pardoe H.S., Peglar S.M., Pidek I.A., Sadori L., Seppä H., Sevevora E., Shaw E., Swieta-Musznicka J., Theuerkauf M., Tonkov S., Veski S., van der Knaap W.O., van Leeuwen J.F.N., Woodbridge J., Zimny M., Kaplan J.O., 2013. The European Modern Pollen Database (EMPD) project. *Vegetation History and Archaeobotany*, 22: 521-530. doi:10.1007/s00334-012-0388-5

13. Ballut C., Michelin Y., **Miras Y.**, 2012. Landscape human shaping and spatial mobility of the agropastoral practices in the Chaîne des Puys during the historical times (French Massif central). *Quaternary International*, 251: 97-106. doi:10.1016/j.quaint.2011.02.015

14. Ejarque A., **Miras Y.**, Riera Mora S., 2011. Modern pollen and non-pollen palynomorph analogues of vegetation and highland grazing activities obtained from surface and dung datasets from the eastern Pyrenees. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 167: 123-139. doi:10.1016/j.revpalbo.2011.08.001

15. **Miras Y.**, Orengo H.A., Ejarque A., Riera S., Poiraud A., 2010. Prehistoric impact and vegetation at high altitudes: an integrated palaeoecological and archaeological approach in the eastern Pyrenees (Perafita valley, Andorra). *Plant Biosystems*, 144, 4: 924-939. doi:10.1080/11263504.2010.491980

16. Ejarque A., **Miras Y.**, Riera S., Palet J.M., Orengo H.A., 2010. Testing microregional variability in the Holocene shaping of high mountain cultural landscape: a palaeoenvironmental case-study in the Eastern Pyrenees. *Journal of Archaeological Science*, 37: 1468-1479. doi:10.1016/j.jas.2010.01.007

17. Ejarque A., Julià R., Riera S., Palet J.M., Orengo H.A., **Miras Y.**, Gascón C., 2009. Tracing history of highland human management in the Eastern Pre-Pyrenees (Spain): an interdisciplinary palaeoenvironmental approach. *The Holocene*, 19, 8: 1241-1255. doi:10.1177/0959683609345084

18. Magny M., Beaulieu J.L., Drescher-Schneider R., Vannièrè B., Walter-Simonnet A.V., **Miras Y.**, Millet L., Bossuet G., Peyron O., Brugiapaglia E., Leroux A., 2007. Holocene climate changes in the central Mediterranean as recorded by lake-level fluctuations at Lake Accesa (Tuscany, Italy). *Quaternary Science Reviews*, 26, 13-14: 1736-1758. doi:10.1016/j.quascirev.2007.04.014

19. Beaulieu J.-L. de, **Miras Y.**, Andrieu V., Guiter F., 2005. Vegetation dynamics in the North-West Mediterranean regions: instability of the Mediterranean bioclimate. *Plant Biosystems*, 139, 2: 114-126. doi:10.1080/11263500500197858

20. **Miras Y.**, Laggoun-Défarage F., Guenet P., Richard H., 2004. Multi-disciplinary approach to changes in agro-pastoral activities since the Subboreal in the surroundings of the « narse d'Espinasse » (Puy de Dôme, French Massif Central). *Vegetation History and Archaeobotany*, 13: 91-103. doi:10.1007/s00334-004-0033-z

Revues nationales indexées (ACL)

21. **Miras Y.**, Guenet P., Cruz C., Garcia J.P., Petit C., Guillaumet J.P., 2013. Gestion des ressources naturelles dans le Pays de Tulle : impacts paysagers et histoire du châtaignier (*Castanea sativa* Mill.) de l'Antiquité à la Renaissance d'après la palynologie. *Aquitania*, 29 : 311-330.

22. **Miras Y.**, Guenet P., Richard H., 2011. Holocene vegetation, landscape and reconstruction of human activity from Prehistory to Roman times based on new pollen data performed in the « plateau de Millevaches » (Limousin, Massif Central, France). *Quaternaire*. 22, 2: 147-164.

23. Surmely F., **Miras Y.**, Guenet P., Tzortzis S., Savignat A., Nicolas V., Vannièrè B., Walter-Simonnet A.-V., 2009. Occupation and land use history of a medium mountain from the Mid-Holocene: a pluridisciplinary study performed in the south Cantal (French Central Massif). *C.R. Palevol*, 8 : 737-748. doi:10.1016/j.crpv.2009.07.002

24. Bouchette A., Beausoleil J.M., Botineau M., Bovagne M., Conte P., Diot M.F., Figueiral I., Gady S., Hanry A., Lintz G., Maniquet C., Mille P., **Miras Y.**, Pigeyre H., 2009. Alimentation végétale et systèmes de production en Limousin du Néolithique à la fin du Moyen Âge. *Aquitania*, 25: 33-39.

25. Robert E., Bocquet A., Bon F., Bonifay E., Bosselin B., Clottes J., Daugas J.P., Delpech F., Desbrosse R., Djindjian F., Fernandes P., Feruglio V., Gros A.C. , Guenet P., Henry-Gambier D., Hesse A., Jaubert J., Beux M.L.C.L., Lorblanchet M., **Miras Y.**, Mons L., Otte M., Pelegrin J., Pincon G., Potin Y., Raynal J.P., Raymond J., Richard H., Rigaud A., Rivenq C., Santagata C., Taborin Y., Thevenin A., Welte A.C., 2008. Arts and cultures in Prehistory: tribute to Henri Delporte, *Anthropologie*, 112, 4-5: 786-788.

26. Millet L., Ortu E., **Miras Y.**, Heiri O., Magny M., Beaulieu J.L. de, 2008. Les assemblages de chironomidae et les cortèges polliniques, outils de reconstitutions quantitatives des changements du climat holocène : une approche croisée au Col du Petit St Bernard, (lac « Dessus-Verney », alt. 2280 m). *Du climat à l'homme, dynamique holocène de l'environnement dans le Jura et les Alpes*, Collection EDYTEM, 6 : 65-76.

27. **Miras Y.**, Ejarque A., Riera S., Palet J.M., Orengo H.A., Euba I., 2007. Dynamique holocène de la végétation et occupation des Pyrénées andorranes depuis le Néolithique ancien, d'après l'analyse pollinique de la tourbière de Bosc dels Estanyons (2180 m), Vall del Madriu, Andorre). *Comptes Rendus Palevol*, 6, 4: 291-300. doi:10.1016/j.crpv.2007.02.005

28. **Miras Y.**, Guenet P., Surmely F., Michelin Y., Tible R., Walter-Simonnet A.-V., Richard H., 2003. Histoire de l'environnement et des dynamiques agro-pastorales dans le Massif du Cantal : étude pluridisciplinaire de la tourbière de Roussy (Saint-Projet-de-Salers, France). *Quaternaire*, 14, 4: 265-278.

I.13.2.2. Articles dans des revues nationales à comité de lecture non référencées (ACLN)

1. Palet J.M., Julià R., Riera S., Ejarque A., Orengo H.A., **Miras Y.**, Garcia A., Allée P., Reed J., Marco J., Marquès M. A., Furdada G., Montaner J., 2012. Landscape systems and human land-use interactions in Mediterranean highlands and littoral plains during the Late Holocene: integrated analysis from the InterAmbar Project (North-Eastern Catalonia). *eTopoi, Journal of Ancient Studies*, 3: 305-310.

2. **Miras Y.**, 2009. L'étude des relations entre végétation et pluie pollinique actuelle sur le plateau de Millevaches (Limousin, France) : outil pour une meilleure caractérisation pollenanalytique des formes paysagères et des pratiques agrosylvopastorales. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne*, 73: 71-105.

3. Palet J.M., Riera S., **Miras Y.**, Ejarque A., Euba I., 2007. Estudi i revalorització dels paisatges culturals d'alta muntanya : els projectes vall del Madriu (Andorra) i La Vansa – Serra del Cadí (Alt Urgell). *IBIX*, 4, Annals 2004-2005: 89-107

4. Palet J.M., Ejarque A., **Miras Y.**, Euba I., Orengo H.A., Riera S., 2007. Formes d'ocupació d'alta muntanya a la serra del Cadí (Alt Urgell) i la vall de Madriu-Perafita Claror (Andorra): estudi diacrònic de paisatges culturals pirinencs. *Tribuna d'Arqueologia*, 2006: 229-254.

5. Surmely F., Vautier F., **Miras Y.**, 2007. Contribution de l'emploi de Système d'Information Géographique à l'étude de la localisation des dolmens et des menhirs. Application aux monuments de la planèze de Saint-Flour (Cantal). *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne*, 69: 39-56.

6. Guenet P., **Miras Y.**, Surmely F., Tzortzis S., 2003. Recherches géoarchéologiques sur le site de la Montagne de Peyre (commune de Lacapelle-Barrès, Cantal). Premiers résultats. *Préhistoire du Sud-Ouest*, 10, 2: 205-210.

7. **Miras Y.**, 2001. Pour une histoire de la végétation sur le plateau de Millevaches : méthodologie, concept et premiers résultats. *Travaux d'Archéologie Limousine*, 21, 7-21.

I.13.2.3. Direction d'ouvrage et chapitres d'ouvrages (DO et CHA)

DO :

1. **Miras Y.**, Surmely F. (dir.), 2006. Environnement et peuplement de la moyenne montagne du Tardiglaciaire à nos jours. Actes de la table ronde internationale de Pierrefort (Cantal) du 19 au 20 juin 2003 (Y. Miras & F. Surmely dir.). Collection Annales Littéraires, Série « Environnement, sociétés et archéologie », n° 799, *Presses Universitaires de Franche-Comté*, 205 p

CHA:

1. Riera S., Servera Vives G., Picornell Gelabert Ll., Cabanis M., Boi M., *Miras Y.*, sous presse. Pollen signatures of a ritual process in the collective burial cave of Cova des Pas (Late Bronze Age, Minorca, Balearic Islands). *OXBOW books*.
2. Ejarque A., **Miras Y.**, Riera Mora S., 2012. Registros paleobotánicos de Andorra. 1. Turbera Riu dels Orris, 2. Bosc dels Estanyons. In: *Paleoflora y Paleovegetación de la Península Ibérica e Islas Baleares: Plioceno-Cuaternario*, edited by JS Carrión, 05/2012; Ministerio de Economía y Competitividad, 233-239.
3. **Miras Y.**, Guenet P., Richard H., 2010. La genèse du paysage culturel du Plateau de Millevaches (Limousin, Massif central, France): plus de 2000 ans d'histoire révélés par l'analyse pollinique. In: P. Grandcoing (dir.): *Paysage et environnement en Limousin, de l'Antiquité à nos jours*, *Presses Universitaires de Limoges*, 99-124.
4. Riera S., **Miras Y.**, Giralt S., Servera G., 2010. Evolució del paisatge vegetal al Camp de Tarragona: estudi pol·línic de la seqüència sedimentològica procedent de l'aiguamoll de la Sèquia Major (la Pineda, Vila-seca). In: *Ager Tarraconensis 1: Aspectes històrics i marc natural* (dir. Marta Prevosti i Josep Guitart i Duran), *Documenta 16*, Institut Català d'Arqueologia Clàssica, 163-172.
5. **Miras Y.**, Millet L., Guiter F., Ponel Ph., Beaulieu J.L. de, Goslar Th., 2006. Dynamique des écosystèmes et impact de l'homme dans le secteur du col du Petit Saint-Bernard au cours de l'Holocène. *Actes du Programme Interreg «Alpis Graia»*, 2-4 mars, 2006, Aoste, 31-50.
6. **Miras Y.**, Surmely F., Guenet P., Vannière B., Walter-Simonnet A.-V., 2006. Dynamiques d'occupation et histoire de l'environnement d'un terroir de moyenne montagne: la tourbière de Peyre (Lacapelle-Barrès, Cantal). Actes de la table ronde internationale de Pierrefort (Cantal) du 19 au 20 juin 2003 (Y. Miras & F. Surmely dir.). Collection Annales Littéraires, Série « Environnement, sociétés et archéologie », n° 799, *Presses Universitaires de Franche-Comté*, 149-173.
7. Diot M.-F., **Miras Y.**, Pontet A., 2006. Analyse pollinique de l'ancien étang de la villa gallo-romaine des Cars (plateau de Millevaches, Corrèze, France). Actes de la table ronde internationale de Pierrefort (Cantal) du 19 au 20 juin 2003 (Y. Miras & F. Surmely dir.). Collection Annales Littéraires, Série « Environnement, sociétés et archéologie », n° 799, *Presses Universitaires de Franche-Comté*, 101-113.
8. **Miras Y.**, Vergne V., Guenet P., Surmely F., 2005. Le Massif central: premières traces d'anthropisation révélées par l'analyse pollinique des zones humides corrélées aux données archéologiques. In: H. Richard (dir.), *Néolithisation précoce. Premières traces d'anthropisation du couvert végétal à partir des données polliniques*. *Presses Universitaires de Franche-Comté*, 777, 89-106.

9. Vergne V., Munaut A.-V., **Miras Y.**, Ducrocq T., Bostyn F., 2005. Apport de la palynologie holocène à la connaissance des premières traces d'anthropisation de la France septentrionale et de la Wallonie. In: H. Richard (dir.), Néolithisation précoce. Premières traces d'anthropisation du couvert végétal à partir des données polliniques. *Presses Universitaires de Franche-Comté*, 777, 29-46.

I.13.2.4. Actes de colloques internationaux (C-ACTI) et nationaux (C-ACTN) à comité de lecture

C-ACTI :

1. Orengo H.A., Palet J.M., Ejarque A., **Miras Y.**, Riera S., 2013. The historical configuration of a high mountain UNESCO World Heritage Site: the agropastoral Cultural Landscape of the Madriu-Perafita-Claror Valley. In: A.M. Stagno (ed) « Carved mountains engraved stones. Environmental resources archaeology in the Mediterranean mountains », Borzonasca, Italy, 20-22 octobre 2011, *Archeologia Postmedievale*, 17: 333-343.

2. Llergo Y., Riera S., Servera G., **Miras Y.**, Subiranas C., Garcia-Biosca E., Miquel M., Picornell L., Cabanis M., 2013. The potential value of pollen analyses in the study of burials and related textiles. Studied cases from Spain: the King Pere Medieval grave and the collective burial cave of des Pas. Internationale Archäologie, Esslingen 2011, NESAT XI (North European Symposium of Archaeological Textiles), *Banck-Bürgess J. & Nübold C. (eds)*: 119-123.

3. Palet J.M., Orengo H.A., Garcia A., Riera S., Ejarque A., **Miras Y.**, Julià R., sous presse. Ocupación y explotación de espacios altimontanos pirenaicos en la Antigüedad: visiones desde la arqueología del paisaje. *IV Convegno internazionale di Studi Veleiati. Veleia*, Piacenza, 20-21 septembre 2013.

4. Palet J.M., Orengo H.A., Ejarque A., **Miras Y.**, Euba I., Riera S., 2013. Arqueología de paisajes altimontanos pirenaicos: formas de explotación y usos del medio en época romana en el valle del Madriu-Perafita-Claror (Andorra) y en la Sierra del Cadi (Alt Urgell). In: J.L. Fiches, R. Plana-Mallart & V. Revilla Calvo, Paisajes rurales y territorios en las ciudades del occidente romano. Gallia e Hispania, Fiches J.L., Plana-Mallart R. et Revilla Calvo V., Actes du colloque international AGER IX, Barcelona, 25-27 mars 2010. *Presses Universitaires de la Méditerranée*, 329-340.

5. Paradis-Grenouillet S., Servera Vives G., Allée P., **Miras Y.**, Riera Mora S., Bal-Serin M., Julià R., 2011. Forest management and territorial practices during the Early Middle Ages in the medium mountain of Mont Lozère (France). A combined approach of charcoal and palynological analyses. *SAGUNTUM Extra*, 01/2011, 115-116.

6. Palet Martínez J.M., Orengo H., Ejarque A., Euba I., **Miras Y.**, Riera Mora S., 2010. Formas de paisaje de montaña y ocupación del territorio en los Pirineos orientales en época romana: estudios

pluridisciplinaires en el valle del Madriu-Perafita-Claror (Andorra) y en la Sierra del Cadí (Cataluña). *In: Bolletino di Archaeologia on line*, volume speciale A/A8/5. International Congress of Classical Archaeology: meetings between cultures in the Ancient Mediterranean, Roma 2008 : 67-79.

7. Riera S., Currás A., Ejarque A., Palet J.M., Orengo H., Julià R., **Miras Y.**, 2009. Variabilité climatique, occupation du sol et gestion de l'eau en Espagne de l'Âge du Fer à l'époque médiévale : intégration des données paléo-environnementales et archéologiques. *In: E. Hermon (ed.), Société et climats dans l'Empire Romain, Editoriale Scientifico de Naples: 251-280.*

8. Ejarque A., **Miras Y.**, Julià R., Riera Mora S., Palet Martínez J.M., Orengo H., Euba I., 2008. Genesis and Holocene evolution of a high mountain cultural landscape in the Eastern Pyrenees: a microregional and interdisciplinary case-study in the Madriu Valley (Andorra). *Terra Nostra*, XIth IPC-XII / IOPC - VIII, Bonn, Germany, p. 147.

9. **Miras Y.**, Surmely F., Guenet P., Servera G., Nicolas V., Savignat A., Tzortzis S., Vannièrè B., Walter-Simmonnet A.V., 2008. Holocene vegetation change and long term land-use history in a medium French mountain: a multi-disciplinary research program in the Cantal (Massif Central, France). *Terra nostra*, XIth IPC-XII / IOPC - VIII, Bonn, Germany, p. 193.

10. **Miras Y.**, Galop G., Gauthier E., Court-Picon M., Jouffroy-Bapicot I., Richard H., 2004. Chronology, dynamics and impact on vegetation of human activities in French mountain areas: a synthesis for the Alps, Pyrenees, Massif Central and Jura mountains. XIth International Palynological Congress, *POLEN*, 14: 225-226.

C-ACTN:

1. Nicolas V., Surmely F., **Miras Y.**, 2012. L'évolution des paysages et des architectures sur la planèze sud du Plomb du Cantal du 11e au 19e siècles. Apport des données archéologiques, archivistiques et paléoenvironnementales. *In: C. Guilleré (dir.), Le Paysage rural au Moyen Âge*, éd. électronique, Paris, *Ed. du CTHS* (Actes des congrès des sociétés historiques et scientifiques), 2012 : 79-105.

2. Surmely F., Nicolas V., Tzortzis S., **Miras Y.**, Savignat A., Guenet P., Servera G., Petit S., 2010. Recherche sur l'histoire de l'occupation humaine sur la planèze sud du Plomb du Cantal. *In: S. Tzortzis, J. Greek & X. Delestre (ed.): Archéologie des montagnes européennes, actes du colloque de Gap*, 2007 : 227-243.

3. Surmely F., Tzortzis S., **Miras Y.**, 2008. Nouvelles données sur le peuplement mésolithique et néolithique du massif du Cantal. *In: Le peuplement de l'arc alpin*. Paris, *Ed. du CTHS* : 307-321.

4. **Miras Y.**, Richard H., Guenet P., 2007. Vers une reconstruction de l'évolution des activités agro-pastorales en Auvergne et en Limousin : éléments de réflexion méthodologique. *Arts et cultures de la Préhistoire*. Paris, *Ed du CTHS*, Documents préhistoriques, 24 : 319-332.

1.13.2.5. Articles dans des revues sans comité de lecture (ASCL)

1. Surmely F., Nicolas V., **Miras Y.**, Cabanis M., 2014. L'histoire de l'occupation humaine sur la plaine sud du Plomb du Cantal. *Revue de la Haute-Auvergne*, 76 : 125-146.

2. **Miras Y.**, Guenet P., 2013. Une histoire plurimillénaire des paysages du Cézallier et ses liens avec les activités agrosylvopastorales depuis le Néolithique à partir de l'analyse pollinique de la tourbière de la Borie (1170 m, Saint-Saturnin, Cantal, France). In: F. Trément (dir.): « Les arvernes et leurs voisins du Massif central à l'époque romaine. Une archéologie du développement des territoires ». *Revue d'Auvergne*, tome 1, 481-497.

3. Riera S., **Miras Y.**, Servera G., 2008. Anàlisis pol·liniques a la Cova des Pas : l'ús de plantes en les pràctiques funeràries. *UNICUM*, Revista de l'Escola superior de Conservació de Béns Culturals de Catalunya, Barcelona, 7 : 26-29.

1.13.2.6. Publication de vulgarisation (PV)

1. **Miras Y.**, Surmely F., Tzortzis S., 2005. La vie sur une montagne du Cantal. *Archeologia*, 422 : 38-48.

1.13.2.7. Rapports scientifiques (AP)

1. Miras Y., 2015. Analyses palynologiques (pollen, spores et micro-fossiles non-polliniques) du site de l'Allée de la Valeyre à Lezoux (Puy-de-Dôme). Rapport technique pour l'INRAP, 12 p.

2. Miras Y., 2015. Analyse palynologique (pollen, spores et micro-fossiles non-polliniques) du site de Mably (Loire). Rapport technique pour EVEHA, 19 p.

3. Florenzano A., Miras Y., 2013. Analyse des grains de pollen et des micro-fossiles non polliniques dans les sédiments issus de structures archéologiques : les fouilles des rues de Fontgiève, Sainte-Rose et du Docteur Gautrez (63000 Clermont-Ferrand). Rapport technique pour HADES, 16 p.

4. Miras Y., 2002-2006. Rapport annuel de la Prospection Thématique « Premières traces d'anthropisation et évolution des activités agropastorales révélées par l'analyse pollinique des zones humides. Application au sud-Cantal ». Rapport technique pour le Service Régional d'Archéologie, DRAC Auvergne.

5. Miras Y., 2007-2009. Rapports annuels de la Prospection Thématique « Premières traces d'anthropisation et évolution des activités agropastorales révélées par l'analyse pollinique des zones humides. Application au sud-Cantal ». Rapport technique pour le Service Régional d'Archéologie, DRAC Auvergne.

I.13.2.8. Communications dans des manifestations scientifiques

Conférencier invité (C-INV)

1. **Miras Y.**, 2015. Dynamiques paysagères, gestion des ressources et émergence de l'oppidum de Corent (Puy-de-Dôme, France). *Séminaire du master 2 « Archéologie, Histoire » de l'université de Rennes 2 »* (25/11/2015).

2. **Miras Y.**, 2014. The palaeoenvironmental impacts and features of Prehistoric settlement and proto-urbanisation at the Gallic Oppidum of Corent, Auvergne, France. *Lectures in the university of Aberdeen* (November 17th, 2014) *and in the university of Sheffield* (November 20th, 2014).

3. **Miras Y.**, 2013. 6700 years of natural resource management in the mountainous Auvergne, France: the value of palaeoecology in assessing the viability of environmental and land use strategies. *Conference, School of Earth Sciences and Environmental sustainability, Northern Arizona University, 22/10/2013, Flagstaff, USA.*

4. **Miras Y.**, Riera Mora S., 2013. Evidències d'un espai viscut comú. La bilateralitat com a estratègia d'un treball. *Societat Catalana de Geografia, Diàleg, Associació d'amistat Catalano-Francesa*, 20 mai 2013, Institut d'Estudis Catalans, Barcelone, Espagne. <http://scg.iec.cat/Scg9/Scg92/S90271.htm>

Colloques internationaux (C-COM)

1. Ejarque A., Barbier-Pain D., Corbineau R., Garreau A., Voldoire O., Ledger P.M., Marinval P., Riera S., **Miras Y.**, 2015. Principes, méthodes et résultats préliminaires de la technique des « pollen washes » appliquée sur des objets archéologiques. *Colloque International « Les produits biologiques en Italie et Gaule pré-romaines »*, ANR MAGI, Rome, 16-18 novembre 2015.

2. **Miras Y.**, Ledger P., Flottes L., Cabanis M., Zech-Matterne V., Milcent P.Y., Poux M., 2015. Landscape changes and the palaeoenvironmental impacts of proto-urbanisation at the Gallic Oppidum of Corent, Auvergne, France. *Conference on the Environmental Archaeology of European Cities (CEAEC)*, Brussels, Belgium, 27th-29th May 2015.

3. Latour D., **Miras Y.**, Lavrieux M., Legrand B., Sabart M., 2015. Recurrence of cyanobacterial blooms since 6 thousand years in the French Lake Aydat. Aquatic Sciences: global and regional perspectives. *North Meets South, Granada*, Association for Sciences of Limnology and oceanography, Spain, 22-27 février 2015.

4. Chassiot L., Chapron E., Beauger A., **Miras Y.**, Alberic P., Ledoux G., Lajeunesse P., Schwab M., Develle A.L., Arnaud F., Lehours A.C., Jézéquel D., 2014. Lake Pavin paleolimnology and sedimentary records of regional natural hazards over the last 7000 years (French Massif Central). *International Congress of Sedimentology*, august 18-22 2014, Genève.

5. Ledger P., **Miras Y.**, Poux M., Milcent P.Y., 2014. Tracing the emergence of cultural landscape to analyse the process of Iron Age urbanisation in Auvergne : the Oppidum of Corent (France). *European Association of Archaeologist 20th meeting*, theme 4 « Environment and subsistence : Geosphere, Ecosphere and Human interactions », 10-14 september, 2014, Istanbul.
6. Chassiot L., Chapron E., Beauger A., **Miras Y.**, Alberic P., Ledoux G., Lajeunesse P., Schwab M.J., Develle A.L., Arnaud F., Lehours A.C., Di Giovanni C., Jezequel D., 2014. Impact of environmental changes of lacustrine dynamics in the Lake Pavin over the 7,000 years (French Massif Central), *5th International MAAR Conference*, Queretaro, Mexico, November 2014, 17-22.
7. **Miras Y.**, Beauger A., Lavrieux M., Serieyssol K., Andrieu-Ponel V., Latour D., 2014. Tracking long-term human impacts on landscape, vegetal biodiversity and water quality in the Lake Aydat catchment (Auvergne, France) using pollen, NPP and diatom assemblages. *QuickLakeH2014, an international workshop on Lakes and Human interactions*, Ankara and Konya, Turkey, 15-19 september, 2014.
8. Flórez M., Dousteysier B., Lefeuvre M., Nicolas V., Roussel E., Vautier F., Toumazet J.P., **Miras Y.**, Rieutort L., 2013. El fenómeno de las « estructuras en peine » en el Macizo Central (Francia). Aportaciones a la caracterización de un paisaje cultural de montaña. *XVIII^o Congreso Internacional de Arqueología Clásica*, Mérida, 2013, 13-17 de mayo.
9. Riera S., **Miras Y.**, Llergo Y., Julià R., Beauger A., Ejarque A., Palet J.M., Orengo H.A., Euba I., Garcia A., 2013. Human management and microregional landscape variability of high altitude Eastern Pyrenees during historical times: the upper valleys of Ter and Tet. *2nd International APLE-APLF Congress, XIX Symposium Asociación de Palinólogos de Lengua Española, APLE, XXIII Symposium Association des Palynologues de Langue Française, APLF*, Pollen biotechnology, diversity and function in a changing environment, Madrid, 17-20th September 2013.
10. Riera Mora S., Ejarque A., **Miras Y.**, Julià R., Palet J.M., Orengo H.A., 2013. Human occupation, land use and environmental research in the Upper Eastern Pyrenees through the long-term approach. *2013 Palynology: the bridge between palaeoecology and ecology for the understanding of human-induced global changes in the Mediterranean area* (dir. A.M. Mercuri), UNIMORE, Modena, Italy, 27-29 may 2013.
11. Riera Mora S., Ejarque A., **Miras Y.**, Julià R., Palet J.M., Orengo H.A., 2013. Human occupation, land use and environmental research in the Upper Eastern Pyrenees through the long-term approach. *2013 Palynology: the bridge between palaeoecology and ecology for the understanding of human-induced global changes in the Mediterranean area* (dir. A.M. Mercuri), UNIMORE, Modena, Italy, 27-29 may 2013.
12. Steiger J., Beauger A., Ejarque A., **Miras Y.**, Voldoire O., Peiry J.L., Vautier F., Corenblit D., 2012. Paléodynamique fluviale et analyses paléoenvironnementales multi-proxies d'un

paléochenal de l'Allier, France. *I.S. Rivers, 1^e conférence internationale, Recherches et Actions au service des fleuves et grandes rivières*, Lyon, 26-28 juin 2012.

13. Beauger A., Ejarque A., **Miras Y.**, Peiry J.-L., Steiger J., Voldoire O., Vautier F., 2012. Changements fluviaux et dynamique historique du paysage dans la plaine alluviale inférieure de l'Allier : apport des bio-indicateurs à la paléogéomorphologie fluviale. *Colloque international Q8 « Quaternaire n° 8 »*. Variabilité spatiale des environnements quaternaires contraintes, échelles et temporalités. Clermont-Ferrand, France, février 2012.

14. Julià R., Palet J.M., Ejarque A., Orengo H.A., **Miras Y.**, Riera S., Reed J., Marco J., Allée P., Marquès M.A., Furdada G., Bal-Serin M.C., Muntaner J., 2012. Complémentarités Mer/Montagne dans un bassin versant méditerranéen (Pyrénées orientales) au cours de l'Holocène supérieur. *Colloque international Q8 « Quaternaire n° 8 »*. Variabilité spatiale des environnements quaternaires : contraintes, échelles et temporalités. Clermont-Ferrand, France, février 2012.

15. Lavrieux M., Disnar J.R., Bréheret J.G., Jacob J., Le Milbeau C., **Miras Y.**, Andrieu-Ponel V., Chapron E., 2012. Biomarqueurs moléculaires et autres traceurs paléoenvironnementaux : approche multi-disciplinaire pour la discrimination des impacts anthropiques et climatiques sur l'archivage sédimentaire du lac d'Aydat (Puy-de-Dôme). *Colloque international Q8 « Quaternaire n° 8 »*. Variabilité spatiale des environnements quaternaires contraintes, échelles et temporalités. Clermont-Ferrand, France, février 2012.

16. Poiraud A., **Miras Y.**, Defive E., 2012. Les glissements de terrain, marqueurs des changements climatiques : le cas du Subboréal dans le bassin du Puy-en-Velay (Massif central). *Colloque international Q8 « Quaternaire n° 8 »*. Variabilité spatiale des environnements : quaternaires contraintes, échelles et temporalités. Clermont-Ferrand, France, février 2012.

17. Servera Vives G., Paradis-Grenouillet S., Orengo H.A., Julià R., Allée P., **Miras Y.**, Riera S., Palet J.M., Garcia A., Bal-Serin M.C., 2012. Dynamique des pratiques territoriales et histoire de la végétation au Mont Lozère (Massif central, France) au cours des 2 derniers millénaires. Etude pluridisciplinaire de la tourbière de Countrast (1400 m). *Colloque international Q8 « Quaternaire n° 8 »*. Variabilité spatiale des environnements quaternaires : contraintes, échelles et temporalités. Clermont-Ferrand, France, février 2012.

18. Julià R., Palet J.M., Ejarque A., Orengo H. A., **Miras Y.**, Riera S., Reed J., Marco J., Allée P., Marques M.A., Furdada G., Muntaner J., 2011. Analysing past relationships between the mountain and the littoral plain in the Eastern Pyrenees. Preliminary results of the INTERAMBAR project : an integrated palaeoenvironmental and landscape archaeology approach. *XXXII^e Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes : « Variabilités environnementales, mutations sociales : nature, intensité, échelles et temporalités des changements »*, Antibes, 20-22 octobre 2011.

19. Orengo H.A., Ejarque A., Palet J.M., **Miras Y.**, Euba I., Riera S., Julià R., 2011. Past human occupation and land use of highland areas in the eastern Pyrenees : archaeology and palaeoen-

vironment in the Segre valley. *XXXII^e Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes: « Variabilités environnementales, mutations sociales: nature, intensité, échelles et temporalités des changements »*, Antibes, 20-22 octobre 2011.

20. Ejarque A., **Miras Y.**, Riera Mora S., 2011. Modern pollen and non-pollen palynomorph indicators of vegetation and highland grazing activities: results obtained from the study of surface and dung assemblages in the Eastern pyrenees. *XXII^e Symposium de l'APLF*, Meudon Bellevue-Paris, 19-22 septembre 2011.

21. Riera Mora S., **Miras Y.**, Ejarque A., Julià R., Palet J.M., Orengo H.A., Allée Ph., Bal-Serin M.C., Marco J., Mezquita F., Reed J., Armengol J., Marqués M.A., Furdada G., Muntaner J., 2011. InterAmbar and CarAmbar projects: complementarity between eastern Pyrenean mountains and littoral plains during the Late Holocene. A palaeoenvironmental and landscape archaeology approach. *XXII^e Symposium de l'APLF*, Meudon Bellevue-Paris, 19-22 septembre 2011.

22. Riera Mora S., Ejarque A., **Miras Y.**, Palet J.M., Orengo H.A., Julià R., 2011. Cambios ambientales altimontanos en los Pirineos orientales durante el Holoceno: el valle del Madriu-Perafita-Claror (Andorra). Estudio paleoambiental y arqueológico. El cuaternario en España y áreas afines, avencos en 2011. *Resúmenes XIII Reunión Nacional de Cuaternario*, Andorra, juillet 2011.

23. Paradis-Grenouillet S., Servera G., Allée P., Riera S., **Miras Y.**, 2010. Landscape dynamics and territorial practices in the medium mountain of Mont Lozère (France). *Colloque international « Tree and dynamics »* (dir. Decaulne A. & Cabanis M.), Maison des Sciences de l'Homme de Clermont-Ferrand, Clermont Ferrand, 15-17 novembre 2010.

24. Allée P., **Miras Y.**, 2010. Antropización, morfología y respuesta hidrosedimentaria: estudios de caso en el Mont Lozère (Macizo central, Francia) y aplicaciones en áreas pirenaicas. *Seminario « Desarrollo urbano y arqueología del paisaje en los Pirineos romanos »*, Institut Català d'Arqueologia Clàssica, Benasque, 31 mai/4 juin 2010.

25. Ejarque A., **Miras Y.**, Riera Mora S., Orengo H.A., Palet J.M., 2010. The use of non-pollen palynomorphs to assess local highland human impact in southern Pyrenean spaces. *4th Workshop of Non-Pollen-Palynomorphs*, Besançon (France), June 16th-19th, 2010.

26. Palet J.M., Orengo H.A., Ejarque A., Euba I., **Miras Y.**, Riera S., 2009. L'exploitation des ressources des vallées andorranes du Madriu-Perafita Claror et de la Chaîne du Cadi (Pyrénées orientales) depuis le Néolithique à partir des données archéologiques et paléoécologiques: mobilité des pratiques et dynamique des paysages culturels. *2^e Workshop International d'Archéologie du Paysage des Montagnes Européennes*, Toulouse, 8-11 octobre 2009.

27. Allée P., Bailly-Maître M.C., Baron S., Guenet P., **Miras Y.**, Nicolas V., Paradis S., Petit S., Ploquin A., Pulido M., Rouaud R., Savignat A., Servera G., Surmely F., Tzortzis S., Vannièrè B., Walter-Simonnet A.V., 2009. Territorial practices, landscape dynamics and spatio-temporal

mobilities in a French Medium mountain : integrated approach combining archaeological and palaeoecological investigations performed in the Cantal Massif and the Mount Lozère (French Massif Central). *2^e Workshop International d'Archéologie du Paysage des Montagnes Européennes*, Toulouse, 8-11 octobre 2009.

28. Palet J.M., Riera S., Orengo H.A., **Miras Y.**, Servera G., 2009. Roman centuriation and landscape modeling in the littoral plains of Barcino (Barcelona) and Tarraco (Tarragona): an interdisciplinary research through the integration of archaeomorphological and environmental data. Congreso Internazionale « *Sistemi Centuriali opera di assetto agrario tra età romana et primo medioevo. Aspetti metodologici, Ricostruttivi e interpretativi* », Universités Padoue et de Bologne, 10-12 septembre 2009.

29. Servera G., Picornell L., Riera S., **Miras Y.**, Armentano N., Allué E., Esteve X., Boi M., 2009. Utilisation des plantes dans les rituels funéraires de la culture « Naviforme » aux îles Baléares : étude archéobotanique pluridisciplinaire menée dans la grotte sépulture de « Cova des Pas » (Minorque, Espagne). *XXX^e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*, Antibes, 22-24 octobre 2009.

30. Riera Mora, S, Ejarque A., Palet J.M., Orengo H.A., Julià R., Curràs A., **Miras Y.**, 2008. Variabilité climatique, changements de l'exploitation du sol et gestion de l'eau en Espagne de l'Âge du Bronze à l'époque médiévale (2000 av. J.-C.-1000 ap. J.-C.) : une approche intégrée des données paléo-environnementales, archéologiques et historiques. *Table ronde « Changements climatiques dans une perspective historique et systémique des interactions société-environnement naturel dans l'Empire romain »*, Université de Laval (Québec), 18-20 novembre 2008.

31. Julià R., Riera S., Ejarque A., **Miras Y.**, 2008. Climate change and fire regime in the Spanish Mediterranean zone during the Middle Holocene. Mid-Holocene Climate change in the Mediterranean Region, *Workshop de la Universidad Internacional de Andalucía*, Baeza, Spain, 29th September-1st October 2008.

32. Orengo H.A., Fiz I., Palet J.M., Riera S., **Miras Y.**, Servera G. 2008. Integrated GIS-based analysis of a Roman centuriated landscape: the *Ager Tarraconensis* genesis. *6th World Archaeological Congress*, Dublin, 29th June-4th July.

33. Servera G., Riera S., **Miras Y.**, Picornell LL., Armentano N., Allué E., Esteve X., Boi M., 2008. Plantas y muerte en la necrópolis colectiva de la Cova des Pas. Una aproximación cultural al registro polínico. *XVIth internacional APLE, Symposium of Palynogy*, Palma de Mallorca, 22-25 septembre 2008.

34. Ejarque A., **Miras Y.**, Riera S., 2008. El regimen holoceno de incendios entre el mar y la montaña en el NE de la Península Ibérica : síntesis de resultados paleoecológicos obtenidos en los Pirineos y en el litoral catalán. *XVIth internacional APLE, Symposium of Palynogy*, Palma de Mallorca, 22-25 septembre 2008.

35. **Miras Y.**, Ejarque A., Riera S., Palet J.M., Orengo H., Euba I., 2008. Environnement et exploitation des vallées andorranes du Madriu-Perafita (Pyrénées Orientales) au cours de l'Holocène à partir des données paléoécologiques et archéologiques : genèse d'un paysage culturel de haute montagne. *Colloque International Q6 « Biodiversité au Quaternaire : climats, environnements et peuplements »*, Montpellier, 26-28 février 2008.

36. Ejarque A., **Miras Y.**, Riera S., Palet J.M., Orengo H., Euba I., 2007. Interactions homme/environnement au cours de l'Holocène et genèse d'un paysage culturel de haute montagne: les vallées du Madriu-Perafita-Claror (Andorre, Pyrénées orientales). *Symposium A.P.L.F.*, Toulouse, 2-4 octobre 2007.

37. **Miras Y.**, Prevosti M., 2007. L'archéologie du paysage dans le monde méditerranéen : l'apport des recherches paléoécologiques dans le programme Ager Tarraconensis. *Seminariis Internacionals d'Arqueologia Clàssica*, ICAC, Tarragone, 7 février 2007.

38. Riera S., Palet J.M., Ejarque A., **Miras Y.**, Euba I., Giralt S., Hernández A., Camarero L., Altuna M., 2006. Land uses and long-term shaping of cultural landscapes at high altitudes (Eastern Pyrenees). Study cases at the Madriu valley (Andorre) and La Vansa-Cadí (Alt Urgell, Catalonia). *UISPP XVth Congress*, Lisboa, 4-9 de septiembre del 2006.

39. **Miras Y.**, Riera S., Palet J.M., Ejarque A., Orengo H.A., Euba I., 2006. Occupation and exploitation of the high mountain in the Andorran Pyrenees (Vall Madriu): contribution of the Non-Pollen Palynomorphs studies – Preliminary studies. *2nd International workshop on Non-Pollen Palynomorphs*, University of Innsbruck, Austria, 28-30 august 2006.

40. Riera S., Ejarque A., Giralt S., Hernández A., Camarero L., Altuna M., Pla S., Palet J.M., Euba I., **Miras Y.**, 2006. Evolución paleoambiental de sectores altitudinales de los Pirineos Orientales durante los últimos 2000 años: cambios climáticos y actividad antrópica. El registro de Estany Blau (2471 m), vall del Madriu, Andorra. *XIII Congreso de la Asociación Española de Limnología*. Universitat de Barcelona, Barcelona. Julio 2006.

41. **Miras Y.**, Palet J.M., 2006. Formes d'ocupació de l'alta muntanya a partir de dades arqueològiques i paleobotàniques: estudis microregionals als Alps francesos i al Pirineu català. *Seminariis Internacionals d'Arqueologia Clàssica, Curs de Postgrau: « L'arqueologia del paisatge i els períodes històrics. Estudis microregionals »*, ICAC, Tarragona, 26 mai 2006.

Colloques nationaux (C-COM)

1. Mayoral A., Peiry J.L., Berger J.F., Vautier F., **Miras Y.**, 2016. Apports du LIDAR à la cartographie géomorphologique de détail et à l'analyse géoarchéologique de détail et à l'analyse géoarchéologique du Puy de Corent (Auvergne, France). *Journée des jeunes géomorphologues*, Chambéry, 30 juin 2016.

2. Chassiot L., Chapron E., Beauger A., **Miras Y.**, Albéric P., Ledoux G., Lajeunesse P., Schwab M., Develle A.-L., Arnaud F., Lehours A.-C., Jézéquel D., 2015. Contrôle climatique sur la sédimentation et la limnologie du lac Pavin (Auvergne) au cours des derniers 7000 ans. *15^e congrès biannuel de l'ASF*, Chambéry, 12-15 octobre 2015.

3. Chassiot L., Chapron E., **Miras Y.**, Simonneau A., Di Giovanni C., Tachikawa K., Lajeunesse P., Bard E., 2014. Approche quantitative de l'érosion des versants dans le Massif Central : étude comparée de la sédimentation des lacs de Guéry (1244 m a.s.l.) et de Montcineyre (1182 m a.s.l.). *24^e Réunion des Sciences de la Terre*, Pau, 27-21 octobre 2014.

4. Beauger A., Serieyssol K., **Miras Y.**, Lavrieux M., 2014. 6700 ans d'évolution enregistrée dans les sédiments du lac d'Aydat (Massif central français) observée grâce à une étude multi-proxies : couplage diatomées, pollen et fossiles non polliniques. *33^e colloque ADLaF*, MSH Clermont-Ferrand, 7-10 octobre 2014.

5. Beauger A., Riera Mora S., Julià R., **Miras Y.**, Llergo Y., 2014. Contribution de l'étude des diatomées de tourbières à l'identification des activités humaines et des impacts paysagers de haute altitude dans les Pyrénées orientales. *33^e colloque ADLaF*, MSH Clermont-Ferrand, 7-10 octobre 2014.

6. Chassiot L., Chapron E., Di Giovanni C., **Miras Y.**, Tachikawa K., Lajeunesse P., Alberic P., 2013. Caractérisation des remplissages sédimentaires lacustres en Auvergne : quelle sensibilité face aux séismes ? *14^e congrès de Sédimentologie*, Cité des Sciences, Portes de la Villette, Paris, 4-8/11/2013.

7. Flórez M., **Miras Y.**, Llergo Y., Beauger A., Julià R., Riera Mora S., Roussel E., Vautier F., Toumazet J.P., 2012. Genèse des paysages culturels de montagne sur la longue durée : apport d'une démarche interdisciplinaire. Cas d'étude pyrénéens et auvergnats. Congrès National : Quelles sciences humaines et sociales pour le 21^e siècle ? *Colloque Réseau des MSH*, Caen - 6 et 7 décembre 2012.

8. Nicolas V., Surmely F., **Miras Y.**, 2010. L'évolution des paysages et des architectures sur la planèze sud du Plomb du Cantal (Massif central, France) du 11^e au 19^e siècles : apport des données archéologiques, paléoenvironnementales et archivistiques. *135^e congrès des sociétés historiques et scientifiques « Paysages »*, Neuchâtel, 6-11 avril 2010.

9. **Miras Y.**, Ejarque A., Orengo H.A., Riera Mora S., Palet J.M., Poiraud A. 2010. Prehistoric impact on landscape and vegetation in East-Pyrenean high mountain (Perafita valley, Andorra) as inferred by palaeoecology and archaeology. *135^e congrès des sociétés historiques et scientifiques « Paysages »*, Neuchâtel, 6-11 avril 2010.

10. Servera G., Riera S., **Miras Y.**, Picornell Ll., Armentano N., Allué E., Esteve X., Boi M., 2009. Les plantes et la mort au Bronze Final sur l'Île de Minorque (Baléares, Espagne) : usage

des plantes, offrandes funéraires et symbolisme dans la nécropole collective de la grotte de « Cova des Pas ». *Prospectives en Paléontologie et Palynologie, XXI Congrès APLF*. Lille, 2-4 juin 2009.

11. Palet J.M., Riera S., Ejarque A., Euba I., **Miras Y.**, 2006. Nouvelles études multidisciplinaires sur l'évolution des paysages dans le versant sud des Pyrénées : les cas de la vallée de Madriu et de la Chaîne du Cadí. In: J.P. Métailié & D. Galop « Anthropisation et histoire de l'environnement dans les montagnes du sud de l'Europe. Bilan de synthèse ». *ACI Réseau des MSH*. Université Toulouse-Le Mirail, juillet 2006.

12. **Miras Y.**, Millet L., Guiter. F., Ponel Ph., Beaulieu J.L. de, Goslar Th., 2006. Dynamique des écosystèmes et impact de l'homme dans le secteur du col du Petit Saint Bernard au cours de l'Holocène. *Séminaire de clôture du projet « Alpis Graia : Archéologie sans frontière au col du Petit Saint-Bernard »*, Aoste, 2-4 mars 2006.

13. **Miras Y.**, 2004. Histoire de l'environnement du plateau de Millevaches. Conférence, *Fondation M. Vazeilles*, 15 mai 2004.

14. **Miras Y.**, 2003. Vers une reconstruction de l'évolution des activités agricoles en Auvergne et en Limousin. *Séminaire de Pierrefort*, 19-20 juin 2003.

15. **Miras Y.**, 2002. Plus de 6000 ans d'histoire paléoenvironnementale sur le plateau de Millevaches. *Journée d'étude de l'Association des Antiquités Historiques du Limousin*, Limoges (CRDP), 15 décembre 2002.

16. **Miras Y.**, 2001. L'histoire de la végétation sur le plateau de Millevaches au travers de l'analyse pollinique de la tourbière du Longeyroux (Corrèze). *Forum des Jeunes Chercheurs*, Besançon, 14-15 Juin.

17. **Miras Y.**, Vergne V., Guenet P., 2001. Les enregistrements polliniques en tourbières. Des impacts anthropiques en Limousin et en Auvergne, *XVIIème Symposium APLF*, Arles, 24-26 septembre.

18. Vergne V., **Miras Y.**, Guenet P., 2001. Les premières traces d'anthropisation dans le Massif central par l'étude paléocéologique des tourbières. *XVIème rencontres annuelles du Groupe d'Etude des Tourbières*, Maison forestière de Puéchagut, massif des Cévennes, 16-19 Juillet 2001.

19. **Miras Y.**, 2000. La paléocéologie : exemple de la pollenanalyse. *Les Créanauts*, Conseil Régional Limousin, Limoges, Septembre 2000.

20. **Miras Y.**, 2000. Pour une histoire de la végétation sur le plateau de Millevaches : méthodologie, concept et premiers résultats. *Journée d'étude de l'Association des Antiquités Historiques du Limousin*, Limoges (CRDP), 10 décembre 2000.

Communications par affiche dans un congrès international ou national (C-AFF)

1. Defive E., Barra E., Beauger A., Berger J.F., Blanc E., Bouvard E., Braucher R., Cabanis M., Delvigne V., Dendievel A.M., Dumoulin F., Fournier C., Gaertner V., Garcia I., Garreau A., Goubet P., Grégoire F., Guilbert J., Guillon H., Gunnel Y., Lafarge A., Liabeuf R., Lugan M., **Miras Y.**, Nomade S., Notebaert B., Peignelin C., Poiraud A., Raynal J.P., Renault A., Rondeau C., Sanial B., Vidal N., Vermoux C., Voldoire O., Voruz J.L., 2016. Enregistrements holocènes des flux hydro-sédimentaires dans les têtes de réseau du bassin supérieur de la Loire (Massif central, France). *Colloque Q10 – AFEQ – CNF INQUA « Paléoclimats et environnements quaternaires »*, Bordeaux, février 2016.
2. Mayoral A., Berger J.F., Peiry J.L., Poux M., Milcent P.Y., Vautier F., **Miras Y.**, 2016. Approche des forçages anthropo-climatiques des paysages protohistoriques du plateau de Corent (Auvergne) et de ses marges par l'analyse de registres sédimentaires palustres complémentaires. *Colloque Q10 – AFEQ – CNF INQUA « Paléoclimats et environnements quaternaires »*, Bordeaux, février 2016.
3. Daura J., Sanz M., Ramos J., Julià R., Riera Mora S., **Miras Y.**, Allué E., Picornell L., Domènec R., Fornos J.J., Lopez Reyes E., 2015. Palaeoenvironmental reconstruction of the Llobregat River between VI to IV millenia cal BP from the Cal Maurici sediment archives (Barcelona, North-East Iberian Peninsula). *Progress in Quaternary archive studies in the Iberian Peninsula*, Sevilla, Spain, march 12-13.
4. Mayoral A., Peiry J.L., Berger J.F., Poux M., Milcent P.Y., Vautier F., **Miras Y.**, 2014. An integrated geoarchaeological approach to assess human forcing on landscape: evolution of an Iron Age oppidum (Auvergne, France). *XVII World UISPP congress*, session 46 « Iron Age communities in western-central Europe: new approaches to landscape and identity », Burgos, Spain, 1-7 septembre 2014.
5. Lefeuvre M., Flórez M., **Miras Y.**, Vautier F., Dousteysier B., Roussel E., Toumazet J.P., 2013. Genesis of a cultural landscape: the Chaîne des puys (Massif central, France). *Colloque MI-NaH – Managing Inhabited Natural Heritage*, Clermont-Ferrand, France, 11-13 septembre 2013.
6. Defive E., Gunnel Y., Guilbert J., Poiraud A., **Miras Y.**, Berger J.F., Cubizolle H., 2013. Response of upland catchments to environmental change in a temperate highland setting: initial results from the Velay, Massif Central, France. *8th International conference of Geomorphology « Geomorphology and sustainability »*, Paris, France, 27-31 august.
7. Flórez M., **Miras Y.**, Llergo Y., Beauger Y., Julià R., Riera Mora S., Goubet P., 2012. Genèse des paysages culturels de montagne sur la longue durée: apport d'une démarche pluridisciplinaire: cas d'études pyrénéens et auvergnats. *1^{er} congrès du Réseau National des Maisons des Sciences de l'Homme*, 6-7 décembre 2012, Caen, France.
8. Ejarque A., **Miras Y.**, Steiger J., Beauger A., Voldoire O., Peiry J.L., Vautier F., Serieyssol K., 2011. 2000 ans de paléodynamique fluviale et d'histoire du paysage dans la plaine alluviale

de l'Allier révélés par l'analyse multi-proxy de 2 paléochenaux (Auvergne, France). *XXII^e Symposium de l'APLF*, Meudon Bellevue-Paris, France, 19-22 septembre 2011.

9. Riera S., Ejarque A., **Miras Y.**, Picornell Ll., 2007. Le signal-paléo-incendie entre mer et montagne dans le NE de la Péninsule ibérique: résultats préliminaires des études paléoécologiques menées dans les Pyrénées et sur le littoral catalan. *Table ronde «Feux de végétation actuels et passés» Réseau Thématique Pluridisciplinaire EDD & SHS*, Besançon, France, 28-29 janvier 2008.

10. Bordon A., Peyron O. & **pollen Contributors**, 2007. A new modern pollen-climate dataset. *Open Scientific Meeting of the European Pollen Database*, IMEP-Université P. Cézanne, Aix-Marseille, France, 7-12 mai 2007.

11. Walter-Simonnet A.-V., Bossuet G., Rossy M., Adatte T., **Miras Y.**, Bégeot C., Ruffaldi P., Vannièr B., Magny M., 2005. Spatialisation de retombées de cendres volcaniques durant le Tardiglaciaire et l'Holocène: quelques exemples d'enregistrements lacustres du Jura suisse au Massif central français. *Colloque de l'Association des Sédimentologues Français, ASF 2005*, Giens, 11-13 octobre 2005.

12. Bordon A., Peyron O., Lezine AM, Denèfle M and **EPD members** (Begeot, C., Miras, Y. etc), 2004. Quantitative reconstruction of the Lateglacial to Holocene climate at Lake Maliq, Albania, from pollen data: role of modern pollen analogues in quantitative reconstruction. *International Palynological Congress (IPC 2004)*, Grenade, Spain, 4-9 juillet 2004.

13. Diot M.-F., **Miras Y.**, Pontet A., 2003. Analyse pollinique de l'ancien étang de la villa gallo-romaine des Cars (plateau de Millevaches, Corrèze, France). *Colloque GMPCA, Archéométrie*, Bordeaux, France, 15-17 avril 2003.

14. **Miras Y.**, Laggoun-Defarge F., Guenet P., Richard H., 2002. Multi-disciplinary approach to changes in agro-pastoral activities since the Subboreal in the surroundings of the «narse d'Espinasse» (Puy de Dôme, French Massif Central). *Colloque INQUA/AFEQ*, Aix-en-Provence, France, 24-26 Janvier.

15. Laggoun-Defarge F., Guillet B., Beaulieu J.-L. de, **Miras Y.**, Reille M., 1998. Origin and depositional conditions of organic matter accumulated during the Subboreal/Subatlantic in the Narse d'Espinasse (Massif central). Palaeoenvironmental reconstruction. *Congrès mondial de Sciences du Sol*, Montpellier, France, 20-26 août 1998.

I.13.2.9. Séminaires et tables-rondes

1. Rendu C., **Miras Y.**, 2015. Habiter la montagne. Débat pour Archéopages: « Terres inhospitalières », 38: 48-55.

/ 2

INTRODUCTION GÉNÉRALE

« *Caminante, no hay camino,
Se hace camino al andar.* »¹

Antonio Machado
Poema XXIX
Proverbios y Cantares
Campos de Castilla
1917

Or plus de 15 années de recherche en palynologie déjà parcourues ! Antonio Machado m'interpelle et je ressens le besoin de poser la besace – juste un instant – et de prendre du recul pour continuer de savoir marcher encore. Il y a 15 ans, ce n'était pas le paysage sauvage de Castille que j'avais devant les yeux mais celui, plus rond et rassurant, de Corrèze où je démarrais ma thèse de doctorat sous la direction de Hervé Richard et de Pascal Guenet. Reconstruire l'histoire de la végétation de l'ouest du Massif central au cours de l'Holocène était le premier objectif, ce qui s'avérait judicieux dans la mesure où cette zone était celle qui avait été le moins explorée par les recherches antérieures (Denèfle et al., 1980 ; Guenet, 1993), notamment par le laboratoire de Botanique Historique et Palynologie de l'université d'Aix-Marseille (Reille et al., 1992). Mais il s'agissait plus profondément de s'inscrire dans un courant de la recherche palynologique, né en Europe centrale et septentrionale à la fin des années 80 et le début des années 90, proposant de dépasser la « mission primitive » de la palynologie – à savoir la reconstitution de l'histoire de la végétation et des paléoclimats – pour positionner cette discipline comme « *clairement anthropocentrée* » comme le formulera plus tard D. Galop (2000). A cette période, différents auteurs (entre autres : Berglund, 1991 ; Birks et al., 1988 ; Behre, 1981, 1988 ; Moe et al., 1988 ; Oeggl, 1994 ; Vuorela, 1986), dans la ligne droite du précurseur qu'est Iversen (1941), confèrent à l'analyse des grains de pollen et des spores un nouveau statut de science « carrefour » à l'exacte croisée des chemins entre les sciences environnementales (paléobotanique, écologie historique, géographie physique) et les sciences humaines et sociales (archéologie principalement). Ce n'est plus tant la simple reconstitution des environnements des sociétés humaines qui motive alors l'analyse pollinique que la compréhension

¹ « Voyageur, il n'y a pas de chemin,
Le chemin se fait en marchant. »
(Traduction Gallimard, 1973).

de la construction d'un paysage dit « culturel » car modelé au cours du temps par l'exploitation des ressources naturelles en lien avec l'occupation d'un territoire. Ce courant diffuse en France, en zone de montagne, dans la seconde moitié des années 90, avec ses spécificités, sous l'impulsion première de palynologues français comme H. Richard, autour des lacs jurassiens et sur les questions de néolithisation (Richard, 1994), ou D. Marguerie (1991), dans le Massif armoricain. Didier Galop (1998), dans le massif Pyrénéen, empreint de l'héritage de G. Bertrand (Bertrand G. et C., 1975), donne une dimension supplémentaire – la dimension spatiale – à cette nouvelle approche palynologique dite éco-historique – actée dès 1993 par J.L. de Beaulieu (1994) – mais qui n'avait encore que trop tendance à se focaliser uniquement sur la dimension temporelle. L'approche multidisciplinaire entre palynologie et archéologie devient dès lors un « classique » mais dans la thèse de D. Galop, c'est l'ambition interdisciplinaire qui est en germe. La confrontation disciplinaire entre sciences paléoenvironnementales / géoarchéologiques et sciences humaines et sociales (archéologie et histoire) est certes un progrès mais elle ne suffit plus. C'est une réelle intégration disciplinaire qui prend le relai à la fin des années 90 pour retracer et spatialiser les processus d'anthropisation des espaces, pour reconstruire toute la diversité des pratiques territoriales et les transformations environnementales associées (Galop, Rendu, 2001). Dès lors, la brèche est ouverte et nous sommes nombreux à nous y engouffrer, dès le début des années 2000, particulièrement sur les espaces montagneux (par exemple, Jura : Gauthier, 2001 ; Alpes : Tinner et al., 2003).

Pour ce qui me concerne, je concentre alors mes recherches sur l'Auvergne et le Limousin qui n'avaient jusqu'alors jamais fait l'objet de telles recherches (Miras, 2004). Le nombre de ces recherches palynologiques ira *en crescendo* durant toute la décennie et nous ne pouvons citer ici que quelques exemples (Massif central : Faure, 2012, Jouffroy-Bapicot, 2010, Prat, 2006, Pulido Avil, 2006, Servera-Vives, 2014 ; Alpes : Court-Picon, 2007, Dietre, 2013 ; Jura : Murgia, 2016 ; Pyrénées : Ejarque, 2009). La plupart de ces travaux concernent les espaces de montagne car ils sont des terrains privilégiés de recherche pour aborder les questions du peuplement et de l'évolution des systèmes agropastoraux et/ou d'exploitations spécialisées (activités minières et métallurgiques par exemple). En effet, outre leur extraordinaire potentiel en milieux appropriés aux études paléoécologiques (lacs, tourbières etc.), les espaces montagnards offrent une diversité et une structuration particulière des ressources naturelles dans l'espace (étagement) et dans le temps (saisonnalité). Cela débouche sur un éventail important de relations entre sociétés, pratiques et environnement. De plus, la montagne constitue un milieu de haute sensibilité devant les changements environnementaux, tant d'origine climatique qu'anthropique. Pour mes recherches, j'ai tiré parti de cette sensibilité car elle me permet une analyse à haute résolution des transformations environnementales passées. Par ailleurs, depuis plusieurs décennies, de nombreux programmes de recherches pluridisciplinaires et focalisés sur l'analyse des interactions sociétés-milieu (programmes PIREN et PEVS du CNRS, Pavé et al., 2001, Richard (ed.), 2004 ; programme ECLIPSE 2000-2007 du CNRS, ACI « *Anthropisation des montagnes du sud de l'Europe* » (dir. J.P. Métaillié & D. Galop, entre autres), étaient en train de démontrer que les montagnes, contrairement à une idée ancienne, constituaient une mosaïque de paysages humanisés, de territoires culturels, occupés précocement, mais également transformés et donc conceptualisés par les différentes sociétés au cours des millénaires (entre autres : Palet, 2005 ; Palet et al., 2007 ; Rendu, 2003 ; Walsh, 2005 ; Walsh, Richer, 2006, Surmely et al., 2009).

Dans ce nouveau champ thématique, mon ambition – partagée par d'autres – a été de dépasser la simple caractérisation des impacts anthropiques pour atteindre celle des systèmes d'exploitation et, dans une démarche interdisciplinaire à large spectre, la gestion sociale et technique d'un territoire. Ceci a nécessité d'adapter l'approche palynologique et 2 aspects m'ont semblé d'emblée fondamentaux pour lever certains verrous (Miras, 2004; Miras et al., 2007a). Il s'agit en premier lieu de la haute résolution d'analyse temporelle qui permet de reconstruire une rythmicité des emprises et déprises agricoles la plus complète possible sur la longue durée. La haute résolution spatiale s'y ajoute et qui consiste : (1) à multiplier les sites d'études palynologiques sur un petit espace pour pouvoir dégager à la fois les similarités mais aussi les disparités dans les processus d'anthropisation et d'aborder ainsi les notions d'intensité, de diversité et de mobilité des pratiques ; (2) de jouer sur la complémentarité entre les longues séquences – permettant de retracer l'évolution de la végétation régionale – et les « bons enregistreurs » des vicissitudes de l'occupation humaine sur son environnement végétal – enregistrements sédimentaires dilatés des périodes anthropisées et/ou proches des sites archéologiques. En second lieu, je m'inscris alors dans une démarche qui propose de revisiter, dans ce nouveau prisme thématique, les fondamentaux de la discipline palynologique – qui est par essence même une discipline de botanique – pour dépasser certaines difficultés comme celle de la représentativité spatiale et de la signification locale des indicateurs polliniques d'anthropisation. La réorientation des référentiels polliniques, fondé sur l'analyse des rapports entre végétation, dynamiques phytosociologiques et pluie pollinique actuelle, et qui étaient tombés quelque peu en désuétude en France mais pas en Europe du Nord (Gaillard et al., 1992), sur les questions d'anthropisation a permis des avancées majeures comme la mise au jour de groupements fonctionnels, spécialisés et spatialisés des différentes pratiques agrosylvopastorales et des formes paysagères (entre autres, Brun, 2007; Court-Picon et al., 2005, 2006; Mazier et al., 2006, 2009; Miras, 2004, 2009, Räsänen, 2001) ou bien comme les premières restitutions quantifiées de la végétation passée (entre autres, Bröstrom et al., 1998; Gaillard et al., 2008; Mazier, 2006)

L'intégration toujours plus avancée entre les sciences paléoenvironnementales et les sciences humaines et sociales – au premier des rangs desquelles il faut citer l'archéologie du paysage – a progressivement mis au jour la nécessité d'analyser les paysages de montagne comme des constructions humaines d'une grande variabilité résultant d'une utilisation de l'hétérogénéité des milieux. Cette variabilité des paysages végétaux de montagne, pourtant pressentie dès les années 90 par certains auteurs (Galop, Jalut, 1994), n'est réellement investiguée par la palynologie qu'une dizaine d'années plus tard. Mes recherches s'attachent alors à reconstruire à haute résolution spatiale des mosaïques paysagères (Ejarque, 2013; Ejarque et al., 2010) qui reposent sur des mises en valeur, différenciées sur les plans spatial et temporel, et mises au jour par l'essor d'une véritable archéologie de la montagne (Gassiot et al., 2010; Mocchi et al., 2005; Orengo, 2010; Palet et al., 2007; Rendu, 2003; Rey et al., 2014; Surmely et al., 2009). Mon travail s'organise désormais en une multiplication de fenêtres d'études micro-locales et interdisciplinaires pour retracer la co-évolution sociétés / environnement dans toute son ancienneté et sa complexité (Miras et al., 2013). L'appréhension de la variabilité paysagère à une échelle régionale voire macro-régionale passe alors par l'inter-corrélation de ces fenêtres d'étude micro-locale (Davies, Tipping, 2004; Davies, 2007).

C'est donc l'appréhension des paysages comme des complexes de systèmes socio-écologiques qui motivent mes recherches en étudiant leur évolution sous le joug des activités humaines et des fluctuations climatiques. Ce champ thématique a donné une nouvelle impulsion à l'intégration interdisciplinaire et le maître mot devient « la complémentarité » : entre disciplines, entre indicateurs etc. Chacun, conscient des apports, mais aussi des limites de sa discipline, admet que ce saut conceptuel ne peut être fait que dans l'échange, la confrontation ou la comparaison. Ainsi, si la palynologie fut longtemps la pièce maîtresse – parfois unique – dans la recherche paléoenvironnementale sur l'évolution des paysages de montagne (par exemple, Jalut et al., 1984 ; Moe, Hjelle, 1999 ; Moe et al., 2007), l'analyse palynologique ne devient alors qu'une démarche parmi d'autres, le grain de pollen qu'un indicateur parmi d'autres. Plus aucune discipline n'a de monopole et c'est désormais l'ensemble, fondé sur la complémentarité, qui constitue la colonne vertébrale. Ce changement de paradigme explique l'âge d'or des études, non seulement pluri- ou interdisciplinaires, mais encore – et surtout ! – pluri-indicateurs ou dites « multi-proxies » (exemples parmi les premières publications en zone de montagne Argant et al., 2006 ; Riera et al., 2009 ; Vannièrre et al., 2001 ; Walsh et al., 2005 ou parmi les plus récentes : Kothieringer et al., 2015). C'est pleinement dans ce courant que j'inscris mes activités de recherches dans la moyenne montagne du Massif central (Miras et al., 2004a ; Miras et al., 2015a) ou la haute montagne pyrénéenne (Ejarque et al., 2009, 2010 ; Miras et al., 2007b, 2010a, 2015b). Ce courant draine avec lui la recherche de nouveaux indicateurs paléoenvironnementaux (exemples des biomarqueurs moléculaires : Lavrieux et al., 2013 ou de l'ADN des archives sédimentaires : Etienne et al., 2015 ; Giguët-Covex et al., 2014). Pour ce qui me concerne, partant de travaux menés sur différents étangs et tourbières (Michelin et al., 2001 ; Shotik et al., 2001), je me suis d'abord intéressé à l'étude de grandes variations des teneurs en éléments chimiques, sous forme dissoute et particulaire, des sédiments pouvant témoigner d'une intensification du phénomène érosif dans le bassin versant, due aux défrichements et/ou aux variations climatiques (Miras et al., 2003, Miras, 2004). Je suis aujourd'hui partie prenante dans la recherche qui, sous l'impulsion de B. van Geel (van Geel et al., 1972 ; van Geel, 2001) d'abord, puis de J.N. Haas (Haas, 1996) et J.A. Lopez-Saez (Lopez-Saez et al., 1998), porte sur les micro-fossiles non polliniques ou MNP (entre autres, spores fongiques ou différentes formes de résistance du phyto- et du zooplancton). Le recours à ces nouveaux bio-indicateurs est aujourd'hui quasiment systématique ce qui explique le nombre considérable de publications les concernant (par exemple, Haas (ed.), 2010). Il faut dire que les apports de ces indicateurs très complémentaires aux grains de pollen et aux spores de végétaux sont nombreux : (1) en tant qu'indicateurs locaux, ils constituent une indéniable contribution à la spatialisation du signal pollinique (exemple des spores de champignons parasites et saprophytes des grands arbres, Miras et al., 2015a) ; (2) grâce à leur écologie, ils permettent de préciser les interprétations paléoenvironnementales issues du signal pollinique (présence de bétail en lien avec l'existence de spores de champignons coprophiles – Davis, Shaffer, 2006 – ou bien des assemblages paléolimnologiques caractéristiques de phases anciennes d'eutrophisation, Hillbrand, 2014 ; Miras et al., 2015). Cette recherche n'en est qu'à son début comme en témoignent les premiers travaux de calibration qui commencent à se multiplier (Cugny et al., 2010 ; Etienne et al., 2013 ; Lopez-Vila et al., 2014) et auxquels je participe (Ejarque et al., 2011). Mais cette recherche reste encore largement à développer et de nombreuses questions demeurent notamment quant à leur représentativité ou à leur potentiel paléoécologique (exemple des œufs de rotifères, Miras et al., 2015a). Cette voie assurée-

ment d'avenir constitue un axe de recherche fondamentale pour la palynologie à court terme. Ceci est d'autant plus vrai que les MNP permettent de renforcer l'apport de la recherche palynologique à la compréhension de l'évolution de la structure et du fonctionnement d'un écosystème (écosystème aquatique et évolution de la qualité des eaux par exemple, Miras et al., 2015a) ou d'un complexe d'écosystèmes (évolution de la biodiversité végétale dans les prairies d'altitude pyrénéennes par exemple, Galop et al., 2011). Or, il est communément admis aujourd'hui que l'histoire de la gestion passée des écosystèmes régit fortement leur fonctionnement actuel (Dearing et al., 2011). Dans un contexte de changement global, la prise en compte de cette accumulation d'impacts (naturels et/ou anthropiques) ou héritages est donc indispensable pour leur gouvernance et pour la simulation de leur dynamique future (Dearing et al., 2006). L'enjeu est donc maintenant de pouvoir intégrer leurs effets à long terme (sur la biodiversité et sur le fonctionnement) dans l'analyse de la vulnérabilité actuelle de ces systèmes écologiques (Turner et al., 2003). Cette nouvelle étape qui se profile ici pour la recherche palynologique est le défi de la transdisciplinarité, au sens de Piaget (1970) ambitionnant une explication du monde présent, et qui passe indubitablement par un fort rapprochement entre paléoécologie et néoécologie (Reitalu et al., 2014 ; Rull, 2014). Tous mes travaux les plus récents s'inscrivent dans ce courant (Miras et al., 2013 ; Miras et al., 2015a) qui reste néanmoins encore largement à développer.

La nécessité que je ressens à écrire ce mémoire d'HDR puise dans ce mouvement de fond précédemment décrit et dans lequel je m'inscris depuis plus de 15 ans. Elle s'explique aussi par le besoin de prendre un recul nécessaire sur ces années de recherche afin de créer les conditions favorables pour donner une nouvelle impulsion à mes directions de recherche, notamment la direction de doctorants, que je souhaite transdisciplinaires. Ce temps de bilan, de maturation et de perspectives me paraît indispensable à mener maintenant pour affronter tous les challenges de la recherche paléoenvironnementale qui m'intéressent dans le futur. Il sera temps ensuite de reprendre la route !

3

HISTOIRE DE LA VÉGÉTATION ET PROCESSUS D'ANTHROPISATION DANS LE MASSIF CENTRAL

Le Massif central en général, l'Auvergne et le Limousin en particulier, par leur très grande richesse en tourbières et en lacs, constituent un champ d'investigation palynologique privilégié. Aussi, ce secteur a attiré les tous premiers pollenanalystes, puisqu'une des premières analyses polliniques publiées en France (Denis et al., 1927) concerne une tourbière auvergnate. À d'autres pionniers, tels Georges et Camille Dubois (Dubois, Dubois, 1944; Dubois et al., 1945) et Georges Lemée (1939), ont succédé plusieurs grands palynologues : Lang et Trautman (1961), Janssen et van Straten (1982). Grâce à la somme colossale des travaux du Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie de l'Université d'Aix-Marseille (voir notamment : Beaulieu et al., 1982 et 1985; Coûteaux, 1984; Reille et al., 1985 et 1992; Guenet, 1986 et 1993), à laquelle on peut ajouter les recherches de Michèle Denèfle (Denèfle et al., 1980), Marie-Françoise Diot (Allée et al., 1997), Virginie Vergne (1989) et Jacqueline Argant (Trément et al., 2002), les grandes lignes de l'histoire de la végétation du Massif central depuis le Tardiglaciaire ont été retracées (Reille et al., 1992) même si des disparités géographiques existaient et qu'il s'agissait de combler (exemple de l'ouest du Massif central). En outre, même si ces travaux ont livré un ensemble important d'informations permettant de caractériser l'impact de l'homme sur la végétation (Guenet, 1992), un grand nombre de ces analyses polliniques n'étaient que d'un apport limité pour l'étude des processus d'anthropisation de la montagne : nombreuses distorsions géographiques, datations insuffisantes et/ou incertaines et concernant rarement des échantillons postérieurs à 4000 BP, de trop rares croisements entre données archéologiques et paléoenvironnementales etc. Aussi, l'acquisition de nouvelles données polliniques dans ce cadre problématique s'avérait – et s'avère toujours – à la fois pertinente et nécessaire.

C'est dans le cadre de ma thèse de doctorat, soutenue en 2004, que j'ai démarré mes analyses polliniques dans le Massif central. J'ai réalisé alors une importante campagne d'analyses palynologiques (études des grains de pollen et des spores de végétaux) sur le plateau de Millevaches (Miras, 2004) (fig.4.). Une haute résolution d'analyse a présidé à ces études tant sur le plan spatial (approche micro-régionale) que temporelle, ce qui m'a permis d'obtenir un **modèle précis d'évolution de la végétation sur tout l'Holocène**. J'ai mis en perspective ces résultats soit avec des secteurs périphériques d'altitudes plus basses (monts d'Ambazac, plateaux de Tulle) soit avec d'autres secteurs plus intérieurs du nord du Massif central (massif du Cantal et Chaîne des Puys, Miras et al., 2004a) afin de dégager les particularités de cette dynamique de la végétation – notamment des différents groupements forestiers – développée au cours des millénaires sous l'influence conjuguée des fluctuations climatiques et des activités humaines (Miras et al., 2011).

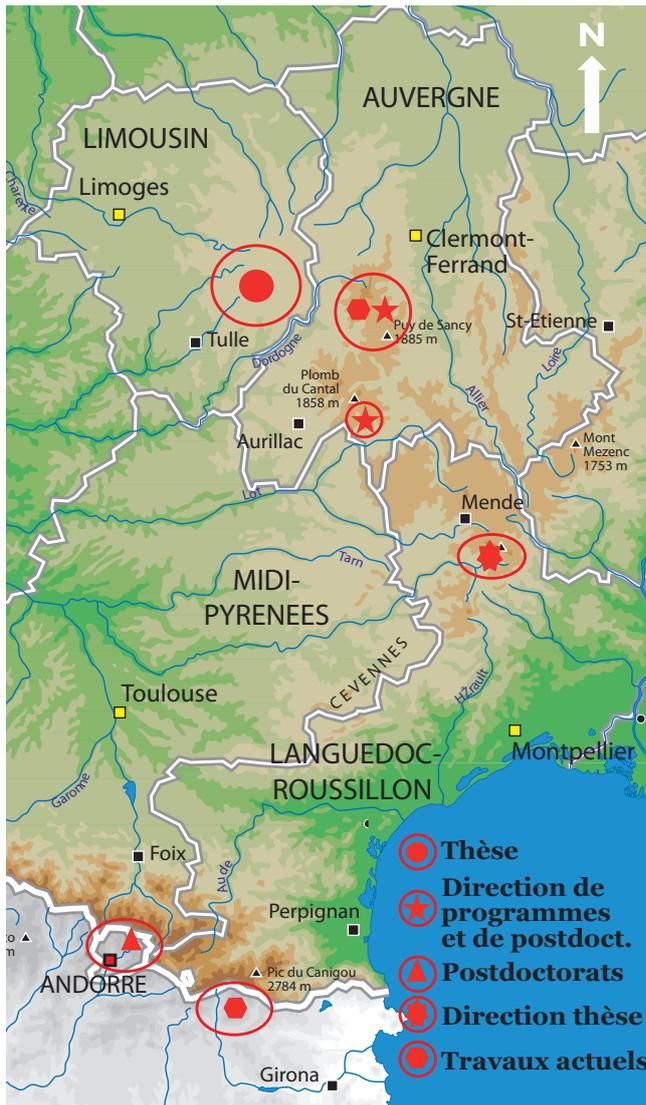


Figure 4. Localisation des travaux de recherche réalisés ou dirigés.

3.1. Une dynamique singulière de la végétation au cours de l'Holocène sur le plateau de Millevaches

Une **dynamique naturelle de la végétation particulière individualise** le plateau de Millevaches par rapport au reste du Massif central (fig.5.). Nous relèverons ici quelques faits marquants :

- Le bouleau est le principal acteur de la première dynamique forestière de l'Holocène. Il domine assez largement le pin dans ces premiers boisements dont le recouvrement régional devait être malgré tout limité. La steppe herbacée riche en armoise et caractéristique du Tardiglaciaire disparaît progressivement mais irréversiblement.
- Le chêne et le noisetier démarrent leur extension de manière simultanée à partir de ca 10500-10150 cal BP alors que partout ailleurs dans le Massif central, une dynamique forestière pionnière, réponse au réchauffement climatique holocène, est d'abord favorable au chêne entre ca 11000 et 10000 cal BP (Reille et al., 1992). Toutefois, dans les 2 secteurs, ce sont bien

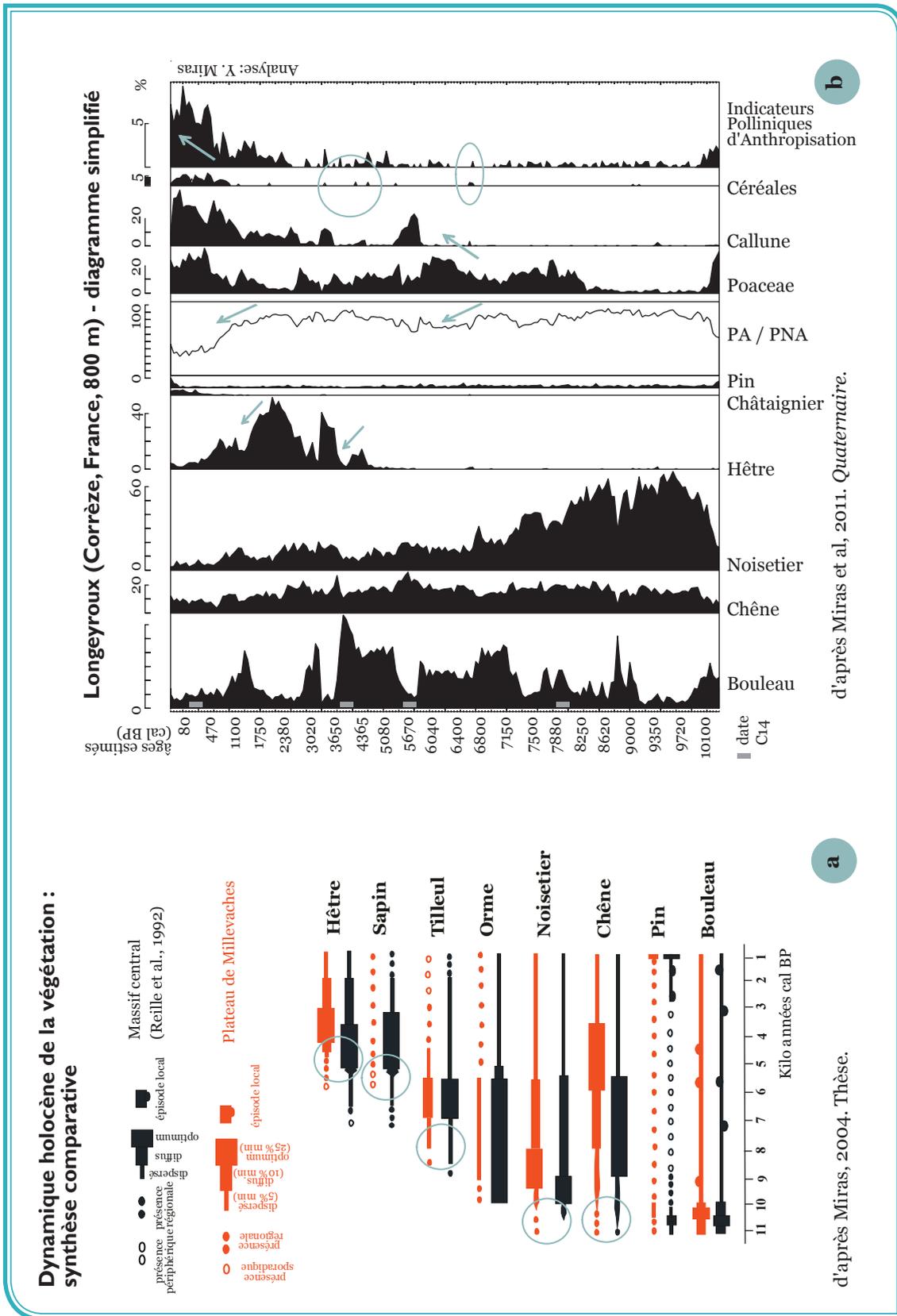


Figure 5. a. Dynamique holocène de la végétation sur le plateau de Millevaches et comparaison avec le reste du Massif central. b. Diagramme pollinique simplifié de la tourbière de Longeyroux (Saint-Merd-les-Oussines, Corrèze, France, 800 m).

les formations à noisetier qui dominant régionalement la végétation à partir de ca 9500 cal BP. Cette domination perdurera de manière tout à fait exceptionnelle dans le Massif central jusque vers 8400-8200 cal BP. Dans le même temps, l'orme se développe devenant ainsi le second grand arbre mésophile à s'installer.

- Les formations forestières se réorganisent autour de ca 8100-7650 cal BP avec une progression des chênaies, soulignant l'entrée dans l'optimum climatique postglaciaire, avec une infiltration substantielle mais retardée du tilleul puisque celle-ci se déroule entre 7950 et 7400 cal BP (Guenet, 1993). Le plateau de Millevaches correspond à la zone d'installation du tilleul la plus tardive. Ce n'est en définitive qu'à partir de 7500-7300 cal BP que s'étendent de véritables chênaies diversifiées à tilleul mais également à frêne ou à érable. En revanche, l'orme disparaît peu à peu.
- La dynamique du hêtre est retardée, progressive et subdivisée en 3 phases. Son arrivée se fait entre ca 5600 et 5500 cal BP soit près de 700 ans de retard par rapport à la haute-Auvergne. Les constitutions des premières chênaies-hêtraies sont postérieures à ca 4800/4400 cal BP et ce n'est qu'après ca 3900/3500 cal BP que les premières hêtraies et hêtraies-chênaies sont régionalement dominantes. Un déterminisme climatique, notamment pour son installation différée a toujours été avancé par le passé dans le sens où la péjoration climatique de la mi-Holocène (Magny & Haas, 2004) n'avait peut-être pas été suffisante pour entraîner un net recul du chêne au profit du hêtre, et ce d'autant plus que son installation suit clairement dans le Massif central, un gradient altitudinal orienté Est-Ouest. Or, mes données polliniques indiquent des épisodes de défrichements à partir du Néolithique final et surtout du Bronze ancien, périodes durant lesquelles une rupture assez nette dans l'extension du hêtre est révélée. Ces données révèlent ainsi une contribution anthropique à cette installation différée du hêtre sur le plateau de Millevaches. Les sociétés de la fin de la Préhistoire et du début de la Protohistoire ont eu un impact conséquent sur les populations de hêtre se mettant en place naturellement de façon déjà fort laborieuse.
- L'absence de développement du sapin constitue la dernière particularité de l'histoire de la végétation du plateau de Millevaches, singularité retrouvée pour l'ensemble du Limousin (Denèfle et al., 1980 ; Guenet, 1993), et qui s'explique probablement par une pluviosité insuffisante pour permettre un réel essor des sapinières.

3.2. Chronologie, rythmes et modalités de l'anthropisation de la Montagne limousine

Mes recherches paléoenvironnementales ont permis aussi de comprendre, pour la première fois en Auvergne et en Limousin, **l'impact des activités agropastorales sur la structure et la dynamique de la végétation sur la longue durée et d'analyser la genèse et l'évolution des paysages végétaux** de la moyenne montagne du Massif central. Pour cela, deux approches ont été menées de front :

- la calibration de notre signal pollinique pour une meilleure caractérisation palynologique des formes paysagères, des dynamiques phytosociologiques, des pratiques agrosylvopastorales et des différentes aires de captations polliniques de façon à aborder la spatialisation de nos données fossiles par la mise en place d'un référentiel actuel (Miras, 2009) (fig.6);
- une confrontation des données palynologiques obtenues avec les données archéologiques disponibles a été faite de manière systématique (Miras et al., 2007a).

Le principal résultat consiste en **une histoire environnementale scandée par des rythmes d'anthropisation** dont il a été possible de reconstruire la chronologie et les modalités (Miras et al., 2010b) (fig.5).

3.2.1. Des phases d'anthropisation anciennes

Des phases d'initiation de l'occupation agropastorale sont révélées par l'analyse pollinique au Néolithique ancien (ca 4400-4300 cal BC). Un éclaircissement forestier a permis l'installation de premières cultures. Les données archéologiques sont malheureusement trop lacunaires et anciennes pour permettre une comparaison avec les données paléoenvironnementales. Toutefois, le fait que plusieurs sites d'études témoignent de cet événement authentifie cette première phase substantielle d'empreinte environnementale et sa signification régionale, c'est-à-dire une fréquentation de l'ensemble du plateau de Millevaches par les sociétés du 5^e millénaire avant notre ère. Ces défrichements ne remettent toutefois pas en cause la dynamique naturelle de la végétation et des signaux d'abandon sont observés postérieurement ce qui s'accorde avec le caractère éminemment mobile que revêtent ces sociétés.

3.2.2. Des rythmes d'anthropisation d'intensité de plus en plus forte

Les données polliniques indiquent un essor assez remarquable de l'influence humaine sur la végétation au Néolithique final et au Bronze ancien ce qui s'accorde assez bien avec les données archéologiques – quoiqu'encore assez lacunaires pour ces périodes. Les réductions du domaine forestier sont plus prononcées particulièrement à partir de ca 1900-1500 cal BC et se généralisent sur le plateau de Millevaches, y compris sur les secteurs les plus septentrionaux.

De véritables seuils dans la pression anthropique sont ensuite mis au jour. Ils correspondent à des périodes où l'homme contrecarre la dynamique naturelle de la végétation. Au cours des 4^e-2^e siècles avant notre ère, l'environnement se transforme radicalement en raison d'une puissante politique de conquête de terres, à vocation agropastorale, sur les hêtraies et les hêtraies-chênaies en place. Cette période signe le démarrage désormais irréversible du développement des milieux ouverts herbacés d'altitude. Cette mise en valeur s'accélère ensuite durant la période gallo-romaine (particulièrement entre les 2^e et début du 3^e siècles de notre ère approximativement) ou le Moyen Âge central (particulièrement autour des 10^e-12^e siècles) avec la mise en place d'une



Prairie mésophile 3



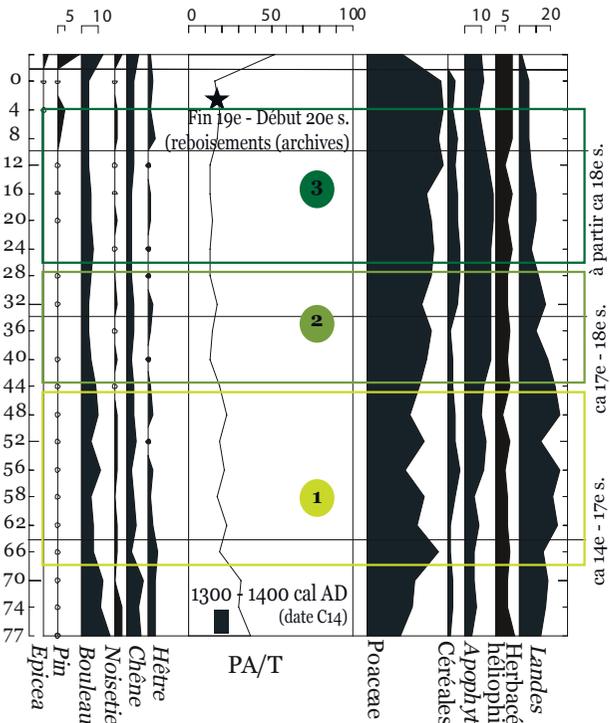
Pelouse sèche 2



Lande sèche à callune 1

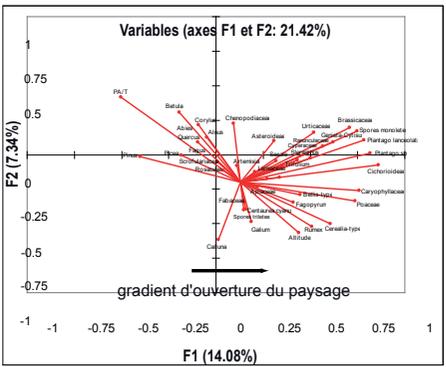
augmentation de la pression anthropique

Analyse pollinique du site des Cars (Corrèze, France) :
Ouverture paysagère
Emprise agricole
Évolution des milieux de pâtures

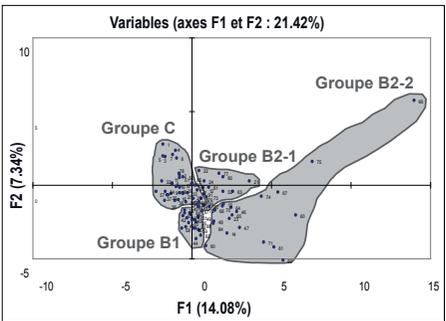


d'après Miras, 2004 et Diot et al., 2006.

Relations végétation, dynamiques phytosociologiques et pluie pollinique actuelles :
Calibration palynologique



groupements polliniques fonctionnels de formes paysagères



d'après Miras, 2004. Thèse.
 Miras, 2009, *Revue des Sciences naturelles d'Auvergne*.

Figure 6. Approche intégrée pour une meilleure caractérisation de l'évolution des paysages végétaux sur le plateau de Millevaches.

véritable polyculture céréalière (culture du seigle attestée dès le 3^e siècle de notre ère, culture du sarrasin probable dès cette période également, Diot et al., 2006) et une pratique pastorale d'ores et déjà suffisamment intensive pour provoquer un début d'épuisement des sols et le développement généralisé des landes qui vont dominer le paysage de la montagne limousine jusqu'à une période récente et où les formations forestières sont réduits à des lambeaux résiduels. Cette période est une phase charnière de l'histoire environnementale et rurale de l'ensemble du Limousin.

3.2.3. Des rythmes d'anthropisation progressivement révélateurs d'une gestion optimisée des milieux et d'une maturation des terroirs agropastoraux créés

Entre les 14^e et 17^e siècles approximativement, une accentuation des pratiques pastorales par ailleurs vraisemblablement mieux maîtrisées conduit à une profonde modification des milieux de pâture (fig.6.). Les landes sèches à callune commencent à régresser au profit des pelouses herbeuses plus intéressantes d'un point de vue agronomique. Puis, à partir de la fin du 17^e siècle et au cours du 18^e siècle approximativement, de pelouses, les milieux de pâtures se transforment progressivement en une formation prairiale à valeur agronomique plus élevée. Cette évolution se fait toujours au détriment d'ultime régression de la forêt, désormais réduite à de simples îlots probablement très localisés, et d'une extension des terres arables ensemencées en seigle et en sarrasin.

3.2.4. Des rythmes non linéaires

Différentes ruptures de la pression anthropique ont été mises au jour comme la déprise agricole du 3^e siècle de notre ère. Cette discontinuité agropastorale révélée par les données polliniques s'accorde avec les données archéologiques qui témoignent de profonds changements dans l'organisation territoriale à cette époque (abandon de nombreuses *villae* comme celle des Cars sur la commune de Saint-Merd-les-Oussines, Lintz, 1992). De même un recul agropastoral est possible autour de la transition entre les 13^e et 14^e siècles de notre ère. Sur le plateau de Millevaches, et à la différence d'autres massifs montagneux français comme le Jura (Gauthier, 2004), les sources historiques et des référentiels climatiques régionaux manquent cruellement pour proposer des explications valables à ces particularités de la dynamique agropastorale mises en évidence (guerres, épidémies de pestes ou entrée dans le Petit Âge Glaciaire par exemple) et pour mesurer le possible impact de ces aléas sur l'histoire agraire du plateau de Millevaches.

3.2.5. Conclusion

La comparaison entre nos deux fenêtres d'étude – Auvergne et Limousin – indique que l'anthropisation des espaces montagnards dans le Nord du Massif central se fait suivant un processus complexe. Ainsi, au cours d'une période, qui demande encore à être mieux cernée par des datations plus précises et systématiques, mais globalement entre 900 cal BC et le changement d'ère,

tous les sites auvergnats et limousins attestent de grandes vagues de déforestations. Néanmoins, la haute résolution d'analyse spatio-temporelle utilisée a permis de mettre en évidence des premières disparités locales pour son démarrage et sa réalisation. Si en Limousin, ces déforestations sont du second Âge du Fer, elles sont plus tardives en Auvergne : plutôt de la transition La Tène-période gallo-romaine dans la Chaîne des Puys (Miras et al., 2004a) ou à partir des 1^{er}-3^e siècles de notre ère dans le sud du Plomb du Cantal (Surmely et al., 2009). Cette déforestation paraît en revanche plus spécialisée qu'en Limousin puisqu'elle s'accompagne d'une recherche préférentielle de bois de sapin dans la Chaîne des Puys. L'ampleur, la durée, les modalités et les finalités de cet événement majeur – mais c'est transposable pour d'autres événements qui ont lieu à d'autres périodes – ne peuvent donc être analysés que si les paramètres sociaux et culturels sont pris en compte en plus des paramètres naturels.

La principale raison – et nos recherches le démontrent clairement – est que **dès le Néolithique, l'homme interfère de manière substantielle, rythmée et complexe sur les dynamiques de végétation**. Il est donc un **acteur conséquent dans l'organisation, la structuration et l'évolution des paysages** de montagne, qui doivent être appréhendés *de facto* comme des **complexes d'écosystèmes culturels dynamiques**.

Principales publications associées :

Diot M.-F., **Miras Y.**, Pontet A., 2006. Analyse pollinique de l'ancien étang de la villa gallo-romaine des Cars (plateau de Millevaches, Corrèze, France). Actes de la table ronde internationale de Pierrefort (Cantal) du 19 au 20 juin 2003 (dir. Y. Miras & F. Surmely). Collection Annales Littéraires, Série « Environnement, sociétés et archéologie », n° 799, *Presses Universitaires de Franche-Comté*, 101-113.

Miras Y., 2009. L'étude des relations entre végétation et pluie pollinique actuelle sur le plateau de Millevaches (Limousin, France) : outil pour une meilleure caractérisation pollenanalytique des formes paysagères et des pratiques agrosylvopastorales. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne*, 73 : 71-105.

Miras Y., Richard H., Guenet P., 2007a. Vers une reconstruction de l'évolution des activités agro-pastorales en Auvergne et en Limousin : éléments de réflexion méthodologique. Arts et cultures de la Préhistoire. Paris, *Ed du CTHS*, Documents préhistoriques, 24 : 319-332

Miras Y., Guenet P., Richard H., 2010b. La genèse du paysage culturel du plateau de Millevaches (Limousin, Massif central, France) : plus de 2000 ans d'histoire révélés par l'analyse pollinique. In : P. Grandcoing (dir.) : Paysage et environnement en Limousin, de l'Antiquité à nos jours, *Presses Universitaires de Limoges*, 99-124.

Miras Y., Guenet P., Richard H., 2011. Holocene vegetation, landscape and reconstruction of human activity from Prehistory to Roman times based on new pollen data performed in the « plateau de Millevaches » (Limousin, Massif Central, France). *Quaternaire*, 22, 2 : 147-164.

Miras Y., Laggoun-Défarge F., Guenet P., Richard H., 2004a. Multi-disciplinary approach to changes in agro-pastoral activities since the Subboreal in the surroundings of the « narse d'Espinasse » (Puy de Dôme, French Massif Central). *Vegetation History and Archaeobotany*, 13, 91-103. doi: 10.1007/s00334-004-0033-z



4

RECONSTRUCTION DIACHRONIQUE DES PAYSAGES CULTURELS MONTAGNARDS ET EXPLOITATION DES RESSOURCES NATURELLES



4.1. Introduction

Fort de ce constat, nous avons alors orienté nos recherches sur le postulat que la paléoécologie apporte des éléments essentiels à la compréhension des paysages actuels et à l'extrapolation de leur évolution future (Miras et al., 2013). L'enjeu est important car les écosystèmes montagnards combinent biodiversité et qualité environnementale et l'on attend d'eux qu'ils puissent rendre de précieux services écosystémiques aux sociétés d'aujourd'hui et de demain. Or ce sont des milieux d'une **grande vulnérabilité** (changement climatique, d'usages entre autres) qui **s'explique par la complexité des relations d'interdépendance sociétés-écosystèmes qui les ont modelés au cours du temps**. Dans un premier temps, une comparaison inter-régionale à l'échelle des montagnes de l'ouest européen (Alpes, Jura, Massif central et Pyrénées) a permis de mettre au jour de grands patrons communs dans l'anthropisation des paysages végétaux. **Ces phases clés dans l'histoire environnementale des espaces montagnards démarrent approximativement vers la moitié du 6^e millénaire avant notre ère, puis correspondent à des tranches chronologiques comprises entre ca 5300-4350 cal BP, ca 3900-3600 cal BP, ca 3000-2800 cal BP, ca 2050-1850 cal BP et ca 1000-800 cal BP** (Miras et al., 2004b). Cette première synthèse à l'échelle du territoire national s'inscrivait alors dans un courant de recherche interdisciplinaire entre les sciences paléoenvironnementales, la géographie physique et l'archéologie du paysage (Chapman, Gearey, 2000) et diachronique qui remettait en cause une conception ancienne de la montagne trop souvent considérée comme un espace clos, résiduel et souvent marginal. A l'inverse, l'ensemble de ces recherches a montré qu'elle constitue un espace occupé très précocement puis transformé par les différentes sociétés au cours des millénaires (entre autres parmi les travaux pionniers interdisciplinaires français : Davasse et al., 1997; Galop, Rendu, 2001; Rendu et al., 1996; Richard, Eschenlohr, 1998). Cette première synthèse montrait également que cette **matrice rythmique de l'emprise anthropique des espaces montagnards** était globalement **partagée par les montagnes de l'ouest européen** et rejoignait dans l'ensemble **les phases d'anthropisation mises au jour dans les zones de plus basse altitude** (Miras et al., 2004b).

Une fois ce constat établi et servant de point de départ, notre recherche a ensuite dévoilé une réalité plus complexe. Au sein même du Massif central, les investigations se multipliant, des disparités locales sont apparues quant aux premières traces d'anthropisation (Miras et al., 2005) ou aux phases ultérieures d'impacts sur l'environnement végétal principalement dus aux activités agrosylvopastorales (Miras et al., 2007a). Ceci a alors démontré que l'approche spatiale à petite échelle – ou macro-régionale voire inter-massifs montagneux – n'était pas suffisante ou,

plus exactement, qu'un emboîtement d'approches spatiales à grande échelle – c'est-à-dire micro-locale – était plus adaptée pour pouvoir à la fois dégager les variabilités et les similarités dans les interactions développées entre les sociétés et leur environnement au cours du temps (Miras & Surmely, 2006 ; Miras & Palet, 2007) et pour discriminer la part anthropique dans les transformations environnementales mises au jour. Cette approche a permis d'analyser les **paysages** comme des **constructions humaines résultant d'une utilisation de l'hétérogénéité des milieux** particulièrement exacerbée en domaine montagnard (diversité et structuration particulière des ressources naturelles dans l'espace et dans le temps) qui aboutit à la création de **mosaïques reposant sur des mises en valeur différenciées sur les plans spatial et temporel**. Nous avons alors travaillé, sur la longue durée, ce concept de « Paysages Culturels » de montagne, produit des interactions Sociétés-Milieux (Birks et al., 1988), de façon plus globale en tant que forme de nature socialisée, conceptualisée et exploitée dans 3 secteurs complémentaires de montagne suivant un transect latitudinal (fig.4) :

- *un environnement continental tempéré de moyenne montagne* : le massif du Cantal (direction de la Prospection Thématique « Sud Cantal » de la DRAC-Service Régional d'Archéologie Auvergne, 2000-2010) ;
- *un environnement de moyenne montagne continentale aux influences méditerranéennes* : le mont Lozère (co-direction 33 % de la thèse de G. Servera Vives (2009-2012), participation au Programme Collectif de Recherche « Mont Lozère » de la DRAC-SRA Languedoc-Roussillon, 2009-2012, dir. P. Allée & M.C. Bal, GEOLAB, Université de Limoges) ;
- *un environnement de haute montagne méditerranéenne* : les Pyrénées andorranes (participation aux programmes de recherche financés par les gouvernements de la principauté d'Andorre et de la région autonome de Catalogne, 2005-2009, dir. S. Riera Mora, SERP-Université de Barcelone & J.M. Palet Martínez, ICAC, Université Rovira i Virgili, Tarragone).

Cette approche géographique nous a permis d'emboîter les échelles spatiales (du micro- au macro-régional) et d'embrasser une gamme élargie et complémentaires de variables explicatives (facteurs environnementaux – altitude, régime bioclimatique, gestion des terres, variables sociales). Les recherches menées à **haute résolution spatiale et temporelle** dans ces 3 zones ateliers se fondent sur une approche co-évolutive du paysage, appréhendé comme résultant de l'assemblage étroit entre des conditions écologiques, des stratégies humaines et des valeurs culturelles. C'est pourquoi la méthodologie que nous avons suivie est **systémique**, construite de manière **interdisciplinaire** (à l'interface de la paléoécologie et de l'archéologie spatiale ou du paysage) et **diachronique**. Elle repose fondamentalement sur une **intercalibration systématique** de l'ensemble des données obtenues (paléoécologiques, archéologiques et historiques) et sur la recherche de **séquences d'études** (sites naturels de natures variées – lacs et zones humides – au plus près des sites archéologiques, eux-mêmes étudiés sur le plan palynologique, sources écrites et cartographiques anciennes) et **d'indicateurs biotiques et abiotiques complémentaires** (approches dites « multi-proxies ») et pour certains encore peu utilisées de nos jours (exemples des stomates d'arbres ou des agrégats polliniques). Elle nécessite enfin l'éta-

blissement **de modèles chronologiques fiables, robustes** et fondés sur différents types de méthodes de datation isotopique (carbone, plomb entre autres) et sur le recours à certains indicateurs encore peu usités en France (exemple des « Spheroidal Carbonaceous Particles » Rose, 2001 dans la thèse de G. Servera Vives, 2014).

Nous présenterons de manière synthétique certains résultats majeurs des programmes les plus emblématiques.

Principales publications associées :

Miras Y., Surmely F. (dir.), 2006. Environnement et peuplement de la moyenne montagne du Tardiglaciaire à nos jours. Actes de la table ronde internationale de Pierrefort (Cantal) du 19 au 20 juin 2003 (Y. Miras & F. Surmely dir.). Collection Annales Littéraires, Série « Environnement, sociétés et archéologie », n° 799, *Presses Universitaires de Franche-Comté*, 205 p.

Miras Y., Palet Martínez J.M., 2007. La genèse d'un paysage culturel de haute montagne dans les Pyrénées orientales (vallée du Madriu, Perafita, Claror, Andorre) : interactions Sociétés-Milieus depuis les derniers chasseurs-collecteurs jusqu'à aujourd'hui. Dossier pour le prix Clío (3^e prix ex-aequo).

Miras Y., Richard H., Guenet P., 2007a. Vers une reconstruction de l'évolution des activités agro-pastorales en Auvergne et en Limousin : éléments de réflexion méthodologique. Arts et cultures de la Préhistoire. Paris, *Ed du CTHS*, Documents préhistoriques, 24 : 319-332.

Miras Y., Lavrieux M., Flórez M., 2013. Holocene ecological trajectories in lake and wetland systems (Auvergne, France): a palaeoenvironmental contribution for a better assessment of ecosystem and land use's viability in management strategies. *Annali di Botanica*, 3: 127-133. doi: 10.4462/annbotrm-10317

Miras Y., Vergne V., Guenet P., Surmely F., 2005. Le Massif central : premières traces d'anthropisation révélées par l'analyse pollinique des zones humides corrélées aux données archéologiques. In: H. Richard (dir.), Néolithisation précoce. Premières traces d'anthropisation du couvert végétal à partir des données polliniques. *Presses Universitaires de Franche-Comté*, 777, 89-106.

Miras Y., Galop G., Gauthier E., Court-Picon M., Jouffroy-Bapicot I., Richard H., 2004b. Chronology, dynamics and impact on vegetation of human activities in French mountain areas: a synthesis for the Alps, Pyrenees, Massif Central and Jura mountains. XIth International Palynological Congress, *POLEN*, 14 : 225-226.

4.2. Hétérogénéité paysagère et variabilités spatio-temporelles dans les dynamiques d'occupation des espaces montagnards

C'est dans les espaces de la haute montagne pyrénéenne que j'ai pu bénéficier d'une synergie interdisciplinaire (sciences paléoenvironnementales et archéologie du paysage) pour mener à bien cet aspect de mon activité scientifique (postdoctorats en Espagne). Les fruits de cette recherche, que nous discutons ici de manière synthétique, découlent d'une dynamique paléoenvironnementale collective, animée par Santiago Riera Mora (SERP, Université de Barcelone) et au sein de laquelle ma collègue Ana Ejarque (doctorante au SERP entre 2005 et 2009) et moi-même (postdoctorant au SERP entre 2005 et 2007) avons étroitement coopéré.

En 2004, la vallée tripartite du Madriu-Perafita-Claror (MPC, 4247 ha, 1050-2900 m d'altitude), située dans les Pyrénées andorranes, est inscrite en tant que « Paysage Culturel » au Patrimoine de l'Humanité par l'UNESCO (<http://whc.unesco.org/en/decisions/119>) en raison d'une très forte variabilité paysagère à l'échelle micro-locale qui octroie à ce paysage en mosaïque de fortes valeurs environnementales et patrimoniales (fig.7). L'objectif de la recherche menée est alors de construire un **modèle rétrospectif d'évolution des paysages pour comprendre sa formation afin de mieux engager sa conservation, sa gestion adaptée et sa mise en valeur**, facteur important de dynamisation territoriale. Grâce à une collaboration étroite avec une équipe d'archéologues du paysage de l'ICAC (Université Rovira i Virgili, Tarragone), dirigée par J.M. Palet Martínez et H.A. Orengo, nous contribuerons alors à démontrer que cette variabilité paysagère n'est pas uniquement liée à des paramètres naturels (altitude, micro-topographie, micro-climat) mais qu'elle résulte aussi de paramètres socio-économiques et culturels qui ont évolué au cours du temps (Ejarque et al., 2010). Dès le Néolithique ancien, **l'homme est un agent crucial dans la structuration des paysages** (Miras et al., 2010a) de cet espace de haute montagne pyrénéenne et **la modélisation spatio-temporelle des occupations montre une dynamique complexe et différenciée** (fig.8).

4.2.1. Dynamique différenciée sur le plan temporel

Il a été mis au jour : (1) des périodes de forte pression anthropique, en lien avec un pastoralisme itinérant, impactant les dynamiques de végétation des étages montagnards et subalpins ont été révélées – comme le Néolithique moyen (entre ca 5300 et 5050 cal BP, site BDE, fig.8) ou la transition entre le Néolithique final et le Bronze ancien (entre ca 4100 et 3600 cal BP, site BDE, fig.8) – et se répètent suivant des fréquences et des intensités variables au cours de l'Holocène récent ; (2) des périodes de stabilité des dynamiques paysagères voire de regain des formations forestières existent durant la Préhistoire, comme à la charnière entre le Néolithique ancien et moyen (ca 6200-5300 cal BP, site BDE, fig.8), quand les activités anthropiques semblent se replier aux altitudes des forêts caducifoliées (inférieures à 1700/1800 m d'altitude) ou comme celles mises au jour durant le Bronze moyen (entre ca 3400-3050 cal BP) (site BDE, fig.8) (Miras et al., 2007b) ;

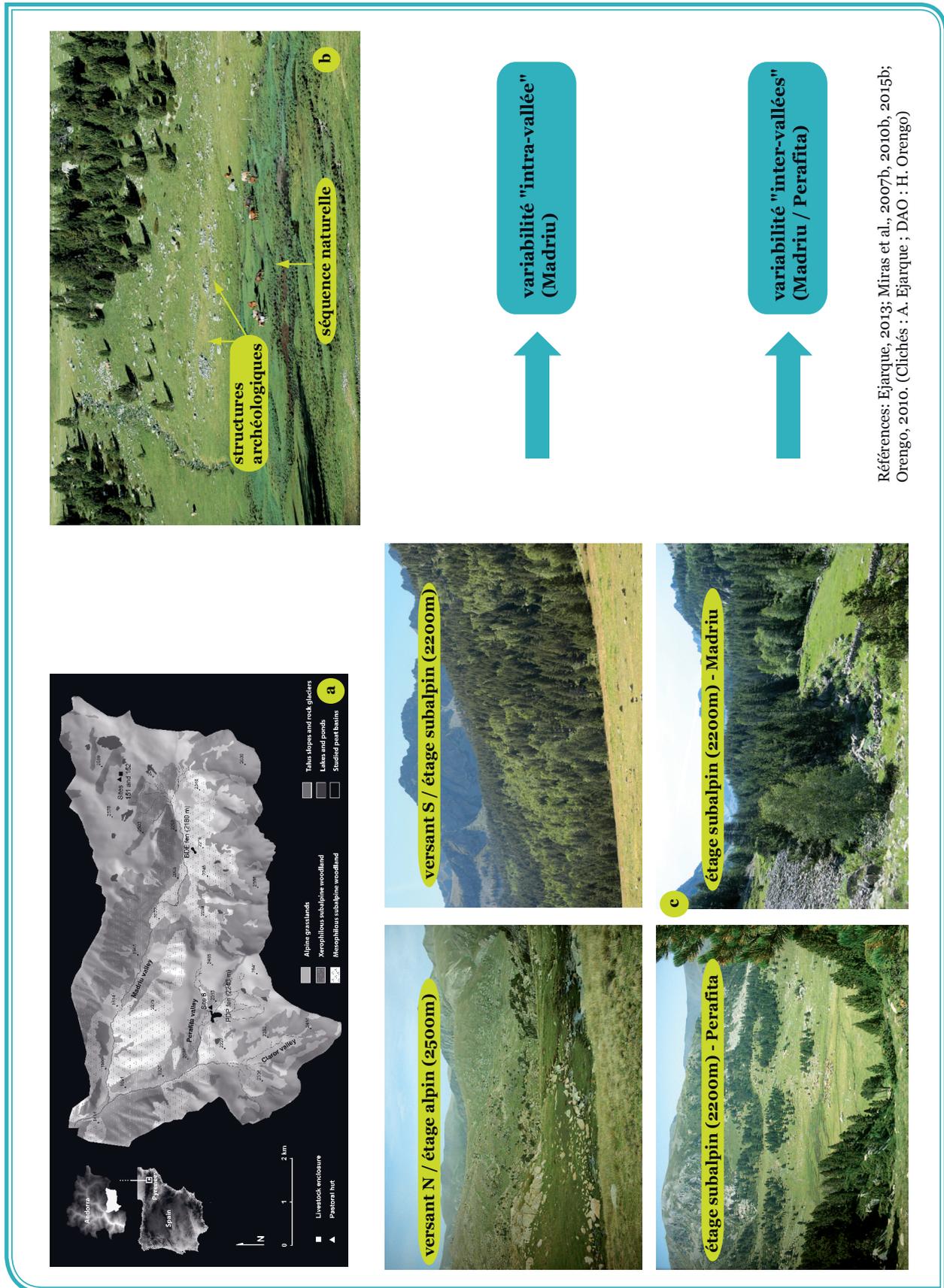


Figure 7. a. Localisation de la vallée du Madriu-Perafita-Claror (Andorre). b. Exemples de séquence naturelle étudiée à proximité des structures archéologiques. c. Variabilité paysagère à échelle micro-régionale.

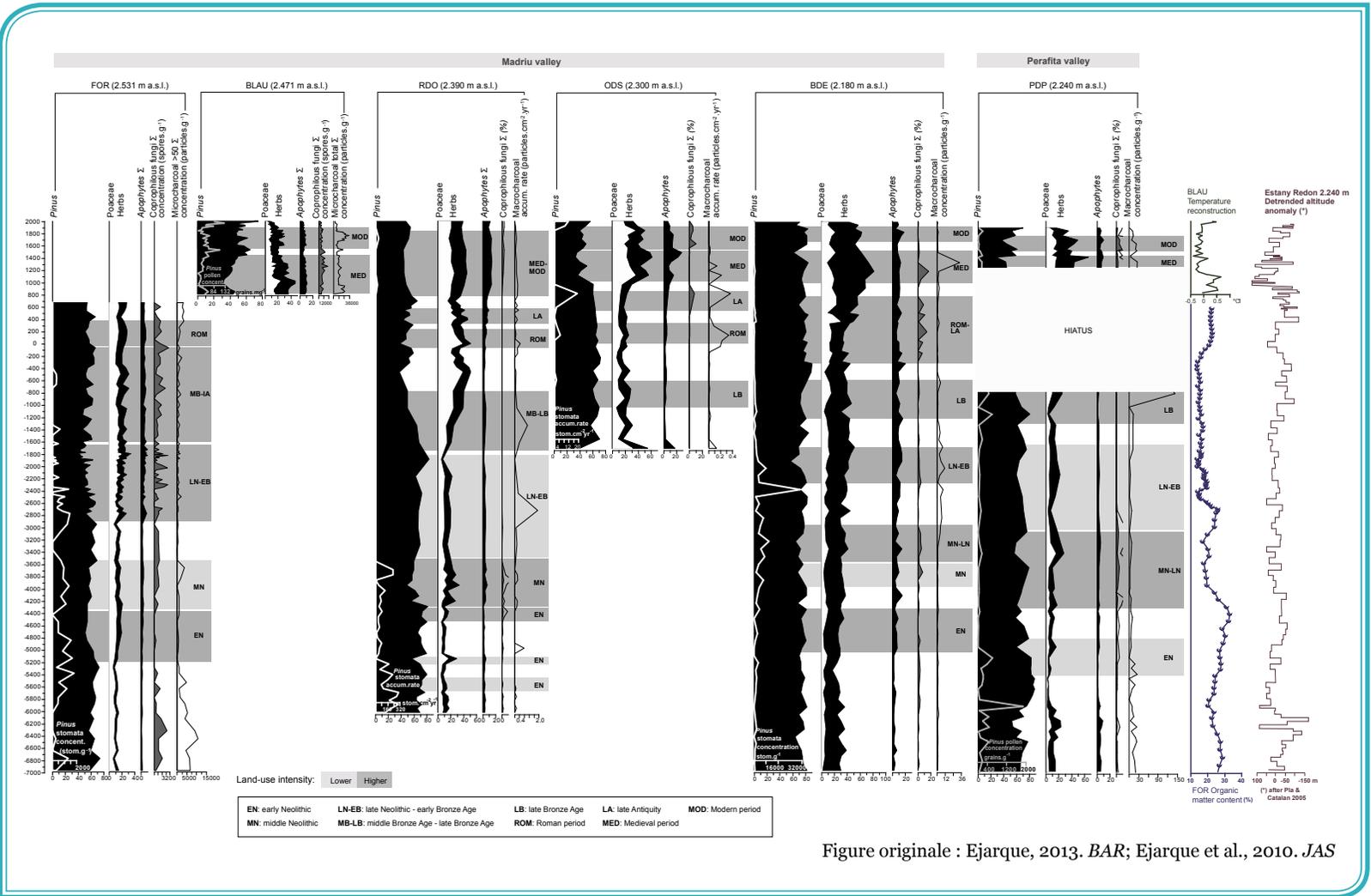


Figure originale : Ejarque, 2013. *BAR*; Ejarque et al., 2010. *JAS*

Figure 8. Diagrammes polliniques simplifiés des séquences étudiées (A. Ejarque & Y. Miras) dans la vallée du Madriu-Perafita-Claror (Andorre) et principales phases d'anthropisation révélées par l'analyse palynologique. Ont été associés les résultats du contenu en matière organique du lac Forcat (Ejarque, 2013) et ceux issus des reconstructions des températures issues de l'analyse des chrysophycées de l'Estany Blau et de la série climatique de l'Estany Redon (Pla, Catalan, 2005).

4.2.2. Dynamique différenciée sur le plan spatial

La multiplication d'analyses paléoenvironnementales à haute résolution spatiale dans la vallée du Madriu (versants Nord et Sud, étagement graduel entre 2100 et 2550 m d'altitude des hydro-systèmes lacustres et tourbeux étudiés) a permis de mettre au jour une forte hétérogénéité paysagère dont la complexification croissante, au cours du temps et à grande échelle spatiale, ne peut simplement résulter des variations environnementales (et notamment climatiques). Le croisement des données paléoenvironnementales et archéologiques montrent qu'elle résulte davantage d'occupations mobiles et organisées depuis le Néolithique qui traduisent l'aptitude des sociétés à aménager et gérer les espaces montagnards depuis la Préhistoire. Ainsi, au Madriu, entre le 5^e et le 1^{er} millénaire avant notre ère, une structuration graduelle et fine du paysage est issue d'occupations dont le séquençage est le suivant (Ejarque et al., 2010 ; Miras et al., 2007b) :

- une première phase d'anthropisation entre ca 4500 et 4350 cal BC concerne l'ensemble de la haute vallée du Madriu (étages subalpins et alpins) et ses deux versants. Les données palynologiques et archéologiques convergent pour attester une occupation pastorale provoquant un premier abaissement anthropique de la limite supérieure de la forêt vers le milieu du 5^e millénaire BC (site BDE, fig.8) ;
- des variabilités paysagères micro-régionales dites « intra-vallée » (c'est-à-dire entre les versants et en fonction de l'altitude) apparaissent à la fin du 5^e millénaire et dans le courant du 4^e millénaire BC. Alors qu'à l'étage alpin et sur le versant sud, une phase de construction du paysage et d'impact pastoral fort est retrouvée entre ca 4350 et 3500 cal BC et dont les effets sont multiples (phénomènes d'érosion, premiers impacts sur la qualité des eaux des lacs d'altitude, sites RDO et FOR, fig.8, Ejarque, 2013), les activités humaines sont en net recul sur le versant nord, (site BDE, fig.8, Miras et al., 2007b) ;
- une organisation paysagère complexe générée par des modes d'occupations différenciées spatialement, principalement à partir de la seconde moitié du 3^e millénaire et de façon plus marquée au cours du 2^e millénaire BC. Plus précisément, entre ca 2200 et 1600 cal BC, les données paléoenvironnementales et archéologiques indiquent que les activités pastorales, associées à des ouvertures paysagères conséquentes et par le feu, se localisent préférentiellement à l'étage subalpin (site BDE, fig.8) et sur les crêtes sommitales de la vallée (site FOR, fig.9) alors que la pression anthropique semble en déclin sur les espaces intermédiaires (site RDO, fig.8) où les pinèdes reprennent de l'importance (Ejarque et al., 2010 ; Miras et al., 2007b).

Le schéma se complexifie encore si on compare avec la vallée connexe et voisine de Perafita. Des mouvements de balanciers dans l'occupation de ces 2 vallées existent à échelle micro-locale et qui sont à l'origine de variabilités paysagères cette fois-ci dites « inter-vallées » (Ejarque, 2013 ; Miras et al., 2007b). Par exemple, la grande phase d'anthropisation (activités pastorales) retrouvée dans la vallée du Madriu, entre ca 2000 et 1650 cal BC, à l'origine d'un abaissement de la limite supérieure de la forêt et d'une expansion des pelouses alpines et subalpines, qui retrouvent ainsi leur situation du début de l'Holocène (site BDE, fig.8,

Miras et al., 2007b), n'est absolument pas observée dans la vallée voisine de Perafita où des regains des formations forestières sont alors constatées de même qu'un recul des activités humaines (site PDP, fig.8., Miras et al., 2010b). C'était l'inverse pour la période précédente du Néolithique moyen (entre ca 3600 et 3050 cal BC).

4.2.3. Dynamique différenciée sur le plan des mécanismes

Des modes de gestion des ressources naturelles spécifiques et une histoire rurale différente entre les 2 vallées de Madriu et de Perafita expliquent aussi l'hétérogénéité micro-locale des paysages de ces deux vallées et qui prévaut encore aujourd'hui. Dans la vallée du Madriu, où prédominent toujours de grandes pinèdes subalpines (fig.7), de la période romaine aux haut Moyen Âge (entre ca les 1^{er} et 7^e siècles de notre ère), les données palynologiques indiquent clairement que l'activité pastorale qui se développe se fait essentiellement sous forêts claires ou dans des pelouses dont l'extension au cours des périodes historiques ne remettra jamais totalement en cause la prédominance du couvert forestier (site BDE, fig.8, Miras et al., 2007b; Ejarque et al., 2013). Un mode de gestion préservant la ressource bois se met en place car il s'enrichit de pratiques complémentaires à savoir l'extraction de la résine de pin pour la fabrication de poix (Orengo et al., 2013a). Cette gestion diversifiée se fait sous un mode durable et permet donc le maintien de la pinède subalpine sur près de 2 millénaires. En effet, elle sera aussi préservée par l'essor pastoral constaté à partir du Moyen Âge et dont une nouvelle impulsion aura lieu à partir des 14^e et 15^e siècles. La vallée voisine de Perafita n'est pas concernée par l'extraction de résine et c'est une spécialisation antérieure vers le pastoralisme transhumant qui montre par ailleurs des différences dans ses modalités d'exécution avec la vallée voisine (par exemple la propriété terrienne – terres collectives à Perafita *vs* location des herbages au Madriu, Orengo et al., 2013b), qui explique cette prévalence, toujours d'actualité à Perafita, de paysages très ouverts, dominés par les pelouses herbacées d'altitude, et une limite supérieure de la forêt se situant à une altitude inférieure par rapport à la vallée voisine du Madriu (Miras et al., 2015b).

4.2.4. Conclusion

Reconstruire, à haute résolution d'analyse, **l'histoire de ces complexes de systèmes socio-écologiques dans toutes leurs dimensions** (spatiale, temporelle, mécanismes) apporte des éléments clés pour **comprendre la composition et la structuration actuelles du vivant dans ces écosystèmes**. Par ailleurs, la comparaison d'histoires socio-écologiques intégrées, obtenues dans différents contextes montagnards, nous permet de générer des indices pour obtenir des **modèles de coévolution Sociétés-Ecosystèmes étendus** notamment pour ce qui concerne les forçages aux transformations paléoenvironnementales qu'ils soient de nature climatique et/ou anthropique.

Ces 2 aspects de notre recherche permettent une appréhension dans toute sa complexité des liens existant entre les variations climatiques et les dynamiques de peuplement des montagnes.

Ainsi, nos travaux questionnent, y compris pour les périodes anciennes, **la pertinence d'un gradient climatique comme seul facteur déterminant des dynamiques écosystémiques et des mises en valeur des espaces montagnards**. Nous ne remettons pas en cause ici l'importance des facteurs climatiques sur l'occupation de la montagne. Elle a été par le passé démontrée, particulièrement pour la Préhistoire, tant dans les Pyrénées que dans les autres massifs européens (entre autres, Galop, 2006 ; Magny et al., 2009 ; Tinner et al., 2003) notamment pour les phases d'expansion des activités humaines (Miras et al., 2004b). Dans ce sens, dans les Pyrénées andorranes, les premières phases d'anthropisation révélées entre 5700 et 5300 cal BC ont pu être facilitées par l'instauration d'une phase de réchauffement climatique entre ca 5050 et 3850 cal BC (Pla, Catalan, 2005). De même, la plupart des seuils d'anthropisation (ca 3350-3100 cal BC, ca 2700-1800 cal BC ou ca 1000 BC) ont lieu dans des périodes d'améliorations climatiques et le fait de les observer dans d'autres contextes de montagnes ouest-européennes dans lesquels j'ai travaillé comme le Massif central (Miras et al., 2004) laisse à penser que le climat a pu influencer sur l'expansion des activités humaines dans les espaces montagnards. Toutefois, l'intégration des recherches paléoécologiques et d'archéologie du paysage réalisée dans les Pyrénées andorranes, permettent de dire que l'établissement d'un lien de cause à effet systématique et linéaire apparaît aujourd'hui comme trop réducteur (Miras et al., 2010b). Ainsi, certaines phases d'anthropisation comme celle mise au jour entre ca 3600 et 3050 cal BC (exemple du site PDP, fig.8) par la palynologie, mais également confirmée par la présence de structures archéologiques (Orengo, 2010), se déroule dans une période de forte instabilité climatique et même de péjoration à partir de ca 3850 cal BC (Pla, Catalan, 2005) dans les Pyrénées centrales. Cette période correspond même à une phase majeure de détérioration climatique en Europe (Magny, Haas, 2004). Sur le versant nord des Pyrénées, en revanche, elle correspond bien à une phase de baisse de la pression anthropique (Galop, 2006) introduisant une variabilité macro-régionale. Dans les Pyrénées andorranes, la période du Bronze moyen (entre ca 1600-1300 cal BC) confirme qu'une phase de dégradation climatique ne constitue pas automatiquement une phase d'abandon des espaces de haute montagne (exemple site RDO, fig.8). Une emprise pastorale est toujours révélée par l'analyse pollinique (Ejarque, 2013) confirmant bien un affranchissement de ces sociétés face à l'aléa climatique grâce à la spécialisation et à la diversification des pratiques (Carozza et al., 2005). Ces **relations sociétés/climat ne sont donc pas univoques** et on doit désormais analyser davantage les **mécanismes de réaction/adaptation des sociétés face aux changements climatiques, et ce, dès le Néolithique, et en termes de réorganisation spatiale en incluant la grande échelle (micro-régionale) et la petite échelle (macro-régionale)**. Dans ce sens, plusieurs études récentes pointent désormais l'attractivité de la montagne (haute montagne incluse), comme les Pyrénées, lors d'importants changements environnementaux (particulièrement lors de conditions climatiques plus sèches) durant la Préhistoire ancienne (Miras et al., 2010b) ou de l'événement 4.2 ka BP (Carrozza et al., 2015). Ces résultats confirment bien le changement de paradigme au sujet des occupations passées des espaces de montagne depuis des « terres inhospitalières » à des « espaces attractifs » (Rendu, Miras, 2014). Enfin, les **modèles paysagers** reconstruits à grande échelle spatiale dans toute leur complexité ne peuvent pas être uniquement expliqués par des forçages environnementaux et principalement climatiques. Cette complexité s'explique davantage par d'autres facteurs comme les **facteurs culturels, démographiques ou socio-économiques** c'est-à-dire par les stratégies dévelop-

pées par ces sociétés pour tirer des bénéfices du fonctionnement des écosystèmes. C'est pourquoi nous avons porté fortement l'accent de notre recherche sur la reconstruction des **systèmes d'exploitation des ressources naturelles**.

Principales publications associées :

Ejarque A., **Miras Y.**, Riera Mora S., 2011. Modern pollen and non-pollen palynomorphs analogues of vegetation and highland grazing activities obtained from surface and dung datasets from the eastern Pyrenees. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 167: 123-139. doi:10.1016/j.rev-palbo.2011.08.001

Ejarque A., **Miras Y.**, Riera S., Palet J.M., Orengo H., 2010. Testing microregional variability in the Holocene shaping of high mountain cultural landscape: a palaeoenvironmental case-study in the Eastern Pyrenees. *Journal of Archaeological Science*, 37: 1468-1479. doi:10.1016/j.jas.2010.01.007

Miras Y., Orengo H., Ejarque A., Riera S., Poiraud A., 2010b. Prehistoric impact and vegetation at high altitudes: an integrated palaeoecological and archaeological approach in the eastern Pyrenees (Perafita valley, Andorra). *Plant Biosystems*, 144: 4, 924 – 939. doi: 10.1080/11263504.2010.491980

Miras Y., Ejarque A., Riera Mora S., Orengo H.A., Palet Martínez J.M., 2015b. Contributions to the European Pollen Database. Andorran high Pyrenees (Perafita valley, Andorra): Serra mitjana fen. *GRANA*, 54, 4: 313-316. doi:10.1080/00173134.2015.1087590

Miras Y., Ejarque A., Riera S., Palet J.M., Orengo H.A., Euba I., 2007b. Dynamique holocène de la végétation et occupation des Pyrénées andorranes depuis le Néolithique ancien, d'après l'analyse pollinique de la tourbière de Bosc dels Estanyons (2180 m), Vall del Madriu, Andorre). *Comptes Rendus Palevol*, 6, 4: 291-300. doi:10.1016/j.crpv.2007.02.005

Orengo H., Palet J.M., Ejarque A., **Miras Y.**, Riera S., 2013a. Pitch production during the Roman period: an intensive mountain industry for a globalised economy? *Antiquity*, 87: 1-13.

Orengo H., Palet J.M., Ejarque A., **Miras Y.**, Riera S. 2013b. The historical configuration of a high mountain UNESCO World Heritage Site: the agropastoral Cultural Landscape of the Madriu-Perafita-Claror Valley. In: A.M. Stagno (ed) « Carved mountains engraved stones. Environmental resources archaeology in the Mediterranean mountains », Borzonasca, Italy, 20-22 octobre 2011, *Archeologia Postmedievale*, 17: 333-343.

Orengo H.A, Palet J.M., Ejarque A., **Miras Y.**, Riera S., 2014. Shifting occupation dynamics in the Madriu-Perafita-Claror valleys (Andorra) from the early Neolithic to the Chalcolithic: the onset of high mountain cultural landscapes. *Quaternary International*, 353: 140-152. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2014.01.035>

Rendu C., **Miras Y.**, 2015. Habiter la montagne. Débat pour Archéopages (INRAP): « Terres inhospitalières », 38 : 48-55.

4.3. Systèmes d'exploitation et transformations environnementales

Mes recherches ont permis de caractériser finement les différents systèmes d'exploitation des ressources naturelles développées par les sociétés au cours du temps et de voir quand, en quoi et comment, ils ont été, **dès les Néolithique, des facteurs décisifs dans l'évolution de la morphologie et du fonctionnement de systèmes écologiques de montagne (paysages et hydrosystèmes)**. Les différentes recherches que nous avons dirigées ou auxquelles nous avons participé dans la moyenne montagne auvergnate ou du sud du Massif central permettent de caractériser ces systèmes de la façon suivante.

4.3.1. Des systèmes complexes

Les transformations environnementales induites sont majeures et concernent des ensembles d'écosystèmes à petite échelle spatiale (échelles régionale et macro-régionale). C'est dans la prospection thématique pluriannuelle dite « Sud-Cantal » que j'ai dirigée durant 7 ans (de 2002 à 2009, financement DRAC-SRA Auvergne) que les résultats sont les plus révélateurs. Au sud du Plomb du Cantal, l'espace pastoral, constitué par des pelouses herbacées d'altitude, est gagné sur les forêts en place (hêtraies-sapinières) à partir des 1^{er}-3^e siècles de notre ère lorsque s'initient de grandes campagnes de déforestations (Miras et al., 2006). Ces ouvertures anthropiques du paysage végétal vont *en crescendo* par la suite même si une forte impulsion dans ce mouvement est observée à partir des 13^e-14^e siècles quand la superficie de l'espace pastoral augmente très substantiellement (Surmely et al., 2009). En effet, la mise en place d'un pastoralisme saisonnier (estive), essentiellement pour des raisons de mutation socio-économique, provoque l'abandon de l'habitat sédentaire organisé entre les 10^e-12^e siècles (période de maximale occupation) autour de petits hameaux retrouvés jusqu'à 1280 m d'altitude. Le sommet du plateau correspond à des herbages. Au Moyen Âge central, cet habitat est alors fondé sur une exploitation agropastorale mixte et vivrière. Or, à partir du 13^e siècle, le gradient altitudinal de pratiques est bouleversé : la limite supérieure des cultures s'abaisse et l'espace pastoral s'étend sur le plateau depuis le sommet jusqu'à 1050 m d'altitude. C'est la naissance des « montagnes » qui constitueront peu à peu de vastes domaines fonciers détenus par de grands propriétaires le plus souvent laïques (Nicolas et al., 2012), et d'une spécialisation économique progressive vers le pastoralisme saisonnier et la fabrication du fromage qui se développent aux 13^e-14^e siècles et qui culminent entre les 15^e et 18^e siècles. L'évolution architecturale des structures pastorales saisonnières témoignent de ce tournant socio-économique (fig.9). Cette nouvelle gestion pastorale bouleverse la biodiversité végétale (notamment essor des plantes fourragères) qui indique une évolution des pâturages vers des prairies de meilleure qualité dans un milieu toujours plus ouvert (Surmely et al., 2009) et dont sont directement issues les vastes étendues herbacées qui dominent toujours les

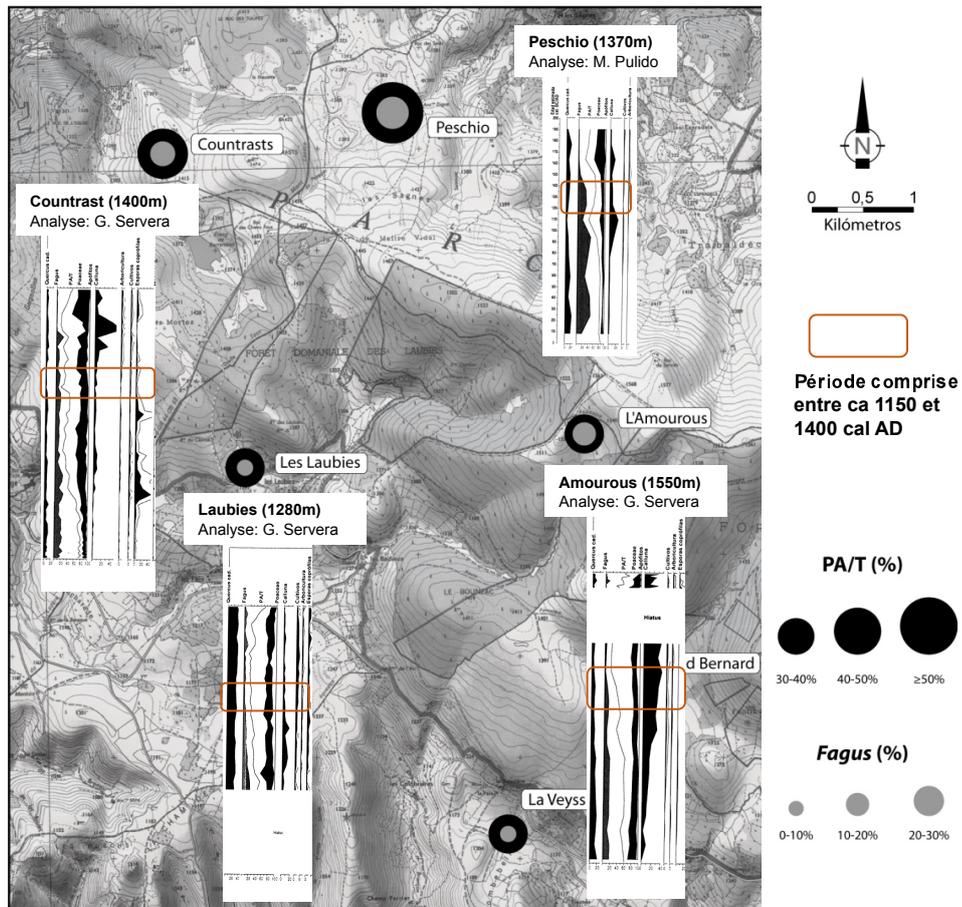
paysages des plateaux basaltiques ou planèzes du sud du massif du Cantal. La tranche altitudinale comprise entre 1000 et 1050m d'altitude devient alors la nouvelle limite de l'habitat permanent qui reste d'actualité encore aujourd'hui.

4.3.2. Des systèmes imbriqués et mobiles

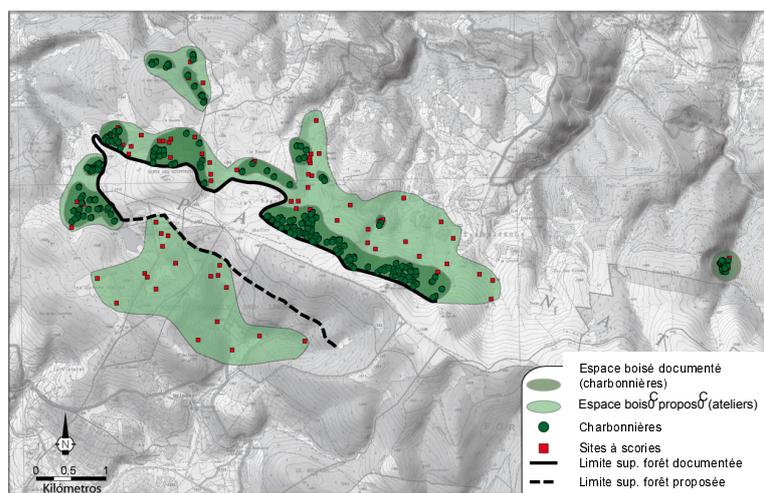
Les transformations environnementales sont à grande échelle spatiale et sont associées à la mise en place de territoires fonctionnels de montagne, parfois caractéristiques de certaines périodes. C'est dans la thèse de G. Servera Vives (2009-2014), dont j'ai co-dirigé les travaux, que ce concept a été le mieux caractérisé particulièrement pour le Moyen Âge central, période riche dans l'occupation du Mont Lozère. Un essor important des activités pastorales entre ca 1200 et 1300 cal AD est expliqué par l'installation d'ordres monastiques, notamment l'ordre des Hospitaliers de Saint-Jean de Jérusalem, dans la partie orientale de la zone, qui fonde la commanderie de Gap-Francès au 12^e siècle. De grands domaines fonciers sont alors construits le plus souvent au détriment des seigneurs locaux (Hélas, 1989). D'importantes déforestations ont lieu et les pelouses pâturées s'étendent particulièrement sur le versant sud du Mont Lozère et sur les espaces sommitaux (Servera Vives et al., 2013). En revanche, les données polliniques indiquent le maintien d'une hêtraie sur le versant nord qui est gérée de manière homogène et durable durant toute cette période (Servera Vives, 2014, fig.10.). Ceci s'accorde avec les données dendrologiques et anthracologiques indiquant des arbres de petit calibre (Paradis et al., 2015). Or, c'est dans ce secteur (zones nord et ouest du Mont Lozère) que les plateformes de charbonnage ont été retrouvées entre 1300 et 1500 m d'altitude afin de produire du combustible pour l'activité métallurgique (plomb argentifère) entre les 10^e et 14^e siècles. Cette activité a été révélée dans ce secteur à la fois par les données géochimiques (Baron et al., 2005 ; Paradis, 2012 ; Servera Vives, 2014) et par les données archéologiques puisque des ateliers de réduction du minerai y ont été mis au jour (Bailly-Maître, 2010). Ce système disparaît progressivement à partir du Bas Moyen Âge avec le développement de la transhumance qui devient peu à peu l'activité exclusive durant la période moderne. Caractériser l'ensemble de ces pratiques territoriales, dans toute leur interdépendance, permet donc de reconstituer la **marqueterie paysagère à échelle micro-locale** d'un espace montagnard.

4.3.3. Des systèmes diversifiés et complémentaires

Les transformations environnementales sont générées par l'ensemble du système d'exploitation. Nos travaux réfutent une idée réductrice et actualiste de l'histoire environnementale des espaces montagnards qui en font un espace de mise en valeur essentiellement (parfois même uniquement !) pastorale. Sans remettre en cause l'importance de cette activité, elle s'inscrit en fait dans un système de pratiques variées et complémentaires (Ejarque et al., 2011 ; Miras et al., 2013). C'est donc bien à cet ensemble qu'il faut s'atteler à reconstruire si on veut dégager le plus finement possible la part anthropique dans les changements paléoenvironnementaux observés. Notre travail sur les trajectoires écologiques d'écosystèmes lacustres,



D'après Pulido Avil, 2006. Thèse ; Servera Vives et al., 2013. *Quaternary International* ; Servera Vives, 2014. Thèse (original de la figure, co-direction de la thèse).



D'après Paradis-Grenouillet, 2012. Thèse et Allée et al., 2010. *Archéosciences*.

Figure 10. Transformations environnementales et gestion de la ressource bois sur le mont Lozère à partir de l'analyse palynologique (Servera Vives, 2014) et dendro-anthracologique (Paradis-Grenouillet, 2012).

systèmes intégrateurs et zones réceptrices de sédiments et de nutriments, mené en Auvergne ces dernières années, livre à ce propos des résultats éloquentes (fig.11.). L'analyse paléoenvironnementale à haute résolution temporelle du lac d'Aydat (Chaîne des Puys, Puy-de-Dôme) a permis de démontrer que des activités de sociétés aussi anciennes que celles du Néolithique ou de l'Âge du Bronze (entre ca 6000 et 5750 cal BP, ca 4900 et 4600 cal BP et ca 3900 et 3500 cal BP) ont eu des impacts de plus en plus significatifs sur la végétation existante dans le bassin versant, sur les processus hydro-sédimentaires ainsi que sur la qualité des eaux (Lavrieux et al., 2013a ; Miras et al., 2015a), ce qui souligne la grande sensibilité de ces hydrosystèmes. Par ailleurs, sur les derniers 1500 ans, la mise en place d'un système complexe d'exploitation des ressources naturelles incluant, certes le pastoralisme, mais aussi des activités dont l'importance et l'ancienneté sont aujourd'hui minorées, comme l'agriculture de montagne, voire assez largement oubliées, comme la culture ou le rouissage du chanvre, activité pour laquelle ma collaboration avec des chimistes organiciens (comparaison entre l'abondance de pollen de chanvre et la concentration de cannabinoïde) a permis de retracer toute l'histoire (Lavrieux et al., 2013b). Ce système pluriel est la principale raison d'une eutrophisation progressivement de plus en plus importante accompagnée d'une perte de résilience du lac (effet cliquet, Miras et al., 2015a). La dernière phase d'eutrophisation démarrée il y a ca 150 cal BP, et responsable de l'hyper-eutrophie actuelle, n'a d'ailleurs toujours pas été surmontée.

4.3.4. Des systèmes de contacts et d'échanges

Le contexte historique dans lequel s'inscrit la dynamique conjointe des systèmes écologiques et des sociétés doit être considéré. Mon travail sur la construction des paysages dans le bassin versant de la Veyre (Puy-de-Dôme) montre que des modèles très différents existent entre les espaces ruraux du bassin amont (dans la Chaîne des Puys, narse d'Espinasse : Miras et al., 2004a) et lac d'Aydat : Miras et al., 2015a) et la zone avale dans la plaine de la Limagne (programme AYPONA que je dirige depuis 2013) où des occupations denses culminant avec l'oppidum gaulois de Corent révèlent, d'après l'archéologie, un processus de proto-urbanisation (Poux, 2014) (fig.12). Contrairement aux phases d'occupations éminemment agropastorales et d'ouverture forestière du Néolithique final au Bronze moyen, les agglomérations du Bronze final (ca 950-800 cal BC) et de la Tène (ca 120-50 cal BC) laissent une empreinte paléoenvironnementale différente et qui individualise ces foyers d'occupation du bassin aval de la Veyre par rapport à la zone amont (Chaîne des Puys). Une compartimentation du paysage, une hausse de la biodiversité végétale (notamment en essences allochtones pouvant traduire des échanges avec le monde méditerranéen comme la figue, pour le Bronze, ou des essences souvent associées à la conquête romaines tel le noyer) s'accompagne d'une raréfaction de l'agriculture voire de sa disparition entre le 2^e et le 1^{er} siècle avant notre ère, à l'apogée de l'urbanisation du site (Ledger et al., 2015 et co-encadrement post-doctorat P. Ledger). De nouvelles recherches paléoenvironnementales d'un paléolac situé au pied de l'oppidum sont en cours afin de savoir si l'activité agricole s'est déplacée en zone péri-urbaine sous l'effet de spécialisations fonctionnelles de l'espace urbain et/ou de la pression urbaine grandissante de la capitale des Arvernes.

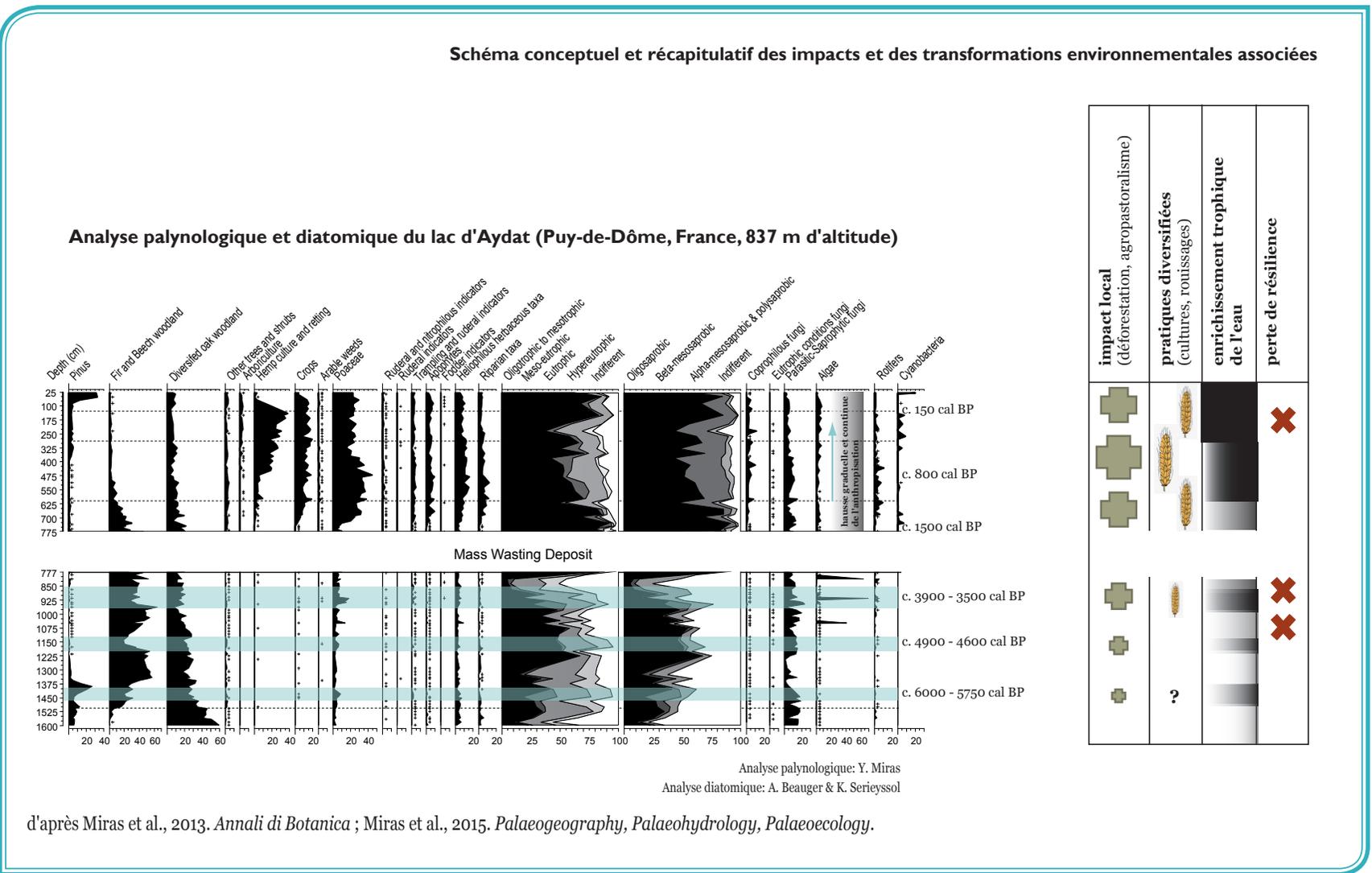


Figure 11. Systèmes d'exploitation, évolution fonctionnelle et qualité passée des eaux du lac d'Aydat (Puy-de-Dôme, France).

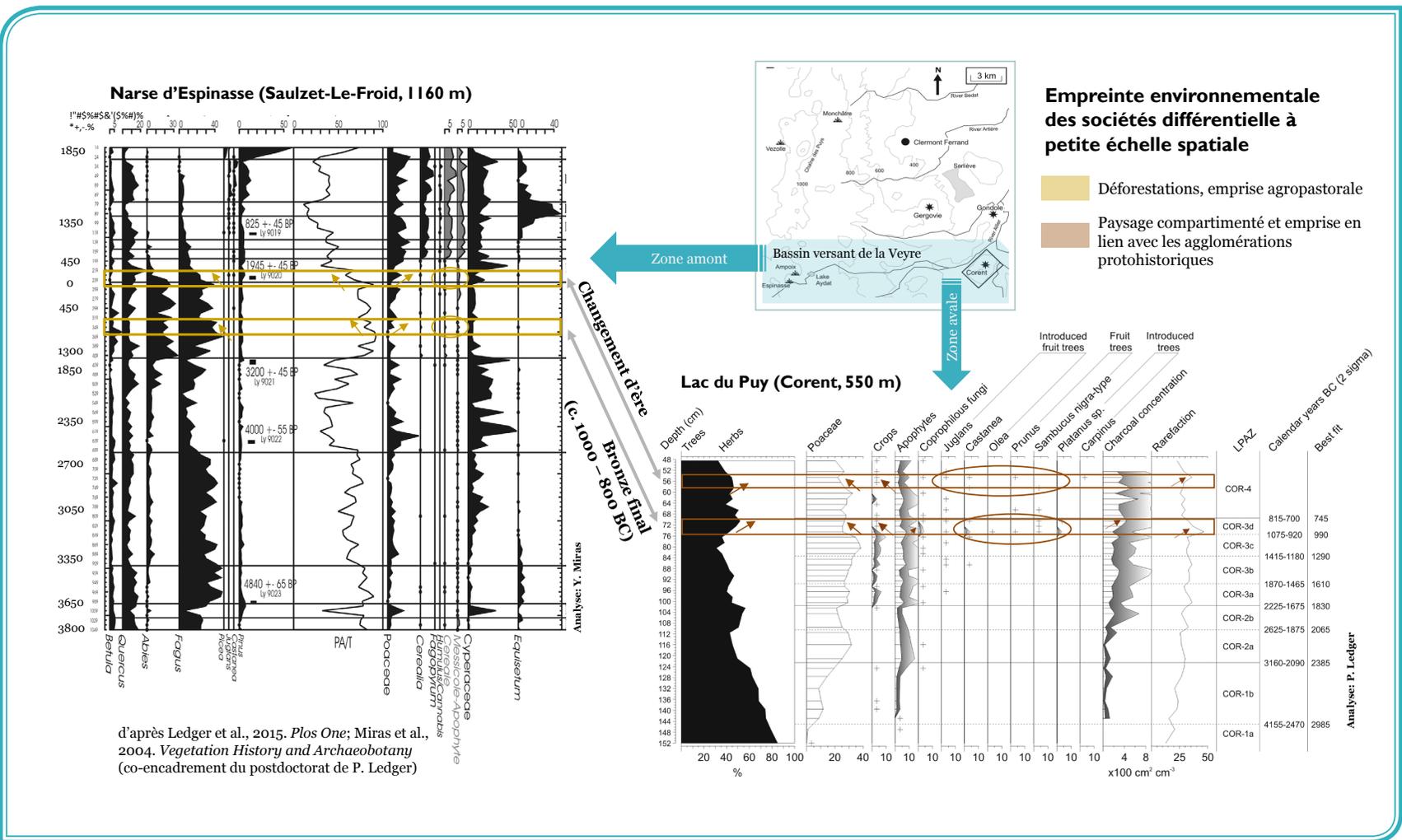


Figure 12. Analyses palynologiques dans le bassin versant de la Veyre (Puy-de-Dôme, France) et empreintes environnementales différentielles des sociétés préhistoriques et protohistoriques.

4.3.5. Conclusion

Un effet structurant a présidé au déroulement de toutes ces recherches que j'ai pu conduire ou auxquelles j'ai participé sur plus d'une décennie. Des fenêtres d'études interdisciplinaires et micro-locales en constituent l'unité fondamentale. Parce que fondées sur la complémentarité, elles s'articulent le long d'un transect latitudinal, entre l'Auvergne et les Pyrénées, et altitudinal, entre la moyenne et la haute montagne. Un levier à l'internationalisation de la recherche a pu être ainsi actionné en mobilisant un même réseau de recherche sur toute la chaîne opératoire (depuis les campagnes de terrain jusqu'à la production scientifique) et dans toutes les zones d'étude créant *de facto* **un espace commun de recherche** (Miras, Riera, 2013 ; fig. 1) :

- aux objectifs scientifiques partagés et envisagés dans des démarches comparatives permettant une meilleure distinction de l'échelle interprétative des transformations paléoenvironnementales reconstruites (locale \leq régionale \leq globale) et assurant une caractérisation plus fine de la part anthropique dans l'évolution du fonctionnement des hydrosystèmes et dans la construction des paysages au cours du temps ;
- aux objets d'études en commun (écosystèmes aquatiques continentaux et socio-écosystèmes complexes comme les pelouses d'altitude) et à la méthodologie homogénéisée permettant ces comparaisons et inter-corrélations : haute résolution d'analyse, approche paléoenvironnementale multi-indicateurs (biotiques et abiotiques), recherche de nouveaux indicateurs (exemple des œufs de rotifères dans Miras et al., 2015a) et approche globale à la croisée des chemins entre les sciences environnementales, géologiques et humaines et sociales (archéologie, histoire).

Cet espace commun de recherche que nous avons contribué à construire est pour nous un laboratoire privilégié d'étude des interactions entre les sociétés et leur environnement. Il permet d'abord de les aborder à la fois sous toute leur pluralité et dans une approche systémique : stratégies d'exploitation, de gestion et de contrôle de l'environnement mais également mécanismes d'adaptation et de réaction des sociétés faces aux changements environnementaux. Par ailleurs, leur analyse à des échelles de temps et d'espace variées montre à chaque fois **l'ancienneté, l'accumulation et la persistance à long terme des actions anthropiques sur le fonctionnement et la biodiversité des écosystèmes**. Il s'agit maintenant de pouvoir intégrer **leurs effets à long terme dans l'analyse de la vulnérabilité actuelle des écosystèmes** (Turner et al., 2003), évaluation encore aujourd'hui souvent restreinte à l'évolution des changements climatiques (cf article 7, Convention cadre sur les changements climatiques, COP 21, 2015). Ceci constitue un préalable indispensable à l'établissement de stratégies efficaces de conservation et de restauration des écosystèmes.

Principales publications associées :

Ejarque A., **Miras Y.**, Riera Mora S., 2011. Modern pollen and non-pollen palynomorph analogues of vegetation and highland grazing activities obtained from surface and dung datasets from

the eastern Pyrenees. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 167: 123-139. doi:10.1016/j.rev-palbo.2011.08.001

Lavrieux M., Disnar J.R., Chapron E., Bréheret J.G., Jacob J., **Miras Y.**, Reyss J.L., Andrieu-Ponel V., Arnaud F., 2013a. 6,700-year sedimentary record of climatic and anthropic signals in Lake Aydat (French Massif Central). *The Holocene*, 23: 1317-1328. doi: 10.1177/0959683613484616

Lavrieux M., Jacob J., Disnar J.R., Bréheret J.G., Le Milbeau C., **Miras Y.**, Andrieu-Ponel V., 2013b. Sedimentary cannabinoles track the history of hemp retting. *Geology*, 41: 751-754. doi: 10.1130/G34073.1

Ledger P.M., **Miras Y.**, Poux M., Milcent P.Y., 2015. The palaeoenvironmental impact of prehistoric settlement and proto-historic urbanism: tracing the emergence of the Oppidum of Corent, Auvergne, France. *PLoS ONE* 10(4): e0121517. doi: 10.1371/journal.pone.0121517 (co-encadrement de post-doctorat)

Miras Y., Lavrieux M., Flórez M., 2013. Holocene ecological trajectories in lake and wetland systems (Auvergne, France): a palaeoenvironmental contribution for a better assessment of ecosystem and land use's viability in management strategies. *Annali di Botanica*, 3: 127-133. doi: 10.4462/annbotrm-10317

Miras Y., Laggoun-Défarge F., Guenet P., Richard H., 2004a. Multi-disciplinary approach to changes in agro-pastoral activities since the Subboreal in the surroundings of the « narse d'Espinasse » (Puy de Dôme, French Massif Central). *Vegetation History and Archaeobotany*, 13, 91-103. doi: 10.1007/s00334-004-0033-z

Miras Y., Surmely F., Guenet P., Vannière B., Walter-Simonnet A.-V., 2006. Dynamiques d'occupation et histoire de l'environnement d'un terroir de moyenne montagne: la tourbière de Peyre (Lacapelle-Barrès, Cantal). Actes de la table ronde internationale de Pierrefort (Cantal) du 19 au 20 juin 2003 (Y. Miras & F. Surmely dir.). Collection Annales Littéraires, Série « Environnement, sociétés et archéologie », n° 799, *Presses Universitaires de Franche-Comté*, 149-173.

Miras Y., Beauger A., Lavrieux M., Berthon V., Serieyssol K., Andrieu-Ponel V., Ledger P., 2015a. Tracking long-term human impacts on landscape, vegetal biodiversity and water quality in the lake Aydat (Auvergne, France) using pollen, non-pollen palynomorphs and diatom assemblages. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 424: 76-90. doi:10.1016/j.palaeo.2015.02.016

Nicolas V., Surmely F., **Miras Y.**, 2012. L'évolution des paysages et des architectures sur la plaine sud du Plomb du Cantal du 11^e au 19^e siècles. Apport des données archéologiques, archivistiques et paléoenvironnementales. In: C. Guilleré (dir.), *Le Paysage rural au Moyen Âge*, éd. électronique, Paris, *Ed. du CTHS* (Actes des congrès des sociétés historiques et scientifiques), 2012: 79-105.

Servera Vives G., **Miras Y.**, Riera S., Julià R., Allée P., Orengo H., Paradis-Grenouillet S., Palet J.M., 2013. Tracing the land use history and vegetation dynamics in the Mont Lozère (Massif Central, France) during the last 2000 years: the interdisciplinary study case of Countrast peat-bog. *Quaternary International*, 353: 123-139. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2013.10.048> (co-encadrement de thèse)

Surmely F., **Miras Y.**, Guenet P., Tzortzis S., Savignat A., Nicolas V., Vannièrè B., Walter-Simonnet A.-V., 2009. Occupation and land use history of a medium mountain from the Mid-Holocene: a pluridisciplinary study performed in the south Cantal (French Central Massif). *C.R. Palevol*, 8: 737-748. doi:10.1016/j.crpv.2009.07.002

5

**BILAN
PROSPECTIF**

Tous mes travaux les plus récents s'inscrivent dans un courant émergent de la recherche paléoenvironnementale qui témoigne que **l'histoire de la gestion des écosystèmes régit fortement leur fonctionnement actuel** (Dearing et al., 2011). Dès le Néolithique, nous voyons que des actions précoces des sociétés ont un impact sur la biodiversité et le fonctionnement d'écosystèmes de montagne (paysage, hydrosystème) et ce, dans toutes leurs dimensions, au sens de Hooper et al. (2005) : (1) propriétés et processus et (2) biens et services écosystémiques. Ceci souligne leur grande vulnérabilité. Néanmoins, la définition de ces relations d'interdépendance ne doit pas être univoque sur le temps long. En effet, ces impacts ne sont pas toujours négatifs sur les dynamiques écosystémiques. A certaines périodes, l'homme a pu être un agent promoteur de la biodiversité floristique (Miras et al., 2015a) ou a su développé des modes de gestion raisonnée comme il a été démontré sur certaines formations de ripisylves des bras morts de l'Allier durant la période gallo-romaine (Ejarque et al., 2014 et co-encadrement du postdoctorat d'A. Ejarque). Ceci étant dit, nous avons démontré qu'au cours du temps, des systèmes diversifiés d'exploitation des ressources naturelles se mettent en place et sont générateurs d'une **accumulation de transformations environnementales dont les intensités, les fréquences, les modalités et les processus présentent une grande variabilité dessinant des modèles de co-évolution Société/Environnement extraordinairement complexes, évolutifs et non linéaires**. La prise en compte de ces héritages et de leur part d'influence dans la structure et le fonctionnement actuels de ces systèmes socio-écologiques est indispensable tout comme elle est pour garantir la simulation de leur dynamique future.

Je compte poursuivre mes recherches à venir sur ces aspects en travaillant à un couplage renforcé entre paléoécologie et néoécologie. L'intégration des données paléoenvironnementales apparaît aujourd'hui indispensable pour l'obtention de modèles significatifs, systémiques et prédictifs. La recherche paléoenvironnementale permet en effet : (1) d'obtenir des référentiels de pré-anthropisation (point référence) et des états « post-impact » ; (2) de travailler sur des processus lents, en particulier ceux qui déterminent la résilience des écosystèmes ou les capacités de réponses/adaptations des sociétés ; (3) de caractériser la scansion (seuils et dynamiques de relais, fréquences et réversibilité) et la vitesse des changements ou à l'inverse la durée des périodes de stabilité et (4) d'identifier le ou les forçages et facteurs de stress. Ce travail est amorcé avec le démarrage du programme AKINET (dir. D. Latour, UMR 6023, 2014-2016, Agence de l'Eau) et

l'encadrement du post-doctorat de J. Lonlac Konlac (2015-2017). Il s'agira sur cette même ligne d'envisager aussi les potentialités objectives de l'approche paléoécologique à la mise en place de bio-indicateurs intégrés (« early warning », facteurs de prédisposition) à valeur d'outils de diagnostic écologique (exemple sur la qualité de l'eau : trophie et saprobie) pour une mise en place de stratégies de restauration et de modes de gouvernance environnementale adaptés et cohérents avec un développement socio-économique des territoires ruraux.

A court et moyen termes, c'est dans cet esprit que je souhaite structurer mes recherches futures et qui pourrait donner naissance à un programme interdisciplinaire et inter-laboratoires et que j'intitule, dans un souci de synthèse, le projet TIME FLIES : Trajectoires fonctionnelles de systèmes socio-écologiques de montagne depuis le Néolithique : transformations, adaptations, modèles et héritages.

/6

**PROJET
ET PERSPECTIVES
DE RECHERCHE**

Projet de recherche proposé « TIME FLIES » :

Trajectoires fonctionnelles de systèmes socio-écologiques de montagne depuis le Néolithique : transformations, adaptations, modèles et héritages

6.1. Introduction et champ thématique

La candidature de la Chaîne des Puys – Faille de Limagne au Patrimoine Mondial de l'UNESCO (<http://www.chainedespuys-failedelimagne.com/>) a mis en lumière, en Auvergne, la nécessité de développer des **stratégies durables et adaptées de gestion et de conservation des écosystèmes et des paysages en phase avec un essor socio-économique** de ce territoire nécessaire et attendu par les collectivités territoriales. Conscient que les écosystèmes montagnards combinent biodiversité et qualité environnementale, on attend d'eux qu'ils puissent rendre de précieux services écologiques aux sociétés d'aujourd'hui et de demain. Or, ces écosystèmes sont particulièrement affectés par le changement global. Deux cas de figures emblématiques de la moyenne montagne du Massif central existent d'autant plus qu'ils constituent des milieux à forte valeur patrimoniale et aux services rendus nombreux, formant un réseau écologique au sein d'un même bassin versant et partageant de fait les conséquences d'une exploitation anthropique importante. Il s'agit des **Milieux Ouverts Herbacés d'Altitude (MOHA) et des lacs volcaniques (LV)** (fig.13).

Pour ce qui concerne les MOHA, la biodiversité est en fort déclin ces dernières années en raison notamment de l'évolution des pratiques agropastorales (par exemple : retournement des prairies, augmentation de la fertilisation, drainage, fauche plus précoce liée à l'évolution des techniques de conservation du fourrage) (Mauchamp, 2014). Quant aux écosystèmes lacustres, nombreux sont ceux à subir d'importantes perturbations anthropiques (activités agricoles et pastorales dans le bassin versant). Leur eutrophisation (enrichissement en nutriments, notamment en azote et en phosphore) constitue un tel problème que de grands organismes internationaux alertent, depuis plusieurs années, l'opinion publique afin de promouvoir la mise en œuvre d'un plan stratégique sur cette question (exemple du programme de l'ONU « The International Decade for Action: water for life » (2005-2015, <http://www.un.org/waterforlifedecade/>). L'une des raisons principales est l'observation accrue de proliférations cyanobactériennes à l'origine de risque sanitaire (production de toxines) et limitant *de facto* les activités socio-économiques (activités touristiques, pêches, zone résidentielles) (Chorus, 2005). Dans la partie sud de la Chaîne des Puys, le lac



Figure 13. Vue aérienne du Cézallier : lacs naturels et MOHA à la Godivelle (Puy-de-Dôme, France , cliché B. Dousteysier).

hyper-eutrophe de barrage volcanique d'Aydat, véritable « hotspot touristique » situé en plein cœur du Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne, est fréquemment sujet à ces proliférations, à l'origine parfois de l'interdiction de la baignade en plein cœur de la saison estivale au grand dam des collectivités locales qui ont fortement investi en infrastructures touristiques (fig.14.). On comprend donc aisément que la **préservation de la qualité et de la fonctionnalité de ces écosystèmes est en enjeu crucial de développement durable de la montagne européenne**. Les collectivités publiques sont, dans ce sens, de plus en plus souvent contraintes de restaurer un « bon état écologique » (exemple de la Directive Cadre Européenne sur l'eau du 23 octobre 2000) afin de garantir la durabilité des ressources et des biocénoses associées.

En conséquence, les enjeux de la recherche scientifique sont forts dans ces problématiques éco-sociétales d'érosion de la biodiversité et d'eutrophisation. Ils consistent en définitive en **l'établissement de modèles rétrospectifs et prospectifs d'évolution des paysages et du fonctionnement des écosystèmes**, préalables indispensables à la mise en place de stratégies efficaces de mitigation, de restauration et de conservation (Dearing et al., 2006; Galop et al., 2011). Dans cet objectif, la prise en compte de l'évolution des variations climatiques et de ces effets sur le long terme, notamment sur la vulnérabilité des écosystèmes, est connue (Butcher et al., 2015) et fait l'objet aujourd'hui d'un consensus (Convention cadre sur les changements climatiques, Accords de Paris, COP 21, 2015). Néanmoins, dans un contexte de changement glo-

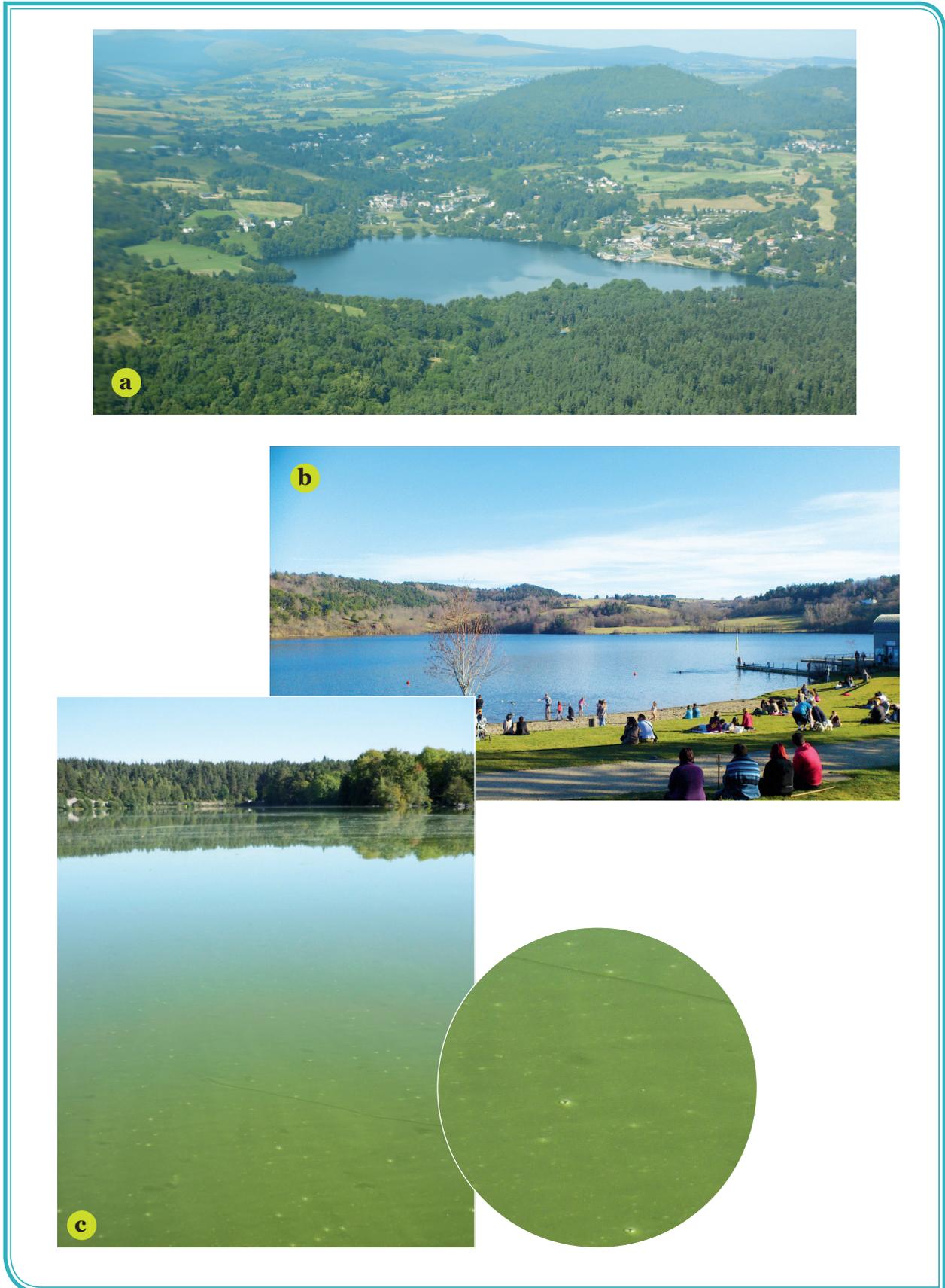


Figure 14. a. Vue panoramique du lac d'Aydat (cliché B. Dousteysier). b. Infrastructures touristiques (cliché E. Roussel). c. Efflorescences cyanobactériennes à Aydat (Puy-de-Dôme, France, cliché D. Latour).

bal, une prise de conscience est aussi en train de se faire autour de l'idée que pour **comprendre la morphologie et le fonctionnement de systèmes écologiques et afin d'extrapoler leur évolution future, leurs dimensions historiques, sociétales et culturelles nécessitent d'être analysées en même temps que leurs dimensions environnementales**. C'est particulièrement vrai pour les écosystèmes montagnards tels les MOHA dans la mesure où ils ne sont pas endémiques dans la moyenne montagne du Massif central (entre autres : Bal et al., 2014; Miras et al., 2004a, 2011; Jouffroy-Bapicot et al., 2013; Servera Vives et al., 2014; Surmely et al., 2009), et plus largement dans de nombreux espaces de montagne de l'ouest européen (par exemple, Pyrénées : Ejarque, 2013; Ejarque et al., 2010; Galop et al., 2013; Miras et al., 2007a, 2010; Alpes : Court-Picon, 2007; Moe & Hjelle, 1999; Jura : Gauthier, 2004).

Les MOHA doivent davantage être appréhendés comme des éco-complexes, occupés et transformés progressivement en socio-écosystèmes par les sociétés qui se sont succédé au cours du temps. Or leurs activités, menées dans les bassins versants, sont à l'origine d'une longue accumulation d'impacts sur le fonctionnement des hydrosystèmes et sur les paysages végétaux, et ce depuis le Néolithique (entre autres : Keatley et al., 2011; Hillbrand et al., 2014; Miras et al., 2004a, 2013, 2015a). Tout ceci implique que les nombreuses perturbations d'origine anthropique de ces dernières décennies n'expliquent en fait qu'une partie de la vulnérabilité actuelle de ces systèmes écologiques. Il apparaît donc impératif aujourd'hui de prendre en considération **la part d'influence de ces héritages dus aux changements paléoenvironnementaux sur la structure et le fonctionnement actuels des écosystèmes** (fragilité des biotopes et des biocénoses, degrés de vulnérabilité) **en y dégagant** le plus finement possible **la part anthropique dans toute sa complexité et sa récurrence**. C'est l'objectif central du projet de programme de recherche Time Flies « *Trajectoires fonctionnelles de systèmes socio-écologiques de montagne depuis le Néolithique : transformations, adaptations, modèles et héritages* » (TF) qui s'inscrit résolument dans un courant émergent au sein des sciences environnementales et qui promeut un rapprochement entre paléoécologie et néoécologie (entre autres Dearing et al., 2015; Reitalu et al., 2014; Rull, 2014; Willis et al., 2010) (fig.15). Ce projet est composé de 2 axes de recherche fondamentale qui proposent globalement : (1) de décrire conjointement l'évolution des systèmes écologiques choisis (MOHA et LV), associés dans un même réseau écologique au sein d'un même bassin versant, en lien avec les variations climatiques et l'évolution des sociétés et des activités humaines dans une approche spatio-temporelle multi-scalaires, et (2) d'obtenir des modèles de leurs évolutions sur la longue durée afin de reconstruire leurs trajectoires fonctionnelles. Un 3^e axe de recherche appliquée propose d'explorer les potentialités de la paléobioindication via des proxys paléoécologiques complémentaires avec des implications pour une gestion environnementale contemporaine à la fois durable et viable.

6.2. Axe I : État initial, transformations et réponses des systèmes écologiques selon leur biodiversité

L'objectif est de décrire, sur la longue durée, **la genèse et l'évolution de la structure et du fonctionnement de 2 types d'écosystèmes** – les MOHA et les LV – formant un réseau éco-

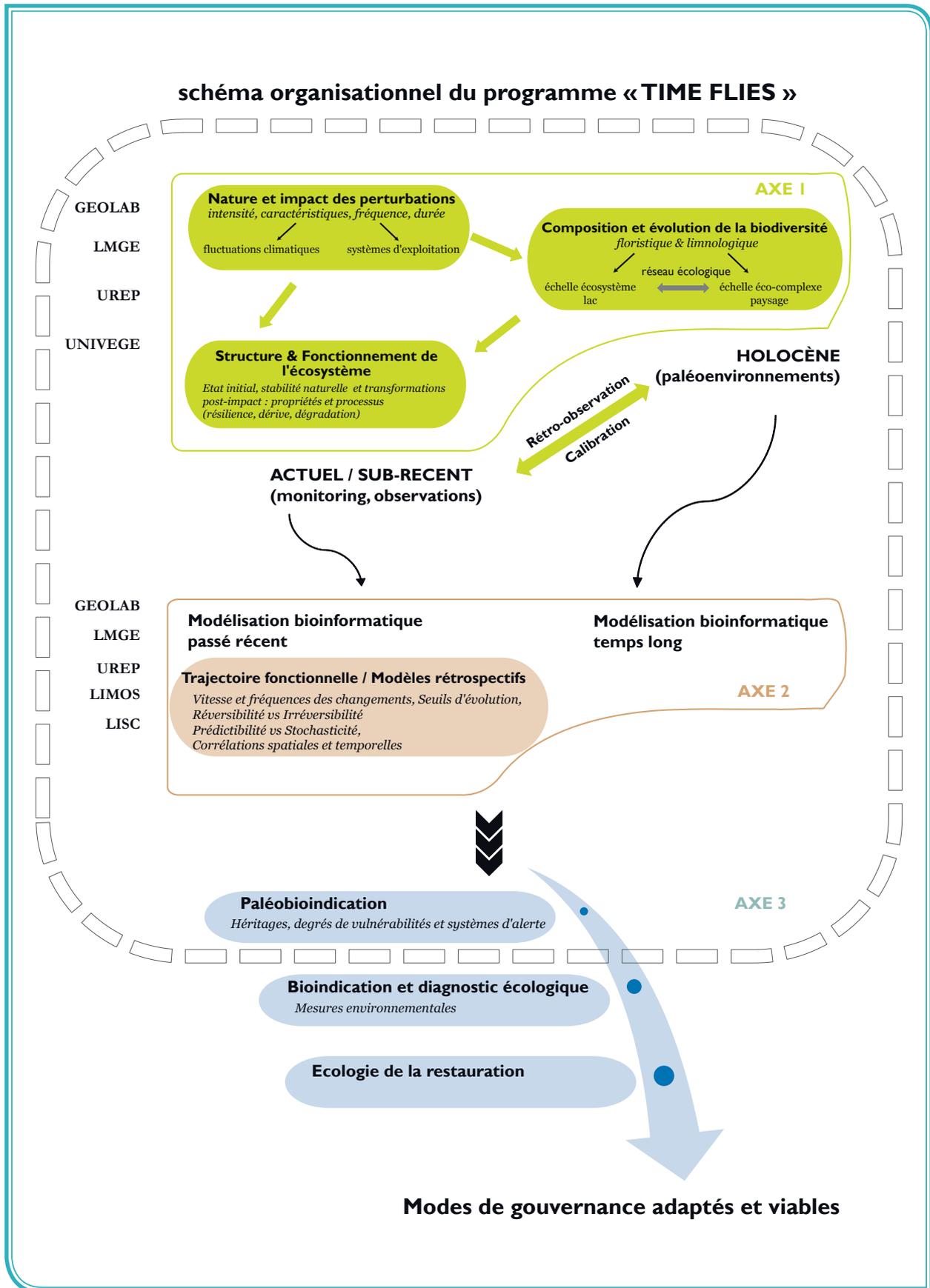


Figure 15. Schéma organisationnel et débouchés du projet « TIME FLIES ».

logique au sein d'un même bassin versant en analysant, de manière croisée et synchrone, la biodiversité à plusieurs niveaux d'analyse : (1) la diversité des espèces et des communautés d'espèces (floristique, limnologique) et (2) la diversité des écosystèmes (de l'échelle de la station – lac – à l'échelle de l'éco-complexe – le paysage). Le principe est **d'analyser les phases de stabilité et de changements dans la biodiversité en terme d'état initial et/ou pré-impact, d'équilibre et de réponse fonctionnelle de l'écosystème** (transition, adaptation, bascule, dérive, dégradation) **à une perturbation** – ou un ensemble de perturbations – dont la nature, l'intensité, la durée et la fréquence seront caractérisées de manière concomitante. Sont évoquées ici les causes proximales aux changements écologiques qui affectent à la fois le biotope et la biocénose – comme les variations climatiques ou les systèmes d'exploitation des ressources naturelles – et celles affectant plus spécifiquement les biocénoses (surexploitation, introduction d'espèces par exemple). Cette recherche se fera dans un emboîtement d'échelles :

- temporelles : le passé lointain, depuis le Néolithique, et le passé récent sur les 2 derniers siècles (20^e et 21^e siècles) ;
- spatiales : différentes fenêtres d'étude micro-locale constituées par un lac volcanique et son bassin versant topographique dans lesquels dominent les MOHA dans le massif du Sancy-Cézallier.

Les objectifs spécifiques de cet axe sont les suivants :

- **Obtenir des séries holocènes et sub-récentes d'évolution paléoenvironnementale de haute précision** à partir d'analyses paléoécologiques « multi-proxies » (indicateurs biotiques : grains de pollen et spores de végétaux, micro-fossiles non polliniques – spores fongiques, différentes formes de résistance du phyto- et du zooplancton –, diatomées, kystes de parasites intestinaux, stomates, macro-restes végétaux, charbons et indicateurs abiotiques sédimentologiques et géochimiques) à très haute résolution temporelle (1 échantillon tous les 30-50 ans voire moins si possible) et spatiale à partir de l'étude d'enregistrements lacustres.
- **Exprimer de manière qualitative et quantitative l'évolution temporelle de la biodiversité des différentes communautés biologiques étudiées** (végétation de bordure et existante dans le bassin versant, communautés planctoniques et fongiques), ce qu'elle traduit en terme de dynamique écologique, de processus de co-évolution et de compétition.
- Mettre au jour des **groupements fonctionnels, intégrés et multi-variés d'indicateurs paléocologiques** biotiques caractéristiques :
 - des différents types et états fonctionnels des écosystèmes prairiaux, abordés sous l'angle des services rendus aux sociétés au cours des siècles (entre autres pelouses, prairies grasses, prairie de fauche) et des écosystèmes lacustres (qualité des eaux : entre autres trophie, saprobie, oxygénation, température, turbidité, pH),

- des processus rapides (impacts, basculement) et lents (fluctuations naturelles, résilience, transformations, adaptations);

Ces groupements fonctionnels seront formés, sur la base d'analyses biostatistiques (entre autres analyse en composantes principales assorties d'analyses de co-inertie (fig.16.), analyse des correspondances multiples, clustering : classification non supervisée – plusieurs techniques de construction de clusters d'indicateurs biotiques seront d'ailleurs utilisées comme les techniques de partitionnement où les groupements seront construits puis évalués selon certains critères (exemples de la méthode des k-means (MacQueen, 1967) et ses variants (Pelleg, Moore, 2000), des techniques de décomposition hiérarchique (Agglomerative Nesting, Divisive Analysis etc.). L'approche biostatistique s'avère nécessaire dans la mesure où ces groupements fonctionnels seront construits à partir d'une corrélation de proxys de nature et de représentativités différentes (résolution spatiale et temporelle, taphonomie). Ces groupements seront caractérisés par la richesse spécifique ou taxonomique (espèces indicatrices principales et secondaires, présence/absence de taxons clés identifiés, indices de diversité – exemple de la rarefaction analysis, Birks, Line, 1992) et la diversité taxonomique (abondance relative, composition des assemblages, traits fonctionnels des taxons clés).

- **Caractériser la nature du changement ou de la perturbation** (variabilité climatique et pratiques humaines sur la longue durée) **impliquant des modifications des propriétés des systèmes écologiques** étudiés via l'approche multi-proxies et multi-séquences (étude paléoenvironnementale des séquences naturelles mais aussi des sites archéologiques existant dans le bassin versant pour apporter des informations d'ordre paléosocioéconomique et d'évolution de l'agrobiodiversité) et l'intégration des approches de géographie physique (inscription de l'étude du lac dans le contexte de son bassin versant, mise au jour des flux hydro-sédimentaires) et des sciences paléoenvironnementales avec les sciences humaines et sociales (archéologie, histoire). Un accent particulier sera porté sur la reconstitution dans leur intégralité des systèmes d'exploitation des ressources naturelles (histoire de la gestion de la ressource herbacée, de la ressource eau, activités spécialisées) et des paysages végétaux en discriminant leur composante locale par l'inter-calibration des proxys paléocéologiques et le croisement disciplinaire.
- **Établir un cadre chronologique aux changements paléoenvironnementaux** observés grâce à la construction de modèles âge-profondeur de très haute fiabilité par une approche croisée entre différents types de marqueurs chronologiques (isotopes, SCP, sources écrites). Ce système pluriel de méthodes de datations (géosciences et SHS) inclue des méthodes de caractérisation chronologique des périodes récentes et contemporaines pour lesquelles la technologie du radiocarbone est imprécise comme les Spheroidal Carbonaceous Particles (Rose, 2001), qui ont fait leur preuve dans le Massif central (Servera Vives, 2014 et co-encadrement de thèse), ou les documents archivistiques et de cartographie anciennes (histoire et répartition des « forêts anciennes », histoire des reboisements en espèces allochtones qui constituent pour le paléoenvironnementaliste des marqueurs biostratigraphiques, documentation de différents organismes comme le PNR ou l'ONF, Lathuillère, Gironde-Du-

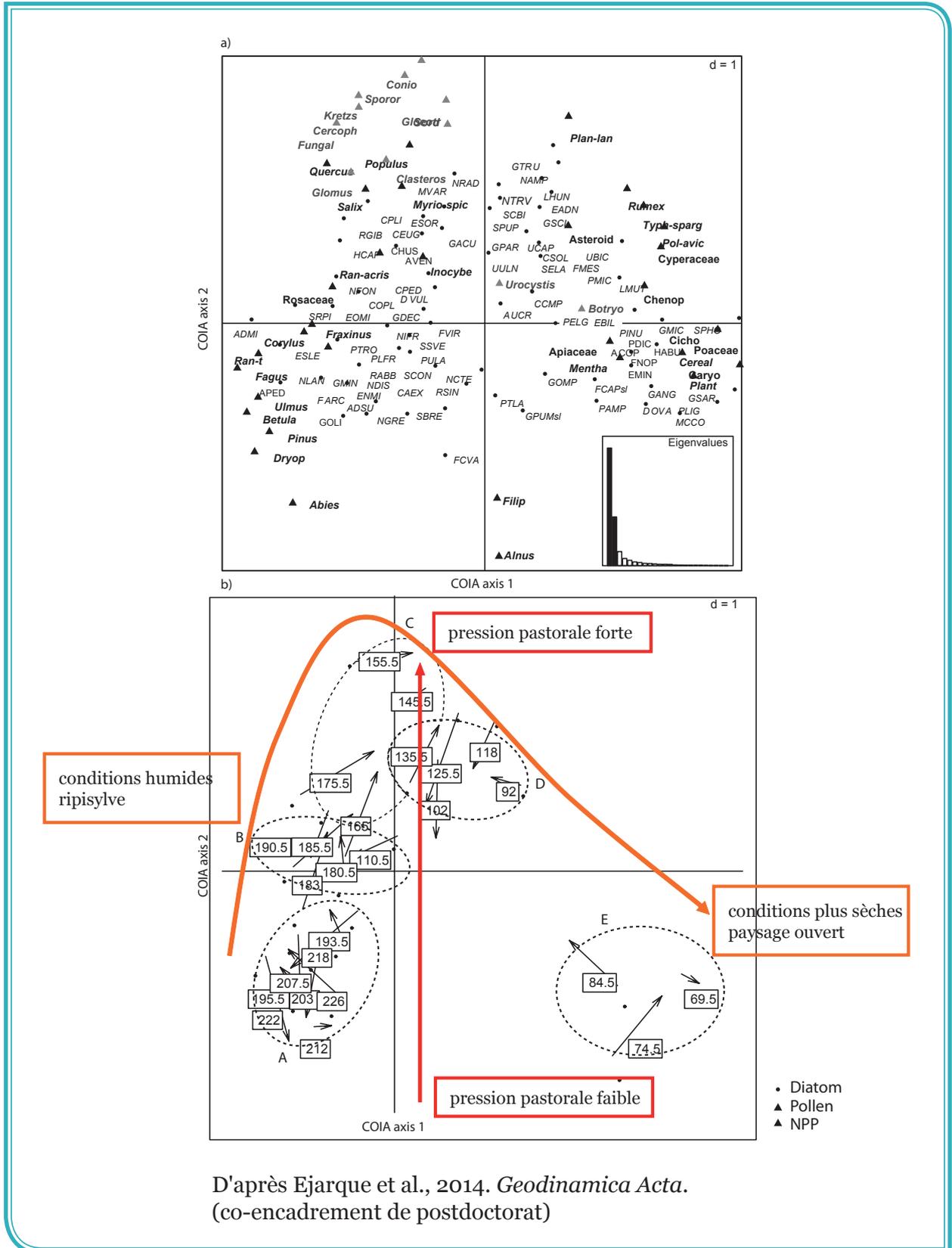


Figure 16. Analyse de co-inertie montrant les relations entre les assemblages de grains de pollen, de microfossiles non polliniques et de diatomées issus de l'étude paléocologique d'un paléochenal de l'Allier (Châtel-de-Neuvre, Allier, France)

cher, 2014). Cette caractérisation est importante pour étalonner correctement les modèles d'âge et pour bien recaler dans les temps ces périodes récentes de très forte anthropisation et de variabilité climatique importante (PAG par exemple).

- **Constituer des référentiels de calibration** du signal paléoenvironnemental via une approche contemporaine: études des relations végétation/pluie pollinique et assemblage de micro-fossiles actuels dans les écosystèmes prairiaux caractérisés sur le plan phytosociologiques et analyse des différents bioindicateurs concernés dans la colonne d'eau et dans le sédiment d'interface pour les écosystèmes lacustres.
- **Proposer des reconstructions quantitatives et spatialisées de l'évolution des systèmes écologiques complexes** (paysages) dans leur composante locale (i.e. dans le bassin versant topographique) à partir de la méthode appelée « Multiple Scenario Approach » (Bunting, Middleton, 2008). Cette méthode, certes plus empirique que d'autres (exemple de la Landscape Reconstruction Algorithm, Sugita, 2007), permet néanmoins de mieux composer avec les imprécisions (d'identification taxonomique, de compétence spatiale du signal pollinique, et d'intensité d'anthropisation des milieux différentes au cours du temps) inévitables à l'approche paléoenvironnementale. Pour cela, l'approche géomatique sera nécessaire (construction de modèles numériques de terrain, modélisation des courants atmosphériques dans le bassin versant topographique etc.).

Certaines des actions de recherche présentées dans cet axe 1 sont déjà en cours dans le programme AKINET (dir. D. Latour, UMR 6023, 2014-2016, Agence de l'Eau) dans lequel collaborent les unités LMGE (Microorganismes : Génome et Environnement, UMR 6023, CNRS/UBP) et GEOLAB (Géographie physique et environnementale, UMR 6042, CNRS/UBP). Ces 2 unités ont une longue tradition de coopération dans le cadre de la Fédération de Recherche en Environnement (FRE 3467/CNRS/UBP/INRA). Les savoir-faire des deux unités seront mis à contribution pour aborder cette recherche sous un éclairage pluridisciplinaire et novateur pour la détermination de marqueurs écologiques inédits et pour l'intégration des échelles temporelles, renforçant du même coup la synergie entre les 2 unités au sein d'un DIPEE de l'INEE. Plus spécifiquement, le LMGE et GEOLAB auront pour tâche d'acquérir les différentes données biologiques (pollen et spores de végétaux, plancton, spores fongiques) passées et actuelles et de mener à bien l'interprétation croisée en terme de changements environnementaux, de variabilité de la biodiversité, des forçages aux impacts constatés et aux mécanismes de résilience mis en jeu. Le savoir-faire de GEOLAB en géographie physique et environnementale permettra d'envisager l'étude de la dynamique des écosystèmes lacustres en inscrivant ces systèmes écologiques dans leur bassin versant (prise en compte des processus hydro-sédimentaires). Les aspects géomatiques du programme seront pris en charge par la plateforme technique et instrumentale de l'unité en lien avec la plateforme intespace de la MSH (USR 3550/CNRS/UBP). Une collaboration avec un autre laboratoire de géographie physique, GEODE (UMR 5602/CNRS/Université Jean Jaurès), est prévue dans la mesure où ce laboratoire, sous l'impulsion d'E. Chapron, est déjà fortement impliqué dans l'étude paléoécologique des lacs auvergnats (Chassiot, 2015). Nous collaborons avec cette équipe depuis leur arrivée en Auvergne. Par ailleurs, l'analyse de la diversité végétale dans les milieux herbacés

et la recherche d'indicateurs paléocologiques et écologique innovants concernant les MOHA se fera, quant à elle, en partenariat avec Univèges-Herbiers Universitaires de Clermont-Ferrand et l'UREP (Unité de Recherche sur l'Ecosystème Prairial de l'INRA de Clermont-Ferrand).

6.3. Axe 2: Trajectoires fonctionnelles, seuils et héritages

A l'issue de l'axe 1, à vocation de description et de reconstruction de l'évolution de la biodiversité, l'objectif de l'axe 2 est d'obtenir des modèles de relations, au sens de Goubet et al. (2004), c'est-à-dire entre l'évolution de la structure et de la composition de la biodiversité d'un système écologique et les processus mis en jeu **à différentes échelles de temps** (temps long vs temps court), décrivant **l'évolution des fonctionnements de ces 2 écosystèmes (MOHA et LV) et de leurs interactions** au cours du temps. Il s'agira de proposer des modèles temporels d'évolution de cette biodiversité, en articulant les données passées et contemporaines, afin d'obtenir des reconstructions affinées des trajectoires environnementales des MOHA et des LV, systèmes associés dans un bassin versant, sous le joug des variations climatiques et des pratiques humaines. L'intégration de la longue durée dans la réflexion, via la modélisation, apparaît comme une source d'innovation majeure pour la compréhension des processus affectant des milieux où les changements laissent une large part à l'anthropisation. Elle permet notamment **d'intégrer les effets de mémoire des milieux relatifs à des occupations humaines anciennes** (pluriséculaire à millénaire) et dont on peut ne plus sous-estimer l'ampleur aujourd'hui. La construction de ces modèles rétrospectifs est une garantie d'une meilleure connaissance de l'état écologique des systèmes étudiés et d'une viabilité entre la préservation de leur fonctionnalité et le développement des activités humaines (agricoles, piscicoles, touristiques, résidentielles) (Deffuant, Gilbert, 2011). C'est aussi le préalable indispensable à une simulation de leur évolution future dans un contexte de changement global.

Les objectifs spécifiques de cet axe sont les suivants :

- Pour ce qui concerne les changements paléoenvironnementaux et les réponses induites, il s'agit de déterminer de façon statistiquement significative :
 - leur **magnitude**,
 - leur **vitesse** : lente vs rapide et monotone vs brutale,
 - leur **fréquence** : répétition, rythmicité, cyclicité ou, à l'inverse, trajectoires stochastiques,
 - leur **prédictibilité** ou, au contraire, leur caractère chaotique ;
- Dans les trajectoires environnementales reconstruites, analyser les **processus de réversibilité** (capacité de régulation des systèmes écologiques) ou **d'irréversibilité** (points de bascule ou seuils, effet cliquet (Leroy, 2013) et effet domino (Scheffer et al., 2012) ;
- Analyser les **synchronicités ou les décalages** dans les transformations paléoenvironnementales à différentes échelles spatiales et temporelles permettant une meilleure évaluation des différentes variables explicatives (facteurs environnementaux : climatiques, géodynamiques ; gestion des terres ou autres variables sociales) ;

- En s'inspirant de Messerli et al. (2000), d'évaluer *in fine* « the trajectories of vulnerability » de ces systèmes écologiques c'est-à-dire d'identifier **les degrés de vulnérabilité de ces écosystèmes et leurs facteurs de prédisposition aux différents impacts** directement en lien avec la question des **héritages dérivés de l'accumulation d'impacts** qui se sont succédés au cours du temps et que ne permet pas d'appréhender l'observation et les mesures sur des pas de temps courts.

Pour atteindre ces objectifs, des outils de calcul intensif et de modélisation innovants nécessitent d'être construits. Il sera également question de développer de nouvelles méthodes d'extraction de connaissances qui permettront d'explorer cette importante masse de données biologiques. Cette recherche est encore à développer et est en cours dans le cadre du postdoctorat de J. Lonlac Konlac, que je co-encadre (2015-2017). L'analyse d'une importante masse de données (abondance relative, concentration, valeurs mesurées) par calcul intensif sera faite afin d'extraire les valeurs agrégées permettant :

- une meilleure description des dynamiques des systèmes écologiques considérés à travers leur changement d'états. Cette description sera faite en exploitant les modèles mathématiques de calcul tels que les réseaux de pétri (Durzinsky et al., 2011) ou les automates à états finis, qui permettent la construction des modèles états-transitions. L'enjeu sera alors de caractériser les différents états et transitions du système à construire ;
- l'identification des événements similaires au cours du temps et leur répétition : agrégation des espèces et étude de la stabilité des groupements formés, discrimination des motifs de répétition directement inspirée des analyses en génétique (Schneider et al., 1986) ;
- l'alimentation des modèles en paramètres d'entrée.

Cette analyse bio-informatique (statistique et algorithmique) portera, dans son principe fondamental, sur la dynamique des objets (taxons ou/et écosystèmes) visés en utilisant une approche classique de différenciation entre populations et une approche de reconstruction de réseaux (réseaux de pétri prenant en compte la dimension temporelle (Durzinsky et al., 2011, 2013), de règles d'association pour modéliser les dépendances fonctionnelles entre proxies (Berzal et al., 2007; Molina et al., 2007) (co-abondance, co-évolution, co-rare, Jones et al., 2006; Agier et al., 2007), de motifs et règles graduelles (Di Jorio et al., 2008, 2009) qui expriment efficacement les co-variations de la forme « plus/moins X, plus/moins Y » entre variables numériques dans une base de données quantitatives. Dans ce dernier cas, la notion de temporalité entre les différentes variables sera prise en compte. L'objectif *in fine* est de modéliser à l'aide des réseaux de pétri et des automates la dynamique écologique en traçant plus spécifiquement la réversibilité ou l'irréversibilité des réseaux obtenus.

Le postdoctorat de J. Lonlac Konlac (2015-2017) a permis de démarrer, toujours au sein de la Fédération des Recherches en Environnement, un partenariat étroit entre GEOLAB et Le LIMOS (UMR 6158) et le LISC (IRSTEA), unités dont le domaine d'expertise est le recueil, le traitement et

l'interprétation des données complexes ainsi que la mise en place de modèles rétrospectifs intégrés et dynamiques et de simulation prospective à vocation d'actions facilitatrices pour la mise en place de mode de gouvernance environnementale adaptée et viable avec le développement territorial.

6.4. Axe 3 : Paléo-bioindication et aide à la gestion

Ce volet de recherche appliquée du programme, qui reste encore largement à développer, propose d'explorer en quoi et comment les données issues de la recherche paléoenvironnementale peuvent apporter des outils de diagnostic d'état écologique (exemple de l'eutrophisation des lacs), de systèmes d'alerte (early warning) et peuvent contribuer à la mise en place de modes de gestion environnementale adaptés et viables entre le respect de l'intégralité et de la fonctionnalité des systèmes écologiques et les pratiques humaines. Améliorer et être plus complet sur le diagnostic écologique permet de mieux anticiper des risques environnementaux comme le risque toxique associé aux proliférations de certains organismes aquatiques comme certaines cyanobactéries dont on sait que les abondances ont été démultipliées dans les lacs de l'hémisphère nord au cours des 2 derniers siècles (eutrophisation et augmentation des températures, Taranu et al., 2015). Or, la recherche paléoenvironnementale a mis en évidence l'existence dans les enregistrements sédimentaires lacustres, y compris à très grande profondeur et sur une longue échelle temporelle, un stock important d'akinètes, notamment des genres *Anabaena* et *Aphanizomenon* (Miras et al., 2015a ; van Geel et al., 1994). Une rapide comparaison entre les concentrations retrouvées et les variations climatiques laissent suspecter d'autres facteurs de contrôle à leur présence, autres que les seules hausses de températures, et en lien avec les impacts anthropiques (fig.17) L'idée est donc d'explorer si les abondances de ces akinètes peuvent constituer de bons indicateurs des proliférations cyanobactériennes passées et à venir (abondance et toxicité puisque certains de ces organismes produisent des cyanotoxines). Cette voie de recherche est prometteuse car les premiers résultats de la recherche que je co-anime avec D. Latour, dans le cadre du programme AKINET (dir. D. Latour, 2014-2016), tendent à démontrer que ces akinètes survivent beaucoup plus longtemps dans les sédiments lacustres que les cellules végétatives (fig.18). Il apparaît également nécessaire de procéder à des recherches phylogénétiques dans la mesure où des différences notables dans leur survivance ont été mises au jour en fonction des genres (fig.19) (Latour et al., 2015). Enfin, l'étape ultime est de tester l'aptitude à la germination de ces akinètes sur toute la colonne et leur capacité potentielle à inoculer la colonne d'eau en cas de remobilisation de la colonne sédimentaire pour différentes raisons (aménagement anthropiques, phénomènes sismiques et événements gravitaires qui ont, par ailleurs, déjà eu lieu en Auvergne par le passé, Chapron et al., 2012 ; Chassiot et al., sous presse). Les akinètes sont connus pour leur résistance en conditions extrêmes pendant plusieurs années (Olsson Francis et al., 2009) mais nous ne savons rien sur leur survie à plus long terme (Latour, 2011) même si les premiers résultats obtenus dans le cadre du programme AKINET sont encourageants (fig.17). Aussi cette recherche s'accompagne indéniablement d'une importante prise de risque mais les données susceptibles d'être mises au jour pourraient constituer un apport majeur en gestion environnementale dans la mesure où elle mettrait au jour l'importance d'un réservoir potentiel à prendre aussi en considération en plus des intrants plus classiquement considérés dans les plans de gestion.

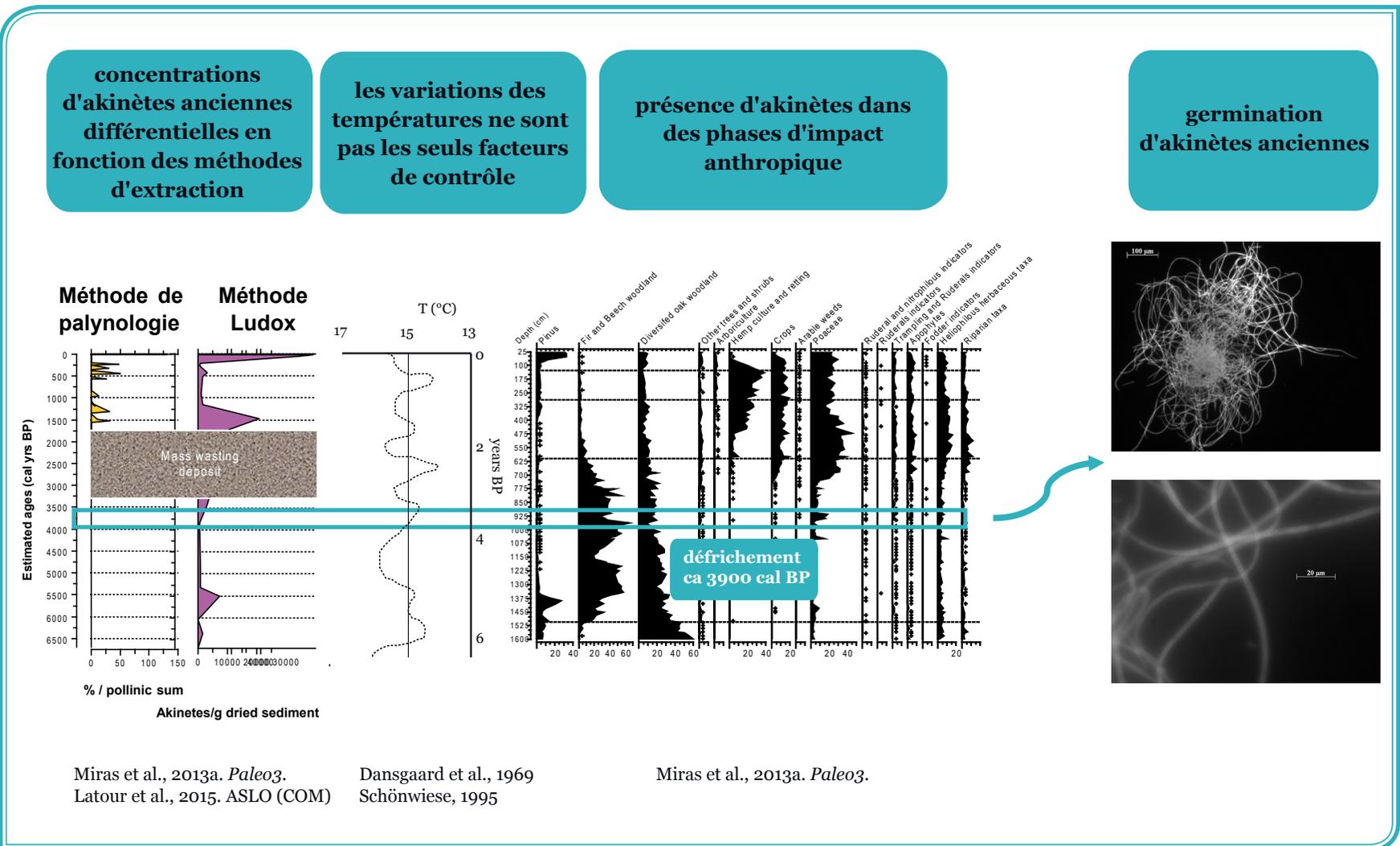


Figure 17. Méthodologies d'extraction des akinètes, recherches sur les facteurs de contrôle et sur la germination d'akinètes anciennes.

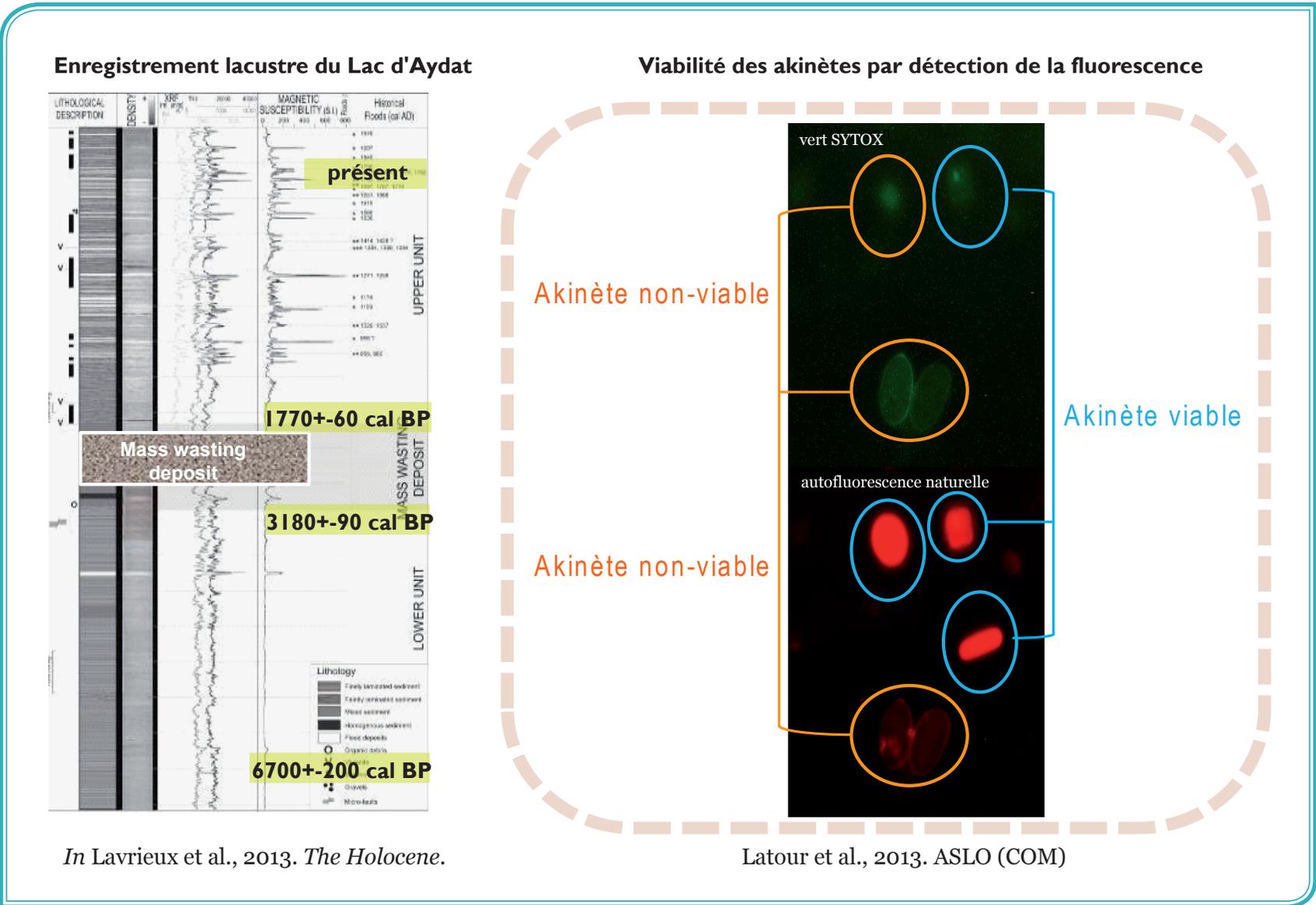


Figure 18. Viabilité des akinètes contenues dans l'enregistrement sédimentaire du lac d'Aydat (Puy-de-Dôme, France).

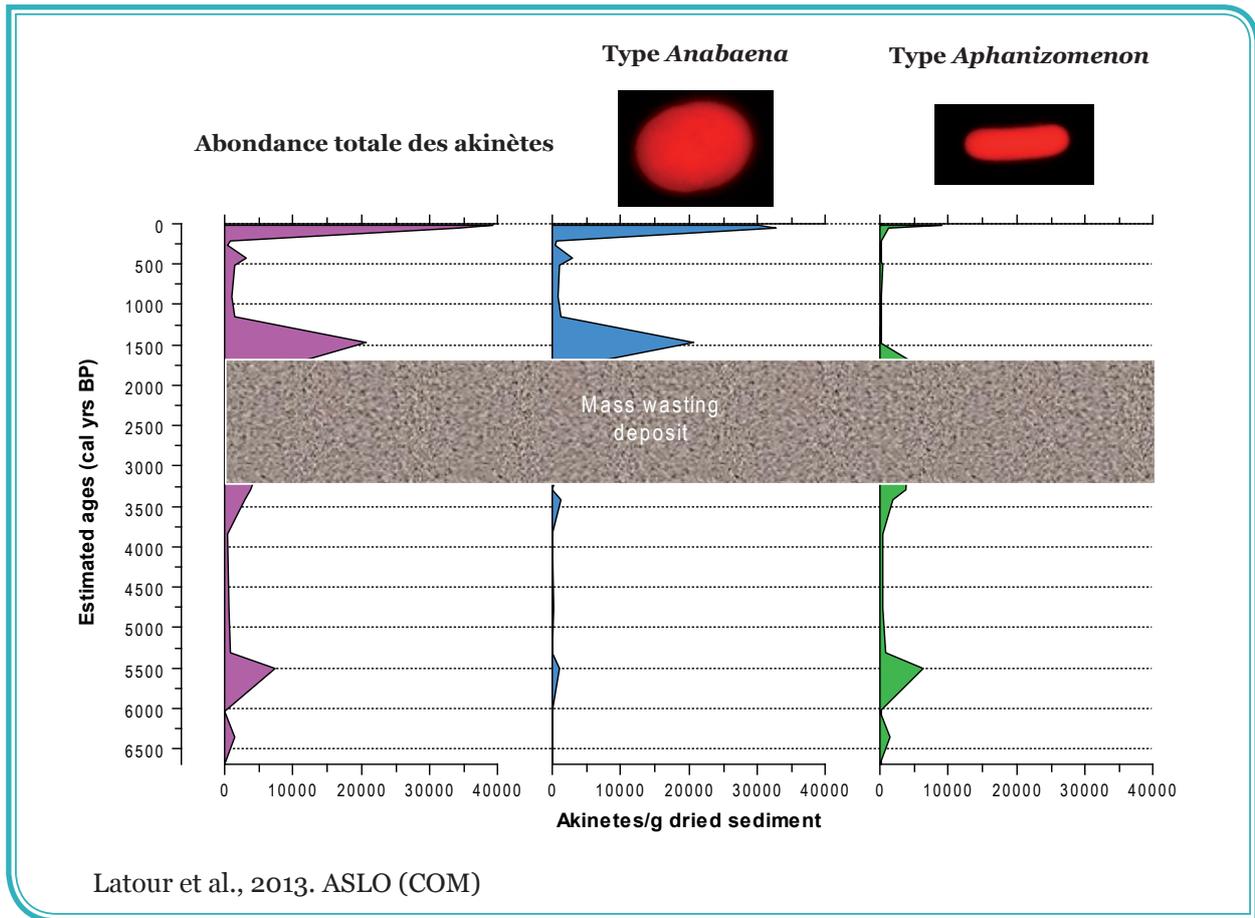


Figure 19. Phylogénie et survie à long terme des akinètes contenues dans l'enregistrement sédimentaire du lac d'Aydat.

En définitive, l'apport de la paléoécologie dans l'écologie de la conservation, dans le sens d'une recherche de conciliation entre biodiversité, fonctionnement des écosystèmes et activités humaines, est encore peu considérée (Dietl, Flessa, 2011). Or les implications de la paléo-bioindication dans la gestion environnementale contemporaine ne peuvent plus être éludées et ont été même récemment recensées comme l'une des 50 recherches paléoenvironnementales prioritaires (Seldon et al., 2014).

Les objectifs spécifiques de cet axe sont les suivants :

- Évaluer si les groupements fonctionnels d'indicateurs paléoécologiques mis au jour dans l'axe 1 constituent des indicateurs de biodiversité (indicateurs qualitatifs et quantitatifs) répertoriés et applicables à l'analyse de l'état de la biodiversité et du fonctionnement actuels des écosystèmes considérés ;
- Mener à bien des recherches exploratoires à partir d'approches couplées de suivi terrain réguliers, d'analyses paléoécologiques et de mise en cultures expérimentales : (1) pour réaliser des

recherches phylogénétiques sur les akinètes de cyanobactéries (genres *Anabaena* et *Aphanizomenon*) et leur production éventuelle de cyanotoxine (recherche des gènes de toxicité); (2) pour analyser les liens existants entre l'abondance des akinètes présent dans l'eau et celle ensuite retrouvée dans les sédiments, le taux de survie et les aptitudes à la germination et la proportion éventuelle, le cas échéant, d'inoculer la colonne d'eau et (3) pour mettre au jour de nouveaux indicateurs paléoécologiques à fort potentiel (exemple des œufs de rotifères) pour lesquels quasiment tout est à faire (identification des morphotypes, protocole d'analyse, liens avec l'organisme producteur et les facteurs de productions, variables décrites);

- Transferts des données sur la prédictibilité des réponses des écosystèmes étudiés aux perturbations passées obtenues dans les modèles rétrospectifs (axe 2) aux modèles prospectifs;
- Participation aux diagnostics écologiques et aux mesures de restaurations ou remédiations environnementales (système d'alerte, facteurs promouvant la résilience ou application du principe de la perturbation intermédiaire pouvant favoriser la biodiversité, Couvet, Teysseire, 2010).

Le programme TF comprend donc une part importante de recherche appliquée et est, dans ce sens, en total concordance avec le projet SYMBIOSE (Interactions entre changement global, biodiversité et fonctionnement des systèmes environnementaux avec l'axe « écosystèmes aquatiques, biodiversité, fonctionnement intégré et services écosystémiques ») obtenu dans le cadre du CPER 2015-2020, porté par la Fédération des Recherches en Environnement, et s'inscrit également dans le projet I-site (axe 1. Agro-écosystèmes durables dans un contexte de changements globaux avec le livrable envisagé sur l'eau, sa qualité et sa gestion). Il s'articulera également avec les différents réseaux d'observation de la biodiversité et des écosystèmes aquatiques auxquels GEOLAB participe ou collabore (réseau Auver-watch – service d'observation à long terme de l'Observatoire de Physique du Globe de Clermont-Ferrand, en cours de labellisation en tant que site d'observation national par le CNRS INSU, réseau SOERE et Zone Atelier Loire du CNRS).

Enfin, l'ambition du programme TF de contribuer à la proposition d'actions de gestion et de remédiation sur ces systèmes écologiques anthropisés nécessite d'inclure tous les partenaires impliqués dans la gouvernance de ces milieux (entre autres Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne, Syndicat Mixte des vallées de la Veyre et de l'Auzon).

6.5. Méthodologies, verrous scientifiques et propositions

6.5.1. Grands principes méthodologiques

- une très haute résolution d'analyse aux échelles spatio-temporelles emboîtées fondées sur une articulation de fenêtres d'études micro-locales et étudiées sur le temps long (Holocène) et cours (20^e et 21^e siècles);

- une complémentarité des types de séquences (séquences naturelles et sites archéologiques) et d'indicateurs étudiés (biotiques : grains de pollen, spores de végétaux, micro-fossiles non polliniques, diatomées, macro-restes végétaux et charbons et abiotiques : sédimentologie, géochimie);
- une recherche exploratoire de nouveaux indicateurs paléoécologiques à fort potentiel d'état écologique (exemple des œufs de rotifères, Miras et al., 2015a) et de spatialisation du signal palynologique (exemple des spores de champignons parasite);
- le traitement du signal paléoenvironnemental par l'analyse biostatistique (corrélations d'indicateurs, corrélations spatiales et temporelles) et la modélisation informatique (méthode d'extraction des connaissances);
- la construction de modèles âge-profondeurs précis y compris pour les périodes récentes (Temps modernes et Epoque contemporaine) et sub-actuelles en croisant différentes approches (diverses méthodes isotopiques, SCP et sources écrites et archivistiques)
- une intégration et une inter-calibration systématiques de différentes disciplines issues des sciences environnementales (paléoécologie, néoécologie, écologie historique, géomorphologie, et sédimentologie) et des sciences humaines et sociales (archéologie, histoire).
- une mise en place de méthodologies standardisées et de protocoles de recherche homogénéisés pour les analyses paléoenvironnementales et l'établissement des référentiels dans chaque fenêtre de façon à permettre les comparaisons.

6.5.2. Verrous scientifiques et propositions pour les lever

6.5.2.1. Représentativité spatiale du signal palynologique et caractérisation des différentes formes de MOHA

Un travail de calibration à partir d'analogues actuels fondés sur l'étude des rapports entre la végétation actuelle, le type de pratique et les assemblages de différents biomarqueurs (grains de pollen et spores de végétaux, micro-fossiles non polliniques) sera mené dans les bassins versants topographiques choisis. Des transects d'étude seront mis en place en fonction d'unités de paysages ouverts et de types de pratiques (par exemple, prairies pâturées, prairie de fauche) et des capteurs polliniques déposés à la surface des LV permettront d'enregistrer les dépôts polliniques issues de ces groupements de végétation ainsi que de déterminer l'aire de captation pollinique (Relevant Pollen Source Area, Sugita, 1994). Il s'agit alors de mettre en place des référentiels actuels par l'étude des assemblages sporo-polliniques et de micro-fossiles non polliniques issus de coussinets de mousse et de surface de sols provenant de différents types de MOHA bien décrits

sur le plan phytosociologique et pour lesquels seront déterminés différents paramètres écologiques (nature du sol, topographie, contexte micro-climatique) et de paramètres caractérisant la pratique agropastorale, agent de perturbation de ces MOHA (entre autres, type et fréquence du bétail, charge pastorale). Pour ce dernier point, nous ajouterons des prélèvements d'excréments d'animaux sauvages et domestiques (analyse des spores de champignons coprophiles).

Les objectifs sont : (1) de caractériser sur le plan palynologique les différents types de paysages végétaux en identifiant, d'un point de vue qualitatif et quantitatif, les marqueurs caractéristiques des différents types de MOHA et de pratiques, et (2) de mettre au jour des indicateurs locaux de ces systèmes écologiques et des activités humaines (gestion de la ressource herbacée) afin de pouvoir circonscrire dans le « signal fossile » la composante locale de la pluie pollinique. Pour cela, une attention particulière sera portée sur les spores de champignons mycorrhiziques, saprophytes et parasites de différentes espèces végétales de la strate herbacée. Cette recherche est encore largement exploratoire et seuls peu de précédents existent et sont quasiment exclusivement dédiée aux arbres (par exemple, Cugny et al., 2010). Il s'agira de travailler sur leur protocole d'extraction, d'avancer sur les critères d'identification morpho-anatomique sur leur représentativité (sporulation, dissémination) et sur l'interprétation écologique des marqueurs déjà connus et d'en mettre au jour de nouveaux.

6.5.2.2. Nouveaux indicateurs paléoécologiques, représentativité et transfert à la gestion contemporaine

En raison de leur grande sensibilité, les changements de diversité des communautés de micro-organismes sont en effet de bons révélateurs des changements environnementaux actuels et des modifications des pratiques en cours dans le bassin versant. Or l'approche paléoenvironnementale s'intéresse aux formes de résistance du phyto- et du zooplancton conservées dans les enregistrements sédimentaires lacustres et un travail en amont sur la représentativité est indispensable. L'objectif est alors de mettre au jour des assemblages de différentes propagules et autres formes de résistance renseignant sur la qualité passée des eaux du lac (état trophique, saprobie, écotoxicité, oxygénation, température, turbidité). Elles sont issues du phytoplancton (spores d'algues, akinètes de cyanobactéries, frustules de diatomées) et du zooplancton (rotifères et protistes). Pour cela, dans un premier temps, des recherches exploratoires portant sur leurs protocoles d'extraction et de concentration seront menées (densité, résistance de ces indicateurs, mode d'observation) car elles sont souvent rencontrées en petite quantité dans les sédiments lacustres. Des liens étroits avec les protocoles de recherche en microbiologie de l'environnement sont envisagés (par exemple, fluorescence, immunomarquage, Latour, 2011). La question se pose en effet de savoir si les traitements palynologiques (Faegri, Inversen, 1989, van Geel et al., 1994) effectués ne sont pas la cause des faibles quantités de ces indicateurs rencontrées comme certaines de nos données le laissent penser (fig.17). Le couplage avec l'approche contemporaine permettra, dans un second temps, d'analyser les intérêts paléoécologiques de ces nouveaux indicateurs potentiels (précision des types morphologiques, identification de nouveaux types, examen du signal écologique). Il permettra aussi de mener un travail de calibration en analysant les relations entre l'abondance des

micro-organismes et celle de leurs formes de résistance de façon à avoir des informations paléocologiques d'ordre quantitative et de discriminer les variables explicatives aux sporulations (températures, luminosité, teneurs en phosphore etc.). Le couplage des données environnementales et paléoenvironnementales se fera à partir d'une approche de calibration consistant de manière systématique pour les LV choisis : (1) analyse de la colonne d'eau et du sédiment d'interface en lien avec les équipes de néoécologie et (2) exploitation des données anciennes d'analyse microbiologiques des colonnes d'eau et comparaison avec le contenu en formes de résistance des sédiments d'interface et de sommet de l'enregistrement lacustre. Ceci permettra d'établir des liens entre l'abondance des organismes telles les diatomées ou les cyanobactéries décrites autrefois dans la colonne d'eau et les formes de résistance – frustules, akinètes – actuellement contenues dans le sédiment qui s'est déposé depuis. Les aspects de taphonomie en fonction de la nature du sédiment seront aussi abordés. Enfin, il s'agira de tester les aptitudes à la germination de ces formes anciennes de résistance afin de préciser leur identification taxonomique et d'analyser leur capacité à bouleverser les états écologiques de l'hydrosystème en cas de remobilisation du sédiment.

6.6. Zones d'étude

Le massif du Sancy-Cézallier, situé au cœur du Massif central, dans sa partie la plus élevée, nous paraît la zone d'étude la plus adéquate pour développer le programme TF. Deux raisons président à ce choix :

- la possibilité d'articuler, le long d'un transect Nord-Sud, des fenêtres d'études constituées d'un lac volcanique et de son bassin versant où différents types de MOHA dominent le paysage. Il s'agira de choisir des lacs qui diffèrent en fonction de leur état trophique (« affected and non affected lakes », Smol, 2008) mais qui sont similaires d'un point de vue de leur morphologie et de la taille de leur bassin versant. Seule cette approche comparative « multi-lacs » menée sur un petit espace permet la construction de modèles simples des trajectoires écologiques des systèmes lacustres sur la longue durée (Anderson et al., 1995). Des lacs de petite taille inscrits dans un bassin versant topographique de faible étendue seront privilégiés de façon à pouvoir travailler sur des milieux de dépôts où la composante locale de l'enregistrement pollinique est augmentée (Jacobson, Bradshaw, 1981). Enfin, une attention particulière sera portée sur des enregistrements lacustres laminés (annuellement si possible – exemple du lac Pavin, Stebich et al., 2005) afin de garantir la haute résolution d'analyse et d'éviter au maximum les distorsions d'ordre temporel dans les représentativité des indicateurs multi-variés étudiés.
- L'existence dans ces fenêtres d'étude micro-locales, à proximité immédiate des LV, de nombreux sites archéologiques témoignant d'une occupation ancienne (depuis le Néolithique), longue, variée et, pour certaines périodes, tout à fait unique en Europe occidentale, comme en témoigne les structures dites « en peigne » ou « tras » des périodes modernes et contemporaines (Fournier, 1962 ; Fournier G., Fournier P.F., 1983) (fig.20). La présence de ces ensembles archéologiques dans le bassin versant topographique même des LV étudiés est garant



Figure 20. Lac de Servièrre (Puy-de-Dôme, France) et concentrations de « tras » (cliché B. Dousteysier).

d'un bon enregistrement paléoenvironnemental des impacts générés sur le fonctionnement de ces lacs et de l'histoire de la construction des paysages au cours du temps par ces sociétés. Un autre intérêt réside dans le fait que différents modes d'occupation sont mis au jour par les recherches archéologiques et se succèdent durant des périodes de forte variabilité climatique (notamment le Petit Âge Glaciaire) (Surmely, Franklin, 2014) : hameaux médiévaux (11^e-13^e siècles) (fig.21) puis abandon de ces villages et multiplication des structures d'habitat temporaire (cases, tras et burons) au cours des périodes modernes et contemporaines avec des retours d'habitats ruraux aux aménagements plus importants (particulièrement au cours des 16^e-17^e siècles). Ces contextes archéologique et environnemental constituent un cadre d'étude tout à fait privilégié pour travailler sur les facteurs de contrôle (tant naturel qu'anthropique) et leurs interactions sur la construction, la structure et la dynamique des systèmes écologiques considérés.

Différents lacs seront choisis en fonction de leur état trophique actuel et se répartissent suivant un transect N-S depuis la limite entre la Chaîne des Puys/Mont-Dore, au nord, et la limite Sancy-Cézallier/Cantal au sud. Pour chaque situation et pour chaque fenêtre géographique du transect, plusieurs lacs ont été identifiés et peuvent être étudiés dans des démarches comparatives. Les informations sont recensées dans le tableau 3 (liste non exhaustive).



Figure 21. Motte féodale à proximité des lacs de la Godivelle (Puy-de-Dôme, France, cliché B. Dousteysier).

TABLEAU 3. EXEMPLES DE LACS NATURELS AUVERGNATS POUVANT ÊTRE ÉTUDIÉS DANS LE CADRE DU PROJET « TIME FLIES »

Situation géographique	État trophique	Lacs	Commune
Chaîne des Puys/Mont Dore	Eutrophe / hyper-eutrophe	Aydat La Cassière	Aydat
Mont Dore/Sancy		Guéry (LG) Servièze	
Sancy/Cézallier	Oligotrophes Oligotrophe Oligotrophe Mésotrophe Mésotrophe Eutrophe	Montcineyre Pavin Chauvet Bourdouze (LG) Bordes (LG) Chambon	Compains Besse-Saint-Anastaise Picherande Besse-Saint-Anastaise Compains
Cézallier/Nord Cantal	Oligotrophes	Lac d'en Haut	La Godivelle

7

CONCLUSION GÉNÉRALE

Si l'étude de l'évolution des paysages montagnards en lien avec les systèmes d'exploitation des ressources naturelles constitue le fil conducteur structurant de mes activités de recherches depuis plus de 15 ans, j'espère avoir su montrer : (1) comment celles-ci ont évolué pour toujours être en prise avec la recherche internationale et (2) comment elles ont pu être aussi source d'innovation à la fois conceptuelle et méthodologique. Une volonté affirmée de ma part existe aujourd'hui pour travailler sur le positionnement de la paléoécologie dans l'approche d'écologie globale indispensable aujourd'hui pour analyser la structuration et le fonctionnement des écosystèmes dans toute leur complexité. L'enjeu est de taille, les verrous à lever nombreux mais le challenge est plus qu'enthousiasmant à relever. C'est tout l'objectif du projet « Time Flies ».

L'originalité de ce programme tient à la prise en compte de données paléoécologiques dans la réflexion sur l'érosion de la biodiversité, sa dynamique sur le temps long (Holocène) et du passé récent (durant les deux derniers siècles). L'intégration de la longue durée à partir de la biomodélisation revêt aujourd'hui un caractère indispensable pour une meilleure compréhension des processus affectant les milieux herbacés et les lacs naturels, milieux pour lesquels les changements laissent une part importante à l'anthropisation. La modélisation permet d'intégrer les héritages en lien notamment avec les occupations humaines anciennes (pluri-séculaires à pluri-millénaires) et récentes (changement global) et reliés, y compris pour le passé, à des systèmes d'exploitation et de gestion des ressources naturelles complexes et diversifiés, et dont on ne peut plus sous-estimer l'ampleur aujourd'hui. Simuler des dynamiques d'évolution de la biodiversité à différentes échelles d'espace et de temps est aujourd'hui un véritable enjeu scientifique de la recherche environnementale et pose, pour la partie paléoenvironnementale, la question du transfert d'échelle temporelle.

Le projet Time Flies ambitionne de s'attaquer à ce challenge par la mise en œuvre d'analyses pluri-échelles, de l'approche pluri-indicateurs, de l'interdisciplinarité avec notamment l'intégration des sciences humaines et sociales et de la modélisation bioinformatique. Ces aspects de recherche fondamentale viendront nourrir un aspect de recherche appliquée, notamment pour la mise au point d'indicateurs pour l'aide à la décision, pour laquelle les attentes n'en sont pas moins grandes, réaffirmant du même coup, en cas de succès, la place et le rôle éminents des sciences paléoenvironnementales dans les défis sociétaux et environnementaux d'aujourd'hui et de demain.

/ 8

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Agier M., Petit J.-M., Suzuki E., 2007. Unifying Framework for Rule Semantics: Application to Gene Expression Data. *Fundamenta Informaticae*, 78, 4: 543-559.

Allée P., Diot M.-F., Durieux J.-F., Reynet J.-M., Valadas B., 1997. Trois milles ans d'enregistrement sédimentaire dans les fonds de vallons des bas-plateaux limousins. *La dynamique des paysages protohistoriques, antiques, médiévaux et modernes*. XVII^{ème} Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes. Editions APDCA, Sophia-Antipolis : 365-387.

Anderson N.J., 1995. Using the past to predict the future: lake sediments and the modelling of limnological disturbance. *Ecological Modelling*, 78: 149-172.

Argant J., Lopez-Saez J.A., Bintz P., 2006. Exploring the ancient occupation of a high altitude site (Lake Lauzon, France): comparison between pollen and non-pollen palynomorphs. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 141, 1-2: 151-163.

Becker A., Bugmann H. (ed), 2001. *Global change and mountain regions: the Mountain Research Initiative. International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change*, n°13. IGBP Secretariat, Royal Swedish Academy of Sciences, Stockholm.

Beaulieu J.L. de, Pons A., Reille M., 1982. Recherches pollenanalytiques sur l'histoire de la végétation de la bordure nord du massif du Cantal (Massif central, France). *Pollen et spores*, 24, 2: 251-300.

Beaulieu J.L. de, Pons A., Reille M., 1985. Recherches pollenanalytiques sur l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation des monts d'Aubrac (Massif central, France). *Review of Paleobotany and Palynology*, 44: 37-80.

Bal M.-C., Allée P., Liard M., 2014. The origins of a *Nardus stricta* grassland by charcoal analyses and the history of a mountain cultural landscape since the Neolithic (mont Lozère, France). *Quaternary International*, 366: 3-14.

Bailly-Maître M.-C., 2010. Le plomb et l'argent dans le Gévaudan médiéval. *Archéosciences, Revue d'Archéométrie*, 34: 137-148.

Baron S., Lavoie M., Ploquin A., Carignan J., Pulido M., Beaulieu J.-L. de, 2005. Record of metal workshops in peat deposits: history and environmental impact on the Mont-Lozère Massif (France). *Environmental Science and Technology*, 39: 5131-5140.

Beaulieu J.L. de, 1994. A propos de l'histoire de l'environnement : pour ouvrir le dialogue. *Natures-Sciences-Sociétés*, 1: 40-42.

Behre K.-E., 1981. The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen et spores*, 23: 225-245.

Behre K.-E., 1988. The role of man in vegetation history. *Vegetation history*. Huntley et Webb (eds), Kluwer Academic publishers: 633-671.

Berglund B.E. (ed.), 1991. *The Cultural Landscape during 6000 years in southern Sweden. The Ystad Project*. Copenhagen, Ecological Bulletins, 41 p.

Bertrand G., Bertrand C., 1975. *Pour une histoire écologique de la France rurale*. In: G. Duby & A. Wallon (dir.), *Histoire de la France rurale*, Editions du Seuil, 1, 714 p.

Berzal F., Cubero J.C., Sánchez D., Vila M.-A., Serrano J. M., 2007. An alternative approach to discover gradual dependencies. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems (IJUFKS)*, 15, 5: 559-570.

Birks H.J.B., Line J.M., 1992. The use of rarefaction analysis for estimating palynological richness from quaternary pollenanalytical data. *The Holocene*, 2: 1-10.

Birks H.H., Birks H.J.B., Kaland P.E., Moe D. (eds), 1988. *The Cultural Landscape: Past, Present and Future*. Cambridge, Cambridge University Press, 521 p.

Broström A., Gaillard M.J., Ihse M., Odgaard B., 1998. Pollen-landscape relationships in modern analogues of ancient cultural landscapes in southern Sweden – a first step towards quantification of vegetation openness in the past. *Vegetation History and Archaeobotany*, 7: 189-201.

Brun C., 2007. *Archéophytes et néophytes. Pour une nouvelle détermination des marqueurs polliniques de l'anthropisation. Le cas des milieux cultivés et rudéraux de Franche-Comté*. Thèse, Université de Franche-Comté, Besançon, France, 421 p.

Bunting M.J., Middleton R., 2008. The Multiple Scenario Approach – a pragmatic method for past vegetation mosaic reconstruction. *The Holocene*, 19: 799-803.

Butcher J.B., Nover D., Johnson T.E., Clark C.M., 2015. Sensitivity of lake thermal and mixing dynamics to climate change. *Climatic change*, 129, 1-2: 295-305.

Carozza L., Galop D., Marembert F., Monna F., 2005. Quel statut pour les espaces de montagne durant l'âge du Bronze? Regards croisés sur les approches sociétés-environnement dans les Pyrénées occidentales. *Documents d'Archéologie Méridionale*, 28 : 34-45.

Carozza L., Berger J.F., Burens A., Marcigny C., 2015. Society and environment in Southern France from the 3rd millennium to the beginning of the 2nd millennium BC: 2200 BC a tipping point? *A climatic breakdown as a cause for the collapse of the old world*, Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle, Germany, 23-26 October 2014, pp. 333-362.

Chapman G., Gearey B.R., 2000. Palaeoecology and the perception of prehistoric landscapes: some comments on visual approaches to phenomenology. *Antiquity*, 74, 284: 316-319.

Chapron E., Ledoux G., Simonneau A., Albéric P., St-Onge G., Lajeunesse P., Boivin P., Desmet M., 2012. New evidence of Holocene mass wasting events in recent volcanic lakes from the French Massif central (lakes Pavin, Montcineyre and Chauvet) and implications for natural hazards. In: Y. Yamada et al. (eds), *Submarine Mass Movements and their consequences*, Advances in natural and technological hazards research, 31: 255-264.

Chassiot L., 2015. *Reconstructions paléohydrologiques holocènes dans le Massif central en lien avec l'évolution du climat et l'occupation des sols*. Thèse, université d'Orléans, France.

Chassiot L., Chapron E., Miras Y., Schwab M.J., Albéric P., Beauger A., Develle A.L., Arnaud F., Lajeunesse P., Zocatelli R., Bernard S., Lehours A.C., Jézequel D., sous presse. Chap. 27. Lake Pavin paleolimnology and event stratigraphy. In: T. Sime-Ngando (ed), *Lake Pavin. History, biogeochemistry and sedimentology of a deep meromictic crater lake*, Springer, Dordrecht, The Netherlands.

Chorus I., 2005. *Editorial and summary*. In: Chorus I, editor. Current approaches to cyanotoxin risk assessment, risk management and regulations in different countries. Berlin, Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt), pp. 1-8.

Court-Picon M., 2007. *Mise en place du paysage dans un milieu de moyenne et haute montagne du Tardiglaciaire à l'Epoque actuelle: analyse du signal palynologique en Champsaur (Hautes-Alpes, France) à l'interface des dynamiques naturelles et des dynamiques sociales*. Thèse, université de Franche-Comté, Besançon, France, 723 p.

Court-Picon M., Buttler A., Beaulieu J.L. de, 2005. Modern pollen-vegetation relationships in the Champsaur valley (French Alps) and their potential in the interpretation of fossil pollen records of past cultural landscapes. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 135: 13-39.

Court-Picon M., Buttler A., Beaulieu J.L. de, 2006. Modern pollen/vegetation/land use relationships in mountain environments: an example from the Champsaur valley (French Alps). *Vegetation History and Archaeobotany*, 15, 3: 151-168.

Coûteaux M., 1984. Bilan des recherches pollenanalytiques en Ardèche (France). *Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique*, 117, p. 181-196.

Couvet D., Teyssède A., 2010. *Écologie et biodiversité*. Belin, 288 p.

Cugny C., Mazier F., Galop D., 2010. Modern and fossil non-pollen palynomorphs from the Basque mountains (western Pyrenees, France): the use of coprophilous fungi to reconstruct pastoral activity. *Vegetation History and Archaeobotany*, 19: 391–408.

Davasse B., Galop D., Rendu C., 1997. Paysages du Néolithique à nos jours dans les Pyrénées de l'Est d'après l'écologie historique et l'archéologie pastorale. In : J. Burnouf et al. (eds.), *La dynamiques des paysages protohistoriques, antiques, médiévaux et modernes*, p.577-599.

Davies A.L., 2007. Upland agriculture and environmental risk: a new model of upland land-use based on high spatial-resolution palynological data from West-Affric, NW Scotland. *Journal of Archaeological Science*, 34: 2053-2063.

Davies A.L., Tipping R., 2004. Sensing small-scale human activity in the palaeoecological record: fine spatial resolution pollen analyses from West Glen Affric, northern Scotland. *The Holocene*, 14: 233-245.

Davis O.K., Shafer D., 2006. *Sporormiella* fungal spores, a palynological mean of detecting herbivore density. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 237: 40-50.

Dearing J., Dotterweich M., Foster T., 2011. Editorial: integrative paleoscience for sustainable management. *PAGES news*, 19(2): 43.

Dearing J.A., Battarbee R.W., Dikau R., Larocque I., Oldfield F., 2006. Human–environment interactions: learning from the past. *Regional Environmental Change*, 6: 115-23.

Dearing J., Acma B., Bub S., Chambers F.M., Chen X., Cooper J., Crook D., Dong X.H., Dotterweich M., Edwards M.E., Foster T.H., Gaillard M., Galop D., Gell P., Gil A., Jeffers E., Jones R.T., Krishnamurthy A., Langdon P.J., Marchant R., Mazier F., McLean C.E., Nunes L.H., Raman S., Suryaprakash I., Umer M., Yang X.D., Wang R., Zhang K., 2015. Social-ecological systems in the Anthropocene: the need for integrating social and biophysical records at regional scales. *The Anthropocene Review*, 2 (3-12): 220-246.

Denèfle M., Valadas B., Vilks A., Lintz G., 1980. L'évolution holocène de la végétation en Limousin. *Bulletin de l'Association française pour l'Étude du Quaternaire*, 4: 189-198.

Denis M., Erdtman G., Firbas F., 1927. Premières analyses polliniques effectuées dans les tourbières auvergnates. *Archives de Botanique*, 1, 10, 7: 201-216.

Deffuant G., Gilbert N., 2011. *Viability and resilience of complex systems: concepts, methods and case studies from ecology and society*. Springer-Verlag, Berlin, 219 p.

Dietl G.P., Flessa K.W., 2011. Conservation Paleobiology: putting the dead to work. *Trends in Ecology and Evolution*, 26, 1: 30-37.

Dietre B., 2013. *Climate change in the Alps: 10000 years of climatic and human impact in the Sivretta Massif between the Paznaun valley (Austria) and the lower Engadine (Switzerland)*. PhD thesis, University of Innsbruck, Austria.

Di Jorio L., Laurent A., Teisseire M., 2008. Fast extraction of gradual association rules: a heuristic based method. In: *IEEE/ACM International Conference on Soft computing as Transdisciplinary Science and Technology*, Paris/Cergy Pontoise.

Di Jorio L., Laurent A., Teisseire M., 2009. Extraction efficace de règles graduelles. In *EGC'09*: 199–204.

Diot M.-F., Miras Y., Pontet A., 2006. Analyse pollinique de l'ancien étang de la villa gallo-romaine des Cars (plateau de Millevaches, Corrèze, France). Actes de la table ronde internationale de Pierrefort (Cantal) du 19 au 20 juin 2003 (dir. Y. Miras & F. Surmely). Collection Annales Littéraires, Série « Environnement, sociétés et archéologie », n° 799, *Presses Universitaires de Franche-Comté*, 101-113.

Dubois G., Dubois C., 1944. Remarques sur le Quaternaire et les tourbières de la montagne limousine de Millevaches. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 5, 15 : 29-36.

Dubois G., Dubois C., Firtion F., 1945. La narse d'Espinasse ou tourbière du Puy de l'Enfer. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 13 : 167-168.

Durzinsky M., Wagler A., Weismantel R., 2011. An algorithmic framework for network reconstruction. *Journal of Theoretical Computer Science*, 412: 2800-2815.

Ejarque A., Miras Y., Riera Mora S., 2011. Modern pollen and non-pollen palynomorph analogues of vegetation and highland grazing activities obtained from surface and dung datasets from the eastern Pyrenees. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 167: 123-139.

Ejarque A., 2013. *La alta montaña pirenaica: génesis y configuración holocena de un paisaje cultural. Estudio paleoambiental en el valle del Madriu-Perafita-Claror (Andorra)*. BAR International Series, 2507, Archeopress, 192 p.

Ejarque A., Julià R., Riera S., Palet J.M., Orengo H.A., Miras Y., Gascón C., 2009. Tracing history of highland human management in the Eastern Pre-Pyrenees (Spain): an interdisciplinary palaeoenvironmental approach. *The Holocene*, 19, 8: 1241-1255.

Ejarque A., Miras Y., Riera S., Palet J.M., Orengo H., 2010, Testing microregional variability in the Holocene shaping of high mountain cultural landscape: a palaeoenvironmental case-study in the Eastern Pyrenees. *Journal of Archaeological Science*, 37: 1468-1479.

Ejarque A., Beauger A., Miras Y., Peiry J.L., Voldoire O., Vautier F., Benbakkar M., Steiger J., 2014. Historical fluvial palaeodynamics and multi-proxy palaeoenvironmental analyses of a palaeochannel, Allier River, France. *Geodinamica Acta*, 27, 1: 25-47.

Etienne D., Wilhelm B., Sabatier P., Reyss J-L., Arnaud F., 2013. Influences of sampled environments and livestock number on *Sporormiella* abundances in modern samples sediments in French Alps. *Journal of Paleolimnology* 49: 117–127.

Etienne D., Destas M., Lyautey E., Marti R., Ruffaldi P., Georges-Leroy M., Dambrière E., Topp E., 2015. Two thousand-year reconstruction of livestock production intensity in France using sediment-archived fecal Bacteroidales and source-specific mitochondrial markers. *The Holocene*, 25, 9: 1384-1393.

Faure E., 2012. « Hautes terres ». *L'anthropisation des monts d'Aubrac et du Lézou (Massif central, France) durant l'Holocène. Approche palynologique des dynamiques socioenvironnementales en moyenne montagne*. Thèse, université Toulouse-le-Mirail, France, 308 p.

Faegri K., Iversen J., 1989. *Textbook of Pollen Analysis*. John Wiley and Sons, New York, 328 p.

Fournier G., 1962. *Le peuplement rural en Basse-Auvergne durant le Haut Moyen Âge*. Presses Universitaires de France, Paris, 678 p.

Fournier G., Fournier P.F., 1983. La vie pastorale dans les montagnes du centre de la France. *Bulletin historique et archéologique d'Auvergne*, 91, 678 : 199-238.

Gaillard M.J., Birks H.J.B., Emanuelsson U., Berglund B.E., 1992. Modern pollen-land-use relationships as an aid in the reconstruction of past land-uses and cultural landscapes: an example from south Sweden. *Vegetation History and Archaeobotany*, 1: 3-17.

Gaillard M.J., Sugita S., Bunting J., Middleton R., Broström A., Caseldine C., Giesecke T., Hellman S.E.V., Hicks S., Hjelle K., Langdon C., Nielsen A.B., Poska A., von Stedingk H., Veski S., POLLANCAL members, 2008. The use of modelling and simulation approach in reconstructing past landscapes from fossil pollen data: a review and results from the POLLANCAL network. *Vegetation History and Archaeobotany*, 17: 419-443.

Galop D., 1998. *La forêt, l'homme et le troupeau dans les Pyrénées. 6000 ans d'histoire de l'environnement entre Garonne et méditerranée. Contribution palynologique*. Thèse, université de Toulouse-Mirail, Toulouse, 285 p.

Galop D., 2000. Les apports de la palynologie à l'histoire rurale. La longue durée des activités agropastorales pyrénéennes. *Études rurales*, 153-154 : 127-138.

Galop D., 2006. La conquête de la montagne pyrénéenne au Néolithique. Chronologie, rythmes et transformations des paysages à partir des données polliniques. In: J. Guilaine (ed.), *Populations Néolithique et Environnement*. Paris, *Éditions Errance* : 279-295.

Galop D., Jalut G., 1994. Differential human impact and vegetation history in 2 adjacent Pyrenean valleys in the Ariège basin, southern France, from 3000 BP to the present. *Vegetation History and Archaeobotany*, 3 : 225-244.

Galop D., Rendu C., 2001. Paléoenvironnement et archéologie pastorale. Propositions méthodologiques pour une approche intégrée des modalités de l'anthropisation en haute montagne pyrénéenne du Néolithique à l'actuel. Projet APN CNRS, Laboratoire Chrono-écologie, *Éditions CNRS*, 23 p.

Galop D., Rius D., Cugny C., Mazier F., 2013. A history of long-term human-environment interactions in the French Pyrenees inferred from the pollen data. In: L. Lozny (dir) « Continuity and change in cultural adaptation to mountain environments from Prehistory to Contemporary threats », Series Studies in Human Ecology and Adaptation, *Springer-Verlag*, pp. 19-30.

Galop D., Houet T., Mazier F., Leroux G., Rius D., 2011. Grazing activities and biodiversity in the Pyrenees: new insight on high altitude ecosystems in the framework of a human-environment observatory. *PAGES News*, 19, 2 : 53-55.

Gassiot E., Pelachs A., Bal M.C., García V., Julià R., Perez R., Rodríguez D., Astrou A.-C., 2010. Dynamiques des activités anthropiques sur un milieu montagnard dans les Pyrénées occidentales catalanes durant la Préhistoire : une approche multidisciplinaire. *Archéologie de la montagne européenne. Actes de la table ronde internationale de Gap, 29 septembre – 1^{er} octobre 2008*. Bibliothèque d'Archéologie Méditerranéenne et Africaine, 4. Éditions Errance, Centre Camille Julian : 33-43.

Gauthier E., 2001. *Évolution de l'impact de l'homme sur la végétation du massif jurassien au cours des 4 derniers millénaires. Nouvelles données palynologiques*. Thèse, université de Franche-Comté, Besançon, France, 253 p.

Gauthier E., 2004. *Forêts et agriculteurs du Jura. Les quatre derniers millénaires*. Annales Littéraires de l'Université de Franche-Comté, 765, 1-197.

Giguet-Covex C., Pansu J., Arnaud F., Rey P.J., Griggo C., Gielly L., Domaizon I., Coissac E., David F., Choler P., Poulenard J., Taberlet P., 2014. Long-livestock farming history and human landscape shaping revealed by lake sediment DNA. *Nature communications*, 5 : 3211.

Goubet P., Thébaud G., Petel G., 2005. Les modèles théoriques de développement des haut-marais : un outil pour la gestion des tourbières. *Géocarrefour*, 80 : 303-315.

Guenet P., 1986. *Analyse pollinique de la tourbière de Chambedaze et recherches pollénanalytiques dans les Monts Dore et le Cézallier (Massif central, France)*. Thèse, Université d'Aix-Marseille III, France, 107 p.

Guenet P., 1992. L'impact de l'homme sur son environnement en moyenne montagne, du Cézallier au plateau de Millevaches (Massif central, France), 117^{ème} Congrès nationale des Sociétés savantes, *Éditions CTHS*, Clermont-Ferrand : 515-528.

Guenet P., 1993. Analyses polliniques en Artense et sur le plateau de Millevaches (Massif central, France). *Palynosciences*, 2 : 79-108.

Haas J.N., 1996. Neorhabdocoela oocytes – palaeoecological indicators found in pollen preparations from Holocene freshwater lake sediments. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 91: 371-382.

Haas J.N. (ed.), 2010. Fresh insights into the palaeoecological and palaeoclimatological value of quaternary non-pollen-palynomorphs. *Vegetation History and Archaeobotany*, 19 : 289.

Hélas J.-C., 1989. Avant la soie, avant Calvin, une Préhistoire. *In*: Joutard (ed.), Les Cévennes. De la montagne à l'homme. *Privat*, Toulouse, pp. 51-96.

Hillbrand M., van Geel B., Hasenfratz A., Hadorn P., Haas J.N., 2014. Non-pollen palynomorphs show human- and livestock-induced eutrophication of Lake Nussbaumersee (Thurgau, Switzerland) since Neolithic times (3840 BC). *The Holocene*, 24, 5 : 559–568.

Hooper D.U., Chapin F.S., Ewel J.J., Hector A., Inchausti P., Lavorel S., Lawton J.H., Lodge D.M., Loreau M., Naeem S., Schmid B., Setälä H., Symstad A.J., Vandermeer J., Wardle D.A., 2005. Effects of biodiversity on ecosystems functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, 75, 1: 3-35.

Iversen J., 1941. *Landnam I Danmarks Stenalder*. Danmarks Geologiske Undersogelse, 66: 1-68.

Jacobson G.L., Bradshaw R., 1981. The selection of sites for palaeoenvironmental studies. *Quaternary Research*, 16: 80 - 96.

Janssen C.R.R., van Straten R., 1982. Premiers résultats des recherches palynologiques en Forez, Plateau central. *Comptes rendus de l'Académie des sciences (Paris)*, série III , 294 : 83-86.

Jones H., Dubois D., Guillaume S., Charnomordic B., 2006. Méthodes d'inférence générique avec plusieurs règles implicatives graduelles et une entrée floue. *Rencontres franco-phones sur la logique floue et ses applications*, Toulouse, 19 octobre 2006 : 145-152.

Jouffroy-Bapicot I., 2010. *Évolution de la végétation du massif du Morvan (Bourgogne, France) depuis la dernière glaciation à partir de l'analyse pollinique. Variations climatiques et impacts des activités anthropiques*. Thèse, université de Franche-Comté, 372 p.

Jouffroy-Bapicot I., Vannière B., Gauthier E., Richard H., Monna F., Petit C., 2013. 7000 years of vegetation history and land use changes in the Morvan Mountains (France): a regional synthesis. *The Holocene*, 23 (12), 1888–1902.

Keatley B.E., Bennett E.M., MacDonald G.H., Taranu Z.E., Gregory-Eaves I., 2011. Land-use legacies are important determinants of lake eutrophication in the Anthropocene. *Plos One*, 6, 1: e15913.

Kothieringer K., Walser C., Dietre B., Karsten Lambers L., 2015. High impact: early pastoralism and environmental change during the Neolithic and Bronze Age in the Silvretta Alps (Switzerland, Austria) as evidenced by archaeological, palaeoecological and pedological proxies. *Zeitschrift für geomorphologie supplementary issues*, 59, 2: 177-198.

Lang G., Trautmamann W., 1961. Zur spät-und nacheiszeitlichen vegetation-geschichte der Auvergne. *Flora*, 150, 2-1: 11-42.

Latour D., 2011. *Déterminisme des efflorescences cyanobactériennes: stratégies adaptatives développées par Microcystis*. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, université Blaise Pascal, 90 p.

Latour D., Miras Y., Lavrieux M., Legrand B., Sabart M., 2015. Recurrence of cyanobacterial blooms since 6 thousand years in the French Lake Aydat. Aquatic Sciences: global and regional perspectives. *North Meets South, Granada, Association for Sciences of Limnology and oceanography*, Spain, 22-27 février 2015.

Lavrieux M., Jacob J., Disnar J.R., Bréheret J.G., Le Milbeau C., Miras Y., Andrieu-Ponel V., 2013. Sedimentary cannabiniol tracks the history of hemp retting. *Geology*, 41: 751-754.

Lavrieux M., Disnar J.R., Chapron E., Bréheret J.G., Jacob J., Miras Y., Reyss J.L., Andrieu-Ponel V., Arnaud F., 2013. 6,700-year sedimentary record of climatic and anthropic signals in Lake Aydat (French Massif Central). *The Holocene*, 23: 1317-1328.

Ledger P.M., Miras Y., Poux M., Milcent P.Y., 2015. The palaeoenvironmental impact of prehistoric settlement and proto-historic urbanism: tracing the emergence of the Oppidum of Corent, Auvergne, France. *PLoS ONE* 10(4): e0121517.

Lemée G., 1939. Recherches sur l'histoire forestière post-glaciaire en Auvergne. Analyses polliniques dans la partie méridionale des monts Dore. *Revue des sciences naturelles d'Auvergne*, 5, 3/4: 37-61.

Leroy S.A.G., 2013. Natural hazards, landscapes, and civilizations. In: J.F. Shroder (Editor-in-chief), L.A. James, C.P. Harden, J.J. Clague (Volume Editors). *Treatise on Geomorphology*, vol 13, Geomorphology of Human Disturbances, Climate Change, and Natural Hazards. San Diego: Academic Press, pp. 190–203.

Lintz G., 1992. *Carte archéologique de la Gaule – la Corrèze (19)*. Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris, 221 p.

López-Sáez J.A., van Geel B., Farbos-Textier S., Diot M.F., 1998. Remarques paléoécologiques à propos de quelques palynomorphes non polliniques provenant de sédiments quaternaires en France. *Revue de Paléobiologie*, 17, 2: 445-459.

López-Vila J., Montoya E., Cañellas-Boltà N., Rull V., 2014. Modern non-pollen palynomorphs sedimentation along an elevational gradient in the south-central Pyrenees (southwestern Europe) as a tool for Holocene paleoecological reconstruction. *The Holocene*, 24: 325-343.

MacQueen J., 1967. Some methods for classification and analysis of multivariate observations. *Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematics Statistics and Probabilities*, University of California Press, 1: 281-297.

Magny M., Haas J.N., 2004. A major widespread climatic change around 5300 cal yr BP at the time of the Alpine Iceman. *Journal of Quaternary Science*, 19, 5: 423–430.

Magny M., Peyron O., Gauthier E., Roueche Y., Bordon A., Billaud Y., Chapron E., Marguet A., Petrequin P., Vannièr B., 2009. Quantitative reconstruction of climatic variations during the Bronze and early Iron ages based on pollen and lake-level data in the NW Alps, France. *Quaternary International*, 200: 102-110.

Marguerie D., 1991. *Évolution de la végétation sous l'impact anthropique en Armorique du Mésolithique au Moyen Age: études palynologiques et anthracologiques des sites archéologiques et des tourbières associées*. Thèse, université de Rennes 1, France, 406 p.

Mauchamp L., 2014. Biodiversité et gestion des écosystèmes prairiaux en Franche-Comté. Thèse, université de Franche-Comté, Besançon, France, 255 p.

Mazier F., 2006. *Modélisation de la relation entre pluie pollinique actuelle, végétation et pratiques pastorales en moyenne montagne (Pyrénées et Jura). Application pour l'interprétation des données polliniques fossiles*. Thèse, université de Franche-Comté, Besançon, France, 218 p.

Mazier F., Galop D., Brun A., Buttler A., 2006. Modern pollen assemblages from grazed vegetation in the western Pyrenees, France: a numerical tool for more precise reconstruction of past cultural landscapes. *The Holocene*, 16: 91-103.

Mazier F., Galop D., Gaillard M.J., Rendu C., Cugny C., Legaz A., Peyron O., Buttler A., 2009. Multidisciplinary approach to reconstructing local pastoral activities – an example from the Pyrenean Mountains (Pays Basque). *The Holocene*, 19: 171-188.

Messerli B., Grosjean M., Hofer T., Núñez L., Pfister C., 2000. From nature-dominated to human-dominated environmental changes. *Quaternary Science Reviews*, 19: 459-479.

Michelin Y., Vergne V., Cougoul C., Cournut S., 2001. Variations des teneurs en éléments minéraux dans un bas-marais holocène: la Vézolle (Chaîne des Puys), première recherche des manifestations anthropiques. *Quaternaire*, 12, 1-2: 31-41.

Miras Y., 2004. *L'analyse pollinique du plateau de Millevaches (Massif central, France) et de sites périphériques limousins et auvergnats: approche des paléoenvironnements, des systèmes agropastoraux et évolution des territoires ruraux*. Thèse, université de Franche-Comté, Besançon, France, 301 p.

Miras Y., 2009. L'étude des relations entre végétation et pluie pollinique actuelle sur le plateau de Millevaches (Limousin, France): outil pour une meilleure caractérisation pollenanalytique des formes paysagères et des pratiques agrosylvopastorales. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne*, 73: 71-105.

Miras Y., Surmely F. (dir.), 2006. Environnement et peuplement de la moyenne montagne du Tardiglaciaire à nos jours. Actes de la table ronde internationale de Pierrefort (Cantal) du 19 au 20 juin 2003 (Y. Miras & F. Surmely dir.). Collection Annales Littéraires, Série « Environnement, sociétés et archéologie », n° 799, *Presses Universitaires de Franche-Comté*, 205 p.

Miras Y., Palet Martínez J.M., 2007. La genèse d'un paysage culturel de haute montagne dans les Pyrénées orientales (vallée du Madriu, Perafita, Claror, Andorre): interactions Sociétés-Milieus depuis les derniers chasseurs-collecteurs jusqu'à aujourd'hui. Dossier pour le prix Clio (3^e prix ex-aequo).

Miras Y., Richard H., Guenet P., 2007a. Vers une reconstruction de l'évolution des activités agro-pastorales en Auvergne et en Limousin: éléments de réflexion méthodologique. Arts et cultures de la Préhistoire. Paris, *Ed du CTHS*, Documents préhistoriques, 24: 319-332.

Miras Y., Guenet P., Richard H., 2010b. La genèse du paysage culturel du plateau de Millevaches (Limousin, Massif central, France): plus de 2000 ans d'histoire révélés par l'analyse pollinique. In: P. Grandcoing (dir.): Paysage et environnement en Limousin, de l'Antiquité à nos jours, *Presses Universitaires de Limoges*, 99-124.

Miras Y., Guenet P., Richard H., 2011. Holocene vegetation, landscape and reconstruction of human activity from Prehistory to Roman times based on new pollen data performed in the « plateau de Millevaches » (Limousin, Massif Central, France). *Quaternaire*, 22, 2: 147-164.

Miras Y., Lavrieux M., Flórez M., 2013. Holocene ecological trajectories in lake and wetland systems (Auvergne, France): a palaeoenvironmental contribution for a better assessment of ecosystem and land use's viability in management strategies. *Annali di Botanica*, 3: 127-133.

Miras Y., Laggoun-Défarge F., Guenet P., Richard H., 2004a. Multi-disciplinary approach to changes in agro-pastoral activities since the Subboreal in the surroundings of the « narse d'Espinasse » (Puy de Dôme, French Massif Central). *Vegetation History and Archaeobotany*, 13, 91-103.

Miras Y., Vergne V., Guenet P., Surmely F., 2005. Le Massif central: premières traces d'anthropisation révélées par l'analyse pollinique des zones humides corrélées aux données archéologiques. In: H. Richard, Néolithisation précoce. Premières traces d'anthropisation du couvert végétal à partir des données polliniques. *Presses Universitaires de Franche-Comté*, 777, 89-106.

Miras Y., Surmely F., Guenet P., Vannièrre B., Walter-Simonnet A.-V., 2006. Dynamiques d'occupation et histoire de l'environnement d'un terroir de moyenne montagne: la tourbière de Peyre (Lacapelle-Barrès, Cantal). Actes de la table ronde internationale de Pierrefort (Cantal) du 19 au 20 juin 2003 (Y. Miras & F. Surmely dir.). Collection Annales Littéraires, Série « Environnement, sociétés et archéologie », n° 799, *Presses Universitaires de Franche-Comté*, 149-173.

Miras Y., Orengo H., Ejarque A., Riera S., Poiraud A., 2010a. Prehistoric impact and vegetation at high altitudes: an integrated palaeoecological and archaeological approach in the eastern Pyrenees (Perafita valley, Andorra). *Plant Biosystems*, 144, 4: 924-939.

Miras Y., Ejarque A., Riera Mora S., Orengo H.A., Palet Martínez J.M., 2015b. Contributions to the European Pollen Database. 28. Andorran high Pyrenees (Perafita valley, Andorra): Serra mitjana fen. *GRANA*, 54, 4: 313-316.

Miras Y., Galop G., Gauthier E., Court-Picon M., Jouffroy-Bapicot I., Richard H., 2004b. Chronology, dynamics and impact on vegetation of human activities in French mountain areas: a synthesis for the Alps, Pyrenees, Massif Central and Jura mountains. XIth International Palynological Congress, *POLEN*, 14: 225-226.

Miras Y., Ejarque A., Riera S., Palet J.M., Orengo, H.A., Euba I., 2007b. Dynamique holocène de la végétation et occupation des Pyrénées andorraines depuis le Néolithique ancien, d'après l'analyse pollinique de la tourbière de Bosc dels Estanyons (2180 m), Vall del Madriu, Andorre). *Comptes Rendus Palevol.*, 6, 4: 291-300.

Miras Y., Guenet P., Surmely F., Michelin Y., Tible R., Walter-Simonnet A.-V., Richard H., 2003. Histoire de l'environnement et des dynamiques agro-pastorales dans le Massif du Cantal : étude pluridisciplinaire de la tourbière de Roussy (Saint-Projet-de-Salers, France). *Quaternaire*, 14, 4 : 265-278.

Miras Y., Beauger A., Lavrieux M., Berthon V., Serieyssel K., Andrieu-Ponel V., Ledger P., 2015a. Tracking long-term human impacts on landscape, vegetal biodiversity and water quality in the lake Aydat (Auvergne, France) using pollen, non-pollen palynomorphs and diatom assemblages. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 424: 76-90.

Mocci F., Palet J.M., Segard M., Tzortzis S., Walsh K., 2005. Peuplement, pastoralisme et modes d'exploitation de la moyenne et de la haute montagne depuis la Préhistoire dans le Parc National des Ecrins. In: A. Bouet & F. verdin (eds.), Territoires et paysages de l'âge du Fer au Moyen Âge, Mélanges offerts à Philippe Leveau., *Ausonius*, Bordeaux : 197-212.

Moe D., Hjelle K.L., 1999. Mesolithic human adaptation to changing alpine/subalpine vegetation in the central and eastern Alps, based on vegetational historical study from Val Febbraro, Spluga Valley (Italy). *Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie*, 55, 207-214.

Moe D., Indrelid S., Fasteland A., 1988. The halne Area, Hardangervidda. Use of high mountain area during 5000 years – an interdisciplinary case study. In: H.H. Birks, H.J.B. Birks, P.E. Kaland & D. Moe (eds.), The Cultural Landscape: past, present and future, *Cambridge University Press*, Cambridge, pp. 428-443.

Moe D., Fedele F., Engan A., Kvamme M., 2007. Vegetational changes and human presence in the low-alpine and subalpine zone in Val Febbraro, upper Valle di Spluga (Italian central Alps), from the Neolithic to the Roman period. *Vegetation History and Archaeobotany*, 16: 431-451.

Molina J., Laguna M., Martí R., Caballero R., 2007. SSPMO : a Scatter Tabu Search Procedure for Non-Linear Multiobjective Optimization. *INFORMS Journal of Computing*, 19, 1 : 91-100.

Murgia L., 2016. *Mémoire des lacs et mémoire des sociétés du Moyen Âge à nos jours : approche palynologique et historique de la moyenne montagne jurassienne et alpine (lac de Rémoray, Doubs ; Glissement du Mont Granier, Savoie)*. Thèse, université de Franche-Comté, Besançon, France, 246 p.

Nicolas V., Surmely F., Miras Y., 2012. L'évolution des paysages et des architectures sur la planèze sud du Plomb du Cantal du 11^e au 19^e siècles. Apport des données archéologiques, archivistiques et paléoenvironnementales. In: C. Guilleré (dir.), Le Paysage rural au Moyen Âge, éd. électronique, Paris, *Ed. du CTHS* (Actes des congrès des sociétés historiques et scientifiques), 2012 : 79-105.

Oeggl K., 1994. The palynological record of human impact on highland zone ecosystems. *In: Highland zone exploitation in Southern Europe*, Monographie di « Natura Bresciana », 20 : 107-122.

Olsson-Francis K., Towner M.C., de la Torre R., Cockel C.S., 2009. Survival of akinetes (resting-state cells of cyanobacteria) in low earth orbit and simulated extraterrestrial conditions. *Origins of life and evolution of the biosphere*, 39, 6 : 565-579.

Orengo H.A., 2010. *Arqueología de un paisaje cultural pirenaico de alta montaña. Dinámicas d'ocupación del valle del Madriu-Perafita-Claror (Andorra)*. Thèse doctorale, université Rovira i Virgili, Tarragone, Espagne, 346 p.

Orengo H.A, Palet J.M., Ejarque A., Miras Y., Riera S., 2014. Shifting occupation dynamics in the Madriu-Perafita-Claror valleys (Andorra) from the early Neolithic to the Chalcolithic: the onset of high mountain cultural landscapes. *Quaternary International*, 353: 140-152.

Orengo H., Palet J.M., Ejarque A., Miras Y., Riera S., 2013a. Pitch production during the Roman period: an intensive mountain industry for a globalised economy? *Antiquity*, 87: 1-13.

Orengo H., Palet J.M., Ejarque A., Miras Y., Riera S., 2013b. The historical configuration of a high mountain UNESCO World Heritage Site: the agropastoral Cultural Landscape of the Madriu-Perafita-Claror Valley. *In: A.M. Stagno (ed) « Carved mountains engraved stones. Environmental resources archaeology in the Mediterranean mountains »*, Borzonasca, Italy, 20-22 octobre 2011, *Archeologia Postmedievale*, 17: 333-343.

Palet J.M., 2005. Pasturatges d'estiu al Champsaur (Alp del Sud, França) de la Prehistòria a l'Època medieval: « signes » arqueològics i dinàmica territorial". *In: S. Riera & R. Julià Bruguès (eds.)*, Una aproximació transdisciplinària a 8000 anys d'història dels usos del sòl. I Seminari de la xarxa temàtica de paisatges culturals i història ambiental. *Monografies del SERP*, 5. Barcelona, Universitat de Barcelona : 75-86.

Palet J.M., Ejarque A., Miras Y., Riera S., Euba I., Orengo H.A., 2007. Formes d'ocupació d'alta muntanya a la vall de la Vansa (Serra del Cadí-alt Urgell) i a la vall del Madriu-Perafita-Claror (Andorra): estudi diacrònic de paisatges culturals pirinencs. *Tribuna d'Arqueologia*, 2006-2007: 229-253.

Paradis-Grenouillet S., 2012. *Étudier les forêts métallurgiques : analyses dendro-anthrologiques et approches géohistoriques. Exemples des forêts du mont Lozère et du Périgord Limousin*. Thèse, université de Limoges, France, 452 p.

Paradis-Grenouillet S., Allée P., Servera Vives G., Ploquin A., 2015. Sustainable management of metallurgical forest on Mont Lozère (France) during the Early Middle Ages. *Environmental Archaeology*, 20, 2 : 168-183.

Pavé A., 2001. Deux programmes de recherche sur l'environnement dans les années 1990-1998: le programme Environnement, puis le programme Environnement, Vie et Sociétés. *La revue pour l'histoire du CNRS* (revue en ligne).

Pelleg D., Moore A.W., 2000. X-means: extending k-means with efficient estimation of the number of clusters. *Proceedings of the 17th International Conference of the 17th International Conference on Machine Learning*, Morgan Kaufman, San Francisco : 727-734.

Piaget J., 1967. Le système et la classification des sciences. In: J. Piaget (ed.), *Logique et connaissance scientifique*, Paris, Gallimard : 1151-1224.

Pla S., Catalan J., 2005. Chrysophyte cysts from lake sediments reveal the submillennial winter/spring climate variability in the northwestern Mediterranean region throughout the Holocene. *Climate Dynamics*, 24 : 263–278.

Poux M., 2012. *Corent : voyage au cœur d'une ville gauloise*. Éditions Errance, Paris, 299 p.

Prat B., 2006. *Systèmes agropastoraux et milieux péri-urbains en Basse Auvergne au cours des trois derniers millénaires : contribution de l'analyse palynologique à l'étude des interactions Sociétés-Milieus*. Thèse, université Clermont-Ferrand 2, France, 368 p.

Pulido Avil M., 2006. *Conséquences de l'anthropisation sur la dynamique post-glaciaire de la végétation dans le sud du Massif central, France*. Thèse, université Paul Cézanne Aix-Marseille, France, 309 p.

Räsänen S., 2001. Tracing and interpreting fine-scale human impact in northern Fennoscandia with the aid of modern pollen analogues. *Vegetation History and Archaeobotany*, 10 : 211-218.

Reille M., Pons A., Beaulieu J.L. de, 1985. Recherches pollenanalytiques sur l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation du Cézallier, de la Planèze de Saint-Flour et de la Margeride (Massif Central, France). *Pollen et spores*, 27, 2 : 209-270.

Reille M., Pons A., Beaulieu J.-L. de, 1992. Late and postglacial vegetation, climate and human action in the French Massif central. *Cahiers de Micropaléontologie*, 7, 1-2 : 93-106.

Reitalu T., Kuneš P., Giesecke T., 2014. Closing the gap between plant ecology and quaternary palaeoecology. *Journal of Vegetation Science*, 25 : 1188-1194.

Rendu C., 2003. *La montagne d'Enveig. Une estive pyrénéenne dans la longue durée*. Canet, Trabucaire, 608 p.

Rendu C., Miras Y., 2015. Habiter la montagne. Débat pour Archéopages (INRAP): « Terres inhospitalières », 38 : 48-55.

Rendu C., Campmajo P., Davasse B., Galop D., Crabol D., 1996. Premières traces d'occupation pastorale sur la montagne d'Enveig. *Travaux de Préhistoire Catalane* : 35-43.

Rey P.J., Bathine-Vallet C., Collombet J., Dehlon C., Martin L., Moulin B., Oberlin C., Poulenard J., Robin V., Thiébault S., Treffort J.M., 2014. Approche d'un territoire de montagne : occupations humaines et contexte pédo-sédimentaire des versants du col du Petit-saint-Bernard, de la Préhistoire à l'Antiquité. In : I. Sénépart, C., Billard, F. Bostyn, I. Praud, E. Thirault. Méthodologie des recherches de terrain sur la Préhistoire récente en France. Nouveaux acquis, nouveaux outils, 1987-2012. Actes des 1^{ères} rencontres Nord-Sud de Préhistoire récente. *Rencontres méridionales de Préhistoire récente Internéo*, Marseille, mai 2012 : 73-90.

Richard H., 1994. Indices polliniques d'une néolithisation précoce sur le premier plateau du Jura (France). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences (Paris)*, 318, 2 : 209-270.

Richard H. (ed.), 2004. Néolithisation précoce. Premières traces d'anthropisation du couvert végétal à partir des données polliniques. Collections Annales Littéraires de l'université de Franche-Comté, Série « Environnement, Société et Archéologie », *Presses universitaires de Franche-Comté*, 219 p.

Richard H., Eschenlohr L., 1998. Essai de corrélation entre les données polliniques et les données archéologiques : le cas des forêts de Lajoux dans les Franches-Montagnes (Lajoux, Suisse). *Revue d'Archéométrie*, 22 : 29-37.

Riera S., Currás A., Palet J.M., Ejarque A., Orengo H.A., Julià R., 2009. Variabilité climatique, occupation du sol et paysage en Espagne de l'Âge du Fer à l'Époque médiévale : intégration des données paléoenvironnementales et d'archéologie du paysage. In : E. Hermon (ed.), *Société et Climats dans l'Empire romain. Editoriale scientifico de Naples* : 251-280.

Rose N.L., 2001. Fly-ash particles. In : W.M. Last & J.P. Smol (Eds.), *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments, Vol 2: Physical and Geochemical Methods. Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht, pp. 319-349.

Rull V., 2014. Time continuum and true long-term ecology: from theory to practice. *Frontiers in ecology and evolution*, 2, 75 : 1-7.

Schneider T.D., Stormo G.D., Gold L., 1986. Information content of binding sites on nucleotide sequences. *Journal of Molecular Biology*, 188 : 415-431.

Seddon A.W.R., Mackay A.W., Baker A.G., Birks H.J.B., Breman E., Buck C.E., Ellis E.C., Froyd C.A., Gill J.L., Gillson L., Johnson E.A., Jones V.J., Juggins S., Macias-Fauria M., Mills K., Morris J.L., Nogués-Bravo D., Punyasena S.W., Roland T.P., Tanentzap A.J., Willis K.J., Aberhan M., van Asperen E.N., Austin W.E.N., Bat-

tarbee R.W., Bhagwat S., Belanger C.L., Bennett K.D., Birks H.H., Bronk Ramsey C., Brooks S.J., de Bruyn M., Butler P.G., Chambers F.M., Clarke S.J., Davies A.L., Dearing J.A., Ezard T.H.G., Feurdean A., Flower R.J., Gell P., Hausmann S., Hogan E.J., Hopkins M.J., Jeffers E.S., Korhola A.A., Marchant R., Kiefer T., Lamentowicz M., Larocque-Tobler I., López-Merino L., Liow L.H., McGowan S., Miller J.H., Montoya E., Morton O., Nogué S., Onoufriou C., Boush L.P., Rodriguez-Sanchez F., Rose N.L., Sayer C.D., Shaw H.E., Payne R., Simpson G., Sohar K., Whitehouse N.J., Williams J.W., Witkowski A., 2014. Looking forward through the past: identification of 50 priority questions in palaeoecology. *Journal of Ecology*, 102 : 256–267.

Servera-Vives G., 2014. *Evolución del paisaje holoceno y movilidad de las prácticas humanas en el Mont Lozère (Macizo Central, Francia): estudio paleoambiental multi-proxy a alta resolución espaciotemporal*. Thèse, université de Limoges, France, 314 p.

Servera Vives G., Miras Y., Riera S., Julià R., Allée P., Orengo H., Paradis-Grenouillet S., Palet J.M., 2013. Tracing the land use history and vegetation dynamics in the Mont Lozère (Massif Central, France) during the last 2000 years: the interdisciplinary study case of Countrast peat-bog. *Quaternary International*, 353: 123-139.

Scheffer M., Carpenter S.R., Lenton T.M., Bascompte J., Brock W., Dakos V., van de Kopel J., van de Leemput I.A., Levin S.A., van Nes E.H., Pascual M., Vandermeer J., 2012. Anticipating Critical Transitions. *Science*, 338 : 344-348.

Shotik W., Weiss D., Kramers J.D., Frei R., Chedburkin A.K., Gloor M., Reese S., 2001. Geochemistry of the peat-bog at Etang de la Gruère, Jura Mountains, Switzerland, and its record of atmospheric Pb and lithogenic trace metals (Sc, Ti, Zr and REE) since 12,370 14C yr BP. *Geochemical et Cosmochimica Acta*, 65, 13 : 2337-2360.

Smol J.P., 2008. *Pollution of Lakes and Rivers: a paleoenvironmental perspective*, 2nd edition. Wiley-Blackwell, 396 p.

Stebich M., Brüchmann C., Kulbe T., Negendank J.F.W., 2005. Vegetation history, human impact and climate change during the last 700 years recorded in annually laminated sediments of Lac Pavin, France. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 133 : 115-133.

Sugita S., 1994. Pollen representation of vegetation in Quaternary sediments: theory and method in patchy vegetation. *Journal of Ecology*, 82 : 881-897

Sugita S., 2007. Theory of quantitative reconstruction of vegetation. Parts I and II. *The Holocene*, 17 : 229-241 and 243-257.

Surmely F., Miras Y., Guenet P., Tzortzis S., Savignat A., Nicolas V., Vannièrè B., Walter-Simonnet A.-V., 2009. Occupation and land use history of a medium mountain from

the Mid-Holocene: a pluridisciplinary study performed in the south Cantal (French Central Massif). *C.R. Palevol*, 8: 737-748.

Taranu Z.E., Gregory-Eaves I., Leavitt P.R., Bunting L., Buchaca T., Catalan J., 2015. Acceleration of cyanobacterial dominance in north temperate-subarctic lakes during the Anthropocene. *Ecology letters*, 18, 4: 375-384.

Tinner W., Lotter A.F., Ammann B., Conedera M., Hubschmid P., van Leeuwen J.F.N., Wehrli M., 2003. Climatic change and contemporaneous land use phases north and south of the Alps 2300 BC to 800 AD. *Quaternary Science Reviews*, 22: 1447-1460.

Trément F., Ballut C., Mennessier-Jouannet C., Argagant J., 2000. Mutations environnementales et systèmes socio-économiques en Grande Limagne (Massif central français) de l'Âge du Fer au Moyen Âge. In: H. Richard H. et A. Vignot A. (dir.), *Équilibres et ruptures dans les écosystèmes durant les 20 derniers millénaires en Europe de l'ouest*, Besançon, Presses universitaires franc-comtoises, p. 269-280.

Turner B.L. II, Kasperson R.E., Matson P.A., McCarthy J.J., Corell R.W., Christensen L., Eckley N., Kasperson J.X., Luers A., Martello M.L., Polsky C., Pulsipher A., Schiller A., 2003. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *PNAS*, 100, 4: 8074-8079.

van Geel B., 1972. Palynology of a section from the raised bog « Wietmarscher Moor » with special reference to fungal remains. *Acta Botanica Neerlandica*, 21: 261-284.

van Geel B., 2001. Non-pollen palynomorphs. In: J.P. Smol, H.J.B. Birks, W.M. Last (Eds.), *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments. Terrestrial, Algal and Siliceous Indicators III. Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht, pp. 99-119.

van Geel B., Mur L.R., Ralska-Jasiewiczowa M., Goslar T., 1994. Fossil akinetes of *Aphanizomenon* and *Anabaena* as indicators for medieval phosphate-eutrophication of Lake Gosciaz (Central Poland). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 83: 97-105.

Vannièrè B., Galop D., Rendu C., Davasse B., 2001. Feu et pratiques agro-pastorales dans les Pyrénées-Orientales: le cas de la montagne d'Enveig (Cerdagne, Pyrénées Orientales, France). *Sud-Ouest Européen*, 11: 29-42.

Vergne V., 1989. *L'évolution tardiglaciaire et holocène d'un piedmont de moyenne montagne cristalline: l'Artense (Massif central, France)*. Thèse, Université Paris I, 354 p.

Vuorela I., 1986. Palynological evidence of slash-and-burn cultivation in South Finland. In: K.E. Behre & A.A. Balkema (eds.), *Anthropogenic indicators in pollen diagrams*: 53-64.

Walsh K., Richer S., 2006. Attitudes to altitude: changing meanings and perceptions within a « marginal » Alpine landscape – the integration of palaeoecological and archaeological data in a high altitude landscape in the French Alps. *World Archaeology*, 38 : 436-454.

Walsh K., Mocci F., Court-Picon M., Tzortzis S., Palet J.M., 2005. Dynamique du peuplement et activités agro-pastorales durant l'âge du Bronze dans les massifs du Haut-Champsaur et de l'Argentierois (Hautes-Alpes). *Documents d'archéologie méridionale*, 28 : 25-44.

Willis K.J., Bailey R.M., Bhagavat S.A., Birks H.J.B., 2010. Biodiversity baselines, thresholds and resilience: testing predictions and assumptions using palaeoecological data. *Trends in Ecology and Evolution*, 25 : 583-591.

// ANNEXE //

Les types de formations au CNRS

Fiche pratique élaborée le 11/06/2010 / par Yannick Miras GEOLAB (UMR 6042/CNRS)

PRÉSENTATION DES TYPES DE FORMATIONS OFFERTES PAR LA DÉLÉGATION CNRS RHONE-AUVERGNE

1. Les formations « Inter-laboratoires »

- émanent d'une volonté des laboratoires et inscrites au PFU (Plan de Formation de l'Unité),
- souvent mutualisées par le service de la délégation et inscrites au calendrier de formation de la Délégation Régionale. C'est pourquoi le lieu de la formation est Lyon le plus souvent,
- priorité au personnel CNRS (permanents et non permanents comprenant doctorants et post-doc) mais accessibles aux autres membres de l'unité dans la limite des places disponibles,
- gratuité des frais de formation et remboursement intégral des frais de transport et d'hébergement pour les personnels CNRS (permanents et non permanents) si la formation est inscrite au PFU,
- gratuité des frais de formation pour les personnels universitaires (Clermont et Limoges), chercheurs associés, post-doctorants et doctorants non CNRS (frais de mission non pris en charge par le CNRS ; à demander à l'unité).

2. Les formations « Intra-laboratoires »

- émanent de la volonté du laboratoire,
- doivent être inscrites au PFU,
- doivent, en principe, avoir lieu au sein de notre unité (pôle clermontois) sauf cas exceptionnel (mais toujours Clermont-Ferrand)
- accessibles à tous,
- gratuité de la formation pour l'ensemble du personnel (y compris les personnels universitaires de Clermont-Ferrand et Limoges, les chercheurs associés et les étudiants)
- doivent être composées obligatoirement au minimum de 4 personnels CNRS (permanents et non permanents). Possibilité de mutualiser la demande avec un autre laboratoire clermontois.

3. Les formations « Individuelles »

- émanent de la volonté du laboratoire,
- remboursement de tous les frais (formation, transport, hébergement) si inscrites au PFU,
- concernent uniquement le personnel CNRS (permanent et non permanents)

4. Les Écoles thématiques et les Actions Nationales de Formations

- thématique affichée par la Délégation Régionale
- gratuité totale pour le personnel CNRS (permanents et non permanents comprenant doctorants et post-doc) si la demande est incluse dans le PFU

5. Informations importantes

- importance de l'inscription des demandes de formations au PFU
- recueil des besoins par le COFO en septembre : dead-line XX
- proposer une hiérarchisation de vos demandes de formation
- pour vous inscrire à une formation : remplir la fiche d'inscription puis la faire signer par le Directeur d'Unité et le COFO (faire une copie pour le COFO)
- le calendrier des formations est disponible toute l'année sur le site :
http://www.dr7.cnrs.fr/rubrique.php3?id_rubrique=194

6. Offres de formations

Me faire part SVP de vos offres possibles de formations et dans quels domaines ou compétences

N'hésitez pas à me contacter pour d'autres informations :

adresse mail du COFO