"Hautes terres" : l'anthropisation des monts d'Aubrac et du Lévezou (Massif Central, France) durant l'holocène : approche palynologique des dynamiques socio-environnementales en moyenne montagne

Élodie Faure

▶ **To cite this version:**

Élodie Faure. "Hautes terres" : l'anthropisation des monts d'Aubrac et du Lévezou (Massif Central, France) durant l'holocène : approche palynologique des dynamiques socio-environnementales en moyenne montagne. Géographie. Université Toulouse le Mirail - Toulouse II, 2012. Français. NNT : 2012TOU20087 . tel-00921259

HAL Id: tel-00921259
https://theses.hal.science/tel-00921259

Submitted on 20 Dec 2013

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.

Université de Toulouse

THÈSE

En vue de l'obtention du

DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

Délivré par :

Université Toulouse 2 Le Mirail (UT2 Le Mirail)

Présentée et soutenue par :
Élodie FAURE

Le lundi 17 septembre 2012

Titre :

« Hautes terres ». L'anthropisation des monts d'Aubrac et du Lévezou (Massif Central, France) durant l'Holocène. Approche palynologique des dynamiques socio-environnementales en moyenne montagne

---

École doctorale et discipline ou spécialité :

ED TESC : Géographie et aménagement

Unité de recherche :

Laboratoire GEODE - UMR 5602/CNRS

Directeur(s) de Thèse :

Jean-Paul MÉTAILIÉ (Directeur de recherche CNRS, GEODE, Toulouse)
Didier GALOP (Chargé de recherche CNRS, GEODE, Toulouse)

Rapporteurs :

Jacques-Louis de BEAULIEU (Professeur émérite, IMEP, UMR 7263, Marseille)
Jean-Nicolas HAAS (Professeur, Institut de Botanique, Innsbruck)

Autre(s) membre(s) du jury :

Philippe ALLÉE (Professeur, GEOLAB, UMR 6042, Clermont-Ferrand)
Stéphanie THIEBAULT (Directrice de recherche CNRS, UMR 7209, Muséum d'Histoire Naturelle, Paris)

Remerciements

En premier lieu je souhaite exprimer toute ma gratitude à mes directeurs de thèse, M. Jean-Paul Métailié et M. Didier Galop. Je ne saurai dire combien cette thèse doit à leur patience, à leur bienveillance et leur soutien sans cesse renouvelé. Je les remercie de m'avoir accueilli au laboratoire GEODE et de m'avoir permis de réaliser cette fin de parcours universitaire. Je suis reconnaissante notamment à Jean-Paul, de m'avoir fait partager de nombreuses sorties sur le terrain dans les Pyrénées afin d'enrichir ma culture géographique. Mes remerciements s'adressent en particulier à Didier pour sa présence et son investissement lors de toutes les campagnes de sondages palynologiques, parfois réalisées dans des conditions météorologiques épouvantables. C'est promis, je ne te questionnerai plus sur *Artemisia*, *Juniperus* ou sur *Isoetes* mais j'espère encore avoir avec toi de longues conversations animées sur la palynologie, l'histoire de l'anthropisation et sur les vins de Bordeaux.

Je souhaite également remercier Jacques-Louis de Beaulieu pour m'avoir intégré au sein du projet de recherche sur l'Aubrac mais aussi pour m'avoir accueilli au laboratoire de l'IMEP ainsi qu'à Frédéric Guiter pour ses précieux conseils.

Ma gratitude va également à Florence Mazier qui m'a guidé sur le chemin tortueux (pour moi) des analyses statistiques et qui a permis la réalisation du référentiel actuel. Je lui dois beaucoup pour son dévouement, sa gentillesse, sa patience à toute épreuve et ses encouragements. J'ai beaucoup appris de cette initiation et j'espère que l'on pourra à l'avenir travailler sur des projets communs.

Mes relevés floristiques dans l'Aubrac et le Lévezou ont également bénéficié des compétences et enseignements de Gérard Briane et de Christian Cordelier. Outre leur disponibilité et l'intérêt qu'ils ont pu porter à mon travail, je les remercie avant tout pour m'avoir communiqué leur passion pour la botanique.

Les relations et échanges scientifiques noués à l'occasion de mon stage sur les macro-restes végétaux à l'Institut de Botanique d'Innsbruck en Autriche, ont également été extrêmement enrichissants pour moi. Je le dois pour beaucoup à Jean-Nicolas Haas pour son accueil chaleureux et la qualité de ses enseignements.

Je le remercie d'ailleurs vivement ainsi que Jacques-Louis de Beaulieu, Stéphanie Thiébault et Philippe Allée pour avoir accepté de rapporter et d'examiner ce manuscrit.

Les nombreuses conversations entretenues avec Damien Rius et Carole Cugny m'ont également permis d'accéder à l'univers non moins passionnant des particules carbonisées et des

microfossiles non polliniques. J'ai notamment le souvenir d'échanges enthousiastes sur la découverte de nouveaux objets inconnus et indescriptibles ou encore sur la biomasse combustible à des heures avancées. Je remercie en particulier Damien pour ses relectures attentives et ses remarques pertinentes.

Je tiens également à remercier les membres du laboratoire GEODE et en particulier Thomas Houet, Franck Vidal et Nicolas de Munnick qui ont su braver les intempéries pour m'accompagner sur le terrain et pour aider à la réalisation des sondages. Merci également à Hugues Barcet pour les coups de pouces informatiques et notamment pour la cartographie ainsi qu'à Sandrine Buscaino pour son efficacité et sa gentillesse.

Je pense également à Laurent Fau qui s'investit depuis de nombreuses années pour impulser des recherches archéologiques dans l'Aubrac, je le remercie pour sa disponibilité et pour l'intérêt qu'il a porté à mon travail.

Enfin, je n'aurai pu mener à son terme cette thèse sans le soutien de mes proches qui ont supporté mes doutes, mes inquiétudes, mais aussi mes moments d'euphorie: Chaharazed, France, Fanny, Brice, Nicolas, Corinne, Mathieu, Anne, Elisa, Sophie, Stéphane, Myriam, Alexis, Louise-Neige, Suzanna, Boris, Carole, Damien, Valérie, Sylvia……

Merci à ma famille pour leur présence et leur soutien mais aussi pour le temps qu'ils ont pu consacrer sur les derniers jours de ma thèse aux relectures orthographiques.

A toi, *el ocell català*, à qui je dois bien plus qu'un merci et qui a toujours été là. A défaut de te dédier mon travail je préfère te dédier quelques mots de José Augustín Goytisolo (« *Palabras para Julia* ») qui sont tant de souvenirs pour nous.

REMERCIEMENTS

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE 1 : CONTEXTE GEOGRAPHIQUE, PROBLEMATIQUES ET CADRE METHODOLOGIQUE

1. Présentation du cadre géographique 11

1.1. LES MONTS D'AUBRAC : DES PAYSAGES ATYPIQUES 12

1.1.1 Les paysages des versants : les devèzes 14

1.1.2 Paysage forestier et boraldes 15

1.1.3 Les pâturages d'estive à l'origine de la spécialisation pastorale 15

1.2. LE PLATEAU DU LEVEZOU : UNE MOSAÏQUE PAYSAGERE 18

1.2.1 Le paysage forestier 20

1.2.2 Les paysages agricoles 20

2. Etat des connaissances : inconnues et certitudes sur l'anthropisation de l'Aubrac et du Lévezou 22

2.1. UNE MECONNAISSANCE SUR L'INSTALLATION DES PREMIERES SOCIETES AGRO-PASTORALES 24

2.2. A PROPOS DE LA PROTOHISTOIRE ET DE L'ANTIQUITE 25

2.3. L'AFFIRMATION DES EVIDENCES AU MOYEN AGE 28

3. Les apports des données paléobotaniques 31

4. Questions vives, démarche et objectifs 35

4.1. BILAN DES ACQUIS, LES APPORTS ET LES ZONES D'OMBRE 35

4.2. POSITIONNEMENT CONCEPTUEL ET THEORIQUE 37

4.2.1 Territoires et temporalités 37

4.2.2 La pluridisciplinarité et l'étude multi-proxy 37

4.3. OBJECTIFS 38

5. Matériels et méthodes 39

5.1. ACQUISITION ET TRAITEMENT DES DONNEES POLLINIQUES 39

5.1.1 Choix des sites et sondages 39

5.1.2 Préparation et analyse des échantillons 41

5.2. L'APPROCHE MUTI-PROXY 45

5.2.1 L'étude des microfossiles non polliniques 46

5.2.2 Le signal incendie 47

5.3. LA CARACTERISATION DES INDICES POLLINIQUES D'ANTHROPISATION 48

5.3.1 Les marqueurs de l'anthropisation 48

5.3.2 Reconstitution des pratiques agro-pastorales et des paysages 50

5.3.3 La nécessité d'un référentiel actuel dans l'Aubrac et le Lévezou 52

CHAPITRE 2 : DE L'ACTUEL AU PASSE : ETUDE POLLINIQUE ET FLORISTIQUE DES MARQUEURS DE L'ANTHROPISATION

1. Matériel et méthodes 53

1.1. CHOIX DES SITES ET STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE 54

1.1.1 Acquisition des données floristiques 56

1.1.2 Collecte et préparation des échantillons polliniques 57

1.1.3 Mesure et sélection des variables explicatives 59

1.2. ANALYSE DES DONNEES 60

1.2.1 Représentation des valeurs polliniques : les indices de Davis 60

1.2.2 Analyse, traitement et représentation de la matrice pollen 66

1.2.3 Traitement des données floristiques 67

1.2.4 Relation pluie pollinique actuelle, végétation et variables environnementales 69

2. Résultats et discussions *70*

2.1. LE RAPPORT AP/NAP 70

2.2. INDICES D'ASSOCIATION ET DE REPRESENTATION POLLINIQUE 76

2.2.1 L'analyse en composantes principales 78

2.2.2 Mode de reproduction des plantes, distribution des assemblages et représentativité pollinique. 80

2.3. CARACTERISATION POLLINIQUE ET PHYTOSOCIOLOGIQUE ACTUELLE 83

2.3.1 La typologie floristique 83

2.3.2 Les résultats de l'ACP 86

2.3.2 Analyse de Redondance-relation pollen/végétation/variables 89

2.4. DISCUSSION GENERALE. LA CALIBRATION DU SIGNAL POLLINIQUE 91

2.4.1 Les milieux forestiers 92

2.4.2 Les milieux bocagers 93

2.4.3 Les milieux pastoraux 96

2.4.4 Les milieux cultivés 98

2.5. LES MARQUEURS POLLINIQUES D'ANTHROPISATION 98

CHAPITRE 3 : LES RESULTATS DES ETUDES POLLINIQUES

1. Des forêts aux pâturages d'estive : le massif de l'Aubrac 101

1.1. LA TOURBIERE DE LA VERGNE NOIRE : 101

1.1.1 Présentation du site 102

1.1.2 Lithologie, datations et modèle âge-profondeur 104

1.1.3 Résultats des analyses polliniques et commentaire du diagramme 105

1.1.4 Discussion 115

1.2. LA TOURBIERE DES TROIS AIRELLES 126

1.2.1 Présentation du site 126

1.2.2 Lithologie, datations et modèle âge-profondeur 129
1.2.3 Résultats de l'analyse pollinique et commentaire du diagramme 130
1.2.4 Discussion 142
1.3. LE LAC DE BORN 152
1.3.1 Présentation du lac de Born 152
1.3.2 Lithologie, datations et modèle âge-profondeur 154
1.3.3 Résultats des analyses polliniques et commentaires du diagramme 156
1.3.4 Discussion 164
1.4. LA TOURBIERE DES ROUSTIERES 171
1.4.1 Présentation du site 171
1.4.2 Lithologie, datations et modèle âge-profondeur 173
1.4.3 Résultats des analyses polliniques et commentaire du diagramme 174
2. Les hautes terres agropastorales du Lévezou 188
2.1. LA TOURBIERE DE LA PLAINE DES RAUZES 189
2.1.1 Présentation du site 189
2.1.2 Lithologie, datations et modèle âge-profondeur 191
2.1.3 Résultats des analyses polliniques et commentaire du diagramme 192
2.1.4 Discussion 199
2.2. LA TOURBIERE DE MAURIAC 205
2.2.1 Présentation du site 205
2.2.2 Lithologie, datations et modèle âge-profondeur 207
2.2.3 Résultats des analyses polliniques et commentaire du diagramme 208
2.1.4 Discussion 217

CHAPITRE 4 : SYNTHESE

1. Caractéristiques et traits originaux de l'histoire de la végétation de l'Aubrac au cours de l'Holocène ancien et moyen 223
1.1. TRANSITION TARDIGLACIAIRE – HOLOCENE ANCIEN (~ 12000 – 11700 CAL. BP, ZAP B1) 225
1.2. L'HOLOCENE ANCIEN (~ 11700 – 8500 CAL. BP, ZAP B2, VN1A, VN1B) 227
1.3. L'HOLOCENE MOYEN (~ 8500 – 5000 CAL. BP, ZAP B4, B5, VN 1B, VN1C, VN2, 3A1, 3A2, 3A3A, 3A3B, 3A3C) 230
2. Evidences anthropiques et impact sur le couvert végétal : Jalons pour une chronologie des étapes de la conquête des moyennes montagnes de l'Aubrac et du Lévezou 234
2.1. LES ETAPES DE LA NEOLITHISATION JUSQU'AU DEBUT DE L'AGE DU BRONZE 241
2.1.1 Les indices des premières occupations dans l'Aubrac au cours du Néolithique ancien (7100-6500 cal. BP/5100-4500 cal. BC 242
2.1.2 Affirmation de l'emprise agro-pastorale au Néolithique moyen (6500-5400 cal. BP/4500-3400 cal. BC) 245

2.1.3 Ancrage des dynamiques d'emprise du Néolithique final au début de l'âge du Bronze (5400-4000 cal. BP/3400-2000 cal. BC) 247
2.1.4 Hêtre, hommes et climat 250
2.2. DISCRETION DES PRATIQUES ET INSTABILITES DE LA FIN DU BRONZE ANCIEN A LA FIN DU BRONZE FINAL/ DEBUT DE L'AGE DU FER 252
2.2.1 Equilibres, ruptures et variabilités territoriales de 2000 cal. BC à 900-800 cal. BC 252
2.2.2 Rôle du forçage climatique, mutations socio-environnementales et mobilités des pratiques au Bronze moyen 254
2.3. MODIFICATION DES DYNAMIQUES D'OCCUPATION DE L'AGE DU FER A LA FIN DE L'ANTIQUITE 255
2.3.1 Le premier âge du Fer : déboisements et développement des acitivités agro-pastorales (2800-2500 cal. BP/800 cal.BC-500 cal. AD) 256
2.3.2 De 500 cal. BC à 250 cal. AD, ralentissement et stabilité des pratiques 257
2.3.3 Rupture et réorientation des pratiques entre 250 et 450 cal. AD 259
2.3.4 Le déterminisme climatique dans les cycles d'anthropisation, de la fin de la Protohistoire à l'Antiquité 259
2.4. EXPANSION AGROPASTORALE, ORGANISATION SPATIALE ET APOGEE DU SYSTEME DU VIEME AU XVIIEME SIECLE 260
2.4.1 Développement des pratiques agro-pastorales 500-100 cal.AD 260
2.4.2 Le courant des X^{ème}-XI^{ème} siècles, réorganisation et structuration du territoire (900-1000 cal. AD) 261
2.4.3 Apogée et diversification des pratiques, du XI^{ème} au XVII^{ème} siècle 262
2.5. DU DESEQUILIBRE AGRICOLE MODERNE AUX MUTATIONS CONTEMPORAINES, DU XVIEME SIECLE A NOS JOURS 265
2.5.1 Evolution pastorale et agraire du plateau de l'Aubrac 265
2.5.2 L'histoire forestière de la bordure occidentale du massif de l'Aubrac 266
2.5.3 Evolution et mutation des pratiques agro-pastorales dans le Lévezou 267

CONCLUSION GENERALE
BIBLIOGRAPHIE
LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX
ANNEXE

Introduction générale

Au cœur des sciences sociales, de l'environnement ou encore de l'écologie se pose aujourd'hui la question du changement planétaire induit par des facteurs biotiques et abiotiques mais aussi par les activités humaines. Si ces considérations sont plus que jamais au centre des débats et intérêts, elles sont héritées de la prise de conscience dans les années 70 du rôle de l'Homme dans les facteurs d'évolution des écosystèmes par ses activités directes et indirectes (Walter 1994, Lévêque 2003). Toutefois, l'humain n'est plus considéré comme élément « perturbateur » mais fait désormais partie intégrante du fonctionnement et de l'évolution des systèmes environnementaux. Ces influences anthropiques qui se manifestent au travers des modifications d'usage des sols (déboisements, activités agro-pastorales, industrialisation, urbanisation…) contribuent à la création sans cesse renouvelée des paysages. Elles sont également à l'origine de modifications des cycles biogéochimiques ou encore d'additions et pertes biologiques. Depuis quelques décennies, l'identification d'une accélération dans ces processus conduit la communauté scientifique à s'interroger sur les capacités d'adaptation des systèmes naturels à ce forçage anthropique et sur la capacité de résilience des sociétés mais aussi des systèmes environnementaux à faire face à ces modifications brutales. Il s'agit d'une question urgente et complexe qui concerne à la fois l'environnement et le développement et que l'on retrouve dans celle du « développement durable » (Lévêque *et al.* 2000). Les débats scientifiques s'orientent depuis déjà quelques années sur la caractérisation des changements en considérant l'humain comme élément du système environnemental en tant qu'acteur et dans une trajectoire historique. L'accent est porté sur la nécessité d'identifier des ruptures et des seuils dans les dynamiques anthropiques ainsi que dans la dissociation des variables de forçage, qu'ils soient climatiques ou sociaux et ce au travers de plusieurs échelles, temporelles et spatiales.

Travailler aujourd'hui sur l'articulation actuel/passé et étudier de nouveaux biomes comme la montagne par exemple apparaît, en outre, décisif dans le contexte actuel de la recherche. L'instabilité, la fragilité, le contraste des conditions climatiques que l'on y retrouve, la grande diversité biologique des habitats ou encore le relatif isolement font de ces territoires des zones à la fois riches en patrimoine culturel et naturel mais également d'une extrême vulnérabilité à toute mauvaise gestion (Brun et Perrier 2001). Des enjeux écologiques et sociaux émergent des intérêts scientifiques qui reposent notamment sur l'avènement très probable des changements climatiques. Les environnements montagnards, naturellement instables et fragiles, sont par conséquent les plus susceptibles de réagir rapidement et le plus fortement à ces changements et seront probablement les premiers témoins des changements de la couverture végétale, des processus d'érosion, des mutations agronomiques de la disponibilité d'accès à la ressource (neige, eau…) (Antoine et Millian 2011). Aussi, les zones de montagnes, semblent-elles les mieux appropriées pour conduire des recherches sur les modifications des milieux soumis aux forçages anthropiques et climatiques, sur les processus et modalités

d'anthropisation (ruptures, seuils, déprises, adaptation et évolution) et en particulier sur le temps long. La montagne joue de ce fait le rôle d'un « laboratoire grandeur nature » (Briffaud 1994).

La prise de conscience de ces nouveaux enjeux et de ces nouvelles perspectives a fortement contribué à dynamiser la recherche sur ces espaces montagnards. De nombreux projets sur l'évolution et la construction des paysages, sur les interactions société-milieux, sur les dynamiques d'anthropisation ont vu le jour ces dernières décennies et reposent en partie sur des recherches pluridisciplinaires. Citons par exemple quelques travaux effectués dans les Pyrénées (Rendu. 2003, Galop 1998, Galop *et al.* 2004), dans les Alpes (de Beaulieu *et al.* 1994, 2003, Court-Picon 2007), ou encore dans le Massif Central (Cubizolle *et al.* 2004b, Miras 2004, Allée *et al.* 2006, 2010). La question de la caractérisation des coévolutions société-milieux est aujourd'hui très largement abordée par la communauté des paléoenvironnementalistes et à fortiori des palynologues au travers de recherches largement pluridisciplinaires faisant intervenir la géographie, l'histoire, l'archéologie ou encore l'ethnologie.

En ce qui concerne le Massif Central et à fortiori le massif de l'Aubrac et du Lévezou, il semble que, malgré une volonté certaine de fédérer les communautés de chercheurs sur des sujets communs, les études restent relativement isolées les unes des autres. Si les programmes de recherche apportent des connaissances indéniables à une échelle locale, voire régionale et sur des sujets précis, si les efforts de synthèses régionales se multiplient, des lacunes subsistent pour ce qui est d'assembler, de confronter, de comparer ces savoirs, et de les impliquer dans une perspective plus globale. D'autre part, l'intégration de l'Homme dans les problématiques de recherche sur le paléoenvironnement ne s'est réalisée que tardivement dans le Massif Central et très peu de recherches ont fait appel à cette approche croisée dans l'Aubrac et le Lévezou (Fau 2006).

C'est dans ce contexte très lacunaire qu'a été initié notre travail de thèse dont les motivations principales étaient de reconstituer l'histoire de la construction de ces territoires de moyenne montagne, d'identifier les interactions entre les systèmes naturels et les systèmes sociaux, de saisir la rythmicité des dynamiques régies par le climat et/ou l'action humaine. C'est donc au travers de l'analyse pollinique de six séquences fossiles réparties sur le massif de l'Aubrac et le plateau du Lévezou que nous proposons d'aborder ces problématiques. Ce travail de thèse se découpe en quatre parties principales. Les démarches, le contexte scientifique de cette étude ainsi que les méthodologies seront présentées dans le détail à l'issue de cette introduction générale, dans un chapitre introductif. Le second chapitre est consacré à l'exposé des travaux sur la caractérisation des marqueurs polliniques de l'anthropisation réalisée dans le cadre d'un référentiel actuel. Les analyses palynologiques et les résultats obtenus seront détaillés dans la troisième partie et enfin la synthèse, qui constitue le quatrième chapitre, vise à confronter les résultats entre eux et les mettre en perspective afin de proposer des interprétations sur l'histoire de la végétation et les processus d'anthropisation. La conclusion tend à dégager les apports et les limites de notre travail de recherche, d'en apprécier

l'impact scientifique notamment dans le cadre de réflexions et de collaborations avec les archéologues, historiens et les acteurs gestionnaires de l'environnement et de proposer des perspectives et pistes de recherche pour les études à venir.

Chapitre 1 : Contexte géographique, problématiques et cadre méthodologique

1. Présentation du cadre géographique

D'une altitude comprise entre 600 et 1400 mètres (Figure 1), l'Aubrac et le Lévezou constituent les deniers contreforts de la bordure méridionale du Massif Central, entre le Cantal et la Montagne Noire. Distants d'une cinquantaine de kilomètres, ils sont séparés par le Causse comtal et la vallée du Lot, et présentent des paysages bien individualisés. Que l'on soit dans l'Aubrac ou dans le Lévezou, le climat est frais et humide, soumis aux influences atlantico-montagnardes. Les précipitations y sont abondantes allant de 900 à 1200mm/an dans le Lévezou à 1200 à 1600 mm/an dans l'Aubrac. Les gelées et la neige sont importantes durant une longue période qui se prolonge d'octobre à mai pour les années les plus difficiles. La saison estivale n'y dure que cinq mois et la période végétative seulement 140 à 150 jours.

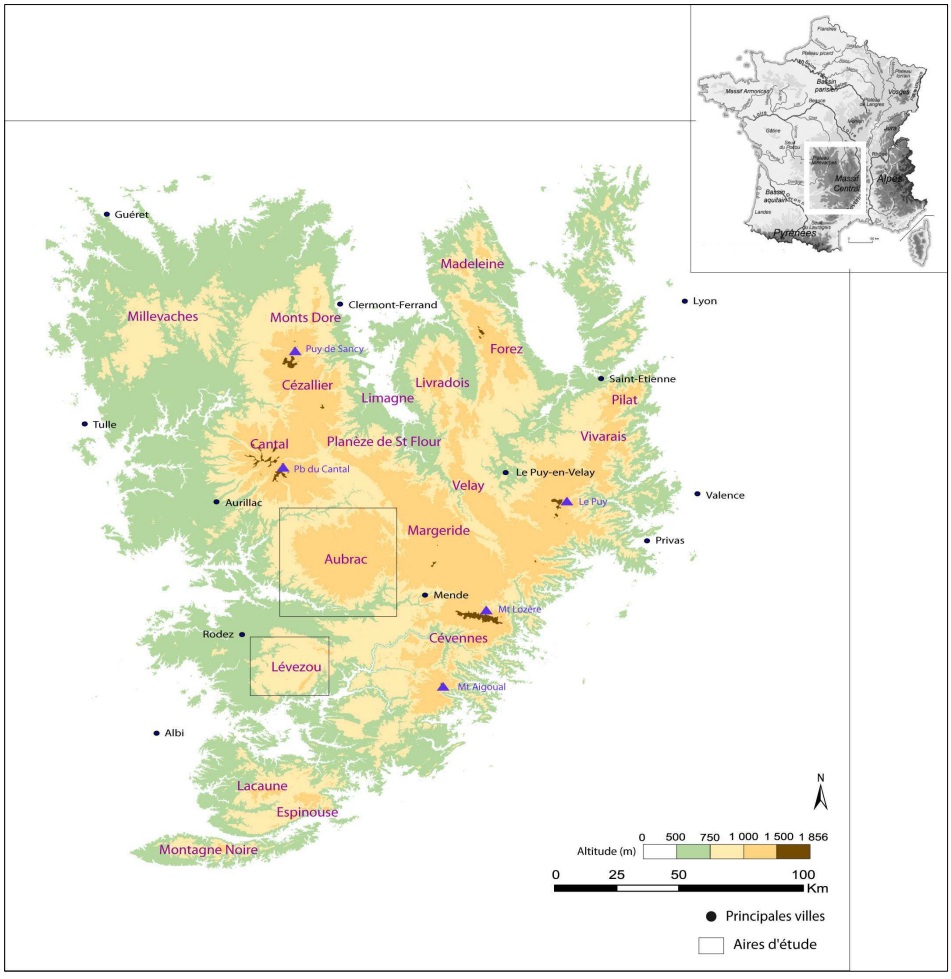


Figure 1: Carte de localisation du Massif Central et des zones d'étude

Cette partie vise à présenter les caractéristiques principales des paysages actuels de l'Aubrac et du Lévezou afin de contextualiser notre démarche de recherche qui s'organise autour de l'histoire de la construction de ces territoires. Compte tenu de la diversité des milieux que l'on rencontre aujourd'hui, nous avons choisi de présenter l'Aubrac et le Lévezou séparément comme deux territoires bien distincts issus des différentes utilisations et modes de gestion des terres.

1.1. Les monts d'Aubrac : des paysages atypiques

Situé au carrefour entre trois départements (Aveyron, Cantal et Lozère), l'Aubrac présente une topographie qui s'apparente beaucoup à celle du Cézallier (Figure 2). Il est constitué presque uniquement par des coulées basaltiques. Du signal de Mailhebiau à 1471 mètres, il s'abaisse sensiblement vers le nord-est. Les sommets du plateau de l'Aubrac, dont l'altitude est comprise entre 1200 et 1400 mètres, sont caractérisés par de vastes croupes arrondies au relief peu accidenté. Le plateau, plus à l'est n'est que très légèrement vallonné, c'est le bassin du Bès ou le plateau des lacs. Il est entouré par une ceinture granitique et constitue l'avant-pays du Gévaudan. Le relief y est nettement marqué par l'activité glaciaire passée et avoisine presque partout 1000 à 1200 mètres d'altitude. Le sous-bassement cristallin, parfois nu, est couvert de placages morainiques, de moraines, de terrasses fluvio-glaciaires et de buttes arrondies (Durand 1946). En redescendant du massif par le sud-ouest en direction de la vallée du Lot, le relief est beaucoup plus tourmenté. Les vallées encaissées des boraldes descendent en pente raide et perdent près de 1000 mètres d'altitude sur une vingtaine de kilomètres. Ces vallées profondes sont hérissées de barres rocheuses qui vont se raccorder à la ligne sommitale par une grosse échine de basalte porphyroïde (Durand 1946).

L'Aubrac est aussi caractérisé par des paysages variés, compartimentés et étagés depuis les bas des versants jusqu'au cœur du plateau. Graduellement, les paysages sont caractérisés par le bocage, par quelques cultures et les zones de pâturages intermédiaires (devèzes), le massif forestier qui s'étend sur les hauts de versant et les rebords du plateau et enfin les pâturages d'estives (les « montagnes »). Ces paysages retranscrivent le poids d'un héritage naturel, social et économique qui prend toute sa dimension dans une perspective historique.

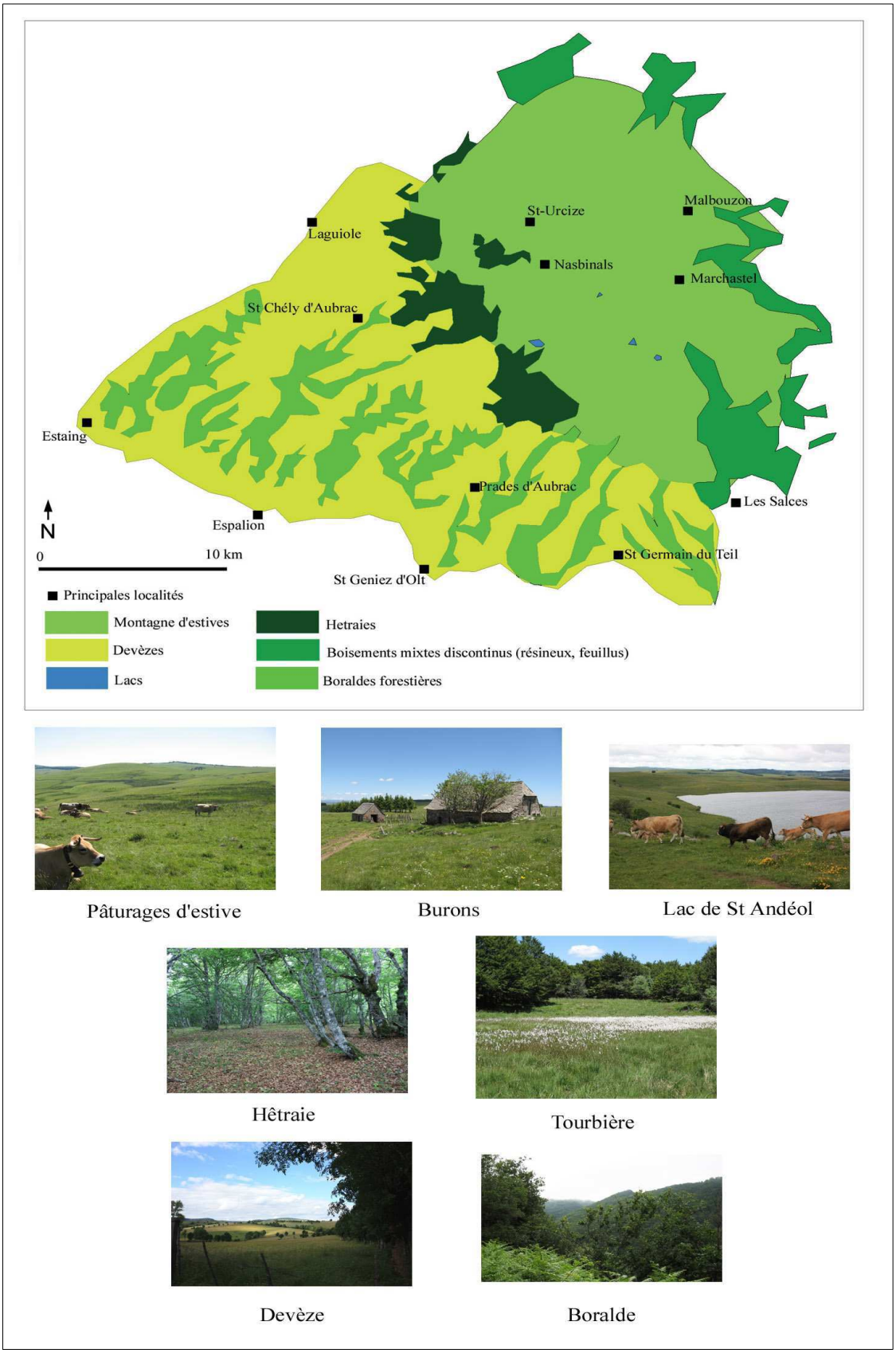


Figure 2 : Croquis régional et images du massif de l'Aubrac

1.1.1 Les paysages des versants : les devèzes

Les versants du massif correspondent, à des zones intermédiaires qui jouent un rôle important dans les échanges entre vallées et montagnes. Les devèzes (pâturages des zones intermédiaires) assurent la dépaissance des troupeaux pendant une partie de l'année. Ce sont des prairies permanentes exclusivement pâturées, de superficie rarement supérieure à 10 hectares que l'on retrouve essentiellement sur les hauts versants et les bordures de plateau. Ces herbages sont généralement clôturés et reçoivent dans leur ensemble une charge bovine (souvent des jeunes bêtes, génisses, et taurillons) supérieure à celle des « montagnes » mais pendant un temps plus court. Contrairement à une zone d'estive, ces prairies naturelles pâturées sont très rarement éloignées du village ou d'une ferme isolée. Dès les premiers beaux jours d'avril, la plupart des éleveurs sortent les animaux sur les devèzes et les prairies naturelles de fauche proches de l'exploitation, pour y faire paître le bétail. Les conditions climatiques ne permettent pas encore aux troupeaux de passer la nuit dehors et la proximité des étables permet aux bêtes de passer encore la nuit à l'intérieur en attendant que les températures soient plus clémentes. Le « déprimage » des prés de fauche est une pratique extrêmement courante et certainement très ancienne mais on ne lui confère semble-il pas la même importance partout car les prés de fauche de la Viadène sont plus pâturés que ceux de la région des boraldes (Béranger *et al.* 1970-1986). Les zones intermédiaires sont dédiées à l'élevage bovin mais aussi tout particulièrement à la production de fourrage ou à la culture céréalière. Une des particularités du massif de l'Aubrac est de ne pas marquer de contraste entre l'ouest et l'est comme dans beaucoup d'autres massifs (Cantal, Dore, Cézallier, Margeride…). Si l'est est souvent bien plus sec que les parties ouest de ces montagnes, dans l'Aubrac, les pentes orientales sont arrosées par les pluies du sud-est plus que par celles de l'ouest venant de l'océan. Les terres suffisamment humides produisent des bons herbages et ne sont guère utilisées pour les cultures. Comme le souligne A. Durand (Durand 1946), telle est la situation actuelle mais bien que difficile, la limite altitudinale et les conditions climatiques ne sont pas un réel frein à la production de céréales. Si les conditions influent directement sur les usages des terres, les choix sont autant culturels qu'économiques. Les versants du massif ont également été utilisés aux siècles derniers (XVII^{ème}, XVIII^{ème} et XIX^{ème}) pour la culture du lin et du chanvre. Le chanvre de l'Aubrac avait d'ailleurs donné naissance à une petite industrie concentrée à Saint-Geniez d'Olt (Durand 1946). Aujourd'hui et depuis plus d'un siècle, ces activités ont disparu sur les versants du massif.

1.1.2 Paysage forestier et boraldes

Les espaces boisés, sont aujourd'hui concentrés sur les rebords du plateau ainsi qu'aux vallées encaissées des boraldes. Ces dernières serpentent dans une épaisse forêt mixte composée pour l'essentiel d'aulnes (*Alnus glutinosa*), de saules (*Salix*), de châtaigniers (*Castanea sativa*) et de chênes sessiles ou pédonculés (*Quercus petraea, Quercus pedonculata*). A partir de 700 – 800 mètres, le hêtre devient l'essence dominante des boisements bien qu'il soit parfois associé à l'alisier blanc (*Sorbus aria*), au bouleau (*Betula pubescent*) ou ponctuellement au sapin (*Abies alba*). La hêtraie se présente selon les secteurs en taillis sous futaie ou en relique de taillis fureté. Ce dernier correspond à un traitement appliqué autrefois au taillis de hêtre justifié par la nécessité de maintenir la permanence du couvert dans un souci de protection du sol et aussi de produire de plus gros brins de bois de chauffage. Les traitements de taillis fureté et de taillis sous futaie ont profondément marqué les forêts d'Aubrac et la connaissance des ces pratiques anciennes est indispensable pour bien comprendre l'évolution de la construction des paysages forestiers. La forêt domaniale d'Aubrac est exploitée depuis longtemps par les populations du massif (Pradalié et Hamon 2006). De propriété ecclésiastique (domerie d'Aubrac) dès le Moyen Age, puis de propriété royale, elle était grevée de droits d'usages comme par exemple le droit d'affouage qui consistait pour les habitants des communes voisines à ramasser le bois mort pour le chauffage pendant certaines saisons (Hamon 1995). Ce droit persiste encore pour les habitants des communes sur lesquelles la forêt est présente. Les bois étaient divisés en parcelles dont un quart de réserve interdisait toute coupe ou prélèvement afin d'assurer pendant un certain temps la régénération des futaies (Miquel 1973). Ce système de gestion a permis de conserver une surface boisée nécessaire pour assurer les besoins des populations pour la construction, le chauffage. (Miquel 1973, Pradalié et Hamon 2006). Le développement de l'industrie sylvicole au XX^{ème} siècle est à l'origine de l'introduction de résineux comme le sapin pectiné (*Abies alba*) ou l'épicéa (*Picea abies*) dans ces forêts de feuillus de la bordure occidentale du massif. Quelques formations boisées sont également présentes sur le plateau de l'Aubrac et correspondent pour l'essentiel à des plantations de résineux (*Abies alba, Picea abies*) en bandes le long des routes ou dans les pâturages pour éviter les congères et protéger les troupeaux du vent (Briane et Aussibal 2007).

1.1.3 Les pâturages d'estive à l'origine de la spécialisation pastorale

« *En remontant sur le plateau on regagne progressivement le pays du vent et des pâturages ; après un pays humanisé où les fermes se disséminent dans les prés, auprès d'un bouquet de frêne, après avoir traversé les denses forêts, c'est le désert. L'arbre disparaît et avec lui la maison. La douceur du modelé du paysage laisse apparaître prairies marécageuses et croupes herbues, pas un arbre… Le silence, immense comme le paysage lui-même, troublé seulement par le cri aigu d'un*

épervier ou les sonnailles d'un troupeau de vaches qui paissent. Ça et là, un toit bas : le buron. Enfin, un océan figé de pâturages, avec un lac sombre dont les eaux reflètent un ciel toujours changeant » écrit Durand (1946) en parlant de l'Aubrac. Les hautes terres de l'Aubrac se résument bien ainsi, comme un pays de pâturages et de lacs rappelant des Highlands écossais. Sur ce territoire, la déforestation y est totale, c'est le pays de l'élevage bovin, les cultures fourragères et céréalières y sont aujourd'hui absentes. Les « montagnes » recouvrent deux significations. La première définit dans un sens géographique très large une zone de pâturages déployée d'ouest en est allant des profondes gorges de la Truyère au massif de la Margeride. La seconde à une pelouse pastorale permanente exclusivement pâturée pendant la belle saison (de fin mai à mi-octobre) de superficie comprise entre 10 et 200 hectares dépendant le plus souvent d'une grande ou moyenne exploitation de l'Aubrac (Jest et Lajoux 1970-1986). C'est de ces « montagnes », pâturages, chargés autrefois d'ovins et de bovins puis exclusivement de bovins qu'il sera question lorsque nous emploierons ce terme dans cette présente contribution. La transhumance contribue fortement à marquer la vie des ces grands espaces et l'évolution des paysages. L'accueil des troupeaux du Quercy, des Causses, du bas-Languedoc et parfois de bien plus loin sur les montagnes rouergates est une pratique millénaire.

Toutefois, retranscrire l'histoire de la transhumance est un exercice périlleux tant l'évolution du système pastoral est complexe et ambigu. Le passage du nomadisme transhumant à l'élevage s'est opéré en glissant progressivement de l'un à l'autre : d'abord troupeaux mélangés en déplacement continuel, avec population non sédentaire, puis dominante ovine et parcours d'itinéraires organisés (drailles), enfin « montée » pendant l'été dans quelques zones inhabitables le reste de l'année (Bousquet 1970-1986). Difficile aujourd'hui d'estimer avec précision la période d'origine de ces usages en Rouergue car il s'agit bien d'un processus continu dans le temps et évoluant au fil de celui-ci. Les premières mentions textuelles remontent déjà vers 550 ap.J.-C. lorsque Grégoire de Tours parle des brebis qu'on mène « *ad aestivandum per saltus montenses* » ou encore vers 600 lorsque Saint Julien de Brioude envoie ses animaux estiver sur les « *saltus montenses* »où ils sont exemptés de « pascualia » (Bousquet 1970-1986). Les troupeaux semblaient pouvoir circuler librement sur les pacages d'estive tant leur capacité d'accueil le permettait. Il s'agissait d'une commodité qui encourageait les déplacements à grande distance et le passage de bestiaux étrangers. C'est le droit perçu sur ceux-ci qui constitue la meilleure preuve d'un mouvement constant, estivage ou nomadisme (Bousquet 1970-1986).

Pendant de nombreux siècle, l'Aubrac, comme le Gévaudan et la Margeride ont entretenus des liens privilégiés avec le bas-Languedoc pour l'estivage des troupeaux qui montaient l'été et redescendaient l'hiver dans les garrigues. Les montagnes rouergates (l'Aubrac mais aussi le Lévezou) constituaient et constituent encore dans une moindre mesure, des territoires d'estivage pour le bétail du Quercy. Il s'agit là de relations complexes réciproques, comme une transhumance inverse, puisque les troupeaux d'Aubrac étaient accueillis dans le Quercy pendant la saison d'hivernage. Des

témoignages attestent également de la redescente des troupeaux vers la Lozère mais l'orientation principale des voies de communication du Rouergue du Nord-est vers le Sud-ouest (ancienne voie romaine allant de Saint-Bertrand de Comminges à Lyon, chemins de Saint Jacques de Compostelle), reste fondamentale pour expliquer tout le développement du pays (Bousquet 1970-1986). Des cheminements parallèles ont existé tant à l'est qu'à l'ouest du Rouergue et toutes les possibilités d'échanges ont été exploitées d'une manière ou d'une autre. Si le bétail pouvait venir de très loin, la transhumance pouvait également s'effectuer de zones en zones du Rouergue voir à l'intérieur même de ses propres domaines (Bousquet 1970-1986).

Il n'est pas fait mention précise des échanges entretenus entre les pâturages d'Aubrac et ceux du Lévezou bien que ces deux montagnes rouergates aient été très prisées pour l'estivage des troupeaux transhumants. Après un « âge d'or » du système pastoral attribué au milieu du XVI^{ème} siècle, s'en suit une longue période de décadence principalement en raison des guerres de religion mais aussi d'une conjoncture économique et sociale complexe engendrant des phénomènes de rupture. La création de nouvelles voies de communications contournant le massif central a également provoqué des difficultés indirectes d'écoulement des diverses productions issues de l'élevage. Il faut toutefois noter une réminiscence de la production laitière et de la fabrication du fromage (la fourme) dans le courant du XIX^{ème} siècle qui a conduit à l'établissement de nouveaux burons. En 1890 sont mentionnés 294 burons produisant 700 tonnes de fromage sur l'ensemble du massif de l'Aubrac. L'histoire de l'élevage du Rouergue décline rapidement par la suite dès le début voir le milieu du XX^{ème} siècle. Quelques éleveurs se sont néanmoins opposés à la disparition de cette tradition séculaire et ont fondé la coopérative fromagère Jeune Montagne qui rassemble aujourd'hui la quasi-totalité de la production fromagère (Briane et Aussibal 2007). La transhumance qui avait été interrompue progressivement a été relancée en 1984 et est encore active aujourd'hui bien qu'elle fasse surtout l'objet d'une manifestation culturelle et touristique. L'élevage dans l'Aubrac est en grande partie consacré à la production de viande bovine sous forme de « manades » qui correspondent à un estivage des troupeaux sans surveillance des vachers (Briane et Aussibal 2007). Les paysages pastoraux du plateau sont aujourd'hui ceints de clôtures pour garder le bétail et les burons abandonnés et dont beaucoup tombent en ruine sont parfois réoccupés pour des activités touristiques en lien avec le patrimoine culturel et la tradition pastorale. C'est notamment le cas du buron de Cammejane ouvert aux visiteurs et dans lequel on refait du fromage de manière traditionnelle. La mutation des activités conduit désormais à une nouvelle transformation des paysages. En effet, le passage de la production fromagère à la production de viande au XX^{ème} siècle ne nécessite plus le gardiennage des bovins qui vivent en semi-liberté sur les pâturages. Or, certains prés ne reçoivent une charge bovine que trop peu suffisante et pendant un temps bien trop court. Ces espaces sont alors rapidement recolonisés par des espèces telles que la callune vulgaire (*Calluna vulgaris*) ou encore le genêt purgatif (*Cytisus purgans*). L'homme absent pendant l'estivage des troupeaux, n'entretient plus l'herbage et le bétail, non dirigé

sur la « montagne », ne piétine qu'insuffisamment les buttes ventées, les pentes, les milieux difficiles d'accès. La fertilisation naturelle organique devient alors irrégulière et limitée aux aires de repos. Ces éléments sont responsables aujourd'hui de l'embroussaillement de certains parcours et du développement des landes qui évoluent naturellement vers un stade préforestier et sont parfois reboisées comme actuellement en sapin pectiné (*Abies alba*), épicéa (*Picea abies*), pin à crochets (*Pinus uncinata*) et mélèze (*Larix decidua*).

Qu'il s'agisse de pratiques séculaires, ou d'usages contemporains, la transhumance et l'élevage sont intiment liées à la construction des paysages de l'Aubrac et lui confèrent une grande partie de son identité.

1.2. Le plateau du Lévezou : une mosaïque paysagère

Les monts du Lévezou forment une demi-couronne ouverte vers l'ouest nettement séparés des plateaux des Grands Causses par la dépression des Avant-Causses et la vallée du Tarn (Briane et Aussibal 2007) (Figure 3). Au nord-est et au sud-est, ce dernier surplombe les vallées encaissées de l'Aveyron et du Tarn. Vers l'ouest, le relief est moins marqué et la transition entre le Lévezou et le Ségala est relativement douce. Ce massif ne correspond à aucune zone administrative et ses limites sont par conséquent assez mal définies et reposent essentiellement sur le modelé topographique. Avec le massif de l'Aubrac, il s'agit des plus hautes terres de l'Aveyron. La géologie du Lévezou est caractérisée par la prédominance des roches granitiques et gneissiques issues du socle cristallin du Massif Central (Meynier 1931, Briane et Aussibal 2007). La partie ouest du massif est caractérisée par une ceinture basique constituée de roches calcaires, peu visible dans le paysage mais qui se devine au travers de la composition floristique de certaines tourbières qui se distinguent des tourbières acides que l'on trouve dans le reste du Lévezou (Briane et Aussibal 2007).

D'aspect général, les paysages du Lévezou sont moins compartimentés que ceux des monts d'Aubrac. Les paysages y sont en effet moins étagés et moins compartimentés et correspondent plutôt à une mosaïque intégrant plusieurs unités comme le réseau de haies bocagères, les reliquats forestiers et les parcelles agricoles.

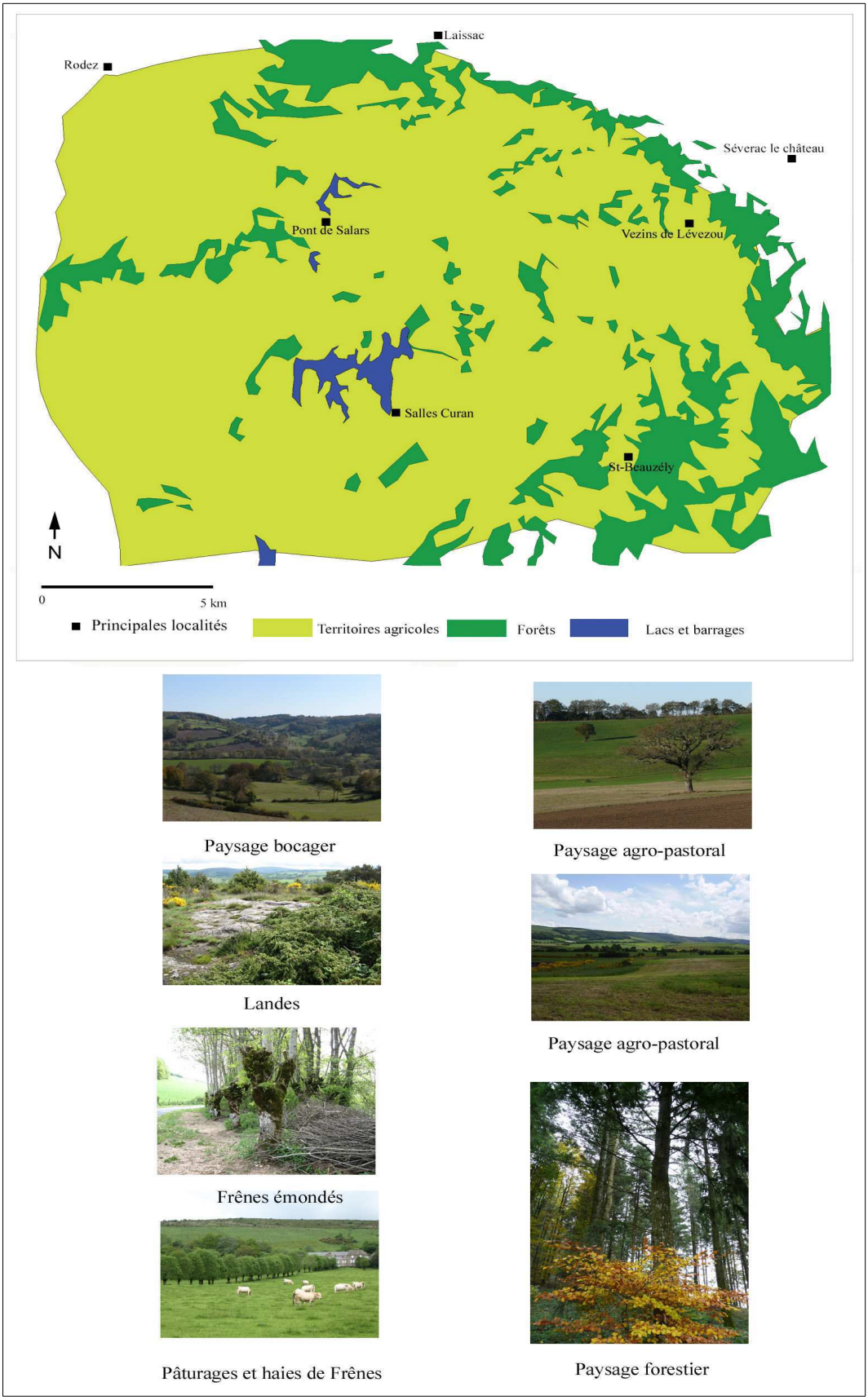


Figure 3 : Croquis régional et images du massif du Lévezou

1.2.1 Le paysage forestier

Les formations forestières se distinguent d'ouest en est en fonction du gradient altitudinal. Des plaines du Ségala en remontant sur le plateau jusqu'à 800m environ, on retrouve la série du chêne pédonculé et du châtaignier dont la limite altitudinale de dispersion se fixe entre 600 et 800 m (Meynier 1931). A partir de 800 m, la série du hêtre caractérise la strate arborée mais, si quelques boisements persistent, ils sont aujourd'hui très rares et dispersés. Les formations forestières composées à « l'origine » de hêtres sont rendues à des lambeaux résiduels qui prennent la forme de taillis ou de taillis sous futaie. La présence de conifères comme le pin sylvestre, le douglas, le mélèze ou l'épicéa sur les hauteurs du Lévezou sont attribuables aux reboisements récents qui constituent aujourd'hui des domaines d'exploitation privée et qui sont, pour l'essentiel, cantonnés dans la partie est du massif, sur les pentes du mont Seigne. En outre, les forêts du Lévezou ne constituent pas un élément majeur dans la composition du paysage, contrairement à l'Aubrac, mais leur disparition témoigne des profondes transformations induites par le développement des activités agricoles.

1.2.2 Les paysages agricoles

Le Lévezou est un territoire largement agropastoral. En effet, depuis les années 1960 environ, les pratiques agricoles sont passées d'une polyculture extensive répondant essentiellement aux besoins des populations locales, à l'installation de prairies destinées à l'élevage bovin viande, bovin lait, ovins lait pour la production de roquefort et à la céréaliculture qui représente aujourd'hui 35% de la SAU (surface agricole utile) (Briane et Aussibal 2007). Ces exploitations sont cloisonnées le plus souvent par des clôtures mais aussi par des haies bocagères que l'on retrouve en maillage plus dense lorsque l'on redescend vers les plaines du Ségala.

Peu de sources documentent ce secteur du Rouergue pour ce qui est de l'histoire des pratiques agro-pastorales ou même de l'histoire de ce territoire en général. Cependant, il est fait mention d'un pays à vocation pastorale dès le Moyen Age (Meynier 1931) ainsi que d'une terre d'accueil pour les troupeaux transhumants des zones basses du Rouergue (Ségala, Quercy entre autres) mais aussi de régions plus lointaines. En effet, comme en Aubrac, le système pastoral connaît une certaine décadence dès le XVI^{ème} siècle et il est fait mention que dès 1781, le Lévezou ne reçoit plus de troupeaux étrangers (Meynier 1931). Il semble d'après le peu de témoignages existants que le rôle joué par la transhumance des troupeaux vers les pâturages d'estive du Lévezou, bien que confirmé, ait été moindre que celui de l'Aubrac. D'ailleurs, le déclin des pratiques pastorales a laissé progressivement la place au développement des landes, réputées pour avoir été très répandues jusqu'au XIX^{ème} siècle (Meynier 1931). Progressivement, l'apport de nouveaux amendements et de nouvelles méthodes de culture fourragère ont conduit les agriculteurs à réduire la part de terres incultes au profit des terres labourables. Par le feu et surtout par la chaux, la lande a été détruite et c'est en même temps qu'a

disparu la vieille pratique de l'écobuage « et avec elle ses auteurs, cette classe de prolétaires ruraux les brassiers, libres et misérables » (Meynier 1931). Ces formations de landes sont aujourd'hui relictuelles et réduites aux zones inaptes à toute forme d'exploitation, aux zones sommitales où la roche affleure. Or, à la fin du premier Empire, la lande constituait encore le trait dominant du paysage. Une première étape de défrichement a eut lieu avec le développement des prairies artificielles et le développement des routes par lesquelles pouvaient arriver les céréales qui étaient jusque là peu cultivées (Meynier 1931). Les landes ont pour une grande partie été remplacées par des cultures de céréales et de pommes de terre. La seconde étape correspond vers 1900 à l'arrivée de la chaux et de produits chimiques par l'amélioration des voies de communication. Juste après la guerre, le retour des hommes au pays s'accompagne de nouvelles techniques de mise en valeur des terres (Meynier 1931). La culture gagne même sur les puechs restés les dernières zones préservées. Parallèlement, la régression démographique importante affecte la main d'œuvre aux champs et nombreux domaines agricoles sont abandonnés et réoccupés par la lande. De plus, le prix de la chaux et son transport, comparativement au prix de revient de la terre et des productions, n'est plus rentable. Survient alors un retour à l'élevage aux dépens de la culture et la proportion de terres nécessaires étant moins importante, la lande gagne de nouveau les espaces libérés (Meynier 1931). Ce qui nous semble intéressant à relever c'est qu'au moment où l'auteur relate ces faits, il précise que « *le Lévezou, par son altitude semble destiné à garder un paysage moins façonné par l'homme* » et qu'à cette époque, « *plus du cinquième de son étendue est consacrée à la lande, et au voisinage de la crête elle-même, c'est la presque totalité de la superficie* » (Meynier 1931). Or, aujourd'hui et comme nous l'avons mentionné dans les lignes qui précèdent, la lande est quasi inexistante en dehors de quelques petites zones reliques. La construction des paysages du Lévezou connaît donc une phase de rupture importante à partir de la deuxième moitié du XX^{ème} siècle. Il s'agit d'un fait majeur qui a nettement moins affecté le massif de l'Aubrac dont on le perçoit bien ici, l'histoire récente de la construction des paysages est différente.

Les haies bocagères font également partie de ce paysage agricole et le maillage se densifie à mesure que l'on redescend vers l'ouest du massif. Depuis le début du XX^{ème} siècle et l'amélioration des techniques agropastorales, le bocage est progressivement abandonné, les haies ne sont plus entretenues et bien souvent arrachées pour laisser place à des clôtures barbelées (Briane et Aussibal 2007).

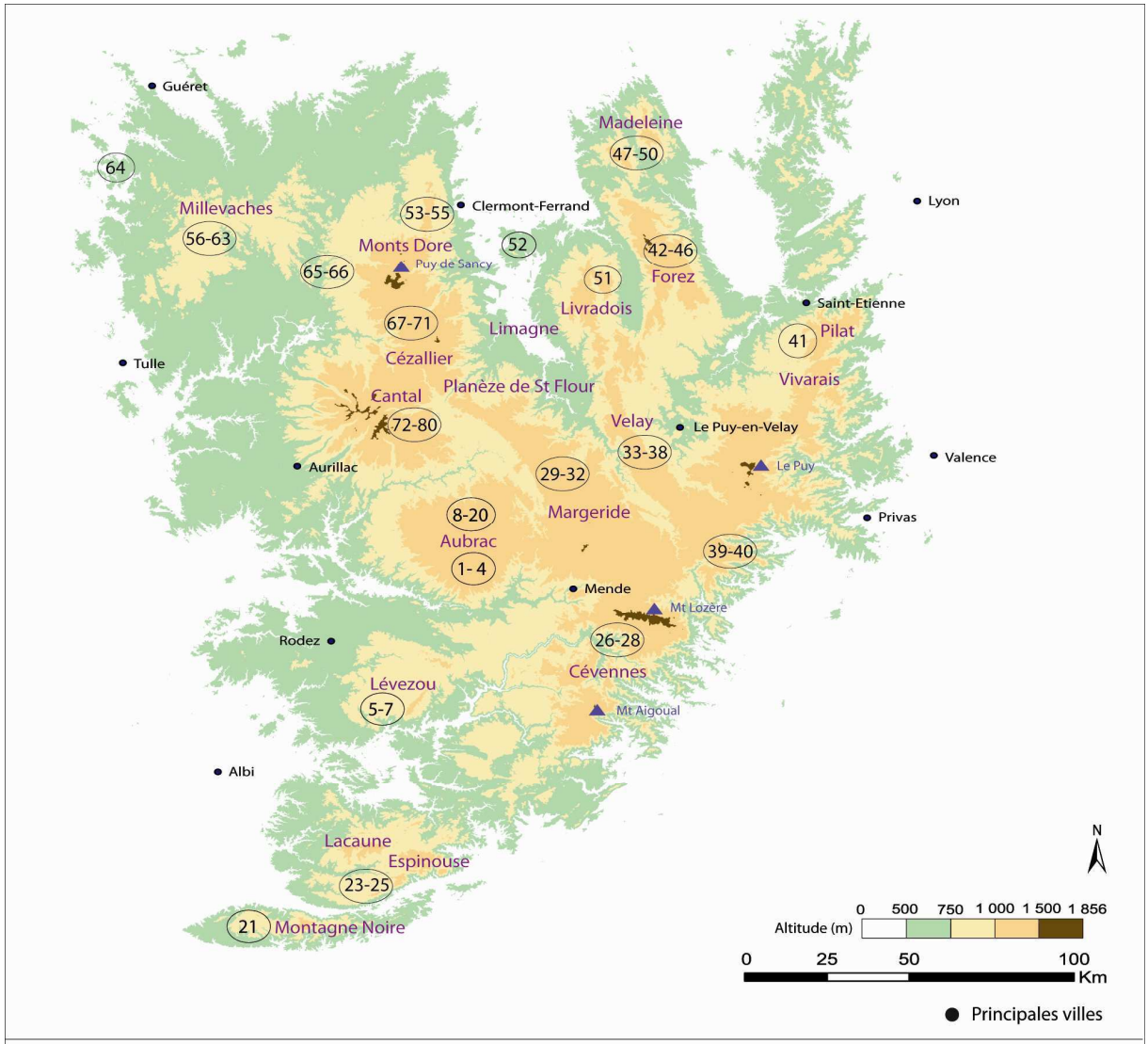
Dans le Lévezou, la rapidité de l'évolution du monde rural et les transformations agricoles qui en découlent conduisent à un processus d'uniformisation paysagère et de perte de biodiversité. Certains habitats comme les tourbières et zones humides sont notamment en voie d'assèchement ou de disparition en raison des drainages de plus en plus fréquents et systématiques.

2. Etat des connaissances : inconnues et certitudes sur l'anthropisation de l'Aubrac et du Lévezou

Les acquis concernant l'histoire de ces montagnes reposent pour l'essentiel sur les travaux archéologiques et historiques conduits dans le cadre du Programme Collectif de Recherche sur les monts d'Aubrac au Moyen Age (Fau 2006). Il s'agit du seul travail de synthèse effectué sur la longue durée mais ne concerne que le territoire de l'Aubrac. Le reste des informations disponibles correspond à des travaux pour la plupart ponctuels ou éloignés de nos secteurs d'étude (Boboeuf 1996, Gruat 2007) ou concernent les périodes les plus récentes comme les études de Rigal et Verlaguet (1913-1926) sur l'histoire du Rouergue ou encore les travaux du programme de recherche du CNRS sur les particularités ethnologiques, linguistiques, agronomiques et économiques de l'Aubrac (CNRS 1970-1986). Par ailleurs, si ces données sont pour la plupart très lacunaires ou disparates elles sont pour la plupart concentrées sur l'Aubrac. En effet, le Lévezou semble jusqu'à présent très largement méconnu, aucun projet de recherche archéologique ou historique n'y a été conduit et les seules mentions renseignant sur l'histoire de ce massif correspondent encore une fois à des études ponctuelles et très localisées (Gruat 2007). L'indigence des données renvoie en outre à un cadre élargi dans lesquels l'Aubrac comme le Lévezou pourraient se positionner.

L'Aubrac et le Lévezou ont également fait depuis de nombreuses années l'objet de recherches paléoécologiques et s'inscrivent à plus grande échelle dans un contexte largement investi par ces disciplines (Figure 4), (Juvigné *et al*, 1988). Les travaux les plus anciens sont ceux de Lémée (Lémée 1944, 1953), de Dousson (Dousson 1958 et 1960) et de Lang et Trautmann (1961). Ces recherches sur les dynamiques tardi- et postglaciaires de la végétation en lien avec les oscillations climatiques ont été par la suite, dans les années 70-80, reprises, complétées et approfondies (de Beaulieu 1981, de Beaulieu *et al.* 1985, de Beaulieu *et al.* 1988). Il a fallu toutefois attendre les travaux réalisés par D. Galop entre 2002 et 2006 dans le cadre du Projet Collectif de Recherche sur les Monts d'Aubrac au Moyen Age (Servelle et Galop 2006) pour que ne commencent à être abordées les questions des interactions sociétés-milieux sur la longue durée. Le Lévezou en revanche n'a pas fait l'objet de nouvelles recherches depuis les études de 1981 (de Beaulieu 1981) et reste un territoire largement méconnu, tant sur le plan archéologique que paléobotanique.

L'ensemble des recherches menées dans l'Aubrac et le Lévezou constitue le point de départ de notre étude et, de leurs apports et lacunes, ressortent plusieurs constats et questions vives.



1. Vergne Noire, 2. Trois Airelles, 3. Born, 4. Roustières, 5. Plaine des Rauzes, 6. Mauriac, 7. Curan, 8. Les Enfrux , 9. Plagnes, 10. Cantecouyou, 11. Bonnecombe, 12. Les Moussous, 13. Baraque Domengue, 14. Montgros, 15. Brameloup, 16. La Chaumette, 17. Faltre, 18. Le Barthas, 19. Source du Roc, 20. Tournecoupe, 21. Roudil, 22. Baissecure, 23. Gatimort, 24. La Lande, 25. Peyroutarié, 26. Nassettes, 27. Peschio, 28. Narses Mortes, 29. Randon, 30. Fouon de la Bique, 31. Estivalet, 32. Chanaleilles, 33. Landos, 34. La Sauvetat, 35. Costaros, 36. Lac du Bouchet, 37. Limagne, 38. Mont Bar, 39. Peyrebeille, 40. Maar d'Issarlès, 41. La Digonnière, 42. La Morte, 43. Les Egaux, 44. Gourd des Aillères, 45. La Pigne, 46. Braveix, 47. La Verrerie, 48. Les Narses, 49. Gué de la Chaux, 50. Narses de l'Eglise, 51. Virennes, 52. Sarlièvre, 53. Narse d'Ampoix, 54. Narse d'Espinasse, 55. La Vezolle, 56. Longeyroux, 57. Chabannes, 58. Malsagne, 59. Négarioux, 60. Ribière Nègre, 61. Cars, 62. Font Carluze, 63. Moulin de Prugnolas, 64. Dauges, 65. Lac Noir, 66. La Cousteix, 67. Puy de Pailleret, 68. La Barthe, 69. Lac Chambon, 70. La Godivelle, 71. Le Fraud, 72. Cheylane, 73. Lascols, 74. Lac du Saillant, 75. La Taphanel, 76. Roussy, 77. Brugeroux, 78. Baguet, 79. Plomb du Cantal, 80. Peyre

Figure 4 : Carte de localisation des différentes études initiées dans le Massif Central

2.1. Une méconnaissance sur l'installation des premières sociétés agro-pastorales

Le Néolithique est une période très mal connue sur nos territoires d'étude autant que dans le reste du Massif Central. Cette particularité tient au fait, comme en Auvergne, d'une mauvaise conservation des gisements, principalement en raison des problèmes d'érosion et de lessivage des sols (Miras *et al.* 2004) mais aussi d'un manque certain de recherches archéologiques. La plupart des données obtenues sont partielles et ne permettent pas de caractériser les sites, ni sur la chronologie précise, ni sur les modalités des occupations. Dans la plupart des régions du Massif Central, le néolithique n'est abordé qu'au travers de l'étude de sépultures ou de grottes sépulcrales dans les secteurs de montagne comme en plaine et c'est encore près des agglomérations que les recherches sont les plus actives (Limagne, bassin du Puy) (Miras *et al.* 2004).

Dans l'Aveyron, les débuts de l'agriculture et de l'élevage sont marqués par l'émergence d'une culture néolithique régionale (sur les contreforts du massif central et des Causses) plus précoce et un peu différente de celle que l'on retrouve sur le littoral méditerranéen (Cardial) : la culture du Roucadourien, attribuée au VI^{ème} et V^{ème} millénaire avant notre ère (Gruat 2007). La région des Causses a en outre fourni de nombreux gisements sur lesquels ont été découverts des restes d'animaux domestiqués comme les moutons, chèvres, porcs et bœufs, parfois associés à la présence de céréales comme le blé et l'orge (Gruat 2007). Le Néolithique moyen est caractérisé par des signes patents d'augmentation de la population dans la région (Gruat 2007). Plus d'une trentaine de sites sont recensés, pour la plupart des grottes-habitats sur les versants sud des vallées ou des bordures de plateaux mais aussi par des habitats de plein air. Ces sites sont malheureusement tous éloignés de nos terrains d'étude. C'est également au cours du Néolithique moyen que la plupart des sites ont été découverts en Margeride (Philibert 1986, 1991) et il semble que cette période soit également assez riche dans le Velay et en Limagne (Daugas et Raynal 1991, Georgeon 1994, Daugas *et al.* 1998). Enfin, c'est au Néolithique final que les témoignages d'occupation humaine sont les plus nombreux. Entre 3500 et 2200 BC, les Grands Causses connaissent une expansion démographique importante associée à un dynamisme culturel nouveau. Il s'agit du groupe culturel « des Treilles » en rappel à une grotte sépulcrale du sud Aveyron (Gruat 2007). La particularité de cette unité est l'accès précoce à la métallurgie ce qui suppose indirectement des activités économiques accrues. Nombreux dolmens, sépultures et statues menhirs ont été découverts et soulignent la forte identité culturelle de ce groupe (Gruat 2007, Maillé 2010). Plus près de nos sites d'études, sur les berges du lac de Pareloup dans le Lévezou, des découvertes mentionnent la présence de céréales, de meules, broyons et d'outillage en silex et soulignent le dynamisme de cette région dans laquelle des formes d'agriculture et probablement d'élevage ont été pratiquées (Gruat 2007). Dans l'Aubrac, la boralde de Saint-Chély est également fréquentée à la fin du Néolithique. Il s'agit des sites de Castelviel (Calmels et Coste 1930,

Deltour 1932, Balsan 1949, Servelle *et al.* 2006) et de Brameloup (Blanquet et Bories 1993, Boboeuf 1996). Ces découvertes correspondent pour le premier à un site d'habitat et pour le second à un atelier de taille de silex qui d'ailleurs dénote d'une certaine originalité puisqu'il s'agit vraisemblablement d'un lieu d'activités artisanales spécialisées comme celle de la taille des basaltes en l'occurrence. La présence de certains objets dont la matière première ne semble pas locale (comme pour la cinérite siliceuse par exemple avec laquelle sont réalisées certaines haches polies), atteste de réseaux d'échanges sur de longues distances (Servelle *et al.* 2006).

Dans les autres régions du Massif Central, en montagne comme en plaine, le Néolithique final est la période la mieux représentée et correspond notamment à l'édification de la majorité des monuments mégalithiques (Surmely *et al.* 1996).

2.2. A propos de la Protohistoire et de l'Antiquité

Si les premières étapes du peuplement sont forts méconnues, les périodes protohistoriques le sont également, voire plus. En effet, aucun site correspondant ni à l'âge du Bronze, ni à l'âge du Fer n'est recensé dans l'Aubrac et concernant le Lévezou, il n'a fait l'objet que d'une unique fouille sur un site d'habitat de hauteur (sur le mont Seigne) correspondant à l'âge du Fer.

Dans la région aveyronnaise, les prospections et recherches archéologiques n'ont recensé que très peu de sites datant du début de l'âge du Bronze. Pourtant, la région recèle quelques gîtes de matière première nécessaire à la confection du bronze. En Viadène notamment, le minerai d'étain semble avoir été exploité vers 1300 av. J.-C. ainsi que les mines de cuivre du Rouergue méridional qui semblent être toujours utilisées (Gruat 2007). Au cours du Bronze ancien et moyen, les habitats sous roche sont encore dominants (troglodytes) et sont pour certains les mêmes qu'aux époques précédentes. Ce que les recherches archéologiques soulignent, c'est avant tout la présence de mobilier métallique et de céramique d'influence culturelle locale ou régionale (Grands Causses) mais aussi beaucoup plus lointaine, pouvant provenir des Pyrénées mais aussi de la région du Rhône voire même d'Italie du Nord (Gruat 2007). Ces informations sont d'une grande importance car elles soulignent l'ampleur des réseaux d'échanges ainsi que l'origine des influences culturelles de la région et montre que l'Aveyron loin d'être replié sur lui-même participait à un mouvement global d'échanges et de transmissions. De plus, les habitats de vallées et de plaines semblent avoir été délaissés progressivement entre l'Age du Bronze ancien et moyen au profit des sites de hauteur que les travaux archéologiques attribuent au Bronze final comme celui de la Granède à Millau ou encore la butte de Séverac-le-Château. Les découvertes de sépultures en grand nombre soulignent une reprise démographique importante (Gruat 2007).

Plus au nord, en basse Auvergne par exemple, les recherches ont été beaucoup plus actives, notamment autour de l'agglomération de Clermont-Ferrand et en Limagne (Milcent 2002, Loison 2003, Carozza et Bouby 2006, Milcent et Mennessier-Jouannet 2007, pour les plus récentes). Ces

dernières mettent en lumière une densité de peuplement importante associée à des transformations socio-économiques importantes dès le Bronze ancien (Carozza et Galop 2008). Elles soulignent également les liens étroits entretenus avec la sphère alpine au début de l'âge du Bronze et un reversement des réseaux d'échange à partir du Bronze moyen vers le midi de la France (Carozza et Bouby 2006). Ces études suggèrent notamment les relations importantes entretenues entre le Massif Central et les régions des Causses (Causse du Larzac et de Lozère) et à plus large échelle avec le Languedoc et la Provence.

L'âge du Fer, en revanche, commence à être bien plus documenté à une échelle régionale et marque une nouvelle période de transition avec l'avènement des sites d'habitat de hauteur, les oppida. Ces sites commencent à être bien connus et ont fait l'objet pour certains de recherches archéologiques approfondies (le Puech de Mus à Sainte-Eulalie-de-Cernon, le Roc de l'Aigle à Nant, le Puech du Caylar à Saint-Christophe-Vallon, le Mont Seigne à Saint-Laurent-du-Lévezou….). La multiplication des vestiges de tumulus entre 800 et 400 av. J.-C. souligne un essor de la croissance démographique et le mobilier funéraire confirme quant à lui l'épanouissement d'une élite aristocratique essentiellement guerrière apparue dès la fin du Bronze final. La présence d'objets de culture extra-locale confirme l'importance des réseaux d'échange et la position stratégique du Rouergue comme un point de contact entre la méditerranée et le Massif Central. Si aucun doute ne peut subsister quant à l'occupation du Lévezou durant l'âge du Fer, aucun témoignage ne permet d'en dire autant pour l'Aubrac. Il semblerait tout de même fort surprenant que ce territoire ne soit resté qu'une voie de passage vers le reste du Massif Central alors que l'ensemble du Rouergue est occupé. Encore une fois, les analyses palynologiques pourront peut-être proposer des réponses à ces questionnements et éclairer le rôle joué par ce territoire dans un contexte de dynamisme démographique et culturel évident.

Entre 400 BC et 200 BC les archéologues enregistrent un recul de la pression démographique, qui s'exprime par la disparition des tumulus et l'abandon des oppida. Il semble que ce phénomène soit lié à la surexploitation agricole et pastorale qui aurait pu entraîner un épuisement des sols et des problèmes d'érosions conséquents mais aussi vraisemblablement des mouvements d'exode rural vers des agglomérations importantes en plein développement comme celles de Lattes, de Nîmes, Agde ou encore Béziers (Gruat 2007).

Outre les travaux menés sur l'oppidum du Mont Seigne (Lévezou), qui d'ailleurs ne fournit pas d'information sur les interactions sociétés-milieu dans le Lévezou, ni sur le Lévezou en général, aucune autre donnée n'est disponible sur nos deux territoires d'étude. Les seules informations renvoient encore une fois à un cadre global élargit. Il faut en effet attendre l'Antiquité pour avoir quelques bribes d'indices encore très disparates mais plus localisés.

Le Lévezou semble avoir bénéficié du passage de la voie romaine allant de Rodez à Millau qui le traverse (Figure 5). Cependant, le plateau reste encore aujourd'hui très peu documenté et le seul vestige archéologique que nous ayons correspond un sanctuaire regroupant huit temples en activité entre le Ier siècle avant J.-C. et le IV après J.-C. Cet important lieu de culte se situe sur les premières hauteurs du Lévezou vers St Beauzély (Gruat 2007). Si ces découvertes ne laissent aucun doute sur la fréquentation du Lévezou à cette époque, les modalités de l'implantation humaine et des activités restent encore dans l'ombre.

Concernant l'Aubrac, il est également traversé à partir de l'époque romaine par la voie reliant Rodez à Javols, Saint Bertrand de Comminges à Lyon et ce dès le début de l'Empire. L'archéologie fait également état d'une station routière située au nord de la forêt d'Aubrac, la station d'Ad Silanum ainsi que la découverte de *tegulae* témoignant d'une implantation antique en bordure de la voie romaine aux Enfrux (Servelle *et al*. 2006). Il faut également souligner l'importance du culte des eaux au lac de Saint-Andéol amorcé dès la fin de l'âge du Fer (Fau *et al.* 2010) et qui s'est prolongé bien plus tard, jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle. Les offrandes jetées dans le lac au cours de cérémonies votives ont permis en outre de souligner la place prépondérante des activités d'élevage dans l'économie (Servelle *et al.* 2006, Fau *et al.* 2010).

Plus généralement, la transition vers la romanisation fut très progressive en Aveyron et ne commence réellement à se manifester qu'à partir du règne d'Auguste. La majorité des recherches effectuées concernent essentiellement le bâti lié à la multiplication des villas gallo-romaines dans les zones basses.

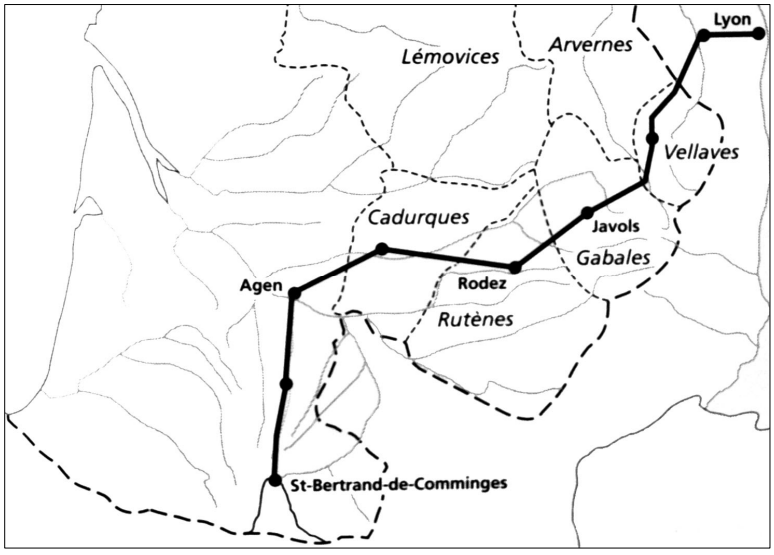


Figure 5 : Tracé de la voie romaine de St Bertrand-de-Comminges à Lyon en passant par l'Aubrac (Fau 2006)

2.3. L'affirmation des évidences au Moyen Age

A partir de l'époque médiévale, les données sont plus abondantes et les recherches ont également été plus nombreuses, notamment sur le massif de l'Aubrac. Le haut Moyen Age présente encore beaucoup de zones d'ombre en raison d'un manque de documentation textuelle pour cette époque. On sait en revanche qu'il s'agit, dans l'Aubrac, d'une période assez troublée. En effet, si ce territoire était jusqu'au IX^{ème} siècle plutôt dominé par des puissances comtales, le siècle qui suit a été le témoin de nombreuses tensions entre les diverses puissances seigneuriales et ecclésiastiques pour le partage des montagnes. En outre, les conflits et tensions politiques qui sévissent jusqu'à la création de l'hôpital d'Aubrac, en 1108-1225, ne font que souligner les intérêts et les enjeux à posséder ces terres (Figure 6). Les données textuelles qui remontent à l'an 550 renseignent également sur l'existence probable de pâturages lorsque Grégoire de Tours parle des brebis qu'on mène « *ad aestivandum per saltus montenses* » ou encore vers 600 lorsque Saint Julien de Brioude envoie ses animaux estiver sur les « *saltus montenses* » où ils sont exempté de « *pascualia* » (Bousquet 1970-79) susceptibles de faire référence à l'Aubrac. En outre, les conflits et tensions politiques qui sévissent jusqu'à la création de l'hôpital d'Aubrac, en 1108-1225, ne font que souligner les intérêts et les enjeux à posséder ces terres et suggèrent en outre la grande richesse et diversité de la ressource à exploiter.

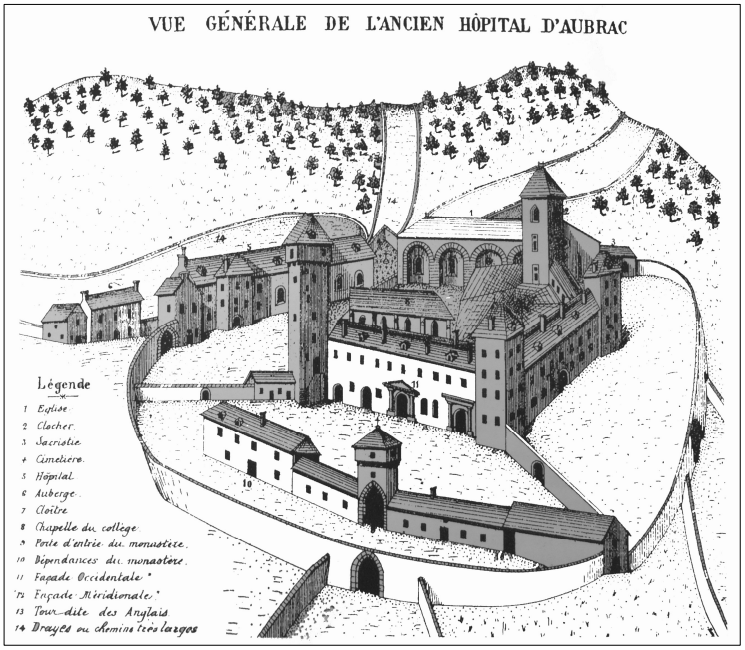


Figure 6 : Représentation de la domerie d'Aubrac (Deltour 1932)

Aussi, la reconstitution seigneuriale et le morcellement des pouvoirs au XII^{ème} siècle ont été contemporains d'une nouvelle structuration du territoire et des peuplements. Cette période correspond

notamment à la désertion des mas d'altitude et de façon plus pérenne à la constitution des granges monastiques qui vont jouer un rôle capital dans la transformation du paysage (Pradalié et Hamon 2006). Ces granges, implantées sur des terroirs aux ressources complémentaires permettaient en outre d'assurer revenus et subsistance aux abbayes et confréries ecclésiastiques. Dans l'Aubrac, ces granges étaient implantées sur le plateau mais aussi sur les versants méridionaux du massif, dans les boraldes par exemple (Pradalié et Hamon 2006). La fonction des granges et leurs activités étaient assez variables, au dessus de 1000 mètres d'altitude les granges, comme celle d'Aubrac ou de Plagnes s'organisaient autour des devèzes, des pâturages d'estive et des prairies de fauche afin d'assurer l'alimentation du bétail en herbe tout au long de l'année, de la belle saison à la stabulation hivernale. Des parcelles étaient également labourées et cultivées pour les besoins du personnel. Parallèlement, à plus basse altitude, entre 900 et 1100 mètres, la diversité devient plus grande et les granges comportent prés, jardins, terres labourables et pâturages d'estive, forêts et des parcelles de vignes pour certaines notamment à Gilhodes et La Molière rattachées à la grange de Bonnefon au XIV^{ème} et XV^{ème} siècle (Pradalié et Hamon 2006). Sont à noter également des productions très spécialisées pour certaines d'entre elles comme celle des Brasses sur les rives de la boralde de Poujade qui cultive lin et chanvre pour la fabrication du linge de maison de la domerie et de l'infirmerie de son hôpital (Pradalié et Hamon 2006). Ces installations vont ensuite progressivement changer de forme dans leur architecture et parfois aussi dans leurs activités suite à la guerre de Cent ans qui a conduit à de nombreux travaux de fortification et de protection. Les granges continuent néanmoins de produire, parfois en grande quantité, du seigle puis du froment et de l'avoine et dans une moindre mesure du blé. Les troupeaux sont également assez importants et sont constitués essentiellement d'ovins puis de bovins. La place des documents sur les activités et revenus de ces granges sont pour nous d'une importance capitale car ils renseignent parfois avec grande précision sur les pratiques agro-pastorales, leur ampleur et leurs modalités.

La fin de la période médiévale est caractérisée dans l'Aubrac par l'apogée du système pastoral d'estive. Des transformations s'opèrent dans le paysage et ne concernent pas uniquement les prairies pastorales. Les parcelles cultivées sont encore nombreuses au XIV^{ème} siècle mais ne comptent qu'une parcelle sur sept. Les versants sud-ouest du massif sont cultivés en seigle, avoine, froment et blé et les cultures remontent jusque sur le plateau jusque sur la partie lozérienne (Pradalié et Hamon 2006). Les prairies sont représentatives du mode d'exploitation des terres et sont vouées pour certaines à la fauche et d'autres, les devèzes, à l'accueil des bœufs de labour et autres grosses bêtes qui contribuent à leur fumure (Pradalié et Hamon 2006).

Régulièrement les bêtes sont autorisées à pacager dans les sous-bois et les forêts sont également soumises au droit d'affouage et de charronnage. La majorité des revenus des paysans mais aussi de l'hôpital et des seigneuries repose sur l'élevage, des chevaux et des ovins. Ce n'est que vers le XV-XVI^{ème} siècle que le système économique des pâturages d'estive et la transhumance (locale et extra-

locale) atteignent leur apogée. La spécialisation bovine n'apparaît que tardivement dans les pratiques au cours du XIV^{ème} siècle. Les chiffres sont éloquents quant à l'importance des troupeaux estivant dans l'Aubrac (3000 ovins en 1414 dont 1833 provenant du massif lui-même ou de ses versants (Pradalié et Hamon 2006). Les relations entretenues avec le Quercy sont étroites et fonctionnent de manière réciproque : tantôt l'Aubrac reçoit les troupeaux du Quercy pendant la saison estivale, tantôt ce sont les troupeaux d'Aubrac qui redescendent dans le Quercy pour l'hivernage (Bousquet 1970-1979) (Figure 7). La provenance du bétail est parfois plus lointaine et il arrive même qu'il vienne du bas-Languedoc mais les échanges les plus ténus sont ceux du Quercy et du Gévaudan (Bousquet 1970-1979). Ce sont principalement les guerres de Religion à la fin du XVI^{ème} siècle qui vont avoir une incidence sur la transhumance des troupeaux les plus lointains et c'est une époque à partir de laquelle le système va progressivement décliner.

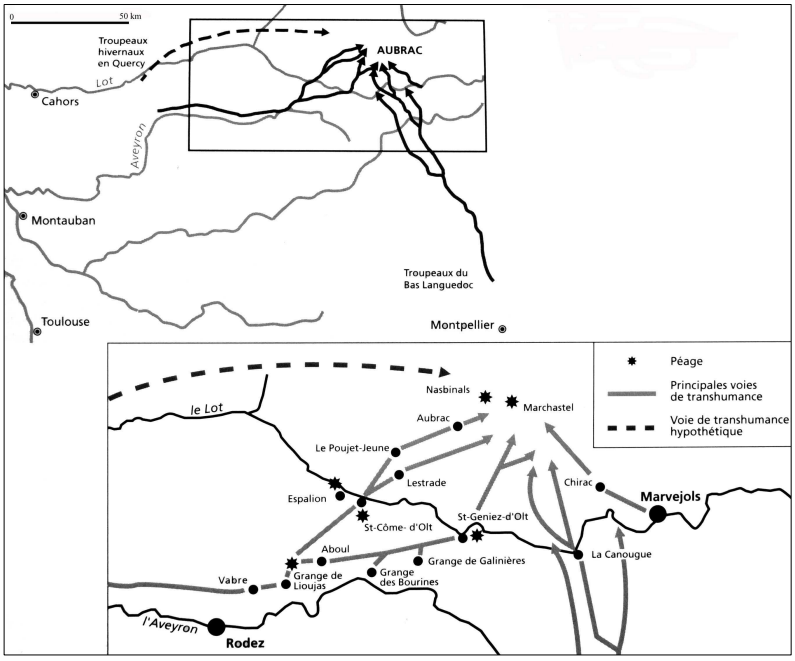


Figure 7 : Principales voies de transhumance (Fau 2006)

Le XV^{ème} siècle marque également un seuil de transition dans les modes de production car si les bovins étaient élevés jusque là pour leur viande, ils le sont désormais surtout pour leur lait qui va servir grâce à l'apport des compétences auvergnates et cantaliennes à la fabrication de fromage. La mise en valeur des terres au XIV^{ème} et XV^{ème} se manifeste par deux phénomènes concomitants : l'extension des prairies et des herbages et la désertion de l'habitat. Beaucoup de terres, habitées et cultivées sont laissées à l'abandon et sont pour la plupart récupérées par l'hôpital d'Aubrac. S'en suit une volonté d'exploiter le potentiel des ce territoire prédisposé aux activités d'élevage (Figure 8).

La fin du Moyen Age est ensuite marquée dans l'Aubrac par l'avènement de nouvelles pratiques alors que toute l'économie et les activités reposaient jusqu'ici sur une tradition pastorale. Il s'agit d'activités

artisanales, proto-industrielles et industrielles relativement bien documentées par les vestiges retrouvés lors de fouilles archéologiques mais aussi par la présence de mentions dans les textes d'archives ainsi que dans la toponymie. Le travail du bois est notamment très présent dans l'artisanat pour la fabrication d'objets du quotidien mais il s'agit aussi de la production de charbon dans les charbonnières que l'on voit apparaître dès le XIV^{ème} siècle. Cette activité se concentre sur le versant sud-ouest du plateau (Aurelle-Verlac, Prades d'Aubrac) et elle est intimement lié à l'émergence de la métallurgie et notamment à la production de fer et d'argent dont les premières mentions apparaissent dès la seconde moitié du XII^{ème} et plus tard de manière plus durable du XVII^{ème} au XIX^{ème} siècle (Petit 2004, Pradalié *et al*. 2006). Toutefois, l'activité la plus caractéristique est celle d'un atelier de production de verres à côté de Saint-Chély d'Aubrac. Ce dernier a fonctionné dès le XIV^{ème} siècle et au XV^{ème}, il s'agit d'un des rares sites de production de verres creux connus dans tout le sud-ouest de la France (Pradalié *et al*. 2006). Le XVIII^{ème} siècle annonce ensuite une nouvelle phase de développement des pratiques pastorales liées à la production fromagère, accélérée au XIX^{ème} par le recul de la transhumance ovine au profit de la transhumance bovine mais qui sera encore brisée au XX^{ème} siècle en raison de nouvelles mutations économiques.

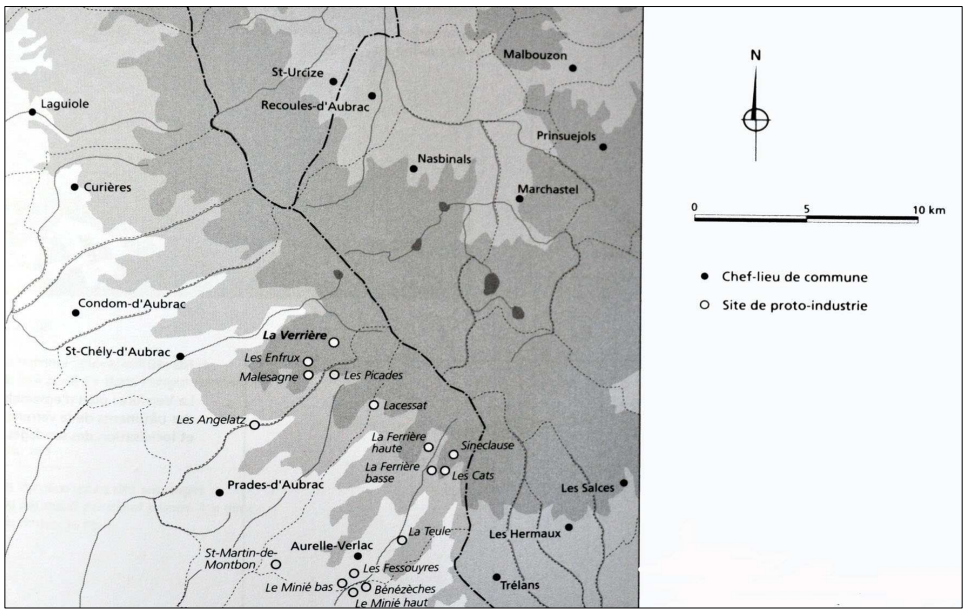


Figure 8 : Sites de protoindustrie (Aubrac) (Fau 2006)

3. Les apports des données paléobotaniques

La présentation des acquis palynologiques dans l'Aubrac et dans le Lévezou a pour objectif de souligner les apports mais aussi les limites de ces études dans un souci de contextualisation de notre problématique. Il n'est pas question ici de faire un état de l'art détaillé sur l'histoire de la végétation et de l'anthropisation mais d'en dégager les principales tendances (Figure 9). Des comparaisons plus

détaillées et étoffées seront réalisées lors de la présentation de nos résultats palynologiques et de la synthèse dans les chapitres 3 et 4.

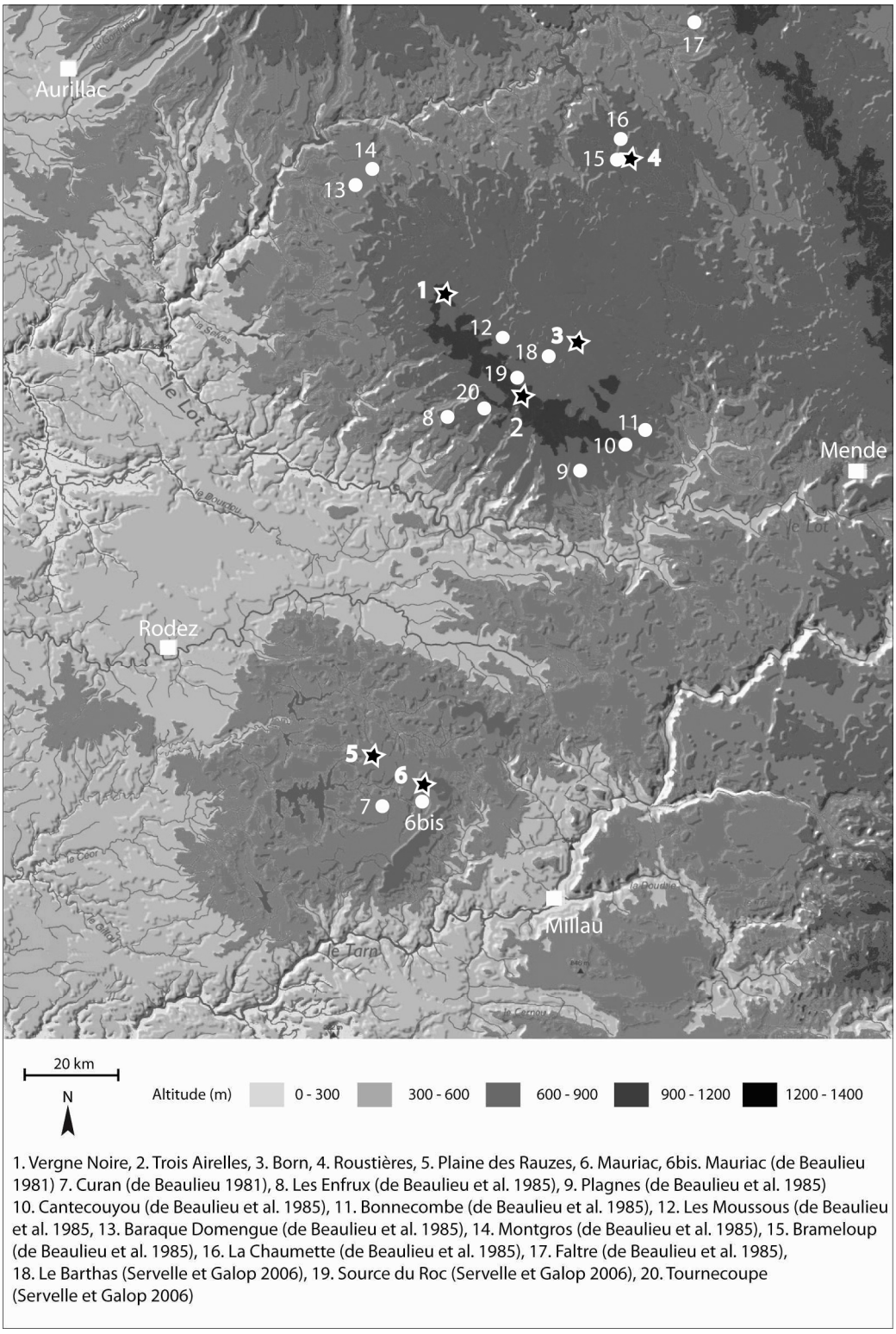


Figure 9 : Carte des sites sondés sur le massif de l'Aubrac et le Lévezou

Les données obtenues par de Beaulieu dans le Lévezou (1981) fournissent quelques informations qui restent néanmoins délicates à utiliser en raison d'une absence de datation sur ces séquences. Les deux sites étudiés sont ceux de Mauriac et de Curan, situés sur le plateau du Lévezou, Mauriac dont nous reprenons d'ailleurs l'étude dans le cadre de cette thèse. Ces dernières ont livré des enregistrements peu profonds (entre 100 cm et 180 cm) et dont le démarrage est postérieur à l'expansion de *Fagus*. L'auteur souligne quelques particularités comme l'abondance du pollen de *Tilia* sur la base de la séquence de Mauriac et souligne la diversité des paysages dans lesquels les boisements mixtes discontinus laissent place aux herbages et également aux cultures, notamment à Curan. On retrouve en effet, sur les deux séquences des indices polliniques d'anthropisation dès le début des enregistrements et leurs valeurs semblent bien plus importantes à Curan qu'à Mauriac ou les marqueurs sont plus discrets. De Beaulieu (1981) souligne également des taux de céréales souvent moins élevés que ceux des taxons rudéro-nitrophiles et questionne sur l'organisation des activités qui pourraient être préférentiellement tournées vers l'élevage.

Concernant l'Aubrac, les études ont été plus nombreuses et mieux documentées, tant sur la quantité de sites étudiés que sur les datations obtenues ainsi que sur les orientations des problématiques, tournées vers l'histoire de la végétation tardi- et post-glaciaire en lien avec le climat (de Beaulieu *et al.* 1985) puis vers l'histoire des dynamiques d'anthropisation (Servelle et Galop 2006). Ces travaux concernent 13 sites au total dont il ressort comme informations principales, pour la végétation :

Le Dryas récent est caractérisé par une hausse de *Pinus* et des taxons herbacés steppiques (*Artemisia*, Chenopodiaceae, *Helianthemum, Plantago*). La transition entre le Dryas récent/début de l'Holocène est ensuite marquée par la hausse de *Betula*, le maintien des valeurs de *Pinus* et le recul des herbacées steppiques. La dynamique de reforestation postglaciaire de l'Aubrac se caractérise également par l'expansion de *Quercus*, *Corylus* et *Ulmus*, entre 9500 ± 240 BP et 9180 ± 180 BP (selon les dates obtenues sur le site de Bonnecombe) au détriment de *Betula* et de *Pinus* qui reculent. *Quercus* est d'ailleurs le premier de ces taxons à apparaître. *Tilia* apparaît ensuite dans les assemblages à 7980 ± 200 BP (sur la séquence de La Chaumette) pour les premières occurrences et sa diffusion en courbe continue est datée à 6990 ± 160 BP (à Brameloup), à 6880 ± 200 BP (à la Chaumette) et à 6900 ± 310 BP (à Bonnecombe). La diffusion de *Fraxinus* intervient très peu de temps après celle de *Tilia* soit juste postérieure à 6900 ± 310 BP à Bonnecombe par exemple. Les proportions de ce taxon tout comme ceux d'*Ulmus* ou de *Tilia* restent très faibles et ne dépassent guère 5% dans l'Aubrac. A partir de 4670 ± 190 BP (la Chaumette), 5150 ± 210 (Bonnecombe), 5770 ± 480 (Brameloup), *Fagus* et *Abies* amorcent une diffusion puis une expansion synchrone caractérisée par l'amorce d'une courbe continue. Les valeurs d'*Abies* restent toutefois très faibles et traduisent la

difficulté de ce taxon à s'installer dans l'Aubrac. Son expansion se réalise au détriment de *Quercus, Corylus, Ulmus, Tilia* et *Fraxinus* qui régressent progressivement.

Sur ces analyses, les dynamiques d'anthropisation sont plus difficiles à apprécier. Des indices assez précoces apparaissent au début de la courbe continue de *Tilia* et du recul de *Corylus* datés à 6990 ± 160 BP à Brameloup et à 6900 ± 310 BP à Bonnecombe mais il ne s'agit que d'occurrences ponctuelles, réparties sur un grand nombre de spectres et pas nécessairement synchrones. Ce n'est ensuite qu'à partir de 2660 ± 190 BP (Brameloup) et 2220 ± 210 BP (Bonnecombe), que les premiers déboisements significatifs interviennent accompagnés d'une hausse des indices d'anthropisation, céréales et apophytes.

Les recherches conduites sur l'anthropisation de l'Aubrac (Servelle et Galop 2006) permettent d'aborder plus en détail la question des dynamiques des occupations humaines à partir du Bronze final. Ces études ont été réalisées sur 3 sites dont la portée chronologique est assez variable selon les enregistrements. En effet, seule la séquence de la Source du Roc est antérieure au Moyen Age.
Au Bronze final, les premiers témoignages significatifs des activités humaines apparaissent (céréales et apophytes), dans un contexte encore largement forestier et soulignent des modes d'occupation encore temporaires. C'est à la transition entre l'Âge du Bronze et l'Âge du Fer que commencent à apparaître les premiers signes d'une déforestation plus conséquente qui touche surtout les peuplements forestiers situés dans les vallées. Au cours de l'Antiquité quelques indices d'anthropisation indiquent la permanence d'une fréquentation sur le plateau mais ce n'est qu'à partir du VII^{ème} siècle de notre ère que les indices de l'activité humaine se font plus pressants et que les activités pastorales semblent s'accroître. Les fréquences polliniques de *Fagus* témoigne, à la Source du Roc, de la persistance d'une couverture forestière encore importante, contrairement aux données fournies par le site de Tournecoupe qui, lui, indique un environnement largement déboisé et agreste constitué de prairies pastorales et de zones cultivées. Ce modèle semble persister jusqu'au XI-XII^{ème} siècle, période à partir de laquelle les campagnes de déboisement atteignent leur maximum vraisemblablement dans le but d'étendre les zones herbagères destinées à recevoir une charge pastorale croissante. Cette expansion semble perdurer jusqu'à la deuxième moitié du XIV^{ème} siècle. Les périodes les plus récentes sont ensuite marquées par le maintien des espaces ouverts et par la présence continue des apophytes et des céréales sur les sites du plateau (Source du Roc et le Barthas) ainsi que sur les versants (Tournecoupe).

4. Questions vives, démarche et objectifs

4.1. Bilan des acquis, les apports et les zones d'ombre

Le bilan présenté ci-dessus ne saurait être considéré comme un inventaire exhaustif et complet sur les processus et modalités de l'anthropisation mais il permet de mettre en lumière les données disponibles, les lacunes et inconnues. D'un point de vue général, les données archéologiques et historiques sont très lacunaires et disparates. Elles ne permettent pas en l'occurrence d'obtenir une vision continue sur la longue durée des dynamiques d'anthropisation, de caractériser la rythmicité des occupations, ni les modalités d'accès et de gestion de la ressource ou encore l'impact des sociétés sur l'évolution et la transformation des paysages. Seule la palynologie permet d'aborder ces questionnements sur la longue durée et dans la continuité. Il se trouve toutefois que les données polliniques traitant de ces problématiques sont très peu nombreuses et ne concernent que 3 sites de l'Aubrac. L'histoire de la végétation en revanche est bien mieux connue sur le long terme. Le contexte scientifique dans lequel a été initié notre travail de thèse s'apparente étroitement à la situation des Pyrénées à la fin des années 80. Les acquis et inconnues étaient sensiblement les mêmes : une forte disparité temporelle (i) et spatiale (ii).

(i) D'un point de vue chronologique, les premières étapes du peuplement de ces moyennes montagnes sont totalement méconnues. En effet, les données palynologiques restent muettes à ce sujet et les résultats archéologiques correspondent à une somme d'indices souvent très disparates, à distance parfois importante de nos sites d'étude et bien souvent imprécis. En outre, ces données n'apportent aucune information locale sur les modes d'occupation, sur l'accès et la gestion de la ressource (mis à part, dans une certaine mesure, les sites de Castelviel et de Brameloup sur les contreforts de l'Aubrac). Quels sont les rythmes et les étapes de la néolithisation ? L'Aubrac et le Lévezou s'inscrivent-ils dans des trajectoires reconnues dans le reste du Massif Central ou dans d'autres massifs montagneux ? Le néolithique constitue-il une période clé dans l'histoire des pratiques agropastorales ?

Les indices à notre disposition de l'âge du Bronze à l'Antiquité sont toutes autant indigents sur le plan archéologique et palynologique. Il ne s'agit que de données disparates, peu détaillées et parfois même totalement absentes. Quelles sont les relations sociétés-environnement au cours de ces époques ? Ces territoires étaient-ils fréquentés ? Quels sont les impacts des activités humaines sur le paysage ? L'histoire du climat a t-elle influencé les dynamiques du peuplement, au Bronze moyen ou à l'âge du Fer ?

Les rares informations correspondant au début du Moyen Age ne permettent pas non plus d'appréhender l'histoire des sociétés agricoles et renseignent peu sur les éventuelles traces d'exploitation des ressources locales et les modifications induites par ces activités sur le milieu. Quelle

était la composition du paysage avant l'établissement des premières communautés monastiques d'Aubrac ? Quel est le crédit à accorder à la création des grands espaces pastoraux de l'Aubrac durant l'époque médiévale ? Est-il acquis ?

Si les données concernant la fin du Moyen Age sont les plus complètes que nous ayons, elles ne concernent malheureusement qu'une fenêtre temporelle relativement courte et l'angle socio-économique au travers duquel elles sont présentées ne nous apporte qu'une part limitée de l'information. Nous connaissons en l'occurrence encore très mal l'impact qu'a engendré le développement des activités proto-industrielles sur les forêts de l'Aubrac. En effet, l'histoire des forêts n'est abordée pour l'essentiel que dans les documents d'archive et les descriptions qui y sont faites doivent être appréhendées en tenant compte des éventuels biais et partis pris lié au contexte socio-économique dans lesquelles elles ont été réalisées.

L'ensemble de ces incertitudes soulève donc de nombreuses questions sur l'histoire du peuplement dont au final nous ne savons que très peu de choses.

(ii) Sur l'aspect de la spatialisation des données, beaucoup d'interrogations sont également soulevées. Elles tiennent pour l'essentiel à la variabilité des milieux au sein de chaque territoire. Il faut également souligner que si l'Aubrac a fourni beaucoup de résultats notamment sur l'histoire de la végétation ainsi que sur le plan archéologique pour les périodes médiévales et modernes, le Lévezou en revanche reste largement méconnu, tant sur les dynamiques végétales que sur celles de l'anthropisation. Ce territoire est resté à l'écart des recherches archéologiques qui se sont essentiellement concentrées dans les vallées et la région des Causses, ce qui est également le cas de l'Aubrac pour les périodes anté-médiévales. D'autre part, la grande diversité des milieux (notamment dans l'Aubrac) invite à s'interroger sur la spatialisation des activités au sein d'un même territoire. Les rebords du plateau forestiers ont-ils eu une histoire différente de celle des estives ou s'est elle différenciée récemment ? Quelle est la variabilité spatio-temporelle de ces espaces ?

L'effort de caractérisation des dynamiques d'anthropisation doit impérativement tenir compte de ces paramètres et doit tenter d'éviter la démarche hypothétique de généraliser et d'étendre les données ponctuelles et locales à l'ensemble d'un territoire aussi restreint soit-il (Galop 1998). Il semble nécessaire dans notre démarche de tenir compte de ces disparités et de cette grande variabilité qui caractérise les paysages des ces montagnes.

4.2. Positionnement conceptuel et théorique

4.2.1 Territoires et temporalités

Compte tenu de la diversité des milieux, que ce soit entre l'Aubrac et le Lévezou ou au sein de chacun de ces territoires nous avons choisi de privilégier une approche micro-régionale. Le choix des sites a été effectué dans le but de privilégier l'étude de secteurs différents représentatifs de milieux, d'étages ou de compartiments particuliers caractérisant le socio-système. La variabilité spatiale et la diversité des milieux sont également susceptibles de favoriser les échanges entre les territoires proches les uns des autres ou au sein d'un même territoire en raison de leur complémentarité (Dobremez 2001). Ce caractère est une clé de voûte lorsque l'on aborde les problématiques d'histoire de l'anthropisation, notamment pour ce qui est des questions d'interactions, de connectivité aussi bien que pour améliorer l'identification des ruptures, des rythmes et des cycles de l'occupation humaine ainsi que le développement du système complexe des stratégies adaptatives. Aussi, l'élaboration de comparaisons micro-régionales doit-elle permettre de saisir les trajectoires propres à chaque site mais aussi la variabilité spatio-temporelle de ces espaces. Au cœur de notre démarche, cette approche doit permettre de cerner l'histoire de la construction territoriale.

Percevoir les cycles et les périodicités, comprendre les processus qui guident l'évolution des environnements anciens et ceux qui interagiront dans les environnements futurs intègre de fait le sens de la longue durée. Il s'agit d'appréhender le « temps géographique » braudélien (Braudel 1949) *afin de relier le temps pluriséculaire de la Nature avec les rythmes longs, cycliques et courts de l'histoire humaine* (Walter 1994). Aussi la compréhension des systèmes environnementaux implique-elle une prise de considération temporelle s'inscrivant à la fois dans le court terme, le long terme voire le très long terme. En effet, la prise en compte de l'évolution des relations Homme/Milieu et des multiples interactions passées entre écosystème et sociosystème doit s'intégrer dans une démarche d'analyse sur la longue durée afin d'appréhender les processus dans la continuité.

4.2.2 La pluridisciplinarité et l'étude multi-proxy

Si les systèmes, naturel et social, ne fonctionnent pas séparément mais cohabitent et évoluent ensembles dans la longue durée, ils ne peuvent dès lors être appréhendés au travers d'une seule approche, qu'il s'agisse des sciences de la nature ou bien encore celle des sciences de l'homme et des sociétés (Burnouf *et al*, 2003). Cette approche pluridisciplinaire a donné naissance au concept d' « anthroposystème » défini comme un système interactif entre deux ensembles constitués par un (ou des) sociosystème(s) et un (ou des) systèmes naturels et/ou artificialisés, s'inscrivant dans un espace

géographique donné et évoluant avec le temps (Muxart *et al.* 2003). Ce concept se démarque ainsi à la fois de l'approche d'origine naturaliste (l'écosystème) et des approches purement sociales (sociosystème) ou géographiques (géosystème). Aujourd'hui la question de la caractérisation des coévolutions société-milieux est très largement abordée par la communauté des paléoenvironnementalistes et à fortiori des palynologues au travers de recherches largement pluridisciplinaires faisant intervenir la géographie, l'histoire, l'archéologie ou encore l'ethnologie.

Des données paléoenvironnementales de cette étude découlent dès lors une approche multi-proxy qui combine l'étude des pollens fossiles avec d'autres marqueurs biologiques tels que les particules carbonisées (Carcaillet *et al.* 2001, Whitlock et Larsen 2001, Rius 2010) ou encore les microfossiles non polliniques (van Geel et Aptroot 2006, Cugny 2011). L'étude de ces marqueurs doit permettre d'apporter des informations locales et complémentaires pour caractériser les modifications du couvert végétal et les pratiques. Si les études multi-proxy sont loin d'être sytématiques, elles sont de plus en plus développées et associées à l'analyse pollinique classique (Galop *et al*. 2004, Court Picon 2007, Jouffroy-Bapicot, 2010).

Nous avons également fait le choix d'une approche interdisciplinaire alliant paleoécologie et données historiques dans une démarche intégrée. Dans le cadre du temps qui nous était imparti pour réaliser cette approche historique, l'Aubrac, de part le cadre documentaire disponible ainsi que les travaux de recherche et d'analyse déjà effectués, constituait un terrain privilégié comparativement au Lévezou. Nous avons focalisé nos recherches sur les documents postérieurs au XVII^{ème} siècle. La question est donc posée ici pour l'Aubrac de savoir quelle superficie représente la surface boisée antérieurement et postérieurement à la réformation de 1790. Sur ce point, les rapports et plans des arpentages nous ont fourni des informations assez précises. Nous nous sommes également interrogés sur l'état de la forêt et sa composition ainsi que sur les droits d'usage et pratiques liés à cette dernière. La forêt domaniale d'Aubrac en l'occurrence, est grévée d'importants droits d'usage qui remontent à la fondation de l'Abbaye Hôpital d'Aubrac. L'objectif était de compléter nos données paléoécologiques pour la période moderne et contemporaine mais aussi et surtout de mettre en parallèle le reflet de la couverture forestière perçu par la palynologie avec les données précises des plans et descriptions.

4.3. Objectifs

L'objectif premier de notre recherche vise à contribuer, au travers de la palynologie, à caractériser à une échelle micro-régionale, l'histoire des coévolutions et des interrelations sociétés-milieux au cours de l'Holocène. Il s'agit également de mettre en lumière l'évolution de la végétation en regard des informations déjà disponibles et d'essayer d'identifier les éventuelles signatures paléobotaniques des variations climatiques. Un regard critique sera également porté sur les réponses des sociétés face aux oscillations du climat et de mettre en avant les processus de rupture, les seuils et les éventuelles

stratégies adaptatives. Il s'agit avant tout d'essayer de caractériser l'histoire de la construction des paysages et des territoires de ces moyennes montagnes que sont les monts d'Aubrac et du Lévezou.

Ces objectifs nécessitent de :

- Définir et d'identifier les réponses polliniques des activités anthropiques par la mise en place d'un référentiel actuel afin de consolider la fiabilité des interprétations des séquences polliniques fossiles ;

- Confronter les données palynologiques aux résultats obtenus à partir de l'étude du signal incendie et des microfossiles non polliniques pour appréhender les dynamiques et les transformations du couvert végétal à une échelle locale ;

- Mettre en confrontation les résultats des analyses polliniques antérieures avec les résultats obtenus au cours de cette étude afin de caractériser les tendances générales, les particularités locales et d'affiner la compréhension des variabilités spatiales ;

- Mettre en confrontation les données paléoenvironnementales avec les données archéologiques et historiques disponibles et éventuellement de souligner des pistes de recherche prioritaires pour d'éventuelles études ultérieures.

5. Matériels et méthodes

5.1. Acquisition et traitement des données polliniques

5.1.1 Choix des sites et sondages

Les terrains d'étude choisis couvrent l'ensemble du massif de l'Aubrac et le plateau du Lévezou. Le choix de ces sites repose sur la mise en évidence des complémentarités paysagères qui sont la résultante d'une occupation du sol propre à chaque territoire. L'objectif était de sélectionner des sites de faible superficie afin de privilégier une représentation pollinique locale et extra-locale (à une 100aine de mètres). Comme ont pu le démontrer Jacobson et Bradschaw (1981) (Figure 10), ou encore Sugita (1994), il y a une relation de proportionnalité entre la taille des bassins sédimentaires et leur contenu pollinique qu'il est indispensable de prendre en considération pour les interprétations des résultats, au terme de l'analyse. Selon eux, le contenu pollinique des sites dont le diamètre est inférieur à 100m (soit 1ha) est dominé par une composante voisine et locale (à proximité du site, voire sur le site lui-même). Lorsque la taille du site augmente, la composante extra-locale et régionale gagne en importance. Une réserve doit cependant être émise quant à ces éléments d'information car il semble que dans les régions de moyenne montagne, actuellement déboisées, comme c'est le cas dans l'Aubrac, la composante régionale soit dominante, quelle que soit la superficie du site (Oeggl 1994).

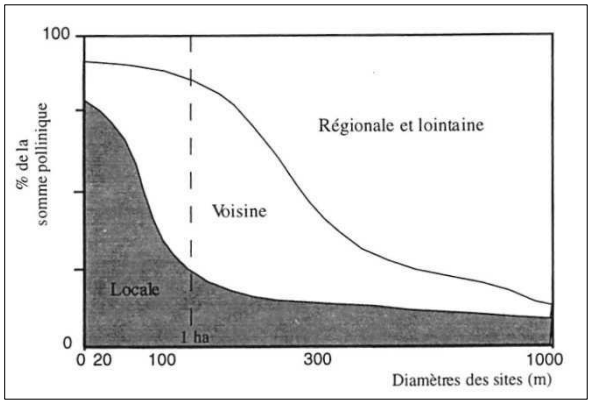


Figure 10 : Relation entre la taille d'un site et son contenu sporo-pollinique (d'après Jacobson et Bradschaw 1981)

Outre ces pré-requis méthodologiques, le choix des sites a également été conditionné par leur positionnement géographique, par la profondeur et la dilatation des séquences, par rapport aux études paléoécologiques déjà réalisées et par rapport au programme de recherche initié.

Nous avons privilégié des contextes très différents allant des pâturages d'estives au cœur du plateau de l'Aubrac (Roustières et Born) au massif forestier du rebord du plateau (Vergne Noire et Trois Airelles) à une mosaïque agro-pastorale et bocagère dans le Lévezou (Mauriac et Plaine des Rauzes).

Ces territoires expriment une grande diversité paysagère et permettent de caractériser la variabilité des pratiques humaines et l'évolution du paysage à différentes échelles spatiales. Afin d'aborder ces problématiques sur la longue durée, nous avons privilégié tant que possible les enregistrements les plus anciens et continus, afin de couvrir si possible l'intégralité de l'Holocène. Le choix des sites de Roustières et de Born repose essentiellement sur les objectifs établis dans le cadre du programme ECLIPSE (« *Variations tardi- et postglaciaires de niveaux lacustres en Aubrac (Massif Central, France) en relation avec les changements climatiques et l'action de l'homme* ») à savoir la reconstitution climatique à partir des variations des niveaux lacustres et la caractérisation des interactions « paysage-climat-sociétés » au cours de l'Holocène. L'ensemble des sites de l'Aubrac bénéficie d'une quantité de données archéologiques exploitables notamment pour les périodes médiévales et modernes grâce aux travaux de recherche du PCR sur « Les Monts d'Aubrac au Moyen Age ».

Concernant le Lévezou, la démarche s'est avérée plus complexe et les choix plus restreints en raison de la faible profondeur des cuvettes sédimentaires mais aussi de la mauvaise qualité de la plupart des enregistrements. Les tourbières de Mauriac et de la Plaine des Rauzes présentaient les meilleures conditions en termes de contexte géographique et de remplissage mais la confrontation avec les informations fournies par l'archéologie reste toutefois très sommaire en raison de la faible quantité de données disponibles sur ce massif.

5.1.2 Préparation et analyse des échantillons

Acquisition et traitement des données polliniques

Sur l'ensemble de nos six séquences, deux d'entres elles ont été prélevées par l'équipe de l'IMEP dans le cadre du programme Eclipse (« *Variations tardi- et postglaciaires de niveaux lacustres en Aubrac (Massif Central, France) en relation avec les changements climatiques et l'action de l'homme* » APR ECLIPSE –INSU). Concernant les autres enregistrements, ils ont fait l'objet de plusieurs campagnes de terrain entre 2007 et 2008. Toutes les séquences ont été prélevées à l'aide d'un carottier manuel russe de type GYK de 8cm de diamètre puis emballées dans des gaines en PVC afin d'éviter toutes contamination. L'échantillonnage sur les carottes a été réalisé en laboratoire à Toulouse et à Marseille sur un pas d'échantillonnage de 2 à 5 cm. En ce qui concerne les préparations des échantillons, nous avons suivi le protocole physico-chimique en cours au laboratoire GEODE d'après la méthode Frenzel (réadaptée) exposée dans Moore *et al*. 1991.

Travail préalable : Ouverture des carottes en laboratoire, nettoyage de celles-ci pour éviter les éventuelles contaminations, prélèvement des échantillons ($1cm^3$) tous les 2 à 5 cm d'intervalle selon les séquences et nettoyage des instruments entre chaque prélèvement de manière à éviter les pollutions. Les échantillons ont ensuite été préparés chimiquement selon le protocole suivant :

1 : Destruction de la matière organique avec de l'hydroxyde de sodium : NaOh (10%) à chaud pendant 45' ;

2 : Filtration à l'aide de tamis à 200µ ;

3 : Destruction de la matière siliceuse avec de l'acide fluorhydrique : HF (39%) à froid pendant 24h ;

4 : Elimination des fluorures de l'acide chlorydrique : HCl (10%) à chaud pendant 15' ;

5 : Rinçage à l'acide acétique glacial ;

6 : Acétolyse soit acide anhydride acétique et acide sulfurique à chaud pendant 6'.

Chaque étape de protocole est suivie de rinçages successifs à l'eau déminéralisée et d'une centrifugation à 3000 tours/minute pendant 6 minutes.

Nous avons procédé au calcul des concentrations polliniques absolues sur trois de nos séquences selon la méthode de Stoekmarr (1971), via l'introduction de tablettes de lycopodes dans les échantillons.

Détermination et comptage

Le comptage et la détermination pollinique ont été réalisés avec un microscope photonique à transmission (×400) avec l'appui de la collection de référence du laboratoire GEODE ainsi qu'avec

des clés d'identifications (Faegri et Iversen 1989, Moore *et al*. 1991) et des atlas photographiques (Reille 1992, Beug 2004). Un nombre minimum de 400 grains de pollens a été comptabilisé au cours des analyses excluant les spores de fougères et de mousses et les grains de pollen des aquatiques et principales hygrophiles pouvant induire une surreprésentation d'espèces inféodées à la zone humide (Figure 11). *Alnus* a également été exclu de la somme pollinique totale pour des raisons identiques (Janssen 1959).

Figure 11 : Comptage et détermination de grains de pollen au microscope

Les références et terminologies utilisées

Certains types polliniques ne peuvent pas être déterminés au niveau de l'espèce et conduisent à un niveau d'identification intermédiaire entre le genre et l'espèce. Ces taxons comprennent plus de deux types polliniques et sont notés comme suit, par exemple *Potentilla*-type ou *Cerealia*-type.

Lorsque deux taxons appartenant à la même famille ne peuvent être distingués l'un de l'autre, alors les deux espèces sont mentionnées et sont notées comme tels, par exemple : *Plantago major/media* ou *Rumex acetosa/acetosella.*

Cerealia type et Poaceae

La distinction des pollens de céréales parmi les autres graminées fait appel à la reconnaissance de plusieurs critères complexes et renvoie à plusieurs approches méthodologiques (Beug 1961, Andersen 1978, Köhler et Lange 1979, Küster 1988, Beug 2004, Tweddle *et al.* 2005, Edwards *et al*. 2005, Joly *et al.* 2007). Ces études ont tenté d'affiner la définition des mesures pour les pollens appartenant aux Poacées ainsi que celles des céréales tout en essayant de préciser pour ces dernières les appartenances au groupe *Triticum, Avena, Hordeum* ou encore *Secale*. Il s'agit en l'occurrence de la prise en considération de critères morphométriques correspondant à la taille du grain ainsi que de celle du pore (diamètre et épaisseur de l'annulus) qui de quelques microns font du pollen une graminée sauvage ou

une céréale cultivée. Les analyses menées dans le massif armoricain fixent la détermination des pollens appartenant au groupe *Cerealia*-type à un diamètre du grain à 47µ (Joly *et al*. 2007) contre 37µ selon (Beug 2004) et (Tweddle *et al*. 2005) et à 11µ pour celui du pore. La prise en compte de l'ornementation de l'exine (ponctuations plus ou moins marquées), considérée par certains auteurs (Andersen 1978, Beug 2004, Tweddle *et al*. 2005) n'a pas été retenu dans le cadre de cette étude. Si les critères établis par ces auteurs peuvent sembler restrictifs, ils réduisent néanmoins le risque de classer des graminées sauvages dans la catégorie des céréales. Dans le cadre de ce travail de thèse, l'identification des grains de pollen de céréales pour l'Aubrac ainsi que le Lévezou a été réalisée sur les paramètres de Joly *et al*. (2007) soit à partir de 47µ et 11µ pour les diamètres du grain et du pore ainsi qu'au travers de la comparaison régulière avec les taxons de la collection de référence. N'ayant pu effectuer une analyse fine de la micro-structure de l'exine avec un objectif à contraste de phase, nous avons estimé plus raisonnable de s'assurer d'une distinction fiable entre les graminées sauvages et cultivées sur la base de critères plus restrictifs et nous avons regroupé sous le terme de *Cerealia*-type les espèces telles qu'*Hordeum, Triticum* ou encore *Avena*. Seul le pollen de *Secale* a pu être individualisé car ses caractères sont plus singuliers : un aplatissement en zone polaire et un pore décentré, qui en font une espèce plus aisée à identifier que les autres.

La présentation et le traitement numérique des données

La présentation des données polliniques et la constitution des diagrammes de chacune des séquences a été effectuée à l'aide du logiciel Tilia (2.0) et TGView (2.0) (Grimm 1991-1993).

Les diagrammes en fréquence relative

Les fréquences relatives de chaque taxon ont été calculées en fonction du nombre total de grains de pollen comptabilisés. Ont été exclus de la somme pollinique : l'ensemble des hygrophiles, aquatiques et spores (*Isoetes, Equisetum, Potamogeton*…) ainsi que les spores de Ptéridophytes (*Pteridium aquilinum*), (Berglund et Ralska-Jasiewiczowa 1986), les Bryophytes (*Sphagnum*) et les Cyperacées. *Alnus* a également été exclu de la somme pollinique totale, sa présence étant souvent locale et son évolution associée à la dynamique de la zone humide mais surtout en raison de sa forte capacité de production pollinique, susceptible d'affecter les variations des autres taxons (Janssen, 1959).

Diagrammes simplifiés et diagrammes d'anthropisation

Les diagrammes simplifiés ne présentent que les taxons les plus représentatifs et offrent une représentation plus claire des dynamiques. Les taxons y sont regroupés comme dans les diagrammes classiques en fonction de leur évolution et de leurs parentés écologiques ou anthropiques. Ces diagrammes sont présentés sur une échelle chronologique estimée, exprimée en cal BP et établie sur la base des modèles d'âge extrapolés à partir des datations radiométriques obtenues sur chaque enregistrement.

Une autre version nous a semblé tout aussi indispensable : il s'agit du diagramme d'anthropisation. Ce mode de représentation des résultats s'impose si l'on désire obtenir une vision globale focalisée sur l'évolution de la pression humaine. Les diagrammes d'anthropisation qui seront présentés dans le cadre de ce travail reposent sur le cumul de certaines espèces pour former des groupes : apophytes et indicateurs culturaux (Berglund 1996, Berglund et Ralska-Jasiewiczowa 1986). Les taxons pris en compte correspondent pour chacun des groupes à la liste des indicateurs d'activités humaine réalisée dans le cadre du travail sur les analogues actuels (cf. infra chapitre 2).

Ce diagramme d'anthropisation est également représenté avec la courbe des Poacées ainsi qu'avec les principaux taxons arboréens.

D'une manière générale, l'ensemble de ces représentations graphiques qu'il s'agisse du diagramme complet, simplifié ou d'anthropisation, reste complémentaire et aucun de peut se substituer à l'autre.

Les diagrammes en concentration absolue

Il s'agit des diagrammes dans lesquels l'évolution de la végétation est exprimée en nombre de grains par unité de volume. Cette méthode permet de contourner le problème posé par les représentations classiques affectées par le jeu des pourcentages et pouvant entraîner des augmentations ou régressions relatives (Puertas 1997). Malgré certaines limites reconnues (Gaillard 1984) l'utilisation des concentrations absolues permet de consolider les interprétations paléoécologiques et de tester la validité des dynamiques observées en fréquences relatives. Les concentrations ont été calculées sur les séquences de la Vergne Noire, des Trois Airelles et de Mauriac à partir de la méthode de Stoekmarr (1971) utilisant l'adjonction de tablettes de lycopodes dans les échantillons. Les concentrations absolues ont été calculées selon la formule suivante (Bennet et Willis 2001):

$$\frac{\text{N° } \textit{Lycopodium} \text{ ajoutés x N° pollens et MNP comptés}}{\text{N° } \textit{Lycopodium} \text{ comptés}} \text{ /cm3}$$

Zonation des diagrammes polliniques

Le découpage des diagrammes en zones d'assemblage pollinique (ZAP) est établi en fonction de la variation significative d'un ou plusieurs taxons dans les assemblages (Cushing 1963). Ces sections correspondent généralement à la variation des pourcentages polliniques des principaux taxons mais peuvent aussi être conditionnées selon l'apparition de nouvelles espèces (Birks et Berglund 1979, Birks 1986, Faegri et Iversen 1989, Moore *et al*. 1991). Dans nos diagrammes, l'analyse statistique par regroupement hiérarchique « cluster analysis » a été réalisée avec le module CONISS de l'extension TGView du logiciel Tilia (Grimm 1987 et 1991-1993). Néanmoins, la zonation a dans certains cas été modifiée afin de souligner certains évènement propres à la problématique qui nous intéressait. Si l'utilisation de traitements statistiques s'avère bien souvent utile pour la lecture des données, elle ne doit en aucun cas se substituer à l'observation et au jugement personnel du pollen-analyste.

Datations radiométriques et estimations des âges

Les dates radiocarbones ont été effectuées sur sédiment total par le *Poznán Radiocarbon laboratory* (Poznán, Pologne). Les dates sont exprimées BP non calibré sur chacun des diagrammes. La calibration des dates, l'estimation de la chronologie ainsi que les modèles âges-profondeur ont été réalisés grâce au logiciel CLAM 1.0.2, (Blaauw 2010) et R 2.11.0, (Team R Development Core 2010). La chronologie est exprimée en années cal. BP sur les diagrammes synthétiques et les diagrammes d'anthropisation. Les dates estimées sont toutefois à considérer avec prudence car le calcul des estimations repose sur le postulat d'un taux de sédimentation constant entre les niveaux datés.

5.2. L'approche muti-proxy

Si les indices polliniques d'anthropisation permettent de souligner l'histoire des activités humaines et principalement l'histoire des pratiques agro-pastorales sur la longue durée, leur seule approche ne suffit parfois pas en en cerner tous les détails. Dans le but d'affiner l'interprétation de nos résultats palynologiques, nous avons réalisé deux études supplémentaires sur deux de nos séquences: l'analyse des microfossiles non polliniques (MNP) sur le site de Mauriac et le signal incendie sur celui des Trois Airelles. Pour des raisons de temps évidentes nous n'avons pas pu appliquer ces études complémentaires à toutes les séquences. Notre choix s'est porté sur ces deux sites en particulier car ils étaient susceptibles de fournir des informations les plus intéressantes. En effet, le site des Trois Airelles se situe en forêt à quelques kilomètres de distance des anciennes charbonnières et des sites d'activités proto-industrielles (atelier de verrerie etc..). Cette approche nous semblait idéale pour compléter nos données palynologiques et essayer de caractériser avec le plus de précision possible

l'impact de ces activités sur les boisements. La séquence de Mauriac présentait quant à elle la plus grande richesse (quantité et diversité) de microfossiles non polliniques et en particulier des ascospores de champignons coprophiles en regard des autres séquences. La tourbière étant aujourd'hui située dans un contexte largement pastoral, cette étude nous paraissait pertinente pour apporter des informations locales et affiner nos interprétations quant à l'histoire du pastoralisme totalement méconnue dans le Lévezou. Nous avons également conduit une recherche aux archives départementales de l'Aveyron en parallèle des études paléoécologiques.

5.2.1 L'étude des microfossiles non polliniques

Au cours de l'analyse pollinique, nous retrouvons d'autres types de micro-organismes que sont par exemple les spores d'algues, de champignons ou encore des cyanobactéries, des kystes, etc… (van Geel 1978, 2001). L'intérêt de certains de ces bio-marqueurs est d'être en étroite corrélation avec les pratiques humaines, au même titre que les marqueurs polliniques d'anthropisation. Il s'agit en l'occurrence des spores produites par certains ascomycètes coprophiles, associés à la présence des déjections animales et par conséquent directement liés à la pression pastorale. Aussi, l'augmentation de la présence de certaines de ces spores (ascomycètes) permet de souligner l'existence d'activités pastorales ainsi que les fluctuations de son intensité (Davis 1987, Burney *et al*. 2003, Cugny *et al.* 2010, Cugny 2011). La prise en compte de ces marqueurs s'est largement développée dans les études paléoécologiques au cours de ces dix dernières années et l'intérêt de leur étude n'est plus à démontrer (Hausmann *et al*. 2002, Lopez-Saez et Lopez-Merino 2007, van der Linden et van Geel 2006). Pour des raisons de temps, mais aussi dans le respect de la problématique qui nous intéresse, nous avons choisi de ne traiter que d'une partie des microfossiles, soit essentiellement des coprophiles et ce sur une seule de nos séquences (Mauriac), qui semblait de par la composition de son enregistrement se prêter le mieux à cette étude. Nous avons donc focalisé notre attention sur la présence des principaux MNP rencontrés et sur les coprophiles en particulier. Nous avons noté la présence comme coprophiles strictes de : *Sporormiella* (HdV-113), Sordariales (HdV-55 A et B), *Podospora* (HdV-368), *Apiosordaria verruculosa* (HdV-169), Sordariales (TM-022 indif.) et *Coniochaeta B* (TM-211). Nous avons également comptabilisé certains saprophytes, (plus généraux), et bien que parfois considérés comme ubiquistes (Cugny 2011) : *Coniochaeta A* (TM-016), *Coniochaeta cf. lignaria* (HdV-172), *Cercophora* (HdV-112 indif.), cf. *Cercophora* (TM-4017) ainsi que *Gelasinospora* (HdV-1), sapropyhte mais potentiellement carbonicole et *Glomus* (HdV-207) indicateur d'érosion (Cugny *et al.*, 2010).

L'ensemble des microfossiles identifiés ont été exclus de la somme pollinique totale au même titre que les spores de Bryophytes, Pteridophytes, algues etc… et sont représentés en pourcentages dans le diagramme pollinique.

5.2.2 Le signal incendie

Le régime de feu a été abordé sur une de nos séquences (Trois Airelles), sur laquelle nous avons procédé à la méthode par tamisage (« sieving method », Carcaillet *et al.* 2001, Whitlock et Larsen 2001).

Le protocole se présente comme suit :

Travail préalable : découpe de la carotte en fonction de l'échantillonnage choisi, en l'occurrence tous les cm, puis prélèvement d'un volume constant préalablement défini (1cm3 ici). Les attaques chimiques sont fonction de la nature du substrat. Le protocole suivant vaut pour le traitement du matériel tourbeux :

1 : Echantillonnage volumétrique (ici tous les cm)

2 : Pesée

3 : Attaque basique. Digestion des éléments organiques non carbonisés. KOH 10% 20ml

4 : Blanchiment des particules organiques résiduelles. H2O2 30%

5 : Attaque acide (facultative). HCL

6 : Récupération des micro-charbons

7 : Rinçage

8 : Tamisage

Les charbons obtenus après tamisage ont ensuite été dénombrés avec une loupe binoculaire à réflexion (×50). La courbe du signal incendie est présentée en influx (Charcoal Accumulation Rate = $nb.cm^{2}.yr^{1}$) sur le diagramme pollinique simplifié.

Les particules carbonisées se divisent en deux catégories, les micro-charbons ≤ 150µ et les macro-charbons ≥ 150µ (Carcaillet *et al.* 2002). Clark *et al.* 1989 a modélisé le transport de ces différentes particules selon leur taille dans une cuvette lacustre afin de proposer un modèle sur le rapport entre la taille des particules et leur capacité de dispersion (échelle locale, régionale et lointaine).

De 5 à 10 µ, la dispersion est de régionale à lointaine.

Les particules d'une 20aine de microns ont une dispersion de 15 à 20 km selon les courants de vents et l'intensité de l'incendie.

Les particules d'environ 200µ n'ont qu'une dispersion très réduite de l'ordre de quelques kilomètres (inférieure à 10 km).

Nous avons choisi de procéder aux comptages des macro-charbons (>150µ) afin d'obtenir un enregistrement local voir micro-régional de l'histoire des incendies (Carcaillet *et al.* 2001, Higuera *et al.* 2007, Rius 2010). Notre objectif, loin de réaliser une étude des paléoincendies, est d'essayer de confronter les variations du signal incendie avec celles de la végétation et des indices d'anthropisation

afin d'affiner nos hypothèses et nos interprétations quant aux épisodes de réduction du couvert forestier, qu'ils soient d'origine anthropique et associés à des indices polliniques d'activités humaines ou liés à un forçage climatique ou les deux.

5.3. La caractérisation des indices polliniques d'anthropisation

5.3.1 Les marqueurs de l'anthropisation

L'approche palynologique des activités humaines repose sur la caractérisation et l'interprétation de la présence ou variation significative de certains taxons. Les déboisements constituent l'impact anthropique le plus aisé à identifier. L'ouverture du milieu par l'homme se traduit dans les diagrammes par la diminution des pollens d'arbres sur la somme des pollens comptés (rapport AP/NAP) au profit de l'augmentation des plantes héliophiles et pionnières. Toutefois, la prise en compte et l'interprétation de ce seul indice a depuis longtemps été critiquée (Jalut 1991, Galop 1998, Sugita *et al.* 1999, Gaillard 2007, Favre *et al.* 2008). De nombreux facteurs peuvent influencer la relation AP/NAP comme la structure de la végétation, l'apport pollinique lointain, la dispersion des pollens et la production de chaque espèce etc… Certaines études ont d'ailleurs montré la variabilité et les fluctuations de ce rapport dans des contextes identiques mais soumis à des contraintes différentes (Sugita *et al.* 1999, Favre *et al.* 2008). En outre, la seule appréhension du degré d'ouverture du milieu ne suffit pas à produire des hypothèses et des interprétations, et une observation détaillée de la composition des assemblages est nécessaire. Elle se porte en outre sur les indices polliniques indicateurs d'activités humaines, les anthropochores et les apophytes (Berglund 1969) :

- Les **anthropochores** regroupent l'ensemble des taxons qui n'appartiennent pas à la végétation locale mais qui ont été apportés par l'homme. Il s'agit principalement des céréales.

- Sous le terme d'**apophytes** sont réunies les plantes qui poussent spontanément dans nos régions mais dont le développement est stimulé par l'activité humaine (principalement les activités agro-pastorales) (Berglund 1969).

La liste des indicateurs polliniques d'anthropisation établie par Behre (Figure 12) a été largement sur-utilisée au cours des années 80-90. Réalisée à partir de l'étude des caractéristiques écologiques des espèces les plus représentatives des milieux anthropisés, elle a permis en outre d'aborder les questions concernant l'évolution des pratiques sur la durée (Gaillard 2007). Cette approche a progressivement évolué à partir des années 90 vers des études visant à améliorer la compréhension de la pluie pollinique afin de fournir une meilleure caractérisation des indices d'anthropisation à l'échelle locale. Cette approche des analogues actuels s'est également enrichie d'une méthode comparative avec des

spectres fossiles. Il s'agit d'une comparaison numérique entre les échantillons polliniques des spectres de surface et ceux des échantillons fossiles afin de reconstituer quantitativement les paysages passés (Gaillard 2007). Ces méthodes se sont largement développées en Europe : en Finlande, Norvège, Danemark, Suède (Gaillard *et al*. 1994, Hicks et Birks 1996, Brorstöm *et al.* 1998, Räsänen 2001, Nielsen 2004) ainsi qu'en France (Mazier *et al.* 2006, Mazier *et al.* 2008, Court-Picon *et al.* 2006). Parallèlement la caractérisation de l'émission pollinique a également été développée et réadaptée à partir de la méthode des indices de Davis (1984) qui permet d'établir le lien entre le pollen et la plante émettrice et de définir si le taxon est correctement associé, sous-représenté ou sur-représenté (Hjelle 1997, Bunting 2003, Mazier 2006, Brun 2007, Court-Picon 2007). La calibration des données polliniques, la reconstitution quantitative de la composition de la végétation tel que le pourcentage de recouvrement par exemple, font l'objet de nombreuses recherches depuis ces dix dernières années notamment dans les pays d'Europe du Nord et sous l'impulsion du programme de recherche POLLANDCAL (Pollen Landscape Calibration) (Gaillard *et al.* 2008).

La reconnaissance de ces types polliniques permet depuis les années 1970-1980 d'intégrer la prise en compte des dynamiques d'occupation humaines en connexion avec les études sur l'histoire de la végétation. Aujourd'hui, les palynologues cherchent à dépasser la description des phases d'emprise et d'abandon pour arriver à discriminer les différents types de pratiques, leur extension spatiale et leur durée (Brun 2007).

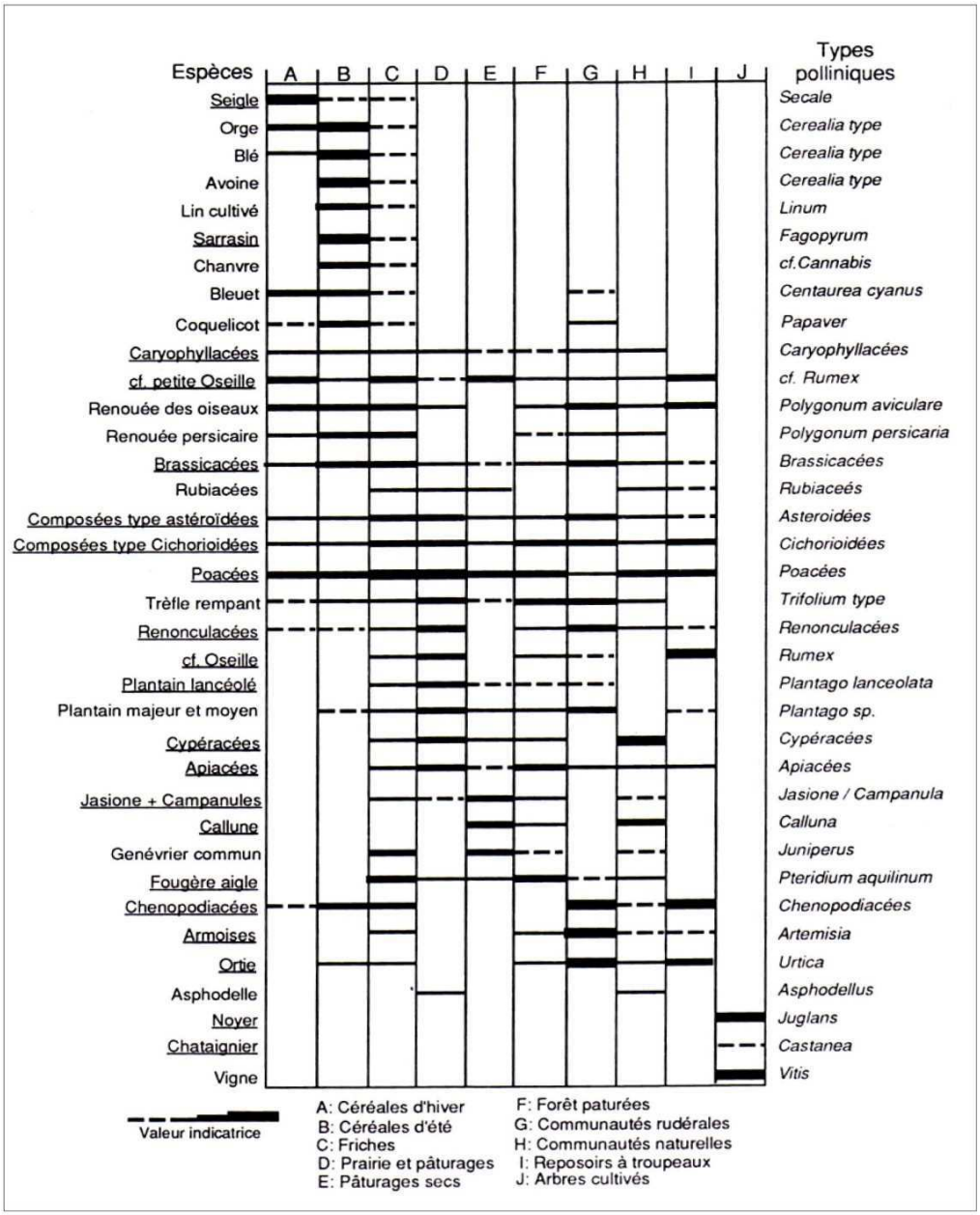


Figure 12 : Les indicateurs polliniques d'anthropisation (d'après Behre 1981)

5.3.2 Reconstitution des pratiques agro-pastorales et des paysages

Les groupements anthropiques

La flore caractéristique des milieux anthropisés, qu'elle soit rudérale, adventice des cultures ou encore pastorale, est soumise à de nombreuses contraintes en raison des fortes perturbations cycliques qui affectent les milieux dans lesquels elle se développe. Ces interventions humaines constituent la base des particularismes de ces espèces végétales, or, comme nous l'avons vu précédemment les modalités de l'occupation humaine évoluent et induisent par conséquent des modifications floristiques. C'est au Néolithique que le processus commence avec les débuts de l'agriculture et de l'élevage, la

sédentarisation et l'expansion démographique qui ont provoqué le développement d'une flore particulière : les groupements anthropiques (Preston *et al*. 2004, Kornaś 1990). Jusqu'au début du XX^{ème} siècle la diversité des activités et les modes agricoles « traditionnels » bénéficiaient au développement et à la diversification des groupements floristiques liés à ces pratiques. Puis progressivement, l'industrialisation, la modernisation des structures, l'utilisation d'engrais, de fertilisants etc… ont conduit à une uniformisation de la flore et à une perte de diversification voir à la disparition de certaines espèces (Jauzein 2001a et 2001b).

La flore rudérale :

Le terme rudéral regroupe les espèces qui affectionnent les espaces ouverts, perturbés ou instables. Il s'agit le plus souvent de taxons pionniers adaptés à un milieu instable, changeant, parfois hostile et la périodicité des ces perturbations jouent un rôle fondamental dans leur répartition. Ces contraintes anthropiques restent néanmoins plus faibles et surtout plus irrégulières que dans les milieux cultivés et la variabilité des cycles induit par conséquent une flore très diversifiée. Le fait est que la plupart d'entre elles ne sont pas strictement inféodées aux zones rudérales mais peuvent aussi bien se retrouver dans des contextes de cultures voir parfois dans tous types de milieux anthropisés.

La flore des milieux cultivés :

Les zones de cultures sont les endroits soumis aux perturbations anthropiques les plus fortes, tout du moins les plus radicales (labours, semis, sarclages, désherbages). Les contraintes, mécaniques et chimiques vont influer sur la composition floristique de ces milieux qui va dès lors développer des stratégies et une grande spécialisation pour y faire face (Brun 2007). Cette flore si particulière constitue pour les palynologues un indice de valeur dans la caractérisation de l'histoire des pratiques agraires. Les espèces des milieux cultivés correspondent en terme de définition à une végétation annuelle, nitrophile, commensale des cultures annuelles ou sarclées. Elle comprend notamment les céréales cultivées (*Triticum sp*, *Hordeum sp*, *Avena sp*.) (Figure 13).

Figure 13 : Flore des milieux cultivés

La flore pastorale :

Les espèces végétales étant corrélées en fonction de certaines variables environnementales et anthropiques, certains taxons ressortent comme préférentiellement associés aux zones pâturées. Si l'approche palynologique classique combinait les espèces nitrophiles caractéristiques d'aires de stabulation très fertilisées, de lieux piétinés ou encore pâturés, des études ont prouvé que les types de végétations issus d'activités humaines différentes produisaient des spectres polliniques différents (Mazier 2006). La distinction est d'autant plus importante qu'elle se fait notamment entre les prairies de fauche et les pâturages communément regroupés dans les études plus anciennes.

L'ensemble des travaux de recherche conduit sur les analogues modernes ont montré une grande variabilité quant à la caractérisation des indices d'anthropisation (Broström *et al.* 2004, Nielsen 2004, Bunting *et al.* 2005, Broström *et al.* 2008, Mazier *et al.* 2008).

En effet, certains taxons sont caractéristiques d'une pratique dans une région et pas nécessairement dans une autre et il semble également exister des différences inter-régionales. Ces variations peuvent s'expliquer d'une part par les méthodes et choix d'échantillonnage ainsi que par les particularités locales des milieux en question, qu'il s'agisse de la géologie, du climat, de l'altitude, des pratiques agraires et de la dispersion et production pollinique (Mazier 2006, Hicks 2007).

5.3.3 La nécessité d'un référentiel actuel dans l'Aubrac et le Lévezou

Dans le Massif Central, peu d'analyses polliniques ont été effectuées ayant pour problématique principale la place de l'homme dans les écosystèmes et son rôle dans l'histoire de la construction des paysages sur la longue durée. La reconstitution des modalités et la chronologie des processus d'anthropisation ont été abordées depuis quelques années dans le nord et l'ouest du massif (Limousin et Auvergne) (Miras 2004, Miras *et al.* 2003, 2004, 2006, 2007, 2010 ; Allée *et al*. 2006, Prat 2006, Ballut 2007, Ballut *et al*. 2008, 2011), dans l'est (mont du Forez, monts de la Madeleine) (Argant et Cubizolle 2005) et également dans le sud (Montagne Noire, Cévennes) (Pulido 2006, Lavoie *et al.* 2006) mais aucune étude sur les marqueurs polliniques des pratiques humaines n'ont été réalisées hormis Miras (2004) lors d'une approche sur l'étude de la végétation actuelle des milieux anthropisés.

La mise en place d'une étude sur la relation pluie pollinique – végétation – variables environnementales nous semblait indispensable afin d'apporter une information qualitative et indicative sur les interrelations entre les pratiques et la végétation et la réponse pollinique à ces variables. L'objectif principal de notre travail s'est focalisé sur l'identification des marqueurs de l'anthropisation propres à ce secteur du sud du Massif Central.

Chapitre 2 : De l'actuel au passé : étude pollinique et floristique des marqueurs de l'anthropisation

1. Matériel et méthodes

En raison de l'évolution des systèmes de gestion et des modes d'utilisation des terres, l'élaboration d'un référentiel pollinique actuel, basé sur un exercice d'analogie, ne peut assurer une fiabilité optimale des reconstitutions paysagères passées. L'étude de la relation pluie pollinique – végétation – variables environnementales a pour objectif ici d'apporter une information qualitative et indicative sur les interrelations entre les pratiques et la végétation et la réponse pollinique à ces variables.

Le travail réalisé dans le domaine des analogues actuels n'en demeure pas moins fondamental à la compréhension de nos données polliniques fossiles mais ils devront être toutefois utilisés avec précaution lors des interprétations.

Les questions relatives à la représentativité spatiale et fonctionnelle des marqueurs de l'anthropisation représentent une piste de recherche prioritaire. C'est la raison pour laquelle notre travail s'est focalisé sur trois objectifs interdépendants :

i) Confronter les données polliniques et floristiques à l'échelle locale (une 100aine de mètres) par la méthode des indices de Davis (Davis 1984) afin d'estimer la représentativité entre le pollen et la plante émettrice (calcul d'indices de sous représentation, de sur représentation ou d'association). L'étude conjointe de ces indices ainsi que des caractéristiques des différentes espèces (mode de pollinisation, taille des grains de pollen…) permettra de tester la validité du poids et de la valeur donnée à certains taxons dans nos diagrammes fossiles.

ii) Etudier par le biais d'analyses multivariées la relation entre les données polliniques actuelles, contenues dans les spectres de surface, et des variables environnementales, anthropiques et floristiques. Il s'agit ici de tester l'influence des paramètres biotiques et environnementaux sur la pluie pollinique ainsi que d'identifier les facteurs explicatifs de la variabilité des assemblages polliniques. Cette étude cherche à mettre en évidence et à distinguer les taxons polliniques directement liés aux activités agro-pastorales actuelles.

iii) Comparer et transférer les résultats de ces analyses aux données polliniques fossiles afin de guider l'interprétation de nos séquences principalement en ce qui concerne l'anthropisation des milieux.

1.1. Choix des sites et stratégie d'échantillonnage

La localisation des sites (Figure 14) a été grandement conditionnée par l'importance accordée à la proximité des tourbières dans lesquelles ont été prélevées nos séquences fossiles afin d'établir un contexte écologique et géographique homogène et de permettre une transposition plus viable des résultats de l'actuel vers ceux du passé (Gaillard *et al.* 1992). La recherche des analogues actuels repose sur une stratégie d'échantillonnage préférentielle qui vise à caractériser les principales formations phytosociologiques existantes sur ces massifs ainsi que les pratiques actuelles. Il s'agissait également de mettre en évidence la variabilité du degré d'intensité de ces dernières, de l'extensif à l'intensif, tout en privilégiant des formes d'activités les plus traditionnelles possibles. Cet objectif a d'ailleurs souvent été contraint par la difficulté de retrouver ces milieux, notamment dans le Lévezou où les pratiques sont de plus en plus intensives. La volonté de départ de privilégier une grande diversité de milieux, afin de pouvoir comparer les cortèges floristiques et les assemblages polliniques dans des milieux non anthropisés à fortement anthropisés, a donc trouvé certaines limites.

Les milieux peu « perturbés » étant rares ils se sont essentiellement restreints aux contextes forestiers et aux landes. Au total, 39 relevés ont été effectués sur le Lévezou ainsi que sur le massif de l'Aubrac (Tableau 1).

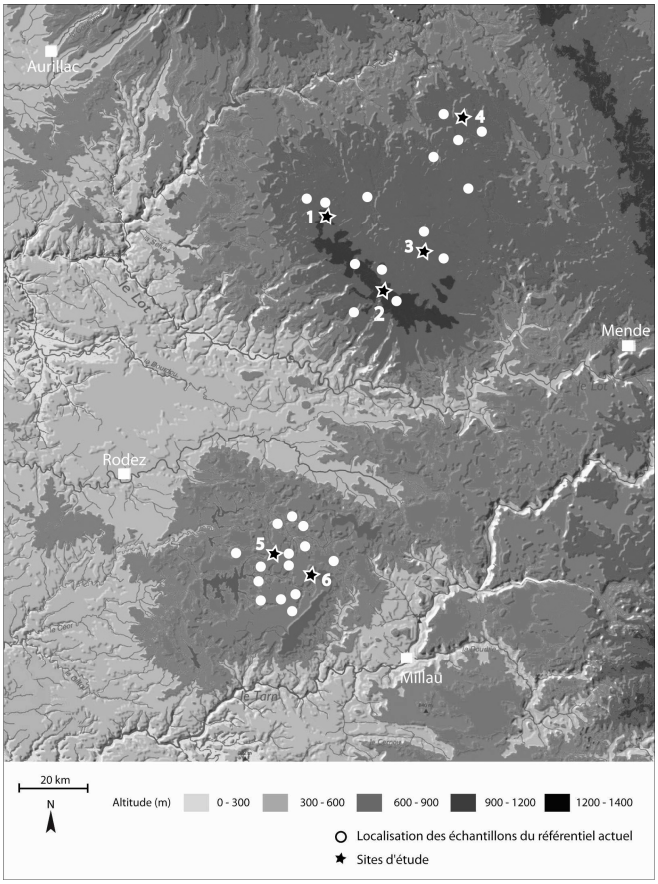


Figure 14 : Localisation des relevés effectués dans le cadre du référentiel actuel et sites sondés (1 : Vergne Noire, 2 : Trois Airelles, 3 : Lac de Born, 4 : Roustières, 5 : Plaine des Rauzes, 6 : Mauriac**)**

Groupe de végétation	Description	Code	Lieux	Altitude (m)
1	Prairie cultivée en seigle	Lev.1	Lévezou	903
1	Prairie cultivée en céréales (*blé-seigle*)	Lev.2	Lévezou	868
2	Prairie de fauche amendée	Lev.3	Lévezou	956
2	Prairie chaulée régulièrement. Fortement pâturée (ovins).	Lev.4	Lévezou	884
2	Prairie de fauche artificielle (raygrass)	Lev.5	Lévezou	843
2	Prairie chaulée régulièrement. Fortement pâturée (bovins).	Lev.6	Lévezou	846
3	Prairie de fauche + pâturage	Lev.7	Lévezou	891
3	Buron en ruine, zone pâturée (bovins) plus ou moins en friche	Aub.1	Aubrac	1260
3	Zone de prairie en contrebas d'une pente recolonisée par des genêts et callune.	Aub.2	Aubrac	1204
3	Vaste clairière occasionnellement pâturée (bovins)	Aub.3	Aubrac	1306
3	Reposoir. A proximité d'une lisière forestière (hêtraie)	Aub.4	Aubrac	1302
3	Vaste clairière occasionnellement pâturée (bovins)	Aub.5	Aubrac	1303
3	Pelouse pâturée	Aub.6	Aubrac	1208
3	Reposoir	Aub.7	Aubrac	1264
3	Prairie de fauche (sans apports d'engrais ni produits chimiques). Faiblement pâturée (bovins).	Aub.8	Aubrac	1196
3	Prairie de fauche (sans apports d'engrais ni produits chimiques). Faiblement pâturée (bovins).	Aub.9	Aubrac	1271
4	Prairie humide	Aub.10	Aubrac	1277
4	Prairie humide	Aub.11	Aubrac	1196
4	Tourbière	Aub.12	Aubrac	1315
4	Tourbière	Aub.13	Aubrac	1309
5	Hêtraie	Aub.14	Aubrac	1312
5	Petite trouée claire dans une hêtraie	Aub.15	Aubrac	1317
5	Chênaie claire	Lev.8	Lévezou	936
5	Clairière à couvert arbustif	Lev.9	Lévezou	954
6	Haie de houx	Lev.10	Lévezou	898
6	Haie double de frêne non émondés	Lev.11	Lévezou	907
6	Haie double de frêne non émondés. Prélèvement à 5 mètres dans une prairie pâturée.	Lev.12	Lévezou	907
6	Haie mixte à Crataegus laevigata, Fraxinus excelsior et Quercus pedonculata.	Lev.13	Lévezou	891
6	Haie de frênes non émondés	Lev.14	Lévezou	902
6	Haie de frênes émondés	Lev.15	Lévezou	894

Tableau 1 : Descriptif des 30 sites inventoriés pour l'étude du référentiel actuel

1.1.1 Acquisition des données floristiques

La campagne de relevés floristiques s'est échelonnée entre le mois de mai et de juin de l'année 2008. Les relevés surfaciques ont été réalisés sur des patchs de 100 m^2, suivant certaines des études entreprises sur la relation entre la pluie pollinique et la végétation actuelle, (Gaillard *et al.* 1998, Hjelle 1999, Hicks et Birks 1996, Elenga *et al.* 2000, Mazier 2006, Mazier *et al*. 2006 et 2009, Cugny *et al.* 2010, Court-Picon 2007, Brun 2007). Chaque relevé a été effectué sur une surface homogène, présentant les mêmes caractéristiques écologiques et topographiques. La technique considérée pour réaliser cette étude est celle de Braun-Blanquet (Braun-Blanquet 1965) basée sur une échelle semi-quantitative des indices d'abondance-dominance. C'est une estimation globale de la densité (nombre d'individus ou abondance) et du taux de recouvrement (projection verticale des parties aériennes des végétaux ou dominance) des éléments dans l'aire échantillonnée. Le pourcentage de recouvrement de chaque espèce est estimé par rapport à la surface du relevé. Sur chacune des placettes sont notées la couverture (%) arborescente, arbustive, sous-arbustive, herbacée et muscinale. Dans ce travail, les indices d'agrégation et de sociabilité n'ont pas été traités.

Les classes d'abondance-dominance suivantes sont distinguées :

r un ou quelques rares individus, recouvrement insignifiant ;
+ éléments peu ou très peu abondant, recouvrement inférieur à 1% ;
1 éléments assez abondants, recouvrement inférieur à 5% ;
2 éléments très abondants, recouvrement entre 5 et 25% ;
3 recouvrement compris entre 25 et 50%, abondance quelconque ;
4 recouvrement compris entre 50 et 70%, abondance quelconque ;
5 recouvrement compris entre 70 et 100%, abondance quelconque.

La détermination floristique s'est appuyée sur la Flore d'Europe (Blamey et Grey-Wilson 2003), la Flora Helvetica (Lauber et Wagner 2000), la flore de Coste (Coste 1850), et la flore de Bonnier (Bonnier 1990).

Afin de permettre une meilleure compréhension et une meilleure interprétation du rapport AP/NAP, nous avons parallèlement mis en place une méthode de mesure du recouvrement des différentes strates de végétation (arboréenne, arbustive et herbacée), dans un rayon de 200m, 600m et 800m selon des cercles concentriques autour des points de relevés. Il s'agit en outre de comparer le rapport AP/NAP de chaque échantillon pollinique avec le rapport AP/NAP (arboréenne + arbustive / herbacée) effectif dans la végétation avoisinante, ceci à différentes échelles spatiales (rayon 200, 600,

1000m). Il s'agit d'un test complémentaire au relevé floristique et aux analyses polliniques des spectres de surface dont l'information sera à considérer à titre indicatif. Cette opération a été réalisée à l'aide du logiciel de système d'information géographique ARCGIS, qui nous a permis de calculer la superficie des différents polygones sur des photos ariennes. Ces informations ont été corroborées par des observations et prises de photos sur le terrain. Les résultats obtenus dans un rayon de 200 mètres ont également été utilisés comme une variable environnementale explicative dans le cadre des analyses de redondance.

1.1.2 Collecte et préparation des échantillons polliniques

A l'utilisation de la trappe à pollen « Tauber trap », (Tauber 1965), nous avons préféré travailler sur des échantillons bryophytiques pour des raisons de temps évidentes. En effet, si le prélèvement d'échantillons de mousses peut s'effectuer sur une saison et sur un large territoire, la mise en place des trappes à pollen nécessite un maintien en place sur au moins cinq années consécutives afin de gommer les variations interannuelles de la production pollinique et d'obtenir une moyenne comparable aux spectres polliniques fossiles (Hicks 2007, Lisitsyna *et al.* 2012). Les mousses comme capteurs de la pluie pollinique actuelle représentent un outil fiable et restituent un spectre représentatif de la végétation actuelle environnante tout en étant comparables aux échantillons tourbeux, (Gaillard *et al.* 1992, 1994, Hjelle 1999, Hicks 2007). Toutefois, le nombre d'années contenu dans un échantillon de mousse a fait l'objet de plusieurs recherches et les dernières expérimentations (Räsänen *et al.* 2004, Lisitsyna *et al.* 2012) ont montré que les échantillons ne contenaient probablement pas plus d'une année ou deux. Comme le mentionne Hicks (2007), il s'agit d'un fait important car la production pollinique peut varier énormément d'une année sur l'autre, en particulier chez les arbres qui sont d'importants producteurs de pollen mais qui observent des cycles de floraison différents. Si nos mousses enregistrent un ou deux années de pluie pollinique, les interprétations qui découlent de cette étude seront à utiliser avec précaution.

Sur chacune des placettes sur lesquelles ont été effectués les relevés floristiques, des échantillons de bryophytes (entre 5 et 8), ont été prélevés. Ces échantillons ont été collectés à la fin de la période de floraison (Cundill 1991), octobre 2008 et 2009, ce qui permet de minimiser la variation pollinique annuelle et de capturer la pluie pollinique de l'année.

En laboratoire les échantillons de mousses provenant de la même placette ont été regroupés en un seul échantillon composite représentatif, puis ont été broyés et hachés en prenant soin d'éliminer la partie terreuse ainsi que les rizoides. (Gaillard *et al.* 1992, Räsänen *et al.* 2004, Mazier *et al.* 2006, Hicks 2007). Le protocole chimique utilisé pour traiter les échantillons modernes correspond à une adaptation du protocole standard d'extraction de Faegri et Iversen (1989), protocole également appliqué aux échantillons fossiles, soit :

1 Destruction de la matière organique avec de l'hydroxyde de sodium : NaOh (10%) à chaud ;

2 Destruction de la matière siliceuse avec de l'acide fluorhydrique : HF (39%) à froid ;

3 Filtration à l'aide de tamis à 200µ ;

4 Décarbonatation avec de l'acide chlorydrique : HCl (10%) à chaud ;

5 Coloration et gonflement des grains de pollen par acétolyse.

Comptage et détermination :

Les culots des échantillons ont par la suite été conservés dans de la glycérine puis montés entre lame et lamelle pour l'analyse microscopique. Le comptage et la détermination pollinique ont été réalisés avec un microscope photonique à transmission (×400). En l'absence d'un objectif ×100 à contraste de phase, la détermination de certains caractères morphométriques, des grains de céréales notamment, n'a pas pu être réalisée.

L'analyse n'a parfois pas pu être poussée jusqu'au rang de l'espèce et se limite à la famille. Hormis le facteur matériel, il s'agit là d'une des limites propre à la discipline palynologique. Notre détermination s'est appuyée sur les clés d'identification de Faegri et Iversen (1989) et Moore *et al* (1991) ainsi que sur l'atlas photographique de Reille (1992-1998). Un comptage de 500 pollens terrestres minimum (aquatiques et hygrophytes exclus) a été effectué pour chacune des lames incluant l'identification de 86 taxons et de 26 microfossiles non polliniques. Pour des raisons de temps, mais aussi dans le respect de la problématique qui nous intéresse, nous avons choisi de ne traiter que d'une partie des micro fossiles non polliniques, soit essentiellement des coprophiles stricts tels que : *Sporormiella* (HdV-113), Sordariales (HdV-55 indif.), *Podospora* (HdV-368), *Apiosordaria verruculosa* (HdV-169), *Delitschia*, Sordariales (TM-022 indif.) et *Coniochaeta B* (TM-211). Nous avons également comptabilisé certains saprophytes, (plus généraux), et bien que parfois considérés comme ubiquistes (Cugny 2011) : *Coniochaeta A* (TM-016), *Coniochaeta cf. lignaria* (HdV-172), *Cercophora* (HdV-112 indif.), cf. *Cercophora* (TM-4017), *Gelasinospora* (HdV-1), sapropyhte mais potentiellement carbonicole et *Glomus* (HdV-207) indicateur d'érosion (Cugny *et al.* 2010) ou encore certaines Xylariaceae etc....

Calcul des pourcentages et représentation graphique des résultats:

L'ensemble des microfossiles non polliniques identifiés a été exclu de la somme pollinique totale au même titre que les spores de Bryophytes, Pteridophytes, algues… *Alnus* fait également partie ici des taxons exclus de la somme pollinique totale à l'instar des taxons aquatiques. Sa présence, parfois

abondante dans la végétation locale des sites pourrait en effet contribuer à masquer l'information pollinique locale (Janssen 1959, Galop 1998).

Les résultats des spectres polliniques de surface obtenus ont été représentés sous la forme d'un diagramme en histogramme, comprenant l'ensemble des échantillons analysés en pourcentage avec le logiciel Tilia 2.0.2 (Grimm, 1987 et 1991-1993).

1.1.3 Mesure et sélection des variables explicatives

Afin d'expliquer les variations de notre jeu de données polliniques et de compléter la description des relevés de végétation, plusieurs variables environnementales et anthropiques ont été mesurées. Les observations de terrain, les discussions avec les agriculteurs ainsi que des examens cartographiques nous ont permis de récolter des informations sur l'occupation du sol, la composition et la structure de la végétation, la topographie etc…

Les variables environnementales

Ces dernières correspondent aux données de végétation et à la géologie des sites sur chaque placette. En ce qui concerne la végétation, les variables suivantes sont prises en compte :

1. le pourcentage de recouvrement (variable quantitative) de chacune des cinq strates de végétation (muscinale, herbacée, sous arbustive, arbustive et arboréenne) ;
2. le pourcentage de recouvrement des .strates arbustives, arboréeennes… dans un rayon de 200m autour des placettes ;
3. la présence d'une haie (variable binaire 0/1) dans l'aire 10x10 m et dans un rayon de 200m autour des placettes.

L'ensemble de ces variables vise à décrire la structure de la végétation, le contexte du prélèvement et permet également de tester la validité du rapport AP/NAP.

La variable géologique, variable binaire (0/1), a également été prise en compte dans cette étude du fait qu'elle conditionne en partie la distribution des cortèges floristiques, chaque placette ayant été reportée sur la carte du BRGM au 1/50 000ème.

Les variables topographiques

Les données topographiques sont représentées par la pente, l'altitude et les coordonnées de chaque site. La pente faisant l'objet d'observations de terrain a été codée selon un pourcentage d'inclinaison (de 0, surface plane à 90% pour la verticalité). Les coordonnées géographiques et l'altitude ont été mesurées au GPS et reportées comme variables quantitatives continues.

Les variables anthropiques

Afin de connaître l'impact des activités humaines sur notre jeu de donnés polliniques, nous avons sélectionné les variables suivantes :

- présence (0/1) de quatre types d'utilisation du sol : culture, prairies de fauche, prairies artificielles et espaces pastoraux.

- intensité du pastoralisme quantifiée sur une échelle de 1 à 3 (faible, moyen et important).

1.2. Analyse des données

Afin d'étayer l'interprétation des spectres fossiles, l'analyses des données s'est focalisée sur plusieurs objectifs interdépendants :

1. définir la représentation des types polliniques en fonction de leur association avec la végétation locale (10x10 m) par le biais du calcul des indices de Davis (taxon pollinique associé, sous-représenté ou sur-représenté)

2. identifier les taxons polliniques spécifiques à certains types de végétation, et plus particulièrement les taxons représentatifs des pratiques agro-pastorales de la frange sud du Massif Central.

1.2.1 Représentation des valeurs polliniques : les indices de Davis

La représentativité des taxons polliniques peut être explorée au travers de la méthode définie par Davis (Davis 1984). Aussi, les calculs de ces indices ont été effectués afin de confronter les données polliniques et la végétation. L'objectif consiste après avoir transformé les données en mode binaire (présence/absence) à compter le nombre de placettes sur lesquelles une espèce végétale est présente, le nombre de placettes sur lesquelles est présent son pollen (au rang de la famille ou de l'espèce si possible), et enfin le nombre de placettes sur lesquelles les deux sont présents simultanément. Ces calculs de présence/simultanéité/absence permettent au final d'obtenir des indices d'association (A), de sous représentation (U) et de sur représentation (O). Les résultats de ces indices serviront par la suite à pondérer ou à justifier les interprétations et les commentaires des analyses des séquences fossiles. Le calcul des indices de Davis est un exercice complémentaire et parallèle à celui effectué sur la matrice végétation, pollen et variables environnementales par le biais des analyses multivariées.

Le calcul des Indices de Davis

Les indices ont été calculés à partir des relevés de végétation et des spectres polliniques de surface pour l'ensemble des taxons compté au minimum une fois simultanément dans les cortèges floristiques et les assemblages polliniques d'une même placette (Hjelle 1997).

Les taxons floristiques ont été regroupés au même rang taxonomique que celui des grains de pollen afin d'établir la relation entre la pluie pollinique et la végétation. Les taxons présents seulement dans la végétation mais absents des analyses polliniques ont été supprimés (Tableau 2) ainsi que les taxons présents dans les analyses polliniques mais absents de la végétation (Tableau 3).

Plantes inventoriées dans les relevés floristiques	Famille	Fréquence relative
Lonicera periclymenum, Sambucus nigra	Caprifoliaceae	2
Drosera rotundifolia	Droseraceae	1
Polystichum aculeatum, Polystichum setiferum	Dryopteridaceae	2
Erodium cicutarium, Geranium molle	Geraniaceae	8
Phacelia tanacetifolia	Hydrophyllaceae	1
Crocus vernus	Iridaceae	1
Luzula sudetica, Luzula campestris, Luzula multiflora, Juncus bulbosus, Juncus conglomeratus, Juncus effusus, Juncus squarrosus	Joncaceae	15
Erythronium dens-canis, Veratrum album	Liliaceae	3
Linum sp.	Linaceae	1
Malva moschata	Malvaceae	2
Dactylorhiza maculata	Orchidaceae	1
Oxallis acetosella	Oxalidaceae	1
Papaver rhoeas	Papaveraceae	2
Armeria plantaginea	Plumbaginaceae	1
Saxifraga granulata	Saxifragaceae	2
Valerianella locusta, Valeriana dioica	Valerianaceae	2
Viola lutea, Viola sudetica, Viola palustris, Viola sp.	Violaceae	13

Tableau 2 : Inventaire des espèces présentes dans les relevés floristiques mais absentes des données polliniques. (Fréquences relatives exprimées sur la base de 30 relevés)

Taxon pollinique	Fréquence relative
Alnus	23
Castanea	22
Olea	19
Carpinus	12
Artemisia	11
Buxus	8
Filipendula	7
Juglans	6
Filicales monoletes	6
Ulmus	4
Tilia	3
Vitis	3
Thalictrum	3
Hedera	2
Sanguisorba minor	2
Polypodium	2
Potamogeton	2
Quercus ilex	1
Oleaceae	1
Juniperus	1
Phillyrea	1
Epilobium	1
Pedicularis	1
Alisma	1
Equisetum	1
Menyanthes	1
Isoetes	1

Tableau 3 : Tableau des espèces absentes des relevés floristiques mais présentes dans les analyses polliniques. Fréquence relative dans les analyses polliniques. (Taxons ordonnés de manière décroissante).

Les calculs ont également entraîné la suppression de 12 taxons qui ne présentaient aucune association pollen/végétation (pollen présent dans les échantillons de surface mais absent des relevés floristiques) : *Polygala, Frangula alnus, Polygonum aviculare*, Boraginaceae, *Hypericum*, Dipsacaceae, Amaryllidaceae, *Verbascum, Scabiosa, Secale, Abies, Picea*.

Les indices de Davis ont été calculés pour 43 taxons dont la présence a été conjointement observée dans les pollens et dans la végétation d'une même placette (cf. taxon en gras (Tableau 4)).

Taxons polliniques	**Plantes correspondantes inventoriées dans les relevés floristiques**	**Présence/ Simultanéité (0/1)**
Abies	*Abies alba*	0
Amaryllidaceae	*Narcisus poeticus*	0
Apiaceae	*Conopodium majus, Daucus carota, Carum verticillatum, Meum athamanticum*	1
Comp.SF. Asteroideae	*Leucanthemum vulgare, Bellis perennis, Achillea millefolium, Chamomilla suaveolens, Cirsium sp., Cirsium arvense, Cirsium palustre, Arnica montana, Gnaphalium sp., Centaurea cyanus, Centaurea pratensis, Centaurea jacea/nigra, Carlina vulgaris, Tripleurospermum perforatum, Antennaria dioica, Senecio doronicum, Senecio adonifolius*	1
Betula	*Betula pendula, Betula pubescens*	1
Boraginaceae	*Myosotis discolor, Myosotis sp., Myosotis scorpioides, Myosotis sylvatica, Anchusa arvensis, Pulmonaria sp., Pulmonaria longifolia*	0
Brassicaceae	*Raphanus raphanistrum, Capsella bursa-pastoris, Barbarea vulgaris Arabidopsis thaliana, Cardamine pratensis*	1
Calluna	*Calluna vulgaris*	1
Campanulaceae	*Jasione montana, Phyteuma spicatum, Campanula linifolia*	1
Caryophyllaceae	*Cerastium glomeratum, Cerastium arvense, Cerastium sp., Dianthus sp., Silene alba, Silene pratensis, Silene dioica, Silene flos-cuculi, Silene lutens, Silene vulgaris, Silene sp., Stellaria holostea, Stellaria graminea, Stellaria media, Scleranthus perennis, Scleranthus annuus*	1
Centaurea cyanus	*Centaurea cyanus*	1
Cerealia type	*Cerealia sp., Secale cereale*	1
Chenopodiaceae	*Chenopodium album, Chenopodium bonus-henricus*	1
Comp.SF Cichorioideae	*Taraxacum sp., Crepis sp., Hypochoeris radicata, Hieracium pilosella, Hieracium murorum, Hieracium sp., Prenanthes purpurea, Scorzonera humilis,*	1
Corylus	*Corylus avellana*	1
Cyperaceae	*Carex sp., Carex cuprina, Carex canescens, Carex elata, Carex hostiata, Carex lasiocarpa, Carex lepidocarpa, Carex leporina, Carex nigra, Carex otrubae, Carex pallescens, Carex panicea, Carex pendula, Carex serotina, Carex rostrata, Carex tomentosa, Carex umbrosa, Carex vesicaria, Carex viridula, Carex echinata, Carex flava, Carex stellulata, Tricophorum sespitosum, Eriophorum angustifolium, Eriophorum vaginatum*	1
Dipsacaceae	*Scabiosa/Knautia, Succisa pratensis*	0
Dryopteris type	*Dryopteris carthusiana*	1
Ericaceae	*Erica cinerea, Vacciunum myrtilus, Vaccinum uliginosum, Andromeda polifolia*	1
Euphorbia	*Euphorbia hyberna*	1
Fabaceae	*Genista pilosa, Genista anglica, Genista sagittalis, Genista tinctoria, Cytisus scoparius, Cytisus decumbens, Lathyrus linifolius, Lathyrus pratensis, Lathyrus montanus, Lathyrus vernus, Lotus corniculatus, Medicago sativa, Medicago lupulina, Ornithopus perpusillus, Vicia sp., Vicia cracca, Vicia sativa, Vicia orobus,*	1
Fagus	*Fagus sylvatica*	1
Frangula alnus	*Frangula alnus*	0
Fraxinus	*Fraxinus excelsior*	1
Galium	*Galium sp., Galium vernum, Galium odoratum, Galium mollugo, Galium aparine, Galium album, Galium uliginosum, Galium saxatile, Galium palustre, Cruxiata levipes*	1
Gentiana	*Gentiana lutea, Gentiana campestris*	1
Helianthemum	*Helianthemum nummularium*	1
Hypericum	*Hypericum perforatum, Hypericum pulcrum, Hypericum quadrangulum*	0
Ilex	*Ilex aquifolium*	1
Labiatae	*Teucrium scorodonia, Galeopsis tetrahit, Stachys officinalis, Lamium galeobdolon (Lamiastrum galeobdolon), Lamium purpureum, Ajuga reptans, Prunella sp., Prunella grandiflora, Thymus serpyllum, Calamintha grandiflora*	1

Taxons polliniques	Plantes correspondantes inventoriées dans les relevés floristiques	Présence/ simultanéité (0/1)
Plantago	*Plantago lanceolata, Plantago major, Plantago media*	1
Plantago lanceolata	*Plantago lanceolata*	1
Plantago major/media	*Plantago major, Plantago media*	1
Poaceae	*Avenella flexuosa, Avenula bromoides, Poa sp., Poa trivialis, Poa pratensis, Poa annua, Poa chaixii, Dactylis glomerata, Bromus sterilis, Arrhenatherum elatius, Bromus hordeaceus, Bromus mollis, Bromus sp., Festuca sp., Festuca pratensis, Festuca arundinacea, Trisetum flavescens, Holcus lanatus, Lolium italicum, Lolium perenne, Anthoxanthum odoratum, Deschampsia flexuosa, Deschampsia cespitosa, Nardus stricta, Agrostis stolonifera, Phleum pratens, Avena bromoide, Glyceria fluitans, Briza media, Aira caryophyllea, Molinia caerulea, Agropyron sp., Cynosurus cristatus*	1
Polygala	*Polygala vulgaris*	0
Polygonum	*Polygonum verticillatum, Polygonum lapathifolium, Polygonum bistorta, Polygonum aviculare, Polygonum sp.*	1
Polygonum aviculare	*Polygonum aviculare*	0
Polygonum bistorta	*Polygonum bistorta*	1
Potentilla type	*Potentilla erecta, Potentilla palustris, Potentilla sp.*	1
Pteridium	*Pteridium aquilinum*	0
Pulsatilla	*Pulsatilla rubra*	1
Quercus	*Quercus pedonculata*	1
Ranunculaceae	*Ranunculus repens, Ranunculus flamula, Ranunculus acris, Ranunculus bulbosus, Ranunculus auricomus, Ranunculus sp., Anemone nemorosa, Caltha palustris*	1
Rosaceae	*Sorbus aria, Sorbus alba, Sorbus aucuparia, Prunus sp., Prunus spinosa, Malus sp., Rubus idaeus, Rubus sp., Crataegus laevigata, Rosa canina, Aphanes arvensis, Alchemillia sp.*	1
Rubiaceae	*Galium sp., Galium vernum, Galium odoratum, Galium mollugo, Galium aparine, Galium album, Galium uliginosum, Galium saxatile, Galium palustre, Cruxiata levipes*	1
Rumex	*Rumex acetosa, Rumex acetosella, Rumex sp.*	1
Rumex acetosa/acetosella	*Rumex acetosa, Rumex acetosella*	1
Salix	*Salix sp., Salix repens*	1
Scrofulariaceae	*Veronica sp., Veronica chamaedrys, Veronica arvensis, Veronica hederifolia, Veronica officinalis, Rhinanthus sp., Rhinantus minor, Euphrasia sp., Pedicularis sylvatica, Linaria repens, Melampyrum sylvaticum*	1
Secale	*Secale cereale*	0
Sphagnum	*Sphagnum sp.*	1
Trifolium	*Trifolium sp., Trifolium repens, Trifolium pratens, Trifolium incarnatum, Trifolium hybridum, Trifolium medium, Trifolium ochroleucon*	1
Urticaceae	*Urtica dioica*	1

Tableau 4 : Tableau de correspondance entre les taxons polliniques et les plantes inventoriées dans la végétation sur au moins une placette. La présence simultanée du taxon dans l'analyse pollinique et botanique est indiquée.

Le calcul des indices de Davis repose sur les formules suivantes :

A = B0/ (P0+P1+B0) B0 : nombre d'échantillons dans lesquels le taxon est présent à la fois dans les spectres polliniques et dans la végétation

U = P1/ (P1+B0) P0 : nombre d'échantillons dans lesquels le taxon est présent dans les spectres polliniques mais absent de la végétation

O = P0/ (P0+B0) P1 : nombre d'échantillons dans lesquels l'espèce présente dans la végétation mais absente des spectres polliniques

La classification et l'ordination

Les indices de Davis ont ensuite été intégrés dans une Analyse en Composantes Principales afin de les comparer entre eux et de visualiser leur positionnement autour des différents descripteurs que sont les axes (A), (U) et (O) dans un espace réduit (Figure 20). Cette technique d'ordination s'est imposée car les taxons sont considérés comme répondant de manière linéaire aux indices de Davis (Mazier 2006). Les objets correspondant aux taxons polliniques et les descripteurs quantitatifs aux indices ont été représentés sur le même graphique, respectivement par des points et des flèches (l'orientation de la flèche indiquant la direction selon laquelle la valeur de l'indice augmente). Les calculs de cette ordination s'appuient sur une matrice de covariance avec des vecteurs propres normés à la racine carrée de leur valeur propre. Les analyses ont été effectuées avec le logiciel CANOCO 4.0 (Ter Braak et Smilauer 1998).

Un groupement agglomératif a parallèlement été effectué sur les taxons polliniques afin de mesurer la ressemblance ente les objets en fonction de leur parenté décrits par les Indice de Davis. La mesure de la proximité entre deux objets peut se faire en mesurant à quel point ils sont semblables (similarité) ou dissemblables (dissimilarité). Ces regroupements successifs produisent un arbre binaire de classification (dendrogramme), dont la racine correspond à la classe regroupant l'ensemble des individus.

La classification a été effectuée sur une matrice de dissimilarité en prenant en compte un coefficient de distance euclidienne et un groupement à lien moyen pour une connexité de 0.4 (Figure 19). Ces analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel Xlstat 2011 (Addinsoft 2011).

De plus, les résultats du calcul des indices de Davis ont été mis en confrontation avec le mode de pollinisation de chaque taxon sur la base des données de Pesson et Louveaux (1984), Proctor *et al.* (1996), Hjelle (1997) ou encore Julve (1998a, 1998b). Quatre groupes sont à distinguer sur le modèle de Hjelle (1997) : les modes de pollinisation anémogames (1), entomogames avec beaucoup d'anthères, relativement bien exposées (2), entomogames avec peu d'anthères exposées (3) ou encore entomogames avec des anthères peu nombreuses, cachées voire collapsées (4).

1.2.2 Analyse, traitement et représentation de la matrice pollen

En préalable à l'étude des relations pluie pollinique actuelle/végétation/paramètres environnementaux, les données polliniques nécessitent un traitement isolé de classification et d'ordination. Les méthodes d'ordination ont pour but de projeter les données dans un nombre réduit de dimensions, orthogonales les unes aux autres, représentant les principales tendances de variabilité (donc: les principales structures) des données (Borcard et Buttler 1999).

Nous avons réalisé en ce sens plusieurs tests statistiques et analyses sans contraintes. Nous avons tout d'abord réalisé une DCA (Detrended Correspondance Analysis) afin de connaître la distribution des données, linéaire ou unimodale déterminante pour définir le type d'analyse à effectuer pas la suite. L'inertie totale de la matrice de notre jeu de données de 1.136 nous renseigne sur la structure de cette dernière. En effet, lorsque l'inertie totale est comprise entre 1 et 3, elle signifie que les données présentent un ou deux gradients distincts mais sans excès (Brocard, non publié)). La DCA calcule la longueur du gradient des variations dans les assemblages polliniques en « *standard deviations units of species turnover* » (unités SD). La longueur du gradient étant ici de 1.309 SD, elle implique une application des modèles linéaires telle que l'analyse de redondance (RDA) (Ter Braak et Smilauer 1998, Leps et Smilauer 2003). Il y a donc relativement peu de variances et le modèle est linéaire. Par conséquent, si la méthode d'ordination est linéaire, elle implique une analyse en composantes principales (ACP) (Ter Braak et Smilauer 1998).

Nous avons ainsi dans un second temps effectué une Analyse en Composante Principale (ACP), traitement adapté aux données dont on suppose une relation linéaire ou monotone entre l'abondance des espèces (les descripteurs) et les variables latentes de l'environnement (Borcard et Buttler 1999).

Plusieurs tests sur la matrice « pollen » (30 relevés et 72 taxons) ont ensuite été réalisés dans le but d'épurer notre jeu de données et d'optimiser l'interprétation de l'ACP. Les pourcentages polliniques ont été transformés en logarithmes (Log transformation Y'=log (AY+B) avec A=1 et B=1).

Nous avons commencé par supprimer les sites dits « outsiders », présentant des particularités les positionnant à part dans l'analyse (relevés isolés) et pouvant perturber la distribution générale. En effet, la position isolée de certains objets (sites) les distingue des caractéristiques moyennes des autres échantillons et leur tendance n'est pas nécessairement expliquée par les axes descripteurs (Borcard et Buttler 1999).

Nous avons ensuite éliminé de la matrice les taxons présents une seule fois dans les assemblages ainsi que ceux présents deux fois afin de réduire le bruit de fond potentiel engendré par la présence de taxons rares répartis dans toute la matrice. En effet, la présence de ces taxons rares a pour conséquence l'introduction d'une grande quantité de zéros dans la matrice qui provoque une augmentation

significative de l'inertie totale. De plus, les méthodes d'ordinations, quelles qu'elles soient ont pour objectif de dégager des tendances générales et non d'interpréter des exceptions (Borcard 1999).

Parallèlement à ces analyses, une classification ascendante hiérarchique a été effectuée avec le logiciel Xlstat 2011 (Addinsoft 2011), afin de visualiser le regroupement progressif des données à partir des dissimilarités entre les objets. Les données polliniques ont ainsi été ordonnées selon une matrice de dissimilarité et selon un coefficient de distance euclidienne et un groupement à lien moyen, considéré comme un bon compromis d'agrégation et respectant assez bien les propriétés de l'espace des données.

Ces premiers résultats permettent de dégager des particularités et de mettre en évidence des variations dans la distribution des taxons polliniques et de souligner des affinités entre groupes. Néanmoins cette distribution ne permet pas encore de dégager des résultats définitifs mais nous indique une première tendance qui sera à mettre en comparaison avec les résultats de l'analyse de redondance.

1.2.3 Traitement des données floristiques

Des traitements similaires ont été appliqués sur l'ensemble des variables mesurées. Cependant, nous avons considéré le jeu de données floristiques comme une variable à part et avons appliqué un protocole statistique propre à ce type de données. Ordination et groupement ont été réalisés sur la matrice végétation (30 sites – 239 espèces) avec le logiciel Mulva 5 (Wildi et Orloci 1996) spécialement conçu pour traiter les relevés de végétation et établir une typologie des groupes de relevés, selon différentes applications (Tableau 14).

La première application (Appl. 01) consiste à supprimer les relevés floristiques « outsiders », considérés comme trop différents des autres et isolés.

La seconde application (Appl. 02) a permis de créer un dendrogramme de classification et d'ordination, soit une classification des espèces et des relevés en présence-absence, basée sur une matrice de similarité (coeff. De Van Der Maarel) et un groupement agglomératif à liens complet. Ensuite, l'application 3 (Appl. 03) correspond à une analyse de concentration qui permet de différencier des groupes de relevés caractérisés par des espèces végétales représentatives et caractéristiques et ainsi d'établir une typologie de nos relevés. Cette classification est représentée sous la forme d'un tableau diagonalisé qui peut être réajusté et affiné grâce à l'application 4 (Appl.04). Des réagencements et des choix supplémentaires peuvent également être faits manuellement par la suite afin d'optimiser la lecture du tableau et de souligner les caractères distinctifs de la typologie. L'objectif de cette procédure est de structurer les données de végétation pour définir les principales espèces caractéristiques de l'habitat (milieu) correspondant à chacune des placettes.

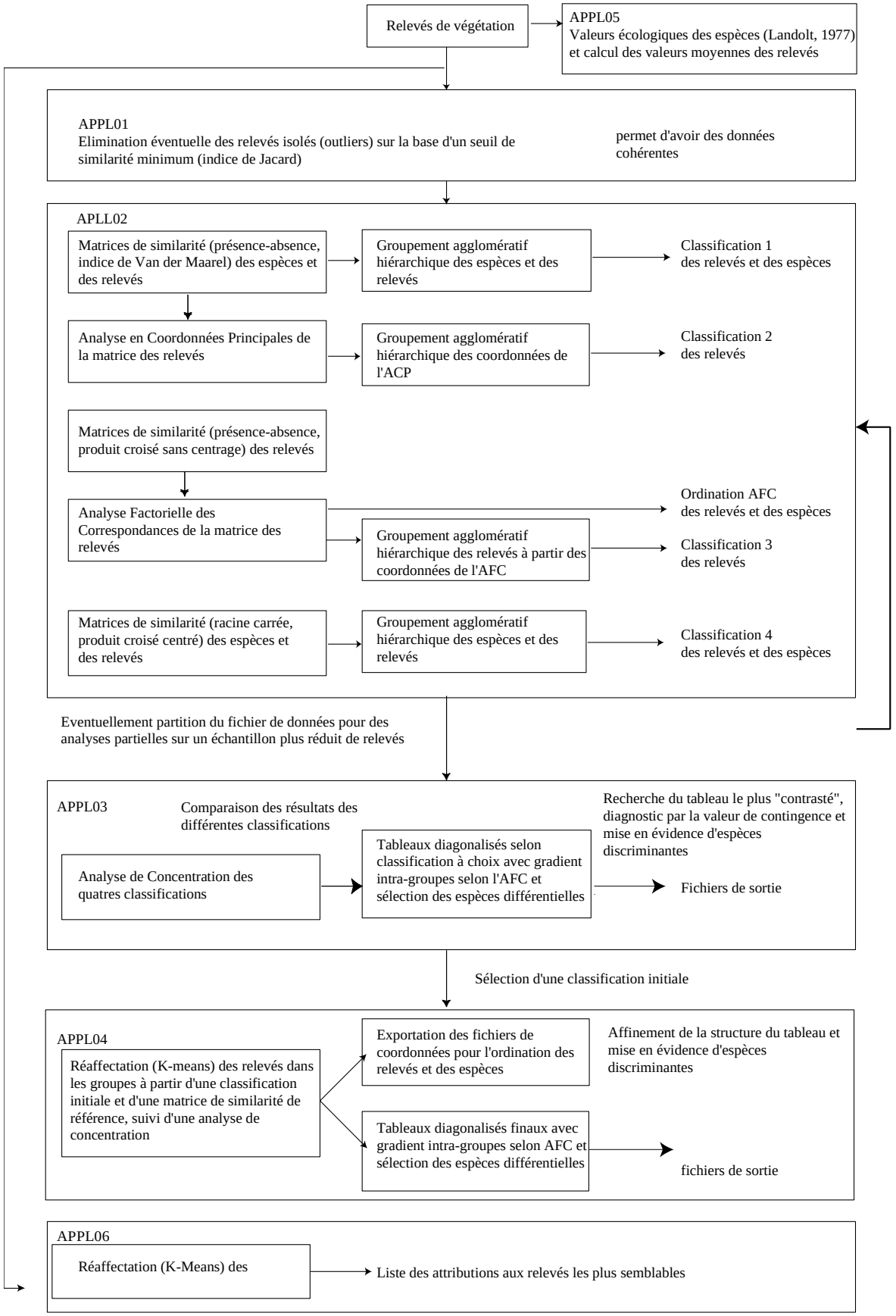


Figure 15 : Organigramme des applications réalisées sur les données de végétation avec le logiciel Mulva 5 (Wildi et Orloci 1996), (Buttler non publié)

1.2.4 Relation pluie pollinique actuelle, végétation et variables environnementales

Suite aux analyses réalisées indépendamment sur chacune des matrices (matrice pollen et matrice de végétation), et suite aux résultats de la DCA (Detrended Correspondance Analysis), nous avons procédé à une analyse de redondance (RDA) intégrant cette fois-ci les données polliniques, la végétation et les variables, topographiques, environnementales et anthropiques. Ces traitements ont été effectués sur une base de départ de 30 sites, 72 taxons et 27 variables.

La RDA correspond à la forme contrainte de l'ACP dans laquelle, les données polliniques vont cette fois-ci s'agencer et s'organiser en fonction de prédicteurs représentés ici par des variables explicatives. Contrairement à l'ordination sans contrainte, la matrice des variables explicatives conditionne, dans une analyse contrainte, à la fois le poids, l'orthogonalité et la direction des axes. Cette méthode permet en outre de mesurer et de tester les effets d'un ensemble de facteurs et d'orienter la recherche sur le test d'hypothèses (Borcard et Buttler 1999). En effet, l'objectif est de réaliser plusieurs tests en utilisant la « forward selection » ainsi que les tests de permutation de Monte Carlo ($P \leq 0.05$, 999 permutations) afin de sélectionner les variables les plus influentes sur le jeu de données polliniques et d'observer la réaction des différents taxons en réponse à ces contraintes. Les analyses ont été effectuées avec CANOCO 4.0 (Ter Braak et Smilauer 1998).

Ici nous avons considéré la typologie de la végétation comme une variable environnementale explicative au même titre que les autres. Cette dernière a été intégrée comme variable qualitative dans les analyses statistiques de la RDA.

De plus, il ne faut jamais utiliser un nombre de variables explicatives approchant le nombre d'objets car ceci équivaudrait à réaliser une ACP ou une AFC (Analyse Factorielle des Correspondances) soit sans contraintes, avec une corrélation des facteurs explicatifs a posteriori (Borcard et Buttler 1999). Dès lors nous avons utilisé la commande « automatic selection » (« forward selection ») sur une base de 41 variables et en effectuant 999 tests aléatoires de permutation de Monte Carlo.

Pour que la relation de l'ensemble espèce/variable soit significative, la Pvalue obtenue en se basant sur les tests de permutation, doit être inférieure à 0.05. L'ensemble des choix et des interprétations a été guidé par l'étude de la matrice de corrélation qui regroupe les corrélations de plusieurs variables entre elles, les coefficients indiquant l'influence que les variables ont les unes sur les autres. Le positionnement trop isolé (« *outlier* ») de certains sites (3) dans l'analyse de redondance nous a conduit à les éliminer.

Dans un second temps, les variables topographiques (coordonnées, altitude) ainsi que les variables géologiques ont été transférés en co-variables afin de tester la significativité de l'ensemble des autres variables (en particulier d'occupation du sol), sans le poids et l'influence des premières. Nous avons

en définitive sélectionné 5 variables, 27 sites, 60 espèces et 1 co-variable. Ces derniers ont été représentés graphiquement à l'aide du module de CanoDraw (Ter Braak et Smilauer 1998).

2. Résultats et discussions

2.1. Le rapport AP/NAP

L'interprétation du rapport AP/NAP, sujette à polémique, ne peut à elle seule être utilisée pour décrire le degré d'ouverture du milieu (Bégéot 1995, Brugiapaglia *et al.* 1998, Bunting 2003, Hicks 2006, Court-Picon 2007, Favre *et al.* 2008). Ce rapport permet toutefois d'apporter un complément d'information et de renseigner sur la nature et la structure de la végétation (Hicks *et al.* 2001, Bunting 2002, Court-Picon 2007).

Afin de mieux caractériser et de tester l'influence de la structure de la végétation sur la distribution des taxons polliniques dans les spectres de surface, nous avons procédé à plusieurs mesures et comparaisons sur le taux de recouvrement des différentes strates de végétation (arboréenne et arbustive vs herbacée).

Nous avons sélectionné 6 sites les plus caractéristiques dans notre jeu d'échantillonnage de milieux forestiers fermés, semi-ouverts et ouverts (Figure 16).

Les sites Aub.14 et Lev.8 correspondent respectivement à une hêtraie au boisement relativement dense et à une chênaie plus clairsemée. L'expression pollinique du rapport AP/NAP correspond à une fourchette allant de 63 à 90%. La comparaison entre le rapport AP/NAP montre pour les deux sites une bonne cohérence avec les taux de boisement dans la végétation locale jusqu'à 200 - 600 mètres.

Les résultats des sites semi-ouverts de Aub.3 et Aub.5, correspondant à des zones de clairières au milieu d'une hêtraie, indiquent un rapport pollinique AP/NAP compris entre 57 et 60%. Les pourcentages semblent indiquer la structure de la végétation sur environ 200 mètres.

En contexte largement ouvert et prairial, le rapport pollinique AP/NAP de Aub.8 et Aub.9 traduit un environnement largement herbacé (rapport AP/NAP de 17 à 24%) mais on note une proportion non négligeable (entre 17 et 24%) de pollens arboréens qui proviennent de plus d'un kilomètre de rayon autour des points de prélèvement. Ces données mettent en exergue la sur représentation des taxons arboréens en contexte de milieu ouvert, déjà plusieurs fois mentionné au cours des études sur la dispersion pollinique (Gaillard *et al*. 1998, Hicks 1998, Broström *et al*. 2008, Melstov *et al.* 2011).

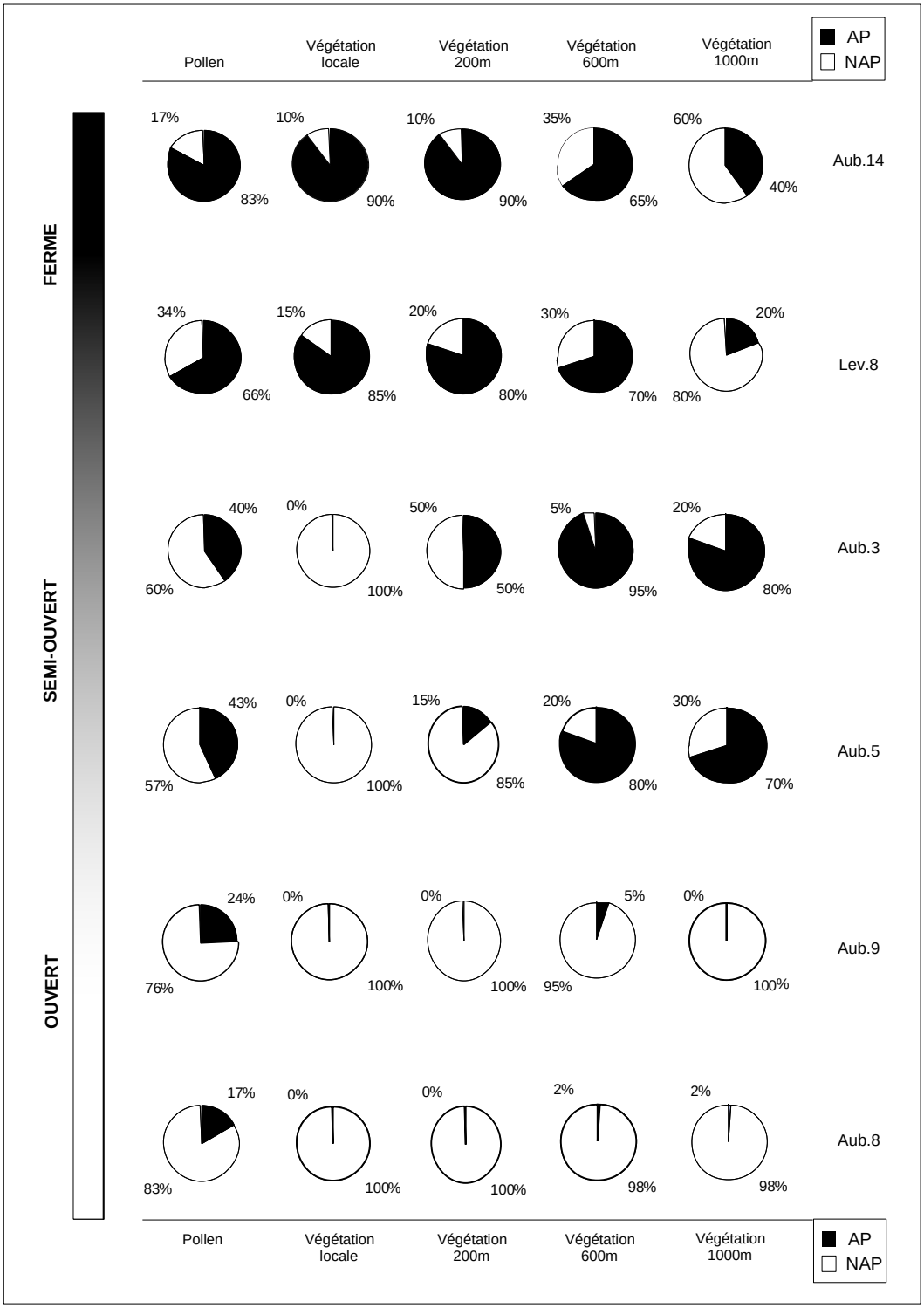


Figure 16 : Représentation du rapport AP/NAP des pourcentages polliniques et de la structure de la végétation (AP/NAP = % de recouvrement de la strate arborée + strate arbustive/ % de recouvrement de la strate herbacée) au niveau local (10x10m autour du site de prélèvement pollinique) puis dans un rayon de 200, 600 et 1000 mètres du point de prélèvement.

En contexte forestier relativement dense, le rapport AP/NAP semble refléter correctement la composition (degré d'ouverture) de la végétation locale et environnante. Les herbacées qui souvent sont considérées comme sous-representées dans ce type de milieu (Broström *et al*. 2008, Melstov *et al.* 2011) sont ici traduites dans des proportions similaires à la réalité. Des résultats semblables ont été relevés dans les Alpes (Court-Picon 2007). On note par ailleurs un taux légèrement plus élevé de pollens herbacés par rapport à leurs proportions dans la végétation locale lorsque les boisements sont plus clairsemés (cf. Lev.8). En effet, une structure moins dense de la couverture arborée permet une meilleure dispersion et pénétration des pollens herbacés dont beaucoup sont anémogames (Sugita 1993, Hjelle 1998).

Lorsque le milieu est semi-ouvert, la proportion de pollens non arboréens augmente considérablement.

La représentation pollinique des herbacées est meilleure car leur dispersion est favorisée par une exposition plus importante aux vents dans les milieux ouverts (Melstov *et al.* 2011). L'étude et le commentaire des taux de pollens arboréens doivent être appréhendés avec le détail du diagramme pollinique et des taxons forestiers qui le composent. Sur le site de Aub.3, la lisière forestière se trouve environ à 200 mètres du point de prélèvement et les boisements sont dominés pour l'essentiel par le hêtre. Il semble d'ailleurs que plus la limite forestière s'éloigne, plus les apports arboréens extérieurs sont importants et prennent le dessus sur les apports locaux. En effet, sur le site Aub. 5, la limite des arbres se situe dans un rayon de 200 à 600 mètres et les analyses palynologiques indiquent des proportions relativement faibles de hêtre (autour de 5%) alors que le pin atteint un peu plus de 25%. Ces données nous renvoient aux travaux de Tonkov *et al.* (2001) qui montrent une réduction notable des pourcentages de *Fagus* à partir de 240 mètres de distance et d'après Poska et Pidek (2009) à partir de 300 mètres. Le programme international Pollen Monitoring Programme (PMP) dont les travaux portent sur la caractérisation et la quantification de la production et de la dispersion pollinique, a montré l'influence des conditions édaphiques et climatiques sur les paramètres de production et de dispersion pollinique d'une même espèce (Hicks et Birks1996, Hicks et Sunnari 2005, Jensen *et al.* 2007). L'interprétation du rapport AP/NAP nécessite donc d'autant plus de précaution que les apports des grands producteurs polliniques comme le pin par exemple sont importants (Sugita 1994, Caseldine *et al.* 2007). On estime d'ailleurs la production pollinique maximum de ce taxon (*Pinus sylvestris*) à une distance inférieure à 1000 mètres, allant (selon certaines études) jusqu'à 4500 mètres (Poska et Pidek 2010). L'apport pollinique lointain semble s'accroître à mesure que le milieu s'ouvre (Figure 16). Sur les sites Aub.8 et Aub.9 qui correspondent à des environnements largement ouverts et prairiaux, la proportion de pollens herbacés est plus importante ce qui rejoint les conclusions des travaux de Melstov *et al.* (2011), selon lesquels les pollens des taxons herbacés se dispersent mieux en contexte ouvert, d'une part en raison d'une influence considérable des vents sur la pluie pollinique

mais aussi parce que la concurrence avec les pollens arboréens qui produisent en grande quantité est moindre.

Toutefois, on observe un pourcentage non négligeable de ces derniers alors qu'ils sont absents à moins d'1 km de rayon. Selon les analyses polliniques des spectres de surface (Figure 17,Figure 18), Fagus, *Betula* et *Quercus* sont représentés dans des proportions relativement faibles alors que *Pinus* se situe entre 10 et 15%. La part des pourcentages de ce taxon dans les assemblages polliniques contribue fortement à influencer le rapport AP/NAP d'autant plus que le milieu est ouvert.

Ces résultats mettent en évidence la nécessité d'aborder le rapport AP/NAP avec grande prudence. Si les informations que ce dernier fournit peuvent être cohérentes (comme c'est notamment le cas dans nos résultats pour les sites forestiers), la lecture détaillée des assemblages polliniques est nécessaire. En aucun cas les données du rapport AP/NAP ne peuvent se substituer à l'analyse des différentes composantes du diagramme. De plus, ces résultats sont propres à la région dont il est question et dépendent fortement comme nous l'avons vu précédemment d'une multitude de paramètres qui impliquent de ne les considérer qu'à titre indicatif. Ils apportent néanmoins des informations intéressantes sur la variabilité du signal pollinique et souligne en particulier l'importance et la nécessité des études sur la calibration de la pluie pollinique en relation avec la végétation et les variables environnementales et/ou anthropiques.

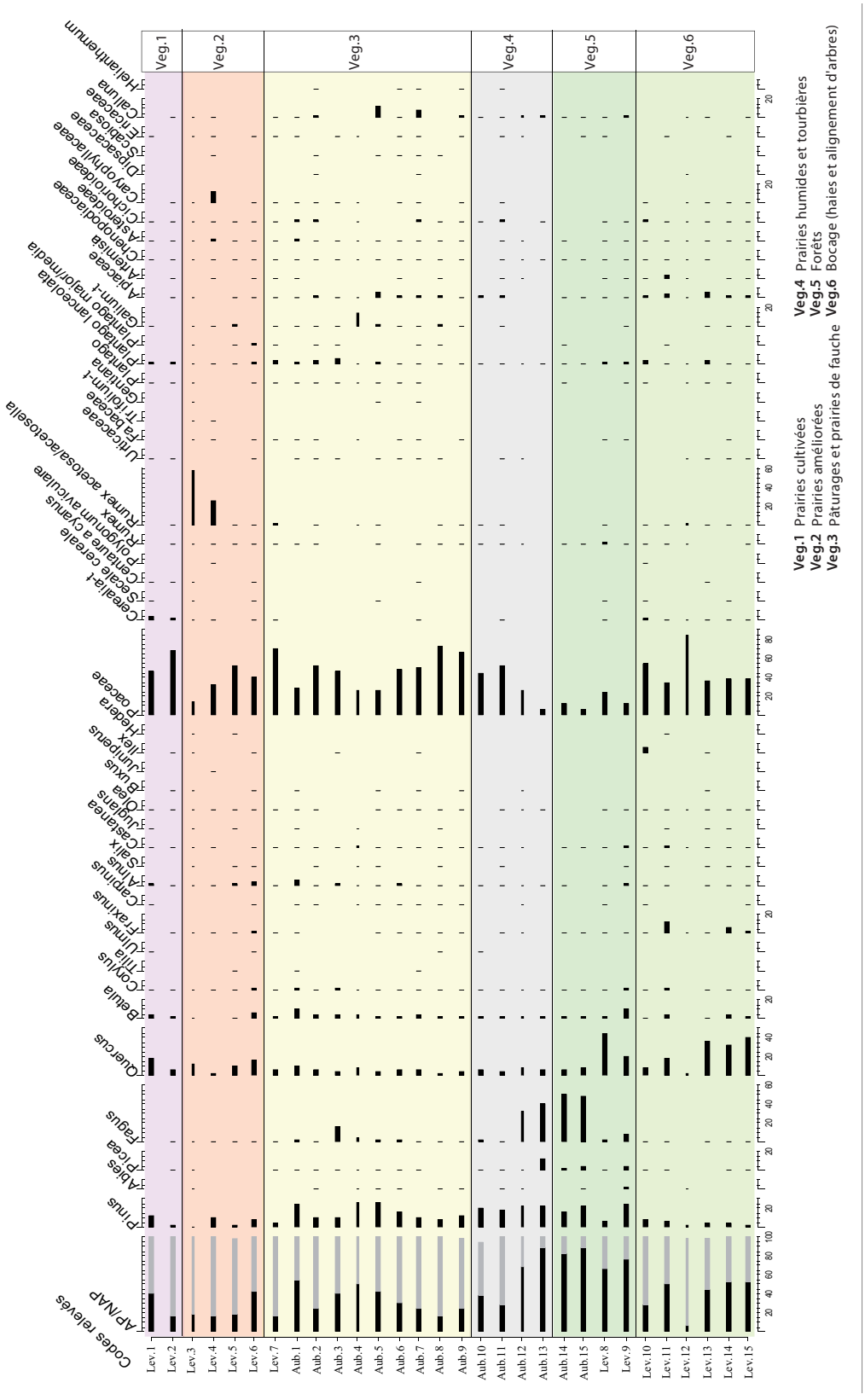


Figure 17 : Diagramme pollinique des 30 échantillons du référentiel actuel ordonnés selon les groupes de la typologie de végétation (arbres, arbustes et herbacées)

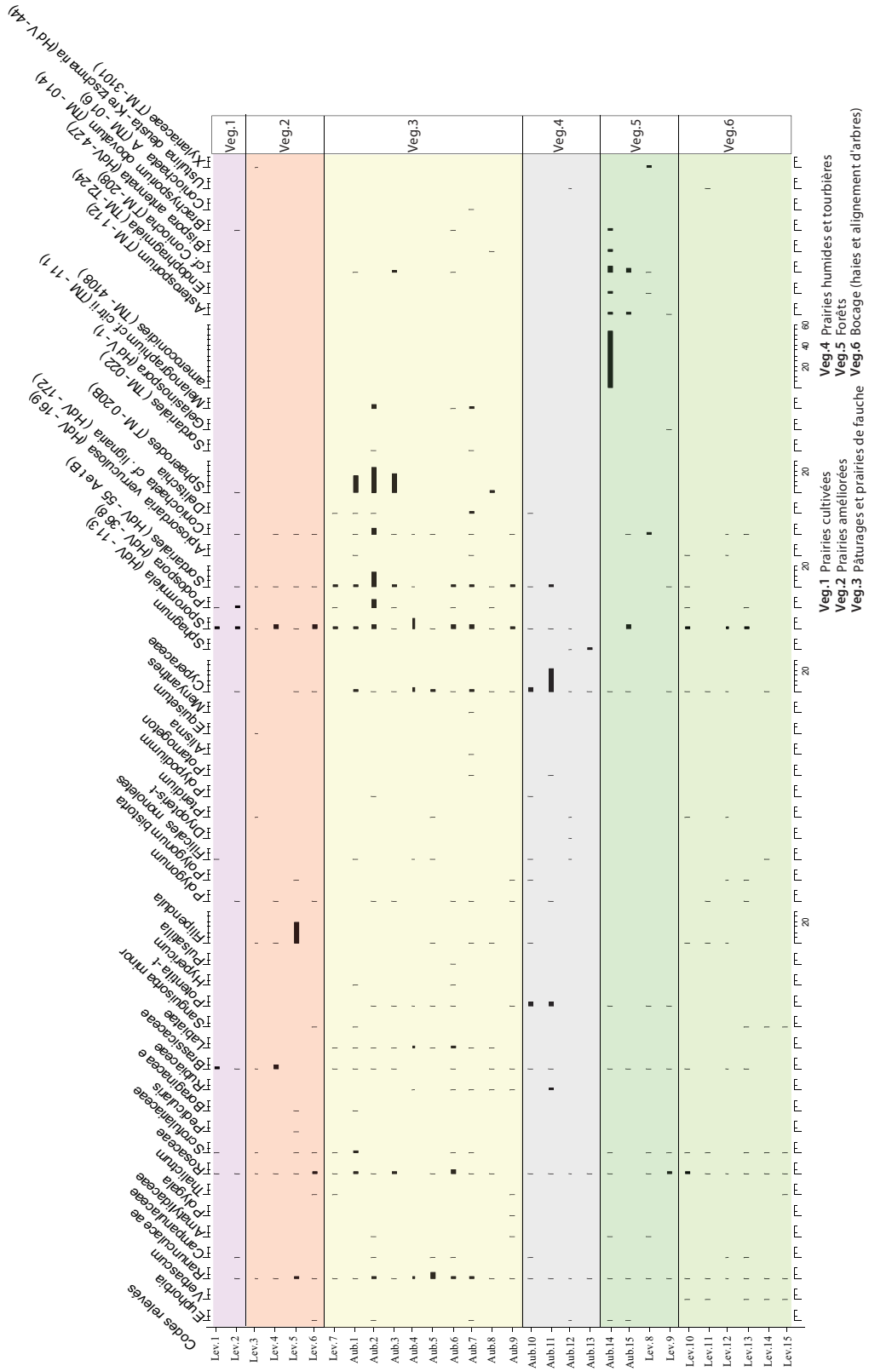


Figure 18 : Diagramme pollinique des 30 échantillons du référentiel actuel ordonnés selon les groupes de la typologie de végétation (herbacées, hygrophiles, aquatiques et microfossiles non polliniques).

2.2. Indices d'association et de représentation pollinique

Les indices de Davis ont été calculés sur la base de 43 taxons présents au moins une fois dans la végétation et dans le spectre de surface d'un même relevé (Hjelle 1997). Un total de 42 taxons a ainsi été supprimé des analyses, ne présentant aucune association entre la présence du pollen et la plante émettrice. Les taxons restants ont été ordonnés suivant 5 groupes selon le modèle établi par Bunting (2003) (Tableau 5).

SAT, *« strongly associated types »*, regroupe les taxons fortement associés, situation dans laquelle le pollen et la plante émettrice sont quasiment toujours présents simultanément. Pour intégrer ce groupe, la valeur de A doit être supérieure à 65%.

AT, *« associated types »*, correspond aux espèces associées dont les valeurs de A sont comprises entre 50 et 65%.

ORT, *« over represented types »*, représente l'ensemble des taxons sur représentés, autrement dit dont la présence pollinique dépasse celle des occurrences présentes dans la végétation. Dans ce cas, les valeurs de O sont importantes (>50%), celles de A signifiantes à faible (<50%) et la proportion de U doit être égale à 0.

URT, *« under represented types »*, réunit à l'inverse les espèces dont les proportions de U sont supérieures à 50%.

WAT, *« weakly associated types »*, correspond enfin à l'ensemble des taxons faiblement associés.

Nous n'avons pas regroupé dans ce classement les taxons non associés (*UT « unassociated types »*) afin de focaliser notre attention sur les taxons pour lesquels les indices ont été calculés.

	A	U	O	Mode de pollinisation	Hjelle 1997	Bunting 2003	Mazier 2006	Court-Picon 2007	Brun 2007
Types polliniques fortement associés *(Strongly associated types :SAT)*									
Pulsatilla	1.00	0.00	0.00	Entomogame/Anthères exposées					
Dryopteris type	1.00	0.00	0.00	Hydrogame				ORT	
Sphagnum	1.00	0.00	0.00	Hydrogame				No plant	
Poaceae	0.69	0.00	0.31	Anémogame	SAT	SAT	SAT	AT	SAT
Types polliniques associés *(Associated types : AT)*									
Asteroideae	0.59	0.06	0.38	Entomogame/Anthères nombreuses exposées	AT (*Achillea* type)	WAT	ORT	AT	
Caryophyllaceae	0.52	0.27	0.35	Entomgame		No plant	WAT	No plant	
Fabaceae	0.52	0.42	0.15	Entomogame/Anthères cachées ou collapsées					
Ranunculaceae	0.52	0.46	0.06	Entomogame/Anthères exposées	SAT (*R.acris* type)	ORT (*R.acris* type) Rubiacea e	WAT	AT	
Galium	0.50	0.21	0.42	Entomogame/Anthères peu exposées	AT	ORT	SAT	AT	
Types polliniques sur-représentés *(Over represented types : ORT)*									
Fagus	0.04	0.00	0.96	Anémogame			ORT		
Chenopodiaceae	0.04	0.00	0.96	Anémogame /Entomogame	No plant	No plant	No plant	ORT	AT
Betula	0.04	0.00	0.96	Anémogame			No plant		
Quercus	0.07	0.00	0.93	Anémogame			ORT		
Cerealia type	0.14	0.00	0.86	Anémogame /Anthères cachées ou collapsées	No plant	No plant	No plant		SAT
Urticaceae	0.13	0.00	0.87	Anémogame	No plant	No plant	ORT	ORT	SAT
Fraxinus	0.17	0.00	0.83	Anémogame			No plant		
Calluna	0.20	0.00	0.80	Anémogame/Entomogame	ORT	SAT	AT		
Plantago lanceolata	0.24	0.00	0.76	Anémogame /Anthères exposées	SAT	ORT	ORT	ORT	ORT No plant
Centaurea cyanus	0.33	0.00	0.67	Entomogame/Anthères peu exposées			No plant		
Ilex	0.29	0.00	0.71	Entomogame					
Corylus	0.07	0.00	0.93	Anémogame			No plant		
Types polliniques sous-représentés *(Under represented types : URT)*									
Rubiaceae	0.43	0.57	0.00	Entomogame/Peu d'anthères exposées		ORT	No plant		AT
Types polliniques faiblement associés *(Weakly associated types :WAT)*									
Salix	0.07	0.50	0.92	Anémogame			No plant		
Ericaceae	0.11	0.50	0.88	Anémogame/Entomogame			WAT		
Brassicaceae	0.27	0.33	0.68	Anémogame	WAT	No plant	ORT	ORT	SAT
Cichorioideae	0.43	0.29	0.48	Entomogame/Anthères exposées	SAT		AT	AT	SAT
Cyperaceae	0.22	0.17	0.77	Anémogame		AT	SAT	AT	
Euphorbia	0.25	0.50	0.67	Few exposed anthers					WAT
Helianthemum	0.17	0.50	0.80	Entomogame/Anthères exposées			No plant		
Polygonum	0.27	0.50	0.64	Entomogame/Anthères cachées ou collapsées			No plant		
Potentilla type	0.36	0.38	0.55	Entomogame/Anthères exposées	AT	SAT	SAT	AT	
Rosaceae	0.46	0.13	0.50	Entomogame/Anthères exposées			WAT	AT	
Rumex	0.36	0.25	0.59	Anémogame		ORT	No plant		
Rumex acetosa/acetosella	0.41	0.25	0.53	Anémogame	SAT		WAT		ORT
Plantago	0.25	0.38	0.71	Anémogame					
Plantago major/media	0.18	0.33	0.80	Anémogame/Anthères exposées	WAT	No plant		AT	AT
Apiaceae	0.48	0.13	0.48	Entomogame/Anthères exposées	SAT	ORT	WAT	AT	AT
Trifolium	0.07	0.92	0.50	Entomogame/Anthères cachées ou collapsées	SAT		WAT	URT	
Polygonum bistorta	0.11	0.83	0.75	Entomogame/Anthères cachées ou collapsées					
Gentiana	0.14	0.80	0.67	Entomogame/Peu d'anthères exposées			No plant		
Campanulaceae	0.18	0.71	0.67	Entomogame/Anthères cachées ou collapsées	AT		WAT	URT	
Labiatae	0.31	0.58	0.44	Entomogame/Peu d'anthères exposées				URT	
Scrofulariaceae	0.19	0.69	0.69	Entomogame/Peu d'anthères exposées			WAT	No pollen	

Tableau 5 : Indices d'associations (A), de sous et sur-représentation (U et 0) calculés pour les types polliniques présents à la fois dans la végétation et la pluie pollinique de nos placettes échantillonnées basée sur la classification de Bunting (2003) et de Hjelle (1997). Sont également indiqués les modes de pollinisation (Pesson et Louveaux, 1984, Julve 1988a, 1988b), Proctor *et al.* (1996). Nos résultats sont comparés à ceux de Hjelle (1997), Bunting (2003), Mazier (2006), Court-Picon (2007), Brun (2007).

2.2.1 L'analyse en composantes principales

Le traitement d'analyse en composantes principales nous a permis d'étudier et de souligner le lien entre les taxons et les indices calculés.

Les deux premiers axes de l'ACP expriment respectivement 64.2% et 35.8% et absorbent à eux seuls la totalité de la variance.

Les indices d'association (AT et SAT) sont positivement corrélés à l'axe 1 et regroupent les taxons représentatifs de la simultanéité pollen/plante émettrice (Poaceae, Asteroideae, *Pulsatilla, Sphagnum*….).

Le deuxième axe isole, quant à lui, les taxons sous représentés, comme *Trifolium*, Lamiaceae, *Polygonum bistorta*, associés au descripteur U. Ce descripteur, positivement corrélé à l'axe 2, oppose ces taxons sous-représentés aux taxons sur-représentés tels que *Fagus*, *Quercus*, Chenopodiaceae, *Betula*…, qui sont négativement corrélés à cette seconde composante principale.

Les différents ensembles obtenus suite à la classification et au groupement réalisé avec Xlstat ont été directement reportés sur l'ACP. Nous retrouvons en effet une certaine similarité entre l'ordination de l'analyse en composantes principales et les résultats des indices de représentation pollinique de Davis (Tableau 5). On note en revanche quelques différences avec les groupes proposés dans le dendrogramme (Figure 19) et qui proviennent de l'ambiguïté de certains taxons que l'on retrouve entre autres dans les groupe WAT (*weakly associated types*) et qui présentent des affinités mixtes (URT/AT ou encore URT/ORT).

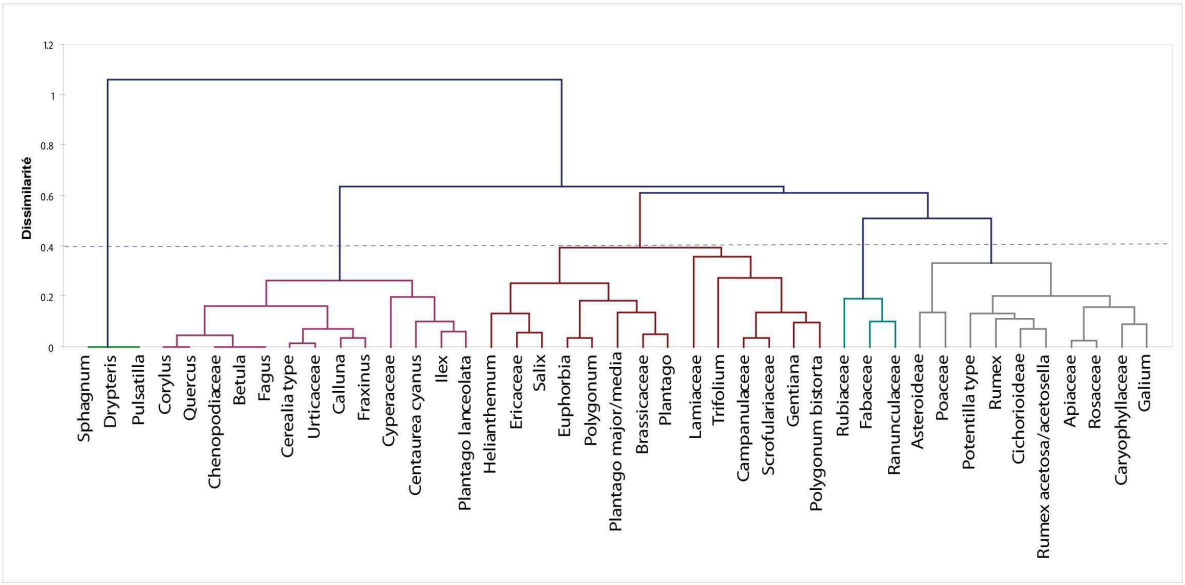


Figure 19 : Dendrogramme de classification ascendante hiérarchique effectué sur le jeu de données polliniques.

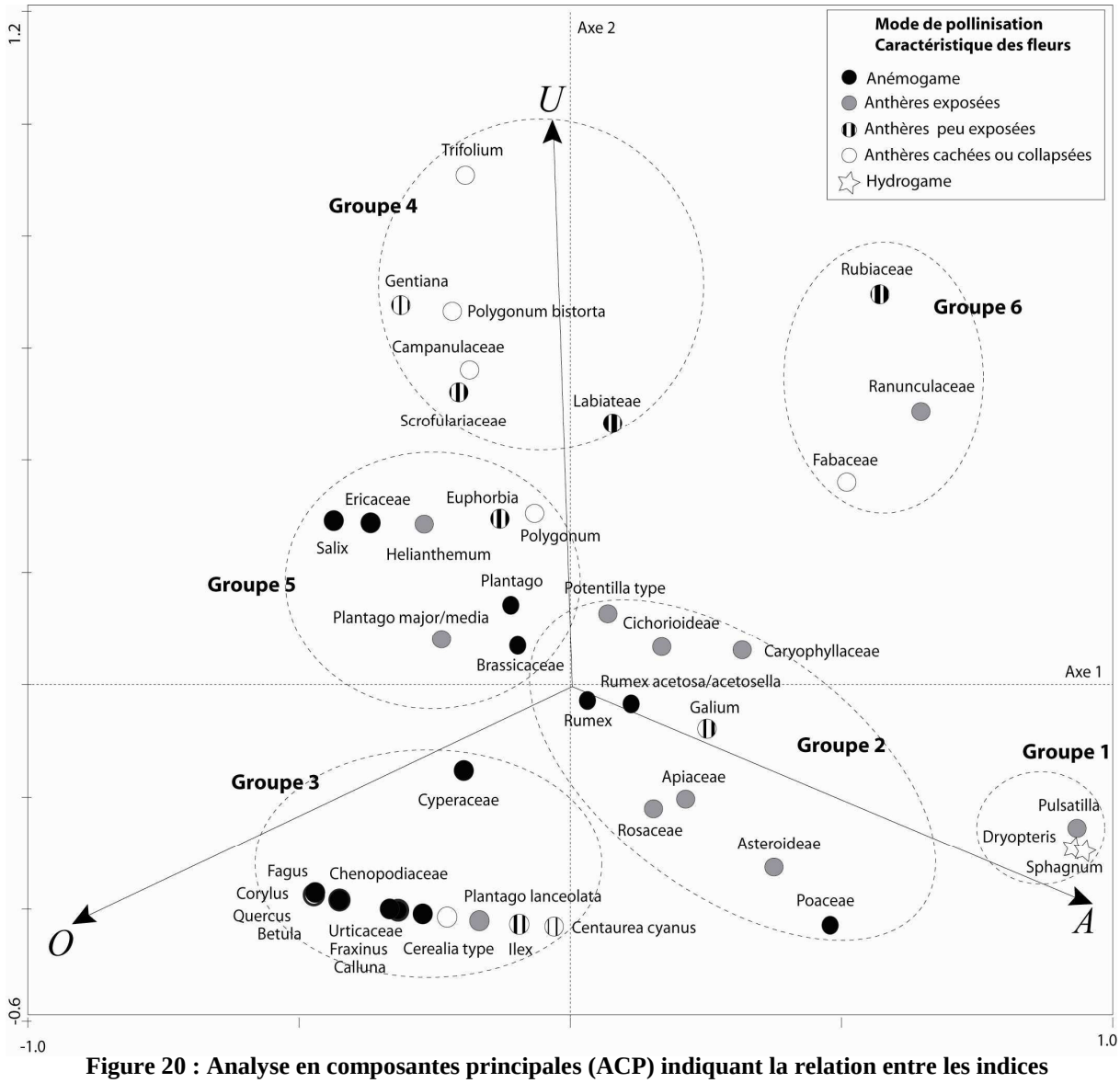


Figure 20 : Analyse en composantes principales (ACP) indiquant la relation entre les indices de Davis calculés (flèches) et les taxons polliniques (points). A = association, U = sous-représentation, O = sur-représentation. Les modes de pollinisation (d'aprèsTableau 5) sont reportés sur le graphe.

La superposition des informations collectées par le biais de ces différentes méthodes a permis d'identifier 6 groupes (Figure 20) :

Le premier groupe se distingue manifestement de l'ensemble et regroupe les taxons présentant une forte association (SAT)

Le cas du groupe 2 correspond aux taxons associés (AT et WAT).

Le groupe 3 se positionne du côté négatif du second axe et correspond aux taxons sur-représentés (ORT)

Les taxons du groupe 4 semblent être sous-représentés (URT)

L'ensemble du cinquième groupe met en exergue les taxons qui d'une manière générale sont plutôt faiblement associés et que l'on retrouve vers le centre de l'ACP. Dans ce groupe, certains présentent également des affinités avec le groupe 4 (URT) ou avec le groupe 2 (AT)

Enfin, le groupe 6 correspond à un groupe mixte dans lequel on retrouve des taxons situés à mi-chemin entre la sous-représentation et l'association (URT et AT).

2.2.2 Mode de reproduction des plantes, distribution des assemblages et représentativité pollinique

Le mode de pollinisation des différentes espèces végétales offre une perspective supplémentaire à la compréhension de la répartition des groupes dans l'ACP.

Le groupe 4, clairement sous représenté, correspond à des plantes dont la dispersion pollinique est entomophile et dont les anthères sont peu nombreuses, peu exposées ou collapsées. Les caractéristiques de ce groupe s'expliquent par une faible production pollinique en raison d'un mode de dispersion entomophile et par là même une faible capacité de dispersion. Les espèces comme *Trifolium, Gentiana, Polygonum bistorta*, Campanulaceae…indiquent une présence locale des plantes dans la végétation.

Toutefois, on peut émettre quelques réserves, car si la projection de l'analyse en composantes principales positionne ce groupe vers l'axe de sous représentation, le tableau des calculs des indices de Davis nuance cette tendance et indique également des valeurs de sur-représentation importantes (Tableau 5).

De même, la majorité des taxons du groupe 3, sur représentés (ORT), présente pour la plupart un mode de pollinisation anémogame. C'est le cas notamment d'une majorité de taxons arboréens comme *Quercus, Fagus, Betula, Corylus*…. Ces taxons sont caractéristiques d'une bonne dispersion de leurs pollens par le vent (Faegri et Iversen 1989). Le cas de *Cerealia*-t (qui comprend plusieurs types polliniques tels que *Avena, Triticum* ou encore *Hordeum*) est à considérer à part car les pollens se dispersent certes par le vent mais ils sont de taille plutôt conséquentes et proviennent d'anthères cachée/collapsées. L'ensemble de ces caractéristiques limite la capacité du transport pollinique. Dès lors, si l'on s'en tient à cette logique, il s'agit d'une espèce qui présente des critères plutôt attribuables à une bonne association plante émettrice/pollen, résultats corroborés dans d'autres analyses (Brun 2007), voire à mi-chemin entre A et U. Son interprétation, dans ces analyses, semble être à prendre avec précaution.

C'est également le cas de *Centaurea cyanus* dont les anthères sont peu nombreuses et peu exposées ou encore d'*Ilex.*

Parmi les taxons les mieux représentés qui correspondent au groupe 1 et 2, la plupart sont entomogames ou présentent un mode de dispersion hydrogame (*Sphagnum, Dryopteris*) ce qui leur confère une représentation locale.

Le positionnement du groupe 6, légèrement en marge, entre l'association et la sous représentation s'explique également par le mode de pollinisation et la structure des inflorescences des taxons de ces familles. Ces dernières regroupent des taxons entomogames dont les anthères sont tantôt assez exposées et nombreuses, tantôt peu nombreuses, peu exposées, cachées ou collapsées, ce qui positionne ce groupe entre la juste corrélation pollen/végétation, et une tendance également prononcée à la sous représentation. Ceci étant, ils constituent de part ces différents critères, de bons indicateurs d'une végétation locale.

Le groupe 5 est plus difficile à interpréter et se caractérise par une mauvaise/faible association entre le pollen et la plante émettrice. Il correspond à des taxons sur ou sous représentés, anémophiles ou entomophiles, avec peu ou beaucoup d'anthères, exposées ou cachées. Ces espèces, notamment Ericaceae, *Euphorbia, Salix, Plantago major/media*… ont été peu observées dans la végétation, sur très peu de sites voire parfois sur une unique placette.

La lecture de l'ACP (Figure 20) permet de souligner l'information principale des tendances dominantes des modes de représentation des types polliniques. Il semble toutefois nécessaire de la coupler à la lecture du tableau de calcul des indices de Davis afin de pondérer, de justifier ou tout simplement de compléter l'interprétation des données.

La représentation des taxons est, dans la plupart des cas justifiée par leur mode de pollinisation. Ces résultats sont d'ailleurs relativement similaires à ceux des études précédentes (Hjelle 1997, Brun 2007, Brun *et al.* 2007). Notons comme ces auteurs que :

Les taxons sur représentés (ORT) tels que *Plantago lanceolata*, Chenopodiaceae… sont pour la plupart anémogames et présentent de bonnes capacités de dispersion pollinique (Hjelle 1997, Brun 2007).

Le cas des taxons fortement associés à associés (SAT/AT) est plus ambigü car il comprend à la fois des anémogames comme les Poacae (Hjelle 1997, Brun 2007) mais aussi des entomogames avec anthères peu exposées voire cachées comme *Galium*-t par exemple (Hjelle 1997).

La majorité des types polliniques du groupe sous-représenté (URT) comporte un mode de pollinisation spécialisé, entomogame avec peu d'anthères exposées, la plupart cachées ou collapsées. Les productions ainsi que les dispersions polliniques de ces taxons sont reconnues comme faibles et soulignent une certaine proximité entre la plante et le point de déposition du pollen (Hjelle 1997).

Parmi les 9 taxons associés ou fortement associés que nous avons identifiés, Poaceae semble être le type pollinique le plus caractéristique d'une bonne représentation entre le pollen et la plante émettrice car on le retrouve correctement associé dans la plupart des autres études (Davis 1984, Hjelle 1997, Bunting 2003, Mazier 2006, Court-Picon 2007, Brun 2007, Cañellas-Boltà *et al.* 2009, Ejarque 2011). La forte capacité de dispersion et de production pollinique de cette famille explique cette position et le fait qu'on le retrouve également bien associé dans d'autres milieux et d'autres régions. Le cas de *Galium* présente plus de variabilité car si il est identifié comme représentatif de la présence locale de la plante (Hjelle 1997, Mazier 2006, Court-Picon 2007), il est en revanche sur-représenté chez Davis (1984), Bunting (2003) et Ejarque (2011).

La plupart des taxons considérés comme sur représentés trouvent un écho dans l'identification de leur mode de représentation de certaines études, en particulier les taxons arboréens comme *Quercus* (Mazier 2006, Ejarque 2011, Davis 1984, Canellas-Bolta *et al.* 2009), *Fagus* (Cañellas-Boltà *et al.* 2009, Ejarque 2011), *Betula* ou encore *Corylus* (Davis 1984, Cañellas-Boltà *et al.* 2009, Ejarque 2011). Nous retrouvons également des similitudes dans la sur-représentation de certaines herbacées notamment certains taxons considérés comme des indicateurs polliniques d'anthropisation dans l'interprétation des diagrammes fossiles. Il s'agit entre autres de *Plantago lanceolata* (Bunting 2003, Mazier 2006, Court-Picon 2007, Brun 2007, Cañellas-Boltà *et al.* 2009, Ejarque 2011), des Chenopodiaceae (Court-Picon 2007, Ejarque 2011) ou des Urticaceae (Davis 1984, Mazier 2006, Court-Picon 2007, Ejarque 2011). Ces remarques invitent en outre à une certaine précaution dans la lecture des diagrammes polliniques et l'interprétation des dynamiques d'anthropisation.

Les points de ressemblance concernant les taxons sous-représentés sont plus difficiles à établir et il semble que les informations varient d'une région à l'autre. Seul *Trifolium*-t est défini comme sous représenté dans plusieurs études (Court-Picon 2007, Brun 2007, Ejarque 2011).

Si nous retrouvons beaucoup des résultats similaires chez de nombreux auteurs, il y a également certaines distorsions qui font la particularité de notre terrain d'étude.

Parmi nos taxons sur-représentés, *Cerealia*-t, *Plantago major/media* et Cyperaceae apparaissent comme associés voire fortement associés chez certains auteurs comme Brun (2007), Mazier (2006) ou Court-Picon (2007). *Calluna* peut également présenter une bonne corrélation pollen/végétation (Mazier 2006) voir une très forte association (Bunting 2003) et *Centaurea cyanus* apparaît parfois sous représenté (Brun 2007).

Les Brassicaceae, assez « mal représentées » dans nos travaux (groupe 5) peuvent être nettement sur représentées (Mazier 2006, Court-Picon 2007), ce qui est également le cas de *Rumex acetosa/acetosella* (Brun 2007, Ejarque 2011). *Potentilla*-t plutôt mal associé ici est en revanche défini comme associé à fortement associé chez la plupart des auteurs tels que Hjelle (1997), Bunting (2003), Mazier (2006), Court-Picon (2007). *Dryopteris* type ici fortement associé peut dans certains cas être sur représenté (Court-Picon 2007).

La représentation différentielle selon les études entre pollen/plante émettrice a été maintes fois discuté et doit tenir compte de plusieurs paramètres comme les particularités environnementales locales, les stratégies et méthodes d'échantillonnage, les différents modes d'utilisation des terres ainsi que les stratégies de dispersion et les variations de production pollinique d'une espèce à l'autre, d'une famille à l'autre et enfin d'une année sur l'autre (Prentice 1985, Sugita *et al.* 1999, Mazier *et al.* 2006, Ejarque 2011). Il semble en outre que les facteurs environnementaux, notamment le climat ou les conditions édaphiques jouent un rôle primordial et contribuent aux variations entre secteurs d'étude (Brorström *et al.* 2004, Mazier *et al.* 2006). La pression anthropique, notamment les pratiques agro-pastorales influencent également la production pollinique. Le piétinement et l'alimentation (broutage) des troupeaux dans les prairies de fauche peuvent avoir une incidence sur la présence de certaines plantes mais aussi sur leur capacité à polliniser (Groenman-Van Waateringe 1993, Hjelle 1997). Les différentes méthodes de relevé et de travail sur le terrain influencent pour beaucoup la représentation des résultats (Mazier *et al.* 2006), en particulier le nombre de sites et la diversité des milieux ou habitats inventoriés. Cette question se pose notamment dans le cadre de notre étude. En effet, on peut envisager qu'en relevant une multitude de site et de contextes, les résultats sont « lissés » et offrent une représentation plus stable. Néanmoins, cette remarque ne prévaut pas sur d'éventuelles variations qui ne dépendent pas uniquement de ce paramètre. Les nombreuses recherches menées sur la production et la dispersion pollinique (Hicks *et al.* 1996, Hicks et Sunnari 2005) ont montré la variabilité de production pollinique entre taxons. *Plantago lanceolata* en particulier, est caractérisé par sa grande capacité de production pollinique et par le transport de ces grains sur de longues distances (Brorström *et al.* 2004). Nos données corroborent ces résultats et nous le retrouvons comme sur représenté.

Brorström *et al. (*2004, 2008) a également mis en évidence une production de pollen de *Fagus* et de *Quercu*s allant de six à huit fois supérieure à celle des Poaceae. Ces informations rejoignent nos résultats qui définissent ces taxons arboréens comme sur représentés et invitent également à pondérer la valeur accordée au rapport AP/NAP (Sugita *et al.* 1999).

2.3. Caractérisation pollinique et phytosociologique actuelle

2.3.1 La typologie floristique

La typologie réalisée avec le logiciel Mulva-5 (Wildi et Orloci, 1996) a permis d'isoler six communautés végétales caractérisées par des espèces floristiques qui leur sont propres (Tableau 6). Ces communautés mettent en évidence des milieux représentatifs des paysages qui composent le massif de l'Aubrac et le plateau du Lévezou. Le tableau diagonalisé décrit un gradient d'ouverture du milieu et oppose les groupes des milieux ouverts plus ou moins anthropisés (agro-pastoraux) aux

différentes formations forestières (chênaie, hêtraie…). La description des habitats a été harmonisée avec la nomenclature des habitats français du code Corine biotopes (Bissardon *et al.* 1997).

Relevé Groupe	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	6
Relevé No	Lev.1	Lev.2	Lev.3	Lev.4	Lev.5	Lev.6	Lev.7	Aub.1	Aub.2	Aub.3	Aub.4	Aub.5	Aub.6	Aub.7	Aub.8	Aub.9	Aub.10	Aub.11	Aub.12	Aub.13	Aub.14	Aub.15	Lev.8	Lev.9	Lev.10	Lev.12	Lev.13	Lev.11	Lev.14
Relevé No	22	23	18	21	20	19	24	13	8	11	2	12	5	1	7	9	10	6	15	14	3	4	16	17	25	27	28	26	29
Secale cereale		4																											
Cerealia sp.	5																												
Papaver rhoeas	2	1																											
Centaurea cyanus	4	2																											
Bromus hordeaceus	4	3	5	3	2	4	5																						
Capsella bursa - pastoris	2	1	2	4	2	3		1						3															
Dactylis glomerata	4	3	5	1	2		5																						
Plantago lanceolata		1	+			3				2		2	2		2														
Achillea millefolium	2	1	1		1	3	2	1		2		1	2	2	2														
Trifolium pratens						3	2		1		2	2	1	2	1	1													
Galium vernum								1	1	2	2	1	1	2	2	1													
Rumex acetosa							2			2	2	2	2	+	2	2													
Glyceria fluitans																	3												
Molinia caerulea																		5	3	4									
Carex nigra																		2	1										
Anemone nemorosa																					3	2							
Fagus sylvatica																					4								
Quercus pedonculata																							5					1	
Sorbus aria																					+			2					
Ilex aquifolium																									5	3			
Fraxinus excelsior																										3	4	4	
Crataegus laevigata																										3	1	2	

Tableau 6 : Tableau diagonalisé synthétique de l'abondance/dominance des principales essences floristiques inventoriées sur chacune des placettes. Les principales espèces sont surlignées en gris et chaque groupe correspond à un habitat. Le groupe 1 : prairies cultivées, groupe 2 : prairies améliorées, groupe 3 : pâturages et prairies de fauche, groupe 4 : prairies humides et tourbières, groupe 5 : forêts caducifoliées, groupe 6 : bocage.

La première communauté (Veg.1) représente les prairies de culture qui se compose de deux relevés caractérisés par la présence des céréales mais aussi entre autres, d'espèces adventices de cultures, les messicoles.

Le second groupe de relevés (Veg.2) correspond aux prairies améliorées. Il est tout comme le premier groupe caractéristique de milieux fortement anthropisés et se distingue par la présence de certains taxons comme *Bromus hordeaceus*, *Capsella bursa-pastoris* et *Dactylis glomerata*…

Le troisième groupe (Veg.3) quant à lui rassemble les sites des communautés pastorales et rudérales, où la végétation diffuse et basse est dominée entre autres par *Plantago lanceolata*, *Trifolium pratense*, *Galium vernum*, *Rumex acetosa*…

Dans la quatrième association (Veg.4) se retrouvent les communautés végétales caractéristiques des prairies humides et tourbières caractérisées par *Glyceria fluitans, Molinia caerulea, Carex nigra.*

Anemone nemorosa, *Fagus sylvatica*, *Quercus pedonculata* ou encore *Sorbus aria* sont les essences les plus caractéristiques des communautés forestières qui forment le cinquième groupe (Veg.5).

La dernière communauté (Veg.6) décrit principalement les espaces bocagers, haies ou alignements d'arbres caractéristiques des paysages du Lévezou qui se composent principalement *de Fraxinus excelsior*, *Crataegus laevigata* et *Ilex aquifolium*

2.3.2 Les résultats de l'ACP

Le dernier test effectué sur la matrice pollen nous a permis de supprimer les sites « outliers » ainsi que les taxons uniquement présents une ou deux fois sur l'ensemble des spectres. Les sites que nous avons supprimés (outliers) nous semblaient, dans les résultats de l'analyse en composantes principales, trop à l'écart dans notre jeu de données et présentaient de forts particularismes et singularités.

Il s'agit en l'occurrence de trois relevés (Lev.3, Lev.4, Lev.5) qui correspondent à des zones fortement transformées du Lévezou. Sur ces derniers, la diversité floristique était très réduite, caractérisée par l'abondance d'une ou deux espèces (*Rumex acetosa* ou *Medicago sativa*). Bien que nous ayons décidé de ne pas conserver ces sites, il est intéressant de noter que l'artificialisation du milieu induit une perte de diversité et de richesse floristique qui se dégage naturellement dans le traitement statistique et qui permet de bien distinguer les sites « naturels » à « semi naturels » des sites fortement perturbés.

Nous avons donc retenu 27 sites et 60 espèces dans notre jeu de données.

D'après les résultats de l'analyse en composantes principales (Figure 21), les deux premiers axes expliquent une grande partie de la variance avec 34.5% pour le premier axe, 13.8% pour le second et enfin respectivement 8.1% et 7.3% pour les troisième et quatrième axes.

Il semble possible d'identifier quatre groupes de relevés, définis sur la base de leurs spectres polliniques modernes. En effet, chaque groupe, voir chaque relevé se caractérise par un ou plusieurs taxons dominants.

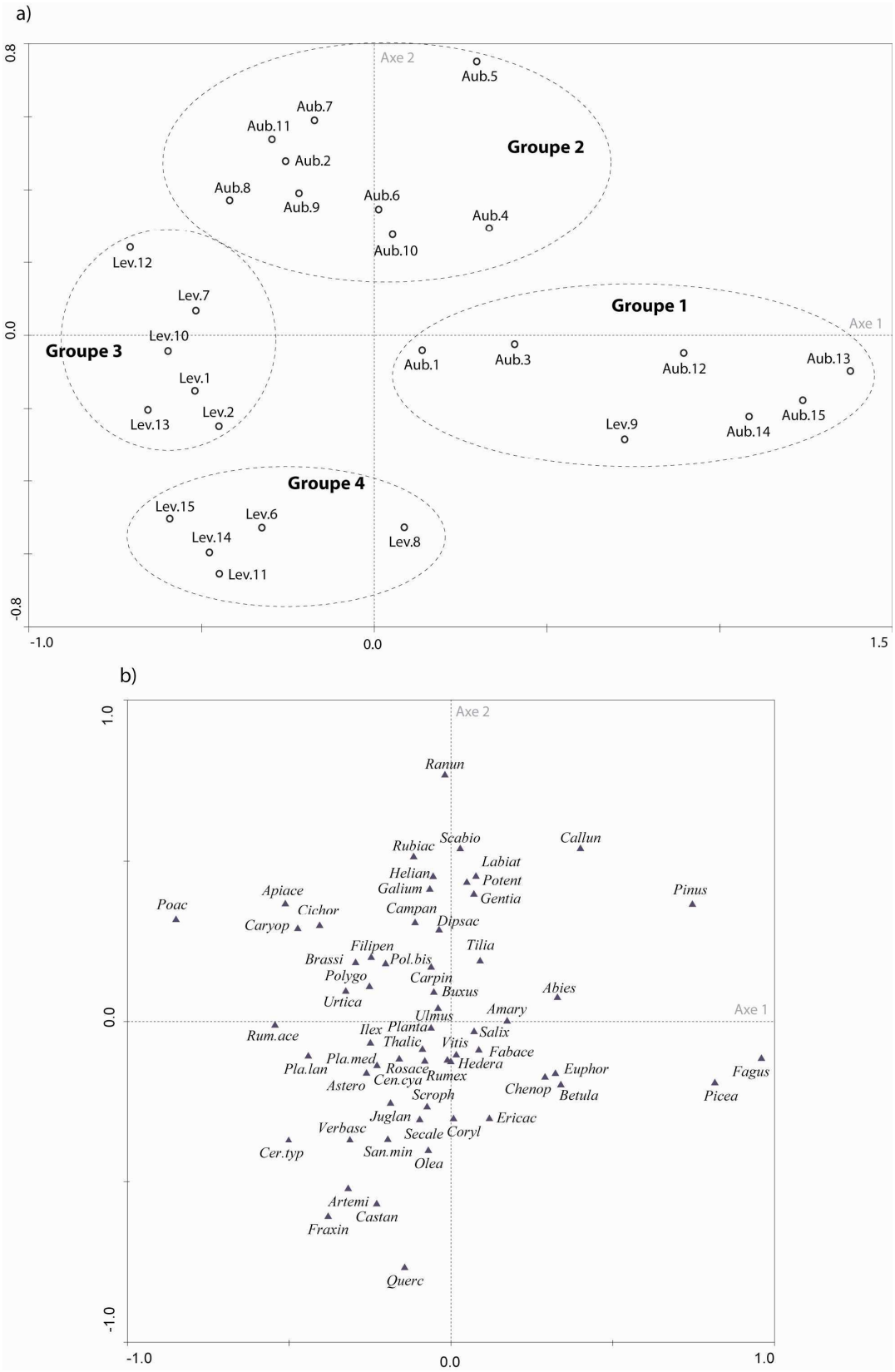


Figure 21 : Analyse en composantes principales (ACP) sur une matrice de 27 sites et 60 espèces.

Le *groupe 1*, associé au premier axe regroupe sept relevés effectués pour la plupart en contexte forestier, ou dans lesquels la part des taxons arboréens dans la pluie pollinique est importante. Les taxons présents majoritairement dans ce groupe sont : *Pinus, Fagus, Picea* ou encore *Abies*.

Le *groupe 2*, semble être lié à l'axe 2 et se compose de neuf relevés qui correspondent à des zones pastorales et prairies de fauche. Les taxons majoritairement présents dans ce groupe sont : Rubiaceae, *Galium*, Ranunculaceae, *Helianthemum*, Campanulaceae…

Le *groupe 3* quant à lui négativement corrélé à l'axe 1 se différencie par les relevés de milieux ouverts à très ouverts des prairies amendées que l'on retrouve dans le Lévezou. On note également la présence de trois relevés effectués au pied de haies (Lev.10, Lev. 13) et à proximité (Lev.12). Le positionnement de ces haies dans un contexte plus ou moins agricole justifie le positionnement de ces relevés dans ce groupe. Il se caractérise en l'occurrence par la présence conjointe des Poaceae, Apiaceae, *Rumex acetosa/acetosella, Plantago lanceolata*, Urticaceae, *Cerealia*-t….

Le *groupe 4* est négativement corrélé à l'axe 2, et sa description demeure un peu plus ambigüe car il se caractérise par des relevés à la fois forestiers, de haies et pastoraux. Ce qui unit ces « objets » au sein d'un même groupe c'est la mixité entre taxons arboréens et prairiaux. Ces sites reflètent les caractéristiques des apports locaux mais également des taxons présents dans un environnement proche. Ce groupe est dominé par les taxons suivants : *Quercus*, *Fraxinus*, *Artemisia*, *Sanguisorba minor*, etc…

La présentation succincte des ces résultats montre une correspondance cohérente entre les relevés et les types polliniques qui les représentent au sein de chaque groupe ainsi qu'une homogénéité entre les groupements des types de milieux inventoriés. La distribution de ces derniers permet d'observer une succession dans le degré d'ouverture des milieux ainsi qu'une caractérisation des pratiques bien définies. Aussi, on passe de milieux forestiers fermés (G1) à des espaces très ouverts, pâturés ou cultivés. L'analyse souligne également des milieux intermédiaires (G4 et G2) qui se situent au carrefour entre les milieux ouverts et fermés et qui correspondent aux sites bocagers du Lévezou ou encore aux sites pastoraux à proximité d'une lisière forestière.

La typicité des milieux s'exprime clairement dans l'analyse en composantes principale qui met en exergue à la fois des milieux forestiers (G1), pastoraux (G2), agro-pastoraux (G3) et bocagers (G4).

2.3.2 Analyse de Redondance-relation pollen/végétation/variables

L'analyse de redondance s'est avérée être la méthode statistique la plus appropriée pour traiter notre jeu de données. Parmi les 41 variables intégrées dans le modèle corrélatif, 5 d'entre elles ont été trouvées significatives d'après la « forward selection » et les tests de permutation de Monte Carlo ($P \leq 0.05$, 999 permutations) (Tableau 7). L'altitude ainsi que certaines variables géologiques comme la mugéarite microlithique, le basalte alcalin microlithique ou encore les alluvions tourbeuses, ont été trouvées comme significatives d'après les tests, cependant, nous avons choisi de les considérer comme des covariables dans l'analyse afin de leur ôter leur effet au même titre que la variable d'altitude. Ces variables ne nous semblaient pas pertinentes au vu de la problématique qui nous intéresse ici.

Une analyse de redondance partielle (Figure 22) a porté sur 27 sites, 60 taxons polliniques, 4 co-variables et 5 variables explicatives (végétation et structure de la végétation) : Veg.3 (regroupant pâturages et prairies fauchées mésophiles), Veg. 6 (communautés de haies et alignement d'arbres) (Tableau 6), Herb. (200m) (% de couverture de la strate herbacée dans un rayon 200m), Arbo. (local) (% de recouvrement des ligneux hauts supérieurs à 4m au niveau local) et Ss. Arbu. (200m) (% de recouvrement de la strate sous arbustive inférieure à 1m dans un rayon de 200m).

Variables	Pvalue
Herb. (200m)	0.001
Arbo. (local)	0.019
Veg. 6	0.022
Veg. 3	0.034
Ss. Arbu. (200m)	0.054

Tableau 7 : « Forward selection » des variables explicatives. Résultat des tests de permutation de Monte Carlo (999 permutations) pour les variables sélectionnées.

Le premier axe de l'analyse de redondance explique 28,6% de la variance totale dans les assemblages polliniques modernes et les axes 2 et 3 représentent respectivement 7.7% et 7.1%. Aussi ces axes capturent-ils 43.4% de la variance totale mais suite aux tests de calcul, seule la relation pollen/végétation/variable observée sur l'axe 1 est significative (Pvalue ≤ 0.001, 999 permutations). Les interprétations des axes 2 et 3 devront être considérées avec précaution.

L'axe 1 représente nettement un gradient d'ouverture dans la végétation, mettant en opposition les milieux ouverts : Herb. (200m) et Veg.3, sites pastoraux dominés par une végétation rase herbacée. Aussi, Veg. 3 ($r = -0.79$) et Herb. (200m) ($r = -0.78$) se retrouvent négativement corrélés l'axe 1 et Ss.Arbu. (200m) positivement corrélé à l'axe 1 ($r = 0.39$).

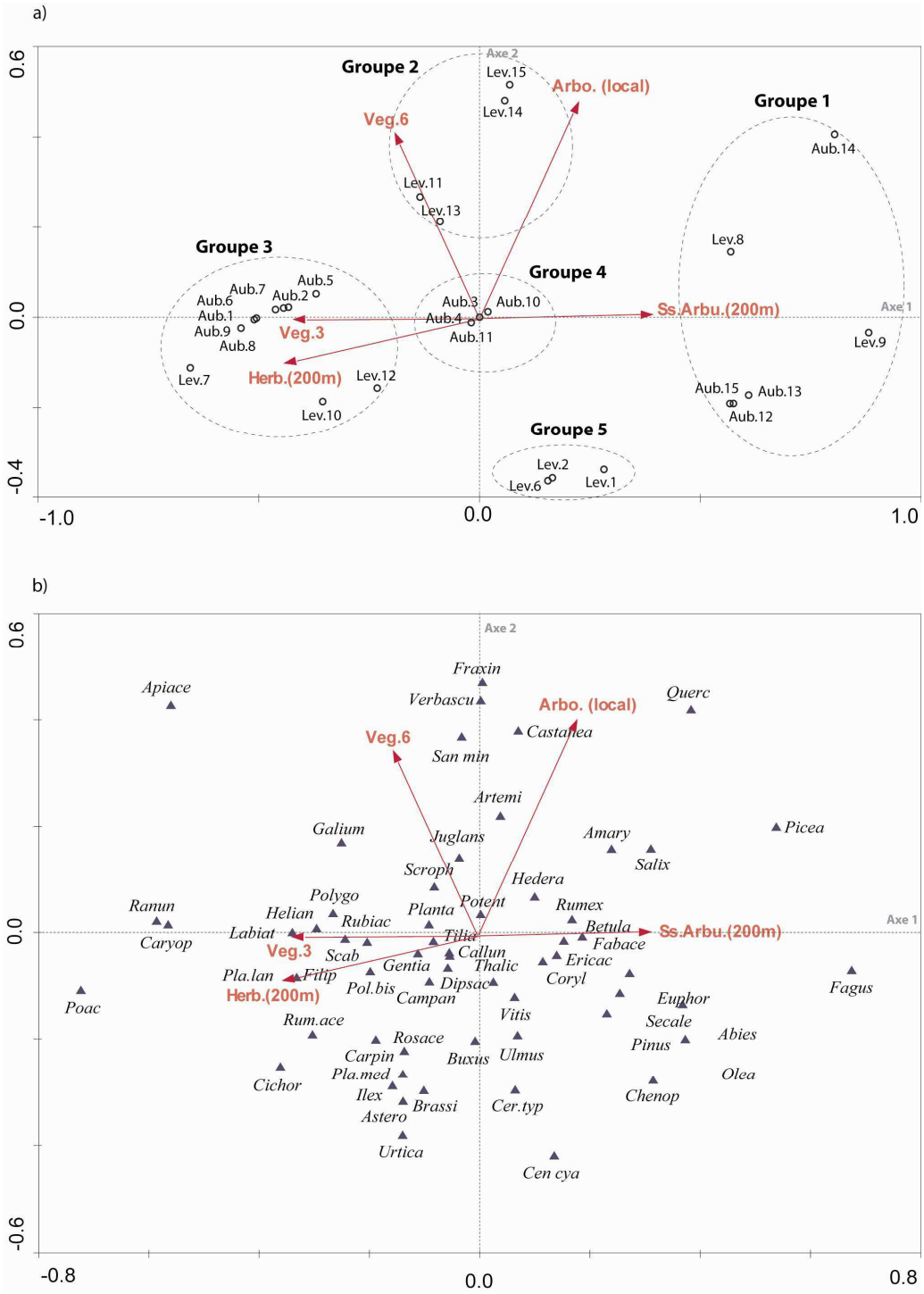


Figure 22 : Analyse de redondance (RDA) sur une matrice de 27 sites et 60 espèces. a) Représentation du plan des axes 1 et 2 des spectres polliniques actuels et des variables explicatives, b) Représentation des axes 1 et 2 des taxons polliniques actuels et des variables explicatives

L'axe 2 oppose positivement les sites bocagers du type Veg.6 (r = 0.47), constitués essentiellement par des arbres et arbustes et Arbo. (local) (r = 0.77), strate de végétation composée localement de ligneux hauts, avec les prairies amendées et cultivées.

Dans le diagramme d'ordination *Fagus, Picea* ou encore les Euphorbiaceae ou *Abies* sont corrélés à l'axe 1 et aux groupes des sites forestiers (Groupe 1). A l'inverse, on observe *Plantago lanceolata*, Poaceae, Caryophyllaceae, Ranunculaceae, *Rumex acetosa/acetosella* ou encore les Cichorioideae comme corrélés aux sites pastoraux ayant un gradient d'ouverture important (Groupe 3). Le complexe bocager (Groupe 2) est quant à lui identifié au travers de la présence de *Fraxinus, Verbascum, Sanguisorba minor* mais aussi Apiaceae et *Galium* et les sites des prairies cultivées (Groupe 5) par *Cerealia*-t et *Centaurea cyanus* pour ne citer que les principaux taxons. Les Urticaceae, Brassicaceae, Asteroideae ainsi que *Plantago major/media* se retrouvent à mi-chemin entre la tendance pastorale herbacée et celle des prairies améliorées et fertilisées. Ces taxons semblent corrélés à l'axe 1 et traduisent un gradient d'ouverture important. Le quatrième groupe identifié sur l'analyse de redondance (Figure 22) est caractérisé aussi bien par des taxons herbacés que forestiers tels que *Potentilla*-t., *Plantago*-t., *Tilia, Calluna* ou encore *Thalictrum.*

2.4. Discussion générale. La calibration du signal pollinique

Les différentes méthodes utilisées dans le cadre de cette étude nous ont permis d'identifier quatre types de milieux particuliers tels que les milieux forestiers, bocagers, pastoraux et cultivés. Le facteur altitudinal a souvent été identifié comme un gradient principal dans la variation des assemblages polliniques des analogues actuels (Brugiapaglia *et al.* 1998, Haberle et Bennett 2001, Court-Picon *et al.* 2005, Cañellas-Boltà *et al.* 2009, Correa-Metrio *et al.* 2011). Dans nos résultats nous n'observons en revanche aucune distinction dans la répartition des sites entre l'Aubrac et le Lévezou. Il semble que la différence altitudinale entre ces deux massifs ne constitue pas de rupture significative dans la distribution des taxons polliniques. De plus, le fait que nous identifions un fort gradient d'ouverture (axe 1 de la RDA) ne constitue pas un fait particulier et représente une caractéristique dans de nombreuses études (Gaillard *et al.* 1992, 1994, Haberle et Bennett 2001, Räsänen 2001, Court-Picon *et al.* 2005, Mazier *et al.* 2006, Ejarque 2011).

De ces contextes, anthropisés ou non, ressortent plusieurs taxons polliniques caractéristiques qui, à la lumière de nos différents résultats (calcul des indices de Davis, modes de pollinisation, analyse des résultats polliniques bruts des échantillons de surface, analyse de redondance) nous permettrons de guider les interprétations de nos séquences polliniques fossiles (cf. supra). L'ensemble de ces résultats est également appréhendé au regard des autres recherches menées sur la caractérisation des analogues actuels afin de discuter de la valeur à accorder à ces derniers ou tout simplement d'établir des points de comparaison, similitude et divergence.

2.4.1 Les milieux forestiers

Les sites échantillonnés en contexte forestier constituent le premier groupe identifié dans le diagramme d'ordination et sont caractérisés à la fois par leur gradient d'ouverture ainsi que par la structure de la végétation et les espèces qui la compose. Le rapport AP/NAP de tous ces sites est *supérieur à 65% et il est caractérisé par la présence dominante de Fagus, Abies, Pinus* ou encore *Picea.*

Fagus est la principale essence représentée dans les formations forestières de l'Aubrac et les pourcentages polliniques des échantillons prélevés dans ces dernières révèlent des pourcentages polliniques de ce taxon allant de 30% pour les sites les plus ouverts (tourbières) à près de 50% en pleine forêt. Bien que sur représentés dans nos résultats des calculs des indices de Davis (Tableau 5 et Figure 20) ainsi que dans d'autres études (Cañellas-Boltà et al. 2009, Ejarque 2011), ces pourcentages semblent refléter correctement son abondance dans la végétation locale (10x10m) en contexte forestier. Le rapport AP/NAP mesuré sur le site Aub.14 (hêtraie, Aubrac) indique une dominance des taxons forestiers (dont *Fagus* est l'élément principal) jusqu'à près de 600 mètres du point de prélèvement des échantillons de surface. Le rapport AP/NAP relevé dans les échantillons polliniques semble correspondre au reflet de la végétation sur une distance comprise entre 200 et 600 mètres. Si cette information tend à souligner une bonne représentation de ce taxon dans les formations boisées, il faut toutefois interpréter les variations de ce dernier avec précaution. Les recherches sur la dispersion et la déposition des grains de pollens effectuées par Poska et Pidek (2009) montrent en effet que la grande majorité des pollens de *Fagus* sont déposés à une distance comprise entre 300 et 1800 mètres, jusqu'à 1900 mètres (Hicks *et al.* 2001, Tonkov *et al.* 2001). Dans le cadre de cette étude et suite à l'observation de l'ensemble des relevés, nous pouvons considérer la présence locale de ce taxon lorsque ses pourcentages polliniques sont supérieurs à 30%.

Abies est un taxon qui, d'après le diagramme d'ordination contribue à la caractérisation des milieux forestiers de l'Aubrac et du Lévezou. Il est pourtant très peu représenté dans les assemblages polliniques de ces sites (Figure 17et Figure 18) et reste toujours inférieur à 5%. Cette remarque tient vraisemblablement non pas à son absence ou son abondance mais à la distance entre les arbres et le point de prélèvement (Poska et Pidek 2009). Si la production pollinique de ce taxon est importante, ses grains de pollen sont lourds et sa capacité de dispersion faible (Mazier *et al.* 2008, Sjörgen *et al.* 2008). En outre la majorité des pollens d'*Abies* se retrouvent à une distance inférieure à 50 mètres (Poska et Pidek 2009).

A l'inverse, *Pinus* est présent dans la pluie pollinique des échantillons de surface alors qu'il n'est pas relevé dans la végétation locale. Si les caractéristiques de sur-représentation et de transport à longue distance de ses pollens ont été abordées dans nos résultats du calcul des indices de Davis, ils sont un fait mentionné dans de nombreuses études (Heim 1970, Brorström *et al.* 1998, 2004, Court-

Picon *et al.* 2005, Ejarque 2010). Poska et Pidek (2009) ont d'ailleurs démontré que la majorité de la production pollinique de ce taxon se retrouve à une distance comprise entre 1000 et 4500 mètres. Le fait de le retrouver dans l'ensemble des assemblages polliniques des échantillons de surface est à attribuer à un apport régional. Il faut de plus noter qu'il est moins présent sur les sites du Lévezou que sur ceux d'Aubrac où les peuplements de *Pinus sylvestris* en marge nord du massif sont relativement conséquents. Son interprétation dans les diagrammes fossiles est à pondérer, tout comme sa contribution au rapport AP/NAP.

La présence et l'inteprétation d'*Olea* que l'on retrouve positionné dans le groupe des milieux forestiers est à interpréter avec précaution. Il s'agit en effet d'un taxon allochtone dont l'essence émettrice (*Olea europeae* var. *europeae* ou *Olea europeae* var. *sylvestris*) provient des zones situées à plus basses altitude, qu'elle soit cultivée ou spontanée. Son absence dans la végétation locale permet d'infirmer son rôle de marqueur descriptif des environnements forestiers de l'Aubrac et du Lévezou et bien entendu celui de descripteur d'une tendance climatique (Cañellas-Boltà *et al.* 2009). Le pollen de cette essence est connu pour sa forte capacité de dispersion pollinique qui a été estimée aux environs de 50km (Osborne *et al.* 2000) et si sa production pollinique est bien plus forte dans les vallées à proximité de la plante émettrice, on le retrouve couramment dans les zones montagnardes jusqu'à haute altitude (Finsinger *et al.* 2007). Sa présence dans les assemblages polliniques peut également indiquer un gradient d'ouverture des formations boisées car il apparaît dans la RDA à proximité des sites forestiers relativement clairsemés.

La part des herbacées dans les cortèges forestiers est assez mal représentée dans la pluie pollinique. De récentes recherches (Brorström *et al.* 2008, Melstov *et al.* 2011) ont montré que la productivité pollinique des herbacées est généralement mieux représentée dans les milieux ouverts qu'en contexte forestier en raison de la plus importante production pollinique des arbres et arbustes. Dans nos résultats, les Euphorbiaceae sont les principaux taxons présents qui caractérisent la végétation herbacée en milieux boisé. On peut établir une corrélation entre les résultats de l'analyse de redondance et la typologie floristique (Tableau 6 et Figure 22) dans laquelle *Euphorbia hyberna* a été identifié comme une des espèces les plus représentatives des habitats forestiers. Toutefois, cette information est à nuancer car elle est contrainte à la limite de la détermination pollinique restreinte à la famille.

2.4.2 Les milieux bocagers

La complexité de la structure de la végétation des paysages en mosaïque que l'on retrouve dans les systèmes bocagers contribue à la position de cet ensemble sur un gradient d'ouverture entre les milieux ouverts à dominante pastorale et les milieux forestiers.

A la lecture du diagramme pollinique des échantillons de surface (Figure 17, Figure 18) et du diagramme d'ordination de l'analyse de redondance (Figure 22), *Fraxinus*, *Verbascum* et *Sanguisorba minor* semblent être les taxons les plus caractéristiques des milieux bocagers. Le calcul des indices de Davis met en exergue la sur-représentation de ces taxons dans les assemblages polliniques et en effet, son pollen est présent dans la plupart des relevés de surface (Figure 17, Figure 18) alors qu'il est généralement absent de la végétation.

Toutefois, on relève des proportions bien plus significatives sur les échantillons des sites bocagers alors qu'ailleurs sa présence est anecdotique. Autrement dit, si la présence de *Fraxinus* est relativement commune dans les assemblages, la représentation pollinique de ce taxon est bien plus élevée lorsqu'il est présent à proximité comme c'est le cas dans les haies. Nous ne relevons pas non plus de différence majeure de ses valeurs entre les échantillons polliniques prélevés au pied de la haie de frênes émondés (Lev.15) et ceux de frênes non émondés (Lev.14) (Figure 17, Figure 18). Cette remarque tient essentiellement au fait que si certaines haies continuent de faire l'objet de pratiques d'émondage, ces dernières sont toutefois assez irrégulières dans le temps et ne répondent plus qu'à des besoins ponctuels. La proportion pollinique de ce taxon dans nos échantillons de surface semble également dépendre du nombre d'individus à proximité et on note des plus fortes valeurs sur le site correspondant à une haie double abandonnée. En revanche à 5 mètres de celle-ci (Lev.12), les pourcentages de *Fraxinus* deviennent très faibles, on passe de 13% environ au pied de la haie à moins d'1% à 5 mètre (Figure 17, Figure 18).

L'échantillon Lev.12 prélevé dans un contexte de prairie pâturée présente des assemblages polliniques dominés par les herbacées et reflète relativement bien la végétation locale. Le diagramme d'ordination le représente associé au groupe 3 des milieux ouverts, rudéraux et pastoraux (Figure 22). La représentation de *Fraxinus* semble essentiellement reposer sur un facteur de distance entre l'arbre émetteur et le point de prélèvement. Malgré sa propension à disperser ses pollens par le vent et bien qu'il soit sur représenté dans nos indices de Davis, ses pollens ne semblent pas être transportés sur de grandes distances et rapidement le signal diminue à mesure que l'on s'éloigne de la source.

Il semble par ailleurs d'après certaines études (Heim 1970, Bugiapaglia *et al.* 1998, Court-Picon 2007) que *Fraxinus* soit localement sous-représenté, notamment dans les milieux ouverts où la plupart des taxons arboréens ont une production pollinique élevée (Melstov *et al.* 2011). A l'instar de nos remarques, Court-Picon (2007) note également que ce taxon atteint ses proportions maximales dans les haies et les zones humides à proximité, ce qui en fait un bon marqueur du réseau bocager. Nos résultats ne nous permettent pas en revanche d'affirmer, comme Behre (1986) ou Groenman-Van Waateringe (1992) que la production pollinique de *Fraxinus* tend à s'accroître lorsque l'arbre est soumis à la pratique de l'émondage. La capacité de dispersion des pollens de ce taxon suscite également quelques débats dans la communauté scientifique, notamment dans les Alpes où certains

auteurs (de Beaulieu 1977, Brugiapaglia 1992, Brugiapaglia *et al.* 1998) soutiennent comme nous l'idée d'une mauvaise dispersion, généralement pour la majeure partie au pied de l'arbre, alors que d'autres évoquent au contraire une bonne représentation pollinique sur une certaine distance (600 à 1000 mètres) (Court-Picon 2007, Clerc 1988, Pulido Avila 2001). D'après une étude menée dans le Val de Loire, les résultats de Voeltzel (1987) indiquent que, que sous une haie de frênes ces arbres représentent 50 % du spectre pollinique total, à 5m de la haie les taux de pollens de frênes oscillent de 10 à 18 % et enfin à 50 mètres ils ne représentent plus que quelques pourcents. Ces différences de point de vue avec nos résultats sont bien entendu à prendre avec précaution dans la mesure où nous n'avons que peu de relevés effectués en contexte bocager. On peut toutefois s'interroger sur la capacité de dispersion pollinique du frêne dont l'estimation peut-être surévaluée lorsque le réseau bocager est dense et couvre un grand territoire comme c'est notamment le cas dans la vallée champsaurienne.

La position de *Quercus* dans le diagramme d'ordination (Figure 22) présente des caractéristiques mixtes car il représente à la fois les cortèges bocagers mais aussi les cortèges forestiers.

En effet, sa position à angle égal entre ces deux types de milieux est significative. Il est présent dans les assemblages polliniques des échantillons de surface des haies et des forêts du Lévezou (Lev. 8 = chênaie, Lev.9) Cette présence reflète correctement sa présence locale dans les formations bocagères ainsi que dans les formations forestières caducifoliées du Lévezou (Tableau 6En revanche, ce taxon est également présent dans tous les échantillons de surface, aussi bien ceux de l'Aubrac que ceux du Lévezou mais tout comme *Fraxinus*, ses proportions sont moindre lorsque l'espèce n'est pas présente sur place. On peut estimer d'après le diagramme pollinique (Figure 17, Figure 18) que sa présence lorsqu'elle est inférieure à 10%, est à interpréter comme un apport régional.

D'autres études corroborent nos résultats sur le comportement de *Quercus* et s'accordent notamment sur sa grande capacité de production et de dispersion pollinique qui contribue, comme pour Pinus au flux pollinique régional (Berglund *et al.* 1986, Mazier 2006, Court-Picon 2007, Cañellas-Boltà *et al.* 2009, Ejarque 2011). Court-Picon (2007) relève également sa propension à polliniser en contexte bocager lorsque qu'il est présent dans les haies.

Le diagramme d'ordination de l'analyse de redondance (Figure 22) suggère la présence de *Verbascum* et de *Sanguisorba minor* comme taxons caractéristiques des milieux bocagers. Ils ne présentent pourtant pas de bonne association entre pollen/plante émettrice et n'étaient pas présents dans la végétation locale lors des relevés floristiques. Les taxons polliniques de ces espèces sont néanmoins présents, bien qu'en faible proportion dans la majorité des échantillons prélevés au pied des haies. Deux hypothèse sont envisageables dans ce cas présent : soit la présence de la plante dans les relevés floristiques n'a pas été détectée, soit il s'agit d'un apport plus lointain correspondant à un « bruit de fond ». Son interprétation est donc plutôt sujette à caution.

Verbascum en revanche est présent (pollen) dans l'intégralité des échantillons prélevés aux abords des haies et du fait qu'il soit totalement absent des autres, il semble constituer un bon marqueur de la végétation herbacée des milieux bocagers.

2.4.3 Les milieux pastoraux

Ce type de milieu est représenté à la fois par le groupe 3 qui comprend les sites de prairies pastorales dans un contexte largement ouvert ainsi que par le groupe 4 qui rassemble les prairies pâturées humides (Aub.10, Aub.11) ainsi que les prairies pâturées situées à proximité de zones boisées (Aub.3, Aub.4). Dans le groupe 3, deux sites ne sont pas exclusivement pastoraux, il s'agit de Aub.1 qui correspond à une friche autour d'un buron en ruine entouré de pâturages et de Lev.10 qui a été échantillonné au pied d'une haie de houx qui sépare deux prairies pâturées. Ce groupe (3) se définit par l'influence de la variable pastorale ainsi que par la végétation herbacée dans un rayon de 200 mètres. Les taxons caractéristiques de ces deux ensembles renseignent à la fois sur le type d'activité ici pastorale ainsi que sur le degré d'ouverture du milieu.

Les Ranunculaceae, Caryophyllaceae, Lamiaceae ou encore *Helianthemum* semblent être les taxons les plus caractéristiques des cortèges pastoraux. Bien que correctement associés (AT), les Ranunculaceae et Caryophyllaceae sont présentes dans la plupart des milieux ce qui tient essentiellement à l'importante diversité floristique que ces familles englobent. Toutefois on note des proportions plus importantes, en particulier pour Ranunculaceae dans les échantillons des sites pâturés (Figure 17, Figure 18). Les Lamiaceae et *Helianthemum* indiquent en revanche une présence exclusive dans les échantillons des sites pastoraux et ne sont pas représentés polliniquement ailleurs. Ils peuvent, par conséquent être considérés comme des marqueurs potentiels de cette pratique.

Les Poaceae indiquent un gradient d'ouverture et sont la caractéristique principale de l'ouverture du milieu, on les retrouve donc naturellement dans les prairies ouvertes pâturées. A la lecture du diagramme d'ordination de l'analyse de redondance, *Plantago lanceolata*, les Cichorioideae ainsi que *Rumex acetosa/axcetosella* semblent également être des taxons caractéristiques d'une activité pastorale tout en indiquant un degré d'ouverture du milieu. Cette information est toutefois à pondérer si l'on considère leur représentation dans les assemblages pollinique et la végétation locale. En effet, d'après les analyses polliniques, ces taxons sont présents dans la majorité des échantillons de tous type de milieux (Figure 17, Figure 18) et, bien que leurs pourcentages soient légèrement supérieurs dans les sites pâturés, leurs indices de représentation indique une mauvaise association voire une sur-représentation pour *Plantago lanceolata*. Il est donc difficile de les considérer comme des marqueurs du pastoralisme et il conviendrait mieux de les interpréter comme des apophytes représentatifs de milieux anthropisés au sens large.

Les analyses conduites parallèlement sur les microfossiles non polliniques indiquent que *Sporormiella* (HdV-113), Sordariales (HdV-55 A et B), *Delitschia, Podospora* (HdV-368) ou encore *Sphaerode*s (TM-4015) semble représentatifs des milieux pastoraux (Figure 17, Figure 18).

L'interprétation de ces marqueurs se retrouve confrontée à des observations et remarques similaires dans certaines études mais on relève également certains points de désaccord. Behre (1981), Hjelle (1999) et Mazier *et al.* (2006) s'accordent pour définir les Ranunculaceae comme un bon marqueur du pastoralisme. A l'instar de nos remarques, Court-Picon *et al.* (2005) et Borström *et al.* (1998) décrivent les Poaceae comme des marqueurs d'un gradient d'ouverture plus que caractéristique d'une influence anthropique. Tout comme Court-Picon *et al.* (2005), les Chenopodiaceae et *Artemisia* ne semblent pas êtres caractéristiques de milieux anthropisés et on retrouve ces taxons dans le diagramme d'ordination de l'analyse de redondance, entre les milieux forestiers et les sites pastoraux (*Artemisia*) ou entre les milieux forestiers et les sites cultivés (Chenopodiaceae). Les Chenopodiaceae sont également définies comme des marqueurs de milieux plus largement anthropisés (Hicks et Birks 1996) et peuvent être caractérisées comme un marqueur rudéro-nitrophile *lato sensu* (Court-Picon *et al.* 2006, Ejarque 2011). Les Cichorioideae et Asteroideae, positionnés dans nos résultats de la RDA entre les milieux pastoraux et cultivés semblent potentiellement associées aux communautés pastorales dans les Pyrénées françaises (Mazier *et al.* 2006) ainsi qu'en Europe du nord (Hjelle 1999) alors qu'ils sont plutôt considérés à la fois comme rudéraux et pastoraux dans les Pyrénées andorranes *(*Ejarque 2011).

Plantago lanceolata que nous interprétons comme préférentiellement associés aux milieux pastoraux, se distingue également comme indicateur de prairie de fauche chez Gaillard *et al.* (1992) et n'est pas défini comme caractéristique d'un quelconque influence anthropique chez Court-Picon *et al.* (2005). Ces variations tiennent sans doute essentiellement à sa sur représentation dans les assemblages polliniques reconnue dans de nombreuses études (Bunting 2003, Mazier 2006, Court-Picon 2007, Brun 2007, Cañellas-Boltà *et al.* 2009, Ejarque 2011). Le statut des Apiaceae, de *Galium,* de *Rumex acetosa/acetosella* et des Urticaceae est également à discuter. Dans nos résultats, les Apiaceae sont difficiles à caractériser notamment en raison de la grande amplitude floristique que comprend cette famille. Nous les retrouvons toutefois majoritairement représentés dans les sites bocagers ainsi que dans les sites pastoraux mais ils sont néanmoins présents dans la plupart des autres contextes. Il est par conséquent difficile de les définir comme caractéristiques d'un milieu particulier à l'instar des remarques de Ejarque (2011). *Galium* semble préférentiellement associé aux milieux pastoraux comme dans les travaux de Gaillard *et al*. (1992) et de Mazier *et al.* (2006). La caractérisation de *Rumex acetosa/acetosella* et des Urticaceae est également difficile à établir dans le cadre de notre étude car ils semblent indicateurs d'activités humaines mais se situent mais présentent des affinités tant avec les milieux pastoraux que culturaux. Ces taxons sont généralement représentatifs de milieux antropisés sans pour autant permettre de caractériser un milieu en particulier (Hicks et Birks 1996,

Gaillard *et al.* 1992, 1994, Makohonienkio *et al.* 1998, Court-Picon *et al.* 2006, Mazier *et al.* 2006). La caractéristique de ces taxons et en particulier des Urticaceae est d'indiquer en revanche une teneur importante des sols en azote (Gaillard *et al.* 1992, 1994, Brun 2007), ce qui explique en partie leur position dans la RDA à proximité des sites les plus amendés.

2.4.4 Les milieux cultivés

Cerealia-t et *Centaurea cyanus* sont les deux principaux marqueurs des prairies mises en culture. Le cas des céréales est pourtant un cas particulier car le type *Cerealia*-t est présent dans la majorité des sites inventoriés et ne présente pas une bonne association plante/pollen. Malgré une faible dispersion de ces pollens (Vuorela 1973), il est possible d'envisager un apport correspondant à un champ de céréale à proximité du point de prélèvement (dans un rayon de 300m par exemple). Le type *Secale* est également mal caractérisé dans l'analyse de redondance (Figure 22) où il est positionné entre le groupe des sites forestiers et celui des sites cultivés. La faible capacité de dispersion des céréales a pourtant été démontrée (Vuorela 1973, Hall 1989) mais il semble qu'elle soit essentiellement conditionnée par des facteurs anthropiques comme les techniques culturales utilisées pour la moisson (Brun 2007). La présence des pollens de céréales dans les assemblages peut donc tout aussi bien indiquer une présence locale qu'un apport correspondant à la présence de cultures dans les environs du point de prélèvement. La présence de *Cerealia*-t tout autant que celle de *Secale* ou de *Centaurea cyanus* sont toutefois bien identifiées comme caractéristiques des prairies cultivées dans de nombreuses études (Gaillard *et al.* 1994, Court-Picon *et al.* 2005, 2006, Brun 2007) et nous les considérerons comme tels dans l'interprétation de nos séquences polliniques fossiles.

2.5. Les marqueurs polliniques d'anthropisation

L'étude du référentiel pollinique actuel nous a permis d'établir une liste des principaux taxons indicateurs des pratiques humaines appliquée à l'Aubrac et au Lévezou. Loin d'être exhaustive, cette liste se heurte à quelques limites, la première étant qu'elle ne reflète pas la multiplicité des milieux en raison d'un jeu d'échantillonnage restreint. Il semble absolument nécessaire d'interpréter ces données à la lumière des résultats obtenus dans d'autres études (Mazier *et al.* 2006, 2009, Brun 2007, Court-Picon *et al.* 2005, 2006, Ejarque 2011…) réalisées en contexte montagnard. Un travail ultérieur d'échantillonnage sur une plus grande diversité de milieux est à privilégier, notamment pour la caractérisation des zones rudérales. La seconde limite à cet exercice de caractérisation des marqueurs type est inhérente à la variabilité dans le temps des pratiques agro-pastorales, ou des pratiques anthropiques *lato sensu*. Il s'agit en l'occurrence de la disparition de certaines d'entre elles notamment en ce qui concerne les cultures (lin, chanvre et cultures céréalières traditionnelles) ou encore

l'entretien du bocage. Aujourd'hui, nous observons une uniformisation des modes d'exploitation du sol, toutes pratiques confondues et une utilisation considérable des apports fertilisants qui pourrait contribuer à modifier les cortèges floristiques (Jauzein 1995, 2001a, 2001b).

Par ailleurs, le travail réalisé sur la caractérisation des analogues modernes, couplé et discuté avec les résultats obtenus au cours de précédentes études, constitue un outil important pour la compréhension et l'interprétation de nos données polliniques fossiles. La liste des indicateurs d'anthropisation est un outil utile et complémentaire aux données fournies par l'étude du référentiel actuel. Si l'ensemble de ces taxons seront utilisés dans l'interprétation de nos données polliniques fossiles, nous avons choisis de n'en sélectionner que certains (surligné en gris clair et gris foncé) pour la constitution des courbes d'indicateurs culturaux et d'apophytes des diagrammes d'anthropisation présentés dans le chapitre qui suit. Cette sélection repose sur l'ensemble des paramètres évoqués au cours de la discussion ainsi que sur la comparaison établie à la lumière des autres recherches sur le sujet. Il s'agit en l'occurrence des taxons considérés comme les plus représentatifs des activités anthropiques.

Taxons	Cortège de cultures	Cortèges rudéro-nitrophiles	Cortèges pastoraux		
			Gradient d'ouverture +	Gradient d'ouverture -	Gradient d'humidité +
Apiaceae					
Artemisia					
Asteroideae					
Brassicaceae					
Calluna vulgaris					
Campanulaceae					
Caryophyllaceae					
Centaurea cyanus					
Chenopodiaceae					
Cerealia type					
Cichorioideae					
Dipsacaceae					
Filipendula					
Galium type					
Gentiana					
Helianthemum					
Lamiaceae					
Plantago					
Plantago lanceolata					
Plantago major/media					
Poaceae					
Polygonum					
Polygonum bistorta					
Potentilla type					
Ranunculaceae					
Rubiaceae					
Rumexacetosa/acetosella					
Sanguisorba minor					
Scabiosa					
Scrofulariaceae					
Secale					
Thalictrum					
Urticaceae					
Verbascum					

Tableau 8 : Sélection des taxons indicateurs d'anthropisation à partir de l'étude sur la pluie pollinique/végétation/variables environnementales. Les taxons en gris clair correspondent aux taxons considérés comme des indicateurs culturaux et les taxons gris foncés à ceux correspondant aux apophytes dans les diagrammes d'anthropisation présentés chapitre 4)

Chapitre 3. Les résultats des études polliniques :

1. Des forêts aux pâturages d'estive : le massif de l'Aubrac

Les sites forestiers

La bordure occidentale du massif se caractérise essentiellement par des milieux agro-pastoraux composés de quelques estives (« montagnes »), de prairies de fauche (pouvant être pâturées à certaines périodes), de prairies permanentes exclusivement pâturées (« devèzes ») ainsi que par un massif forestier que l'on ne trouve que dans ce secteur de l'Aubrac. Ce massif forestier se subdivise en forêts privées pour une petite part (400 ha) et pour le reste, publiques, réparties en forêts communales et domaniales. Certaines d'entre elles comme la forêt domaniale d'Aubrac et de Roquette Bonneval sont grevées de droits d'usages (droit de pâture et droit d'usage du bois) qui concernent encore aujourd'hui près d'un millier d'usagers et dont les origines remontent au Moyen Age, époque où l'hôpital exerçait ses droits de propriété. C'est dans ce contexte forestier que l'on retrouve deux de nos sites d'étude: la tourbière de la Vergne Noire dans la forêt communale de Laguiole et la tourbière des Trois Airelles dans la forêt domaniale d'Aubrac.

1.1. La Tourbière de la Vergne Noire :

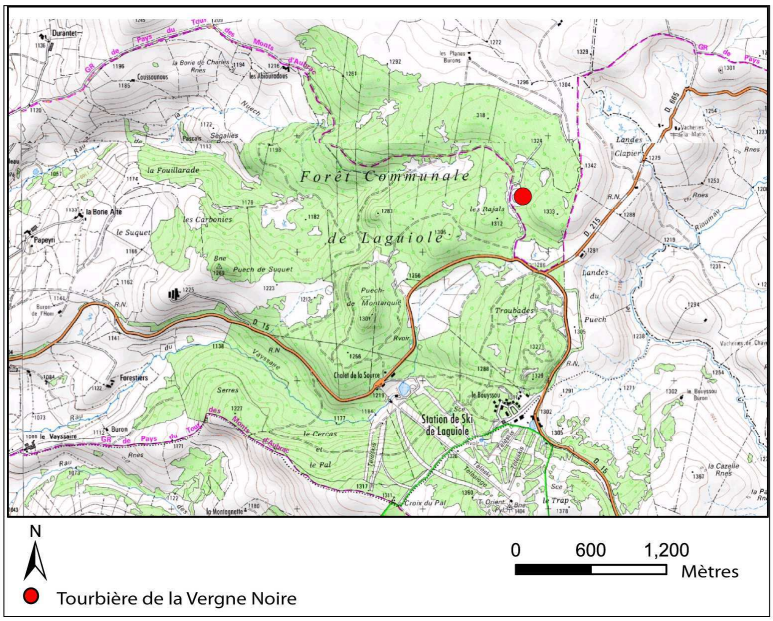
La bordure occidentale du massif se caractérise essentiellement par des milieux agro-pastoraux composés de quelques estives (« montagnes »), de prairies de fauche (pouvant être pâturées à certaines périodes), de prairies permanentes exclusivement pâturées (« devèzes ») ainsi que par un massif forestier que l'on ne trouve que dans ce secteur de l'Aubrac. Ce massif forestier se subdivise en forêts privées pour une petite part (400 ha) et pour le reste, publiques, réparties en forêts communales, domaniales et sectionales.

Certaines d'entre elles comme la forêt domaniale d'Aubrac et de Roquette Bonneval sont grevées de droits d'usages (droit de pâture et droit d'usage du bois) qui concernent encore aujourd'hui près d'un millier d'usagers et dont les origines remontent au Moyen Age, époque où l'hôpital exerçait ses droits de propriété. C'est dans ce contexte forestier que l'on retrouve deux de nos sites d'étude: la tourbière de la Vergne Noire dans la forêt communale de Laguiole et la tourbière des Trois Airelles dans la forêt domaniale d'Aubrac.

1.1.1 Présentation du site

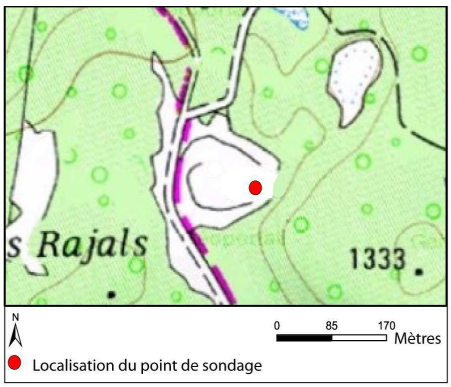
La tourbière de la Vergne Noire à 1301m d'altitude est située au nord-est de Laguiole et s'étend sur 4 hectares (Figure 23). Ce site, d'origine lacustre est aujourd'hui comblé par une tourbière haute active abritant quelques espèces rares, pour certaines protégées, comme *Carex limosa*, *Scheuchzeria palustris*, *Andromeda polifolia*, *Drosera rotundifolia*…. Depuis 2000, le site est classé en Réserve Biologique, en pleine forêt communale de Laguiole. Les boisements qui ceinturent la tourbière se composent de futaie et de taillis fureté de hêtres ainsi que de sapins pectinés et d'épicéas communs pour les quelques espaces qui ont fait l'objet de reboisements. Ces derniers restent néanmoins assez peu nombreux et ne constituent qu'une petite portion de la forêt de Laguiole.

Outre son caractère forestier, ce site présente également la particularité, comme le site des Trois Airelles, d'être positionné sur le rebord du plateau et d'être ainsi proche des vallées de la Viadène et des boraldes. Cette dernière caractéristique lui confère un intérêt certain qui nous permettra d'aborder la problématique particulière de la caractérisation des relations plaines/montagnes et d'essayer d'en saisir les interactions et influences réciproques.



Localisation du site de la Vergne Noire

Tourbière de la Vergne Noire



Localisation du point de sondage sur la tourbière

Andromeda polifolia. Tourbière de la Vergne Noire

Aménagements destinés à l'observation de la flore et de la faune

Figure 23 : Présentation de la tourbière de la Vergne Noire

Cette tourbière est aujourd'hui relativement isolée des zones d'habitation et reste relativement peu fréquentée, tant par les hommes que par les troupeaux. Elle pose en outre la question de l'histoire forestière du massif et notamment des premiers déboisements.

1.1.2 Lithologie, datations et modèle âge-profondeur

Le carottage a été effectué au mois d'octobre 2007 à l'aide d'un carottier manuel (type GYK) de 8 cm de diamètre. Il a permis l'extraction d'un enregistrement sédimentaire relativement homogène de 5,2 m de profondeur composé de tourbe et de limons organiques.

La lithologie de la séquence de la Vergne Noire se décompose de la manière suivante :

420 cm - 520 cm : limon organique brun-noir très décomposé

325 cm - 420 cm : limon organique plus clair et plus fibreux

290 cm - 325 cm : tourbe blonde très fibreuse, peu décomposée et compacte

55 cm - 290 cm : tourbe brune fibreuse

25 cm -55 cm : tourbe de moins en moins décomposée, compacte et traversée par de nombreuses radicelles

55 cm - sommet : bryophytes

Quatre datations radiocarbones AMS ont été effectuées sur sédiment total soit tourbe et limon organique. Les âges obtenus sur ces échantillons ont été calibrés à 2 sigma avec le logiciel CLAM (Blaauw 2010). La calibration du logiciel propose un intervalle de confiance sur le modèle : cal.min [best] cal.max. L'interpolation linéaire du modèle âge/profondeur construit d'après les datations ^{14}C montre un rythme de sédimentation relativement régulier de l'ordre de 19ans/cm (Figure 24).

Réf. Labo	Prof. (cm)	Matériel	Datation radiocarbone (BP)	Calibration BP (2 σ)
Poz-32116	59,5-60,5	Tourbe	550±30	512 [572] 643
Poz-32119	269,5-270,5	Tourbe	3900±35	4226 [4336] 4439
Poz-32115	359,5-360,5	Limon organique	5170±40	5759 [5927] 6006
Poz-32109	519,5-520,5	Limon organique	9030±60	9823 [10070]10182

Tableau 9 : Datations radiocarbones AMS réalisées sur la séquence sédimentaire de la Vergne Noire

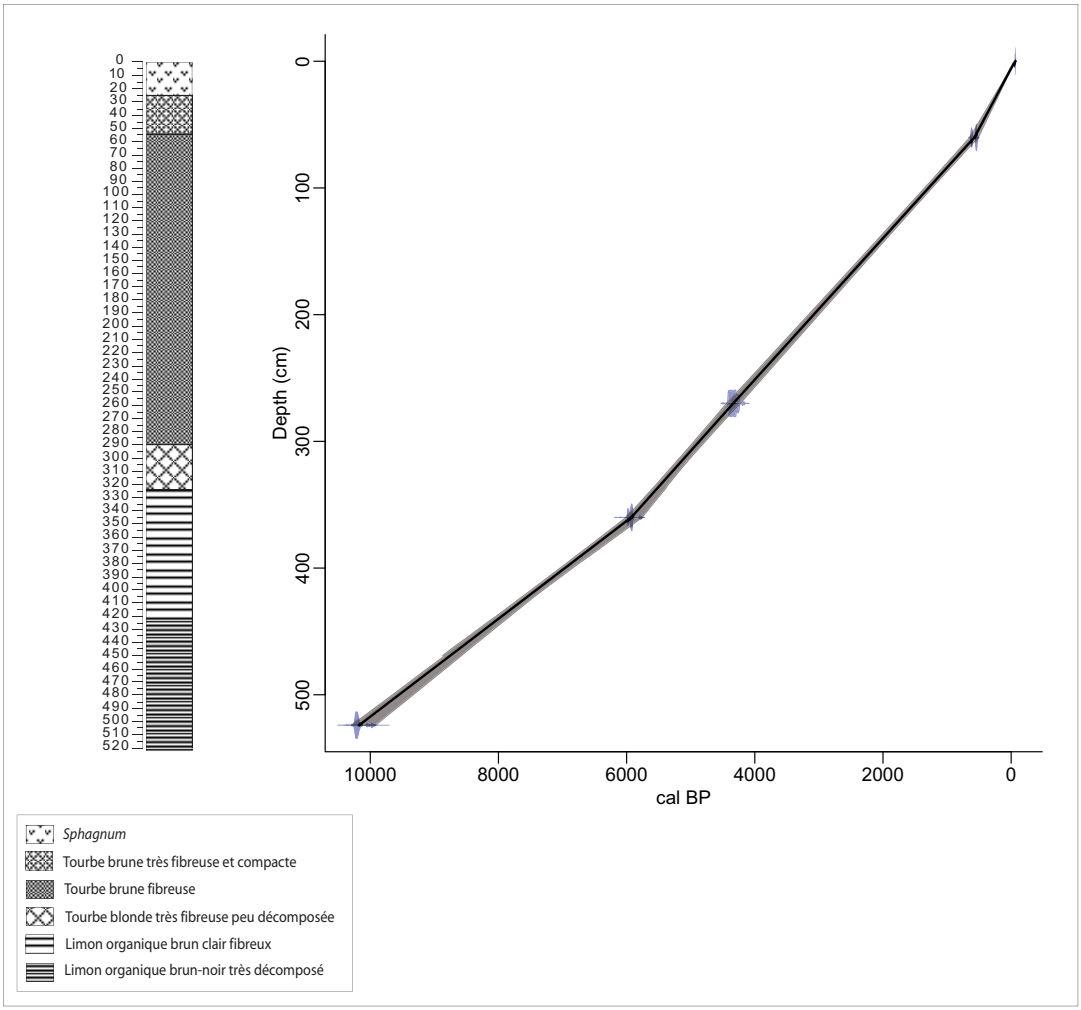


Figure 24 : Modèle Age/Profondeur de la Vergne Noire

1.1.3 Résultats des analyses polliniques et commentaire du diagramme

Les résultats des analyses polliniques sont ici présentés dans un diagramme complet (Figure 25, Figure 26, Figure 27), ainsi que dans un diagramme synthétique en chronologie établi à partir des âges proposés par l'interpolation linéaire du modèle (Figure 29). Les diagrammes polliniques sont divisés en six grandes zones d'assemblages polliniques locales (ZAP) elles-mêmes subdivisées en sous-zones. Nous avons parfois choisis de nous détacher de la méthode de zonation automatique par regroupement hiérarchique « cluster analysis » afin de dégager certains évènements en rapport avec la problématique qui nous intéresse sur les dynamiques d'anthropisation. Le module CONISS de l'extension TGView du logiciel Tilia (Grimm, 1987 et 1991-1993) est néanmoins présenté sur le diagramme complet. Le diagramme en concentrations absolues (Figure 28) représente les principaux taxons dont les variations sont les plus significatives.

ZAP	Prof. (cm)	Taxons	Description
VN1a	495	*Corylus* *Quercus* *Betula* *Isoetes*	Rapport AP/NAP autour de 85-90%. Forte présence de *Corylus* ainsi que de *Quercus* et plus modestement de *Betula*, *Pinus*, *Ulmus* et *Pinus*. Faibles représentation des herbacées, dominées par les Poaceae qui n'excèdent pas 5%. Taux significatifs d'*Isoetes*, *Botryoccocus* et *Pediastrum.*
VN1b	415	*Corylus* *Quercus* *Fagus* *Betula* *Isoetes*	Régression de *Corylus* de près de 20%. Stabilité des autres taxons arboréens. Apparition, et diffusion de *Tilia* puis de *Fraxinus.* Premières occurrences ponctuelles discrètes d'*Abies* et apparition brève mais importante de *Fagus*. Diminution des Poaceae. Occurrences très ponctuelles et peu significatives des autres herbacées. Léger recul d'*Isoetes* et de *Pediastrum.* Maintien des valeurs de *Botryoccocus.*
VN1c	360	Corylus Quercus Tilia Ulmus Fraxinus Isoetes Botryoccocus	Maintien du rapport AP/NAP autour de 90% mais variations importantes des taxons forestiers : recul de *Corylus*, légère hausse de *Quercus* et optimum de *Tilia*, *Ulmus* et *Fraxinus* à environ 5% maximum. Diffusion modérée d'*Alnus*, d'*Abies* et de *Fagus* et expansion rapide de ce dernier en fin de zone. Légère hausse des Poaceae. Présence discrète mais simultanée de certains IPA : *Rumex acetosa/acetosella*, *Plantago major/media*, *Galium*, *Artemisia*. Régression importante des taux d'*Isoetes* et augmentation parallèle de ceux des Cyperaceae, d'*Equisetum* et surtout de *Botryoccocus*. Maintien des faibles valeurs de *Pediastrum.*
VN2	295	*Fagus* *Corylus* *Quercus* *Botryoccocus* *Pediastrum*	Expansion rapide et importante de *Fagus* qui atteint environ 65% en fin de zone. Régression parallèle de *Corylus*, *Quercus*, *Betula*, *Tilia* et *Fraxinus* et maintien des valeurs de *Pinus*, *Ulmus*. Expansion d'*Alnus* et plus modestement d'*Abies.* Stabilité du rapport AP/NAP autour de 95-97%. Occurrences ponctuelles mais régulières de quelques IPA comme *Rumex*, *Plantago* et *Plantago lanceolata*. Augmentation de *Pteridium*, des Cyperaceae et disparition d'*Isoetes*, *Equisetum*, *Pediastrum* et *Botryoccocus* en fin de zone.
VN3	155	*Fagus* *Quercus* *Betula* Poaceae Ericaceae	Forte représentation de *Fagus* entre 80-85% puis de *Quercus* autour de 15%. Faibles taux de *Pinus* et légère hausse d'*Abies* entre 2 et 5%. Régression d'*Ulmus*, *Tilia* et *Fraxinus.* Apparition des premières occurrences de *Cerealia*-t. Présence conjointe de *Rumex* Chenopodiaceae, *Pantago lanceolata*, *Plantago major/media*, *Artemisia* et hausse des Ericaceae et de *Calluna*. Augmentation de *Sphagnum* en début et en fin de zone. Baisse des Cyperaceae et de ces derniers taxons en fin de zone.
VN4	90	*Fagus* *Quercus* Poaceae *Calluna*	Baisse de *Fagus*, *Ulmus*, *Tilia* et *Fraxinus*. Augmentation des herbacées et des IPA : *Cerealia*-t, Urticaceae, Chenopodiaceae, *Plantago lanceolata*, Poaceae, Asteroideae, Cichorioideae. Augmentation de *Calluna*. Hausse de *Pteridium* en début de zone, augmentation de *Sphagnum* puis des Cyperaceae en fin de zone.
VN5	30	*Fagus* *Pinus* *Castanea* Poaceae *Calluna* *Sphagnum*	Hausse de *Fagus* en tout début de zone puis important recul de celui-ci. Baisse de *Quercus* et disparition d'A*bies*, *Ulmus*, et *Fraxinus*. Apparition et hausse de *Juglans* et de *Picea*. Augmentation de *Castanea*. Hausse des Poaceae. Apogée de tous les IPA : *Cerealia-t*, *Rumex*, *Rumex acetosa/acetosella*, *Plantago*, *Plantago lanceolata*, *Artemisia*, *Chenopodiaceae*… Apparition de *Secale.* Forte hausse de *Calluna* et plus modérément des Ericaceae. Augmentation parallèle de Pteridium, des Cyperaceae et de Sphagnum. Réapparition ponctuelle de Botryoccocus.
VN6	0	*Fagus* *Pinus* *Picea* Poaceae	Hausse de *Fagus*, *Picea* et *Abies*. Maintien des valeurs de *Pinus* et de *Quercus* et diminution des pourcentages de *Betula*, *Corylus*, *Castanea* et *Juglans*. Augmentation très brève de *Fraxinus* en début de zone accompagné de la réapparition de *Tilia*. Diminution des Poaceae. Disparition de la plupart des IPA et en particulier des céréales mais maintien de quelques occurrences de *Plantago lanceolata*, *Galium*, Apiaceae, Chenopodiaceae, Asteroideae et Cichorioideae. Baisse des Ericaceae et de *Calluna*. Régression de Pteridium, des Cyperaceae et de Sphagnum.

Tableau 10 : Tableau descriptif des assemblages polliniques de la VergneNoire

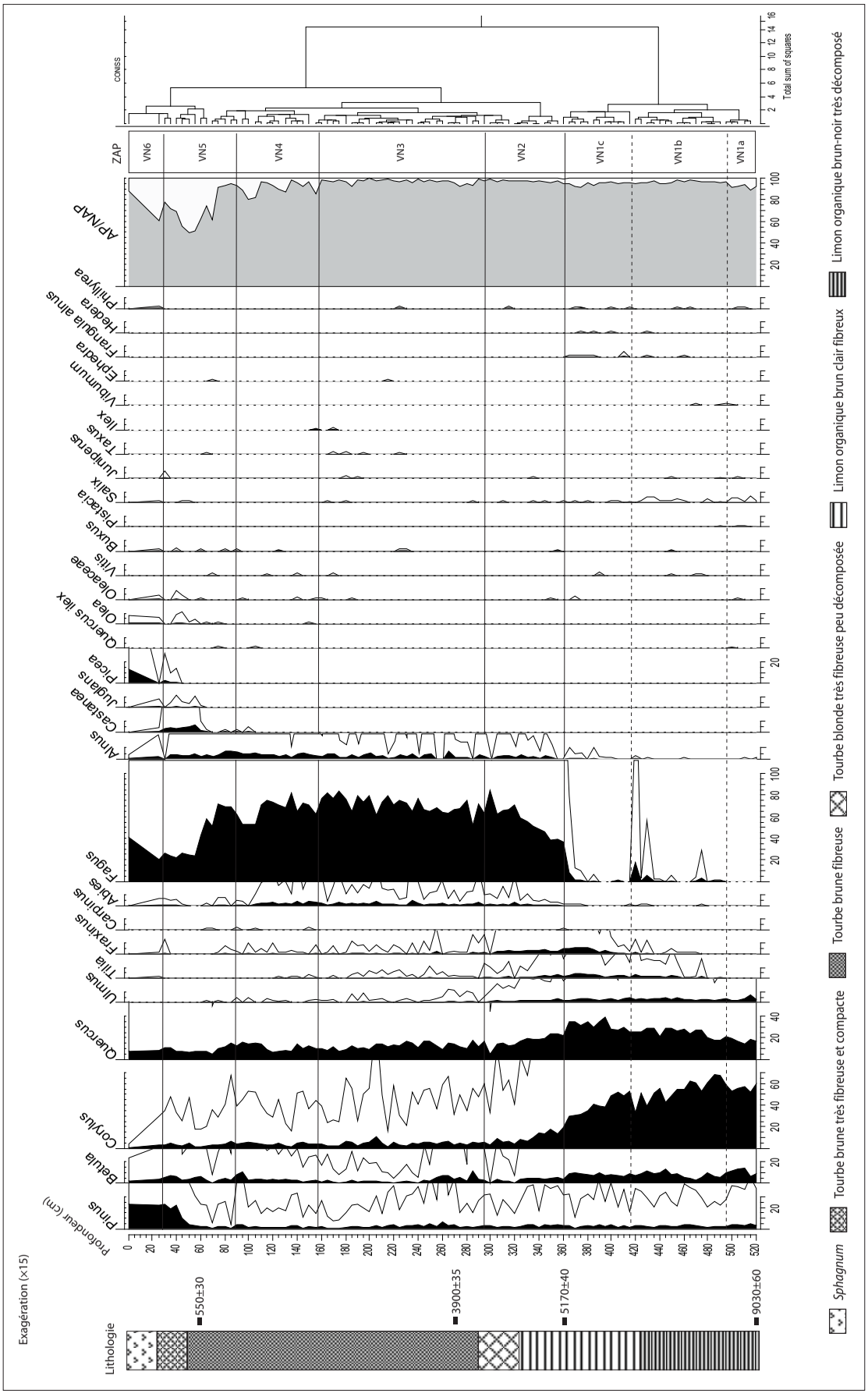


Figure 25 : Diagramme pollinique complet de la Vergne Noire (arbres et arbustes)

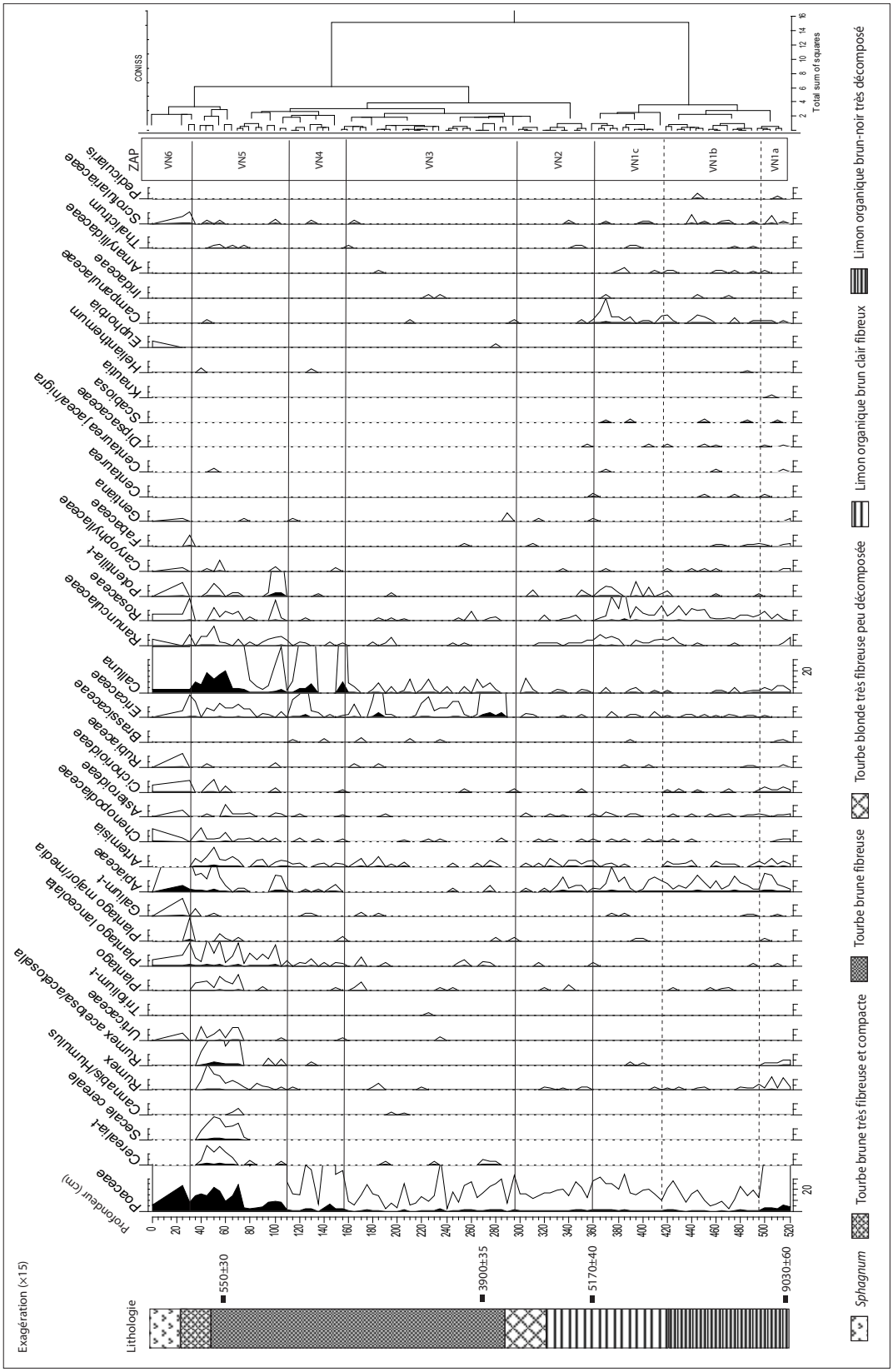


Figure 26 : Diagramme pollinique complet de la Vergne Noire (herbacées)

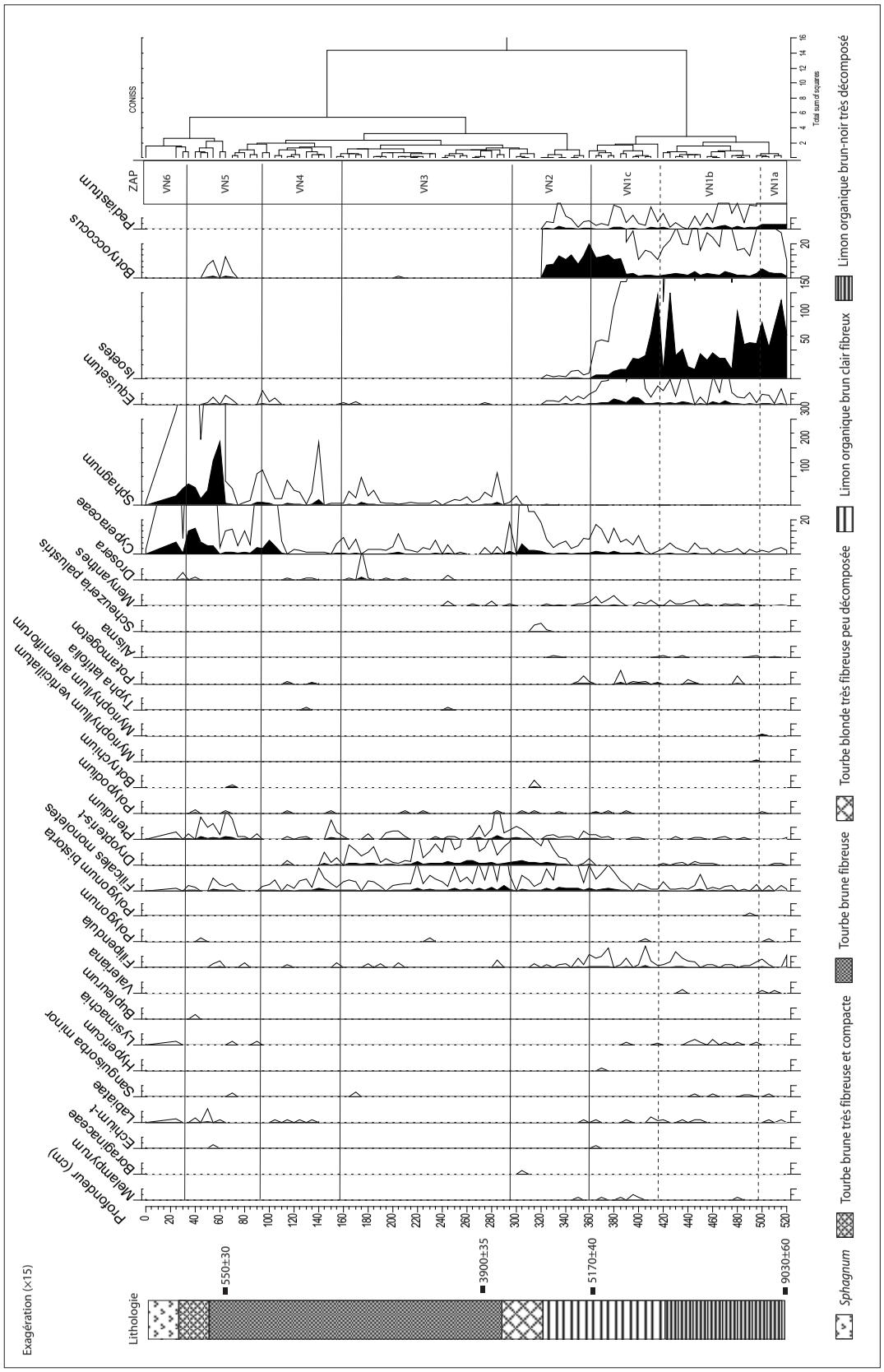


Figure 27 : Diagramme pollinique complet de la Vergne Noire (herbacées, hygrophiles, aquatiques)

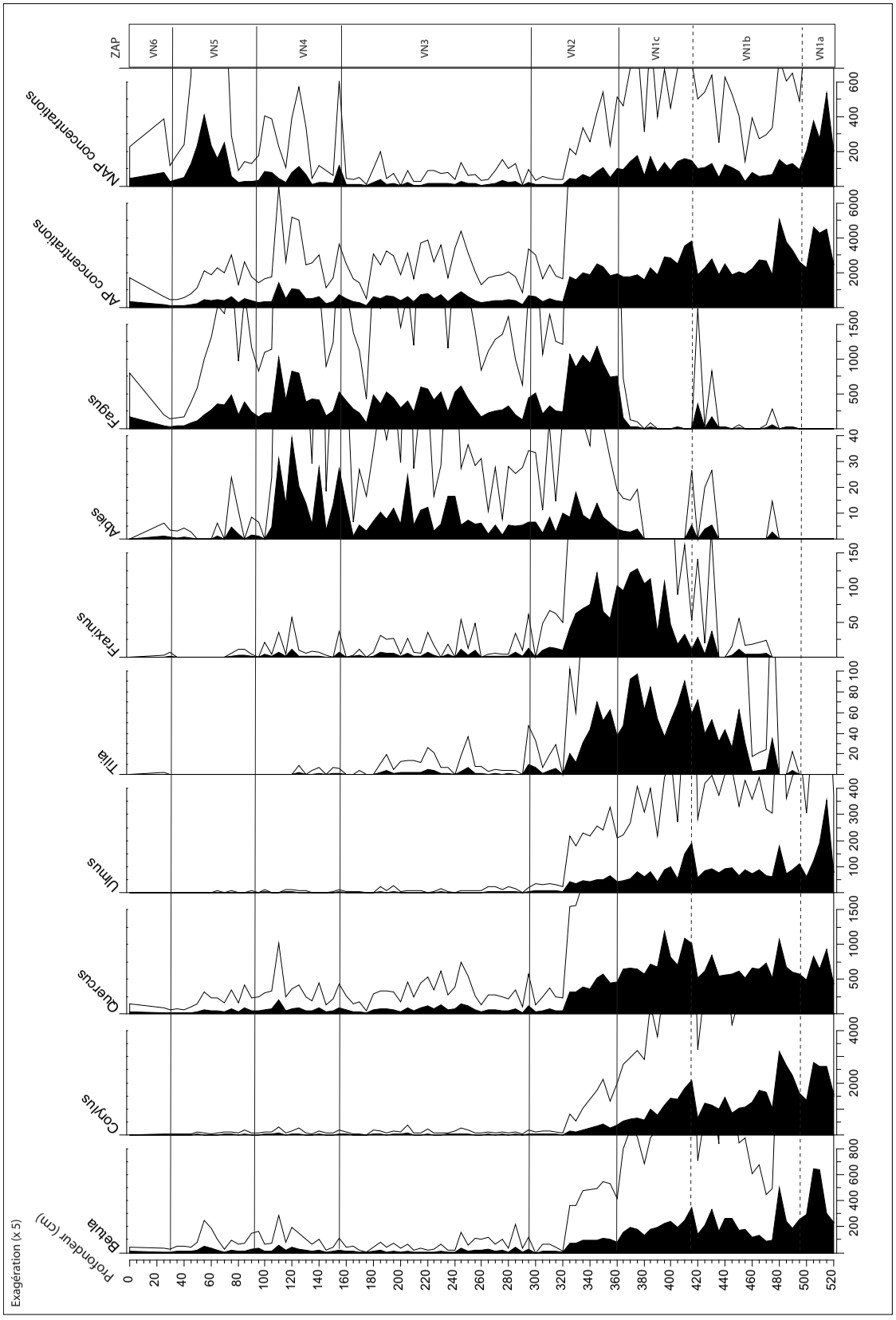


Figure 28 : Diagramme simplifié des concentrations polliniques absolues de la Vergne Noire

Vers 9030±60 BP (9823 [10070]10182 cal. BP), le site de la Vergne Noire se situe dans un contexte forestier où *Corylus* et *Quercus s*ont les deux espèces les mieux représentées. *Pinus, Betula* et *Ulmus* sont également présents dès le début de l'enregistrement (VN1a). La part des herbacées est, quant à elle, très faible et essentiellement représentée par les Poaceae.

A partir de la zone VN1b les cortèges forestiers se diversifient avec les premières occurrences de *Tilia* puis de *Fraxinus* qui apparaissent respectivement autour de 9700 cal. BP et 8600 cal. BP. Durant cette phase, les premières occurrences de *Fagus* et d'*Abies* se manifestent également et deviennent beaucoup plus significatives en fin de zone jusqu'à atteindre près de 10% pour *Fagus* vers 7700-7400 cal. BP). Cet épisode est d'ailleurs corroboré par les concentrations absolues (Figure 28) qui confirment le développement brutal et ponctuel de ces taxons.

Lors de la phase VN1c, les valeurs de *Corylus* régressent alors que celles de *Quercus, Ulmus, Tilia* et *Fraxinus* augmentent parallèlement. Bien que ces trois derniers taxons soient au maximum de leur expansion, leurs pourcentages ne dépassent guère 10%. Parallèlement *Alnus* se développe et marque désormais une courbe continue. La diffusion rapide de *Fagus* est également amorcée en fin de zone vers 5170±40 cal. BP (5759 [5927] 6006) où ce taxon passe sur à peine deux niveaux de 10 à 40%. L'essor d'*Abies* est contemporain de celui de *Fagus* et se réalise dans des proportions bien plus modestes. On note également environ entre 7000 et 6500 cal. BP une hausse des Poaceae associée à des occurrences de *Rumex acetosa/acetosella*, Chenopodiaceae, *Plantago major/media, Galium, Artemisia* qui indiquent une fréquentation du site par l'homme. Les indices sont toutefois très discrets, signe d'une pression encore très faible sur le milieu.

A partir de 5170±40 cal. BP (5759 [5927] 6006), *Fagus* poursuit sa diffusion jusqu'à atteindre près de 65% en fin de zone (VN2). Au cours de cette phase l'ensemble des autres taxons forestiers régresse à l'exception d'*Abies* et d'*Alnus* qui suivent le même schéma que *Fagus*. Jusqu'à 5200 cal. BP environ, des indices polliniques d'anthropisation se manifestent de nouveau tels que *Rumex*, Chenopodiaceae, *Plantago, Plantago lanceolata* ou encore *Artemisia* dont les pourcentages augmentent sensiblement. Ces indices caractérisent une période de hausse de la fréquentation aux abords du site. Fréquentation qui semble encore sporadique et saisonnière, voire occasionnelle.

En fin de zone (VN2), nous observons une diminution des IPA et une hausse de certains taxons forestiers comme *Fagus, Tilia, Corylus* ou encore *Betula* qui témoignent du recul des activités humaines et d'une reconquête forestière modérée. Cette phase correspond également au stade d'évolution du site vers une tourbière comme en témoignent la disparition des algues d'eau courante comme *Botryoccocus* ou *Pediastrum* ou encore celle des *Isoetes*. Cette transition est également marquée dans le changement de sédimentation et la transition entre limons organiques et niveaux de tourbe. Les concentrations absolues (Figure 28) indiquent également une forte diminution qui

concerne tous les taxons. Le passage des sédiments limoneux organiques à la tourbe semble avoir une incidence considérable sur le taux de concentration des pollens.

Au début de VN3, on note une nouvelle phase d'emprise anthropique, plus manifeste que celles relevées au cours des périodes antérieures et qui correspond à l'apparition des premières occurrences de *Cerealia*-t à 3900±35 BP (4226 [4336] 4439 cal. BP). La présence des Chenopodiaceae, de *Plantago, Plantago lanceolata, Plantago major/media, Artemisia* ainsi que la hausse des Ericaceae et de *Calluna,* traduisent l'installation des premières communautés agro-pastorales. Le recul de *Fagus, Abies, Ulmus, Tilia* et *Fraxinus* témoigne également d'une attaque des forêts ; dynamique que l'on retrouve nettement marquée sur les taux de concentrations absolues. Ces dynamiques d'emprise restent toutefois très ponctuelles et tout au long de la zone VN3, jusqu'à VN4, les modifications du milieu restent très discrètes et aucune modification majeure n'est à relever.

Toutefois on note deux courtes phases d'emprise, vers 3600 cal. BP et plus nettement de 2900 à 2500 cal. BP, au cours desquelles les indices d'anthropisation augmentent légèrement comme *Cerealia*-t, *Rumex,* Urticaceae, *Trifolium,* Chenopodiaceae, *Plantago, Plantago lanceolata, Galium*…Ces occurrences sont associées à une légère hausse des Poaceae qui semble correspondre à des ouvertures forestières très modérées. En effet, *Fagus* ou *Abies* ne montrent que de brefs épisodes de recul, encore très peu marqués. Le frêne, l'orme et le tilleul sont également ponctuellement affectés, notamment vers 2700 cal. BP (fin de VN3) où ils disparaissent des assemblages. Cette tendance est d'ailleurs corroborée par les concentrations absolues qui soulignent également ce recul.

A partir de la zone VN4, on observe une hausse de la pression anthropique qui se manifeste vers 2200 cal. BP par la baisse de *Fagus, Ulmus, Tilia* et *Fraxinus* associée à une augmentation des herbacées et des IPA : Urticaceae, Chenopodiaceae, *Plantago lanceolata,* Poaceae, Asteroideae, Cichorioideae. Les concentrations absolues confirment cette tendance et mettent également en évidence un recul de *Quercus* et d'*Abies* que l'on perçoit moins bien sur les fréquences relatives.

La fin de cette zone marque une rupture dans les dynamiques observées précédemment et se caractérise par une diminution notable de *Fagus* et d'*Abies* (vers 1400 cal. BP) que l'on peut également suivre sur les concentrations absolues. L'augmentation des Poaceae et des IPA ainsi que la présence des céréales traduisent une extension des prairies et pelouses et des espaces cultivés. Si la présence de cultures marginales est envisageable à proximité de la tourbière, l'ouverture de la forêt a également pu favoriser les apports polliniques plus lointains (notamment en provenance des versants ou des vallées).

Les données palynologiques concernant le début de la zone VN5 indiquent une baisse des Poaceae et une hausse de *Fagus, Abies* ou encore *Fraxinus* qui témoignent d'une reconquête forestière temporaire. Quelques indices d'anthropisation (*Cerealia*-t, *Rumex, Plantago lanceolata*) sont encore présents et attestent d'un maintien, sans doute restreint, des activités agro-pastorales.

A ce bref épisode qui survient autour de 1000 cal. BP, succède une phase d'emprise sans précédent. En effet, vers 550±30 BP (512 [572] 643 cal. BP) la forte réduction des boisements (*Fagus, Abies, Fraxinus, Ulmus, Quercus*) ainsi que la hausse des Poaceae, de *Castanea* et des indicateurs anthropiques (*Cerealia*-t, *Rumex, Rumex acetosa/acetosella*, Urticaceae, Chenopodiaceae, *Plantago, Plantago lanceolata, Plantago major/media, Calluna*) ainsi que l'apparition de *Secale* et de *Juglans* suggèrent une forte emprise sur le milieu et un essor des pratiques agro-pastorales.

Les données palynologiques concernant la zone VN6 montrent un certain recul de la pression anthropique. Cette dernière se caractérise par une disparition des céréales (*Cerealia*-t et *Secale*), par une baisse de la plupart des herbacées dont certains IPA (*Rumex, Rumex acetosa/acetosella, Plantago lanceolata, Plantago major/media*), par la diminution des valeurs de *Castanea* et *Juglans* ainsi que par une augmentation de la plupart des taxons arboréens comme *Fagus, Abies, Tilia, Fraxinus* ou encore *Pinus* et *Picea.* Ces dynamiques sont aussi bien traduites dans le diagramme en fréquences relatives que sur les concentrations absolues.

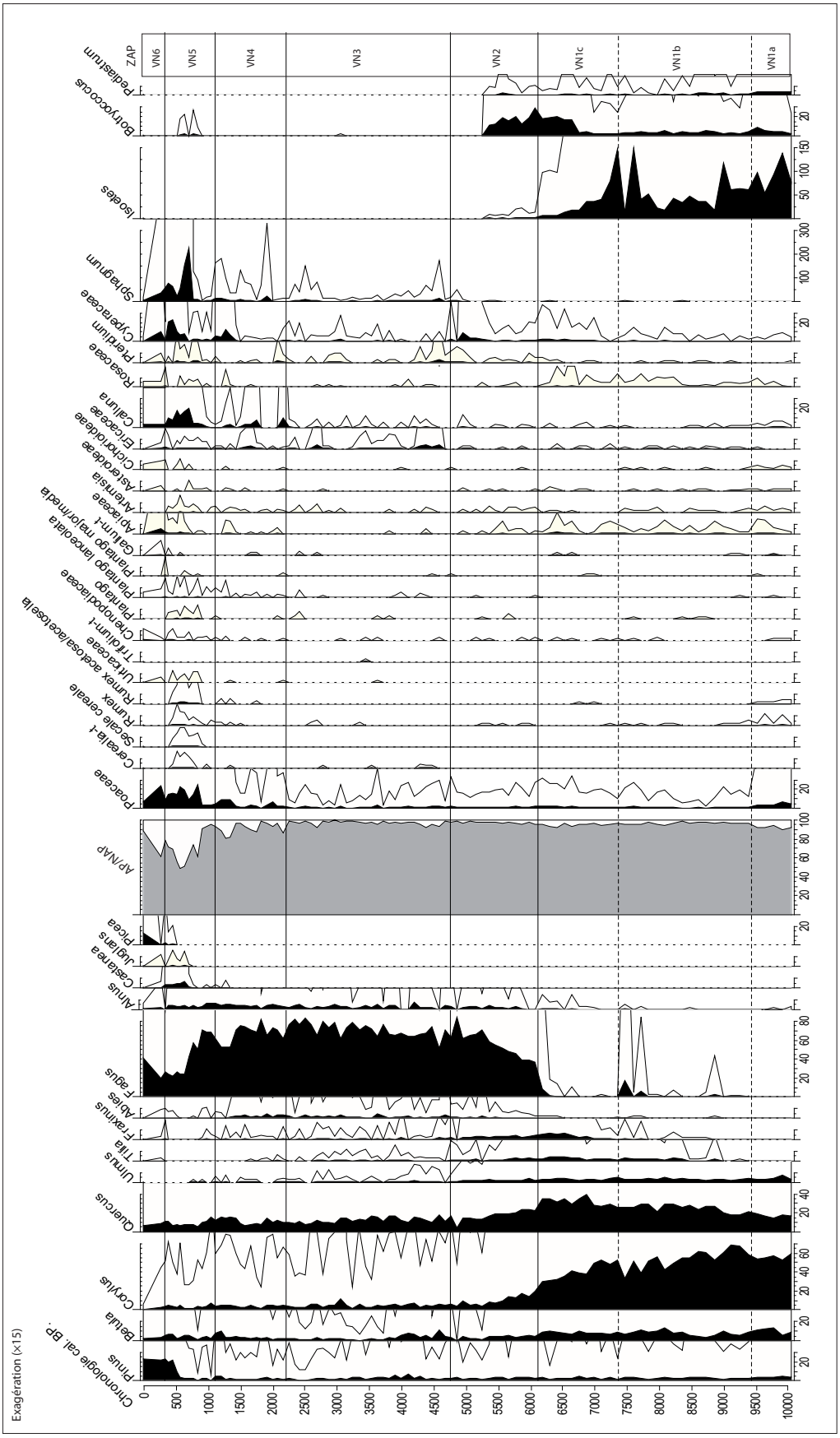


Figure 29 : Diagramme pollinique synthétique de laVergne Noire

1.1.4 Discussion

Les premiers stades d'évolution forestière (VN1a, 1b, 1c, VN2)

Sur les premiers niveaux de cette séquence, *Corylus* et *Quercus* sont les deux taxons forestiers les mieux représentés, les pourcentages du premier étant par ailleurs supérieurs au second. Ils représentent à eux deux près de 80% des taux de pollens arboréens. *Ulmus* est également présent dès le début de l'enregistrement à 10070 cal. BP mais ses valeurs ne dépassent guère 5%. L'apparition de *Tilia* et de *Fraxinus* dans les assemblages est bien plus tardive. Les premières occurrences de tilleul se manifestent dès 9350 cal. BP mais il faut attendre près d'un millénaire avant que sa diffusion ne s'opère soit vers 8400 cal. BP. Ces nouvelles données présentent un décalage avec les dates obtenues sur l'Aubrac Lozérien (sites de Brameloup, la Chaumette et Bonnecombe 1), (de Beaulieu *et al.* 1985), qui fixent les premières occurrences de *Tilia* vers 8870 cal. BP (7980 ± 200 BP sur la séquence de La Chaumette) et sa diffusion en courbe continue autour de 7700 cal. BP (6990 ± 160 BP à Brameloup, 6880 ± 200 à la Chaumette et 6900 ± 310 à Bonnecombe 1). Nos dates se rapprochent en revanche de celles obtenues dans le nord du Cantal (La Taphanel : 7520 ± 150 BP, de Beaulieu *et al.* 1982) mais sont plus précoces par rapport aux données obtenues dans le Velay (Marais de Limagne1 : 7229 ± 90 BP, de Beaulieu *et al.* 1984) ainsi que dans le Limousin (Miras 2004). Nos résultats viennent soutenir l'hypothèse d'un décalage dans l'histoire de la diffusion de *Tilia* dans le Massif Central mais contrairement à ce qui était jusqu'alors évoqué (de Beaulieu *et al.* 1988), elle semble plus précoce au sud qu'au nord.

Le retrait progressif de *Corylus* dans les assemblages de la Vergne Noire est contemporain de la diffusion de *Tilia* mais aussi d'une légère hausse de *Quercus*, scénario commun dans le Massif Central où les conditions bioclimatiques locales imputent au retrait de *Corylus* l'extension de *Quercus* et/ou l'émergence de *Tilia* (de Beaulieu *et al.* 1988). Le développement des essences thermophiles s'explique par la transformation considérable du climat qui se manifeste par une hausse des températures et des précipitations plus abondantes caractéristiques du début de l'optimum Holocène (Magny 1995, Renssen 2009).

Par la suite la forêt s'enrichie d'un nouveau taxon, *Fraxinus*, dont l'apparition, postérieure à celle de *Tilia* intervient, pour les premières occurrences vers 8600 cal. BP et en courbe continue vers 7500 cal. BP. A la faveur d'un nouveau recul de *Corylus*, *Tilia* et *Fraxinus* atteignent leur apogée mais leur extension demeure néanmoins très faible et ne dépasse pas 10%. La hausse de ces taxons est désormais corrélée à un développement momentané de *Quercus* alors qu'*Ulmus* présente des valeurs stables sans variations notables. Si *Fraxinus* et *Tilia* sont représentés dans de faibles proportions, il ne faut néanmoins pas sous-estimer leur importance dans la composition forestière. Ces essences présentent une faible capacité de dispersion pollinique comme l'on montré certaines études (Heim

1970, Huntley et Birks 1983) et sont de plus sous-représentés en forêt (Andersen 1970, Heim 1970, Huntley et Birks 1983). Leur présence dans les diagrammes suppose donc une proximité des boisements de tilleuls (Rameau *et al.* 1993) ainsi qu'une certaines abondance de ces derniers. Ces observations rejoignent celles qui ont été effectuées suite aux travaux de synthèse dans le Massif Central qui suggèrent une bonne répartition de ces deux taxons dans les boisements malgré les faibles proportions polliniques relevées dans les diagrammes (de Beaulieu *et al.* 1988).

La hausse des Poaceae, parfois corrélée à une augmentation de *Betula* que l'on note sur l'ensemble de VN1a, sur la deuxième moitié de VN1b et à la fin de VN1c semble être la traduction d'apports locaux directement liés à la végétation du site et/ou de ses berges. Le développement de *Filipendula, Equisetum, Potamogeton, Menyanthes, Isoetes* et des algues d'eau libres comme *Botryoccocus* vers 6700 cal. BP (VN1c), entre 7900 et 6100 cal. BP, correspondent également à un phénomène local lié à l'état du site encore lacustre ou marécageux. Au même moment s'amorce la diffusion d'*Alnus* qui reste encore en VN1c très modérée. Parallèlement on relève les premières occurrences de *Fagus* dont les pourcentages augmentent brièvement entre 9300 et 8800 cal. BP. Il ne s'agit là encore que d'occurrences isolées mais progressivement ces occurrences se répètent et prennent des proportions bien plus importantes (jusqu'à 15-20%). Elles sont systématiquement accompagnées par des occurrences d'*Abies* qui survient à la même date mais ses proportions restent bien inférieures à celles de *Fagus*. Ces dernières sont également concomitantes du recul progressif de *Corylus* dans les assemblages. On observe cet évènement entre 8200 et 7400 cal. BP environ (fin de VN1b). Ces épisodes très précoces coïncident en outre avec une perturbation climatique importante. Des études menées sur des enregistrements paléoécologiques nord-Atlantiques (Magny 2004) ainsi que des reconstitutions climatiques établies à partir d'assemblages chironomides fossiles en Finlande (Korhola *et al.* 2002) et en Angleterre (Lang *et al*. 2010) ont mis en évidence un épisode froid vers 9300 – 9200 cal. BP. Les recherches conduites sur les carottes de glace du Groenland proposent des conclusions similaires avec une date établie à 9300 cal. BP (Lowe *et al.* 2008). Un autre évènement de refroidissement des températures intervient à environ 8200 cal. BP et a été décrit par de nombreux auteurs (Haas *et al.* 1998, Magny *et al.* 2001, Mayewski *et al.* 2004). Ces deux épisodes froids correspondent à l'apparition et à la hausse des valeurs de *Fagus*. Des occurrences ponctuelles (d'ampleur bien plus modestes) sont également enregistrées à Born vers 10800 – 10300 cal. BP (selon l'estimation chronologique proposée à partir des dates obtenues sur les études antérieures) et aux Trois Airelles vers 8200 cal. BP. La réponse de la végétation au refroidissement rapide du climat et au réchauffement qui s'ensuit est un phénomène largement débattu (Davis 1984, Prentice *et al.* 1991, Kullman 1998, Peteet 2000, Tinner et Lotter 2001). Tinner et Lotter (2001) ont en outre démontré le lien ténu entre le développement de *Fagus* et d'*Abies* mais aussi le recul de *Corylus* avec l'évolution

des conditions climatiques de l'évènement « 8.2 » et les compétitions interspécifiques qui lui sont lié. L'ensemble de ces paramètres sera abordé plus en détail au cours de la synthèse dans le chapitre 4.

Suite à ces évènements le hêtre poursuit un schéma de diffusion plus homogène et amorce une courbe continue à la fin de VN1c vers 6400 cal. BP. La hausse des taux de Poaceae s'accompagne également de quelques occurrences d'IPA comme *Rumex acetosa/acetosella*, Chenopodiaceae, *Galium, Plantago major/media* alimentant l'hypothèse d'interventions humaines dès cette période.

Entre la fin de la zone VN1c et VN2, *Fagus* connaît une expansion importante qui se réalise en deux temps. Ses valeurs passent de 5% environ à 40% entre 6300 et 6000 cal. BP puis un second pallier intervient entre 6000 et environ 5300 cal. BP au cours duquel il atteint son optimum à près de 70%. Des conditions climatiques plus océaniques avec des précipitations plus élevées ainsi que des espaces suffisamment ouverts ont largement contribué à la dispersion et à l'installation rapide de ce taxon. En effet, les ouvertures répétées, que l'on observe au cours du Néolithique ancien puis au Néolithique moyen et qui correspondent certainement à des manifestations anthropiques (Figure 25, cf. VN1c et VN2) ont pu, dans une certaine mesure, jouer un rôle dans le développement de cette essence. Les conditions d'expansion de *Fagus*, qu'il s'agisse de la chronologie de son développement et surtout de la rapidité avec laquelle il colonise les boisements autour du site ne semblent pas être un fait particulier à cette étude et des observations similaires ont déjà été relevées dans l'Aubrac au cours des études antérieures. Les autres dates obtenues par les études plus anciennes (de Beaulieu *et al.* 1985) et reprises dans la synthèse sur le Massif Central (de Beaulieu *et al.* 1988) datent le début de l'expansion du hêtre sur la partie lozérienne du massif à 4670 ± 190 BP (5355 cal. BP) sur le site de la Chaumette, 5770 ± 480 BP (6595 cal. BP) sur le site de Brameloup ou encore 5150 ± 210 (5915 cal. BP) sur le site de Bonnecombe 1 ; la rapidité d'expansion de ce taxon y est également observée. Les données de la Vergne Noire rejoignent les données obtenues jusque là dans l'Aubrac ainsi que celles relevées dans l'est du Massif Central soit environ entre 5800 et 5100 cal. BP pour les Monts du Forez, Vivarais et Pilat (Argant et Cubizolle 2005), ou encore en Auvergne ou dans les Cévennes (de Beaulieu *et al.* 1988, Pulido 2006).

Le sapin intervient simultanément dans les boisements et suit une trajectoire d'expansion similaire à celle du hêtre. Pour autant ses valeurs ne dépassent guère 5% même à son apogée et rejoint une tendance bien plus générale qui concerne l'ensemble du Massif Central et surtout l'Aubrac, la Margeride où sa diffusion reste très médiocre et le Limousin où elle est quasi inexistante (de Beaulieu *et al.* 1988, Miras 2004).

Parallèlement *Alnus* se développe dans les secteurs les plus humides en bordure de tourbière ou sur ses marges. L'augmentation de ses fréquences reste très modeste et ne dépasse pas 5%, elle ici est synchrone de l'essor de *Fagus* et de celui d'*Abies*. Ce phénomène est plutôt variable d'un secteur à

l'autre du Massif Central (de Beaulieu *et al.* 1988) mais dans l'Aubrac, les études antérieures soulignent plutôt un développement simultané bien qu'*Alnus* puisse légèrement précéder l'expansion de *Fagus* (de Beaulieu *et al.* 1985). La diffusion de ce taxon répond vraisemblablement à des conditions micro-locales plus qu'à un schéma global.

Enfin, la mise en place de la hêtraie relativement exclusive ne laisse que peu de place aux autres essences forestières qui reculent pour la plupart comme *Quercus, Corylus, Betula, Ulmus, Tilia* et *Fraxinus*. *Quercus* se stabilise rapidement et maintien des valeurs entre 10 et 20%.

La fin de la zone VN2 marque un stade d'évolution important dans l'histoire du site avec le passage d'un état lacustre à celui de tourbière et le démarrage de la turfigénèse. Cet épisode survient vers 5200 cal. BP et s'observe nettement à la fois dans la lithologie, dans les assemblages polliniques ainsi que dans les concentrations absolues. La réduction brutale voire la disparition de certains taxons comme *Pediastrum, Botryoccocus, Isoetes, Potamogeton, Equisetum* marque très bien cet épisode. On observe d'ailleurs peu après (en toute fin de zone), l'apparition des premières occurrences de *Sphagnum*.

Le démarrage de la turfigénèse se réalise ici dans des conditions bioclimatiques plus chaudes et sensiblement plus humides propices à la formation des tourbières (Chambers 1993, Moore 1993, Charman 2002). Le diagramme pollinique montre également un synchronisme entre le comblement de la tourbière et la manifestation d'indices d'anthropisation. Il est ici difficile d'établir un lien direct entre la formation de la tourbière et les activités humaines dont l'impact est certainement minime à cette époque. Certaines études ont toutefois montré qu'il existe un lien entre la formation des tourbières et l'action anthropique notamment dans le Massif Central oriental (Cubizolle 2005, Cubizolle *et al.* 2003, Cubizolle *et al.* 2004b, Cubizolle *et al.* 2005).

Sur le site de la Vergne Noire, l'origine lacustre ainsi que sa taille ont certainement été les éléments les plus déterminants quant à la durée de son évolution et de son comblement. On remarque d'ailleurs que ce processus intervient relativement tard par rapport à la majorité des sites étudiés dans la partie orientale du Massif Central datés entre 8500 et 7250 cal. BP (Tourman 2007).

<u>Les premières étapes de l'occupation humaine au Néolithique (VN1c, VN2)</u>

A partir de 7000 cal. BP apparaissent les premiers indices témoins de la présence de l'homme autour du site. Il ne s'agit toutefois que d'occurrences très discrètes mais au cours de VN1c on voit apparaître simultanément *Plantago major/media* ainsi que *Rumex acetosa/acetosella* suivis par les Chenopodiaceae, *Galium, Artemisia* et par une hausse des Apiaceae. Sur le diagramme on note un recul de *Corylus* qui semble être un évènement isolé au regard des autres taxons forestiers qui ne présentent pas de diminution particulière. Si la présence humaine est ici fortement envisagée, elle ne

peut correspondre encore qu'à des occupations occasionnelles peut-être saisonnières caractérisées par des activités essentiellement pastorales comme semblent le suggérer l'apparition de marqueurs polliniques nitrophiles (*Rumex acetosa/acetosella, Plantago major/media*). Durant cet épisode, quelques ouvertures très localisées et de faibles étendues ont été probablement réalisées dans la forêt à proximité du site afin d'étendre les superficies pacageables. Il serait toutefois illusoire d'extrapoler sur une occupation humaine et un développement des activités agro-pastorales qui aurait concerné l'ensemble du massif dès cette période. Toutefois ces indices convergents témoignent à partir du Néolithique ancien d'un dynamisme agraire et pastoral marqué par la fréquentation ponctuelle de plusieurs secteurs, témoignant ainsi soit une forte mobilité des sociétés soit de la multiplicité des fronts de conquête agro-pastoraux.

Dans la continuité des dynamiques enregistrées au cours du Néolithique ancien, des signes d'activités plus réguliers apparaissent dans le diagramme de la Vergne Noire tout au long du Néolithique moyen. On observe entre la fin de VN1c et le début de VN2 une réduction des taux de *Tilia* puis de *Fraxinus* et de *Quercus* et dans une moindre mesure d'*Ulmus* alors que parallèlement les Poaceae augmentent. Cette étape est le témoin d'activités de déboisements au cours de laquelle l'exploitation du tilleul et du frêne semble plus probante. L'effeuillage des arbres, élagués ou émondés constitue une pratique pastorale annexe non négligeable qu'on soit en plaine ou en montagne afin de pallier au manque de fourrage (Behre 1986, 1988, Rasmussen 1989, Haas *et al.* 1998, Thiébault 2003). Par la suite apparaissent des indicateurs polliniques d'anthropisation comme *Plantago lanceolata, Plantago, Rumex,* Chenopodiaceae, accompagnés par une hausse d'*Artemisia,* des Apiaceae et de *Pteridium.* Si la pratique de l'élevage est très probable, il n'y a encore pour le moment aucun indice de mise en culture des terres à proximité de la Vergne Noire. Si la fréquentation aux abords du site est régulière, elle reste encore très ponctuelle et n'implique pas de modification majeure sur l'environnement. Ces pratiques s'inscrivent dans la continuité de celles observées au cours du Néolithique ancien et bien que peut-être plus régulières, elles restent d'ampleur sensiblement équivalente et ce, jusqu'à la fin du Néolithique final.

<u>De la fin du Néolithique final à l'âge du Fer : diversification, intensification et équilibres (VN3)</u>

A partir de la fin du Néolithique final, vers 4700 cal. BP, on observe un seuil dans la dynamique d'anthropisation. Le premier élément significatif correspond dans le diagramme à une baisse de *Fagus* et surtout des taux d'*Ulmus* et de *Tilia* qui tendent à disparaître complètement des assemblages. *Fraxinus* est moins affecté, mais il présente également une petite réduction très brève. Parallèlement, les taux de *Betula* et de *Corylus* augmentent sensiblement. Puis c'est au tour des poacées de marquer une légère hausse, corrélée à la présence de plusieurs indices polliniques d'anthropisation comme les

Chenopodiaceae, *Plantago lanceolata, Plantago major/media*, Apiaceae ou encore *Artemisia*. Cette période est surtout caractérisée par l'apparition des premières occurrences de *Cerealia*-t vers 4500 cal. BP. Notons aussi une hausse concomitante des Ericaceae, de *Calluna*, de *Pteridium* témoignant d'une extension des landes qui colonisent probablement les espaces ouverts au sein de l'espace forestier ainsi que de *Sphagnum*.

L'ensemble de ces indices suggère une intensification des occupations humaines autour du site mais aussi une diversification de ces dernières. Les déboisements opérés jusque-là pour créer des petites zones de pâture se couplent de nouvelles ouvertures destinées à la culture de céréales. Ces ouvertures profitent également à *Pteridium*, *Calluna* et aux Ericaceae qui se développent. On suppose que les essences comme l'orme, le tilleul et le frêne ont été réduites par des pratiques d'émondage. Toutefois l'implication des activités anthropiques dans le déclin d'*Ulmus* et sa disparition des forêts d'Europe occidentale entre 6000 et 4000 BP a largement été discuté et il semble que l'hypothèse d'une maladie fongique favorisée par l'exploitation récurrente de cette essence soit beaucoup plus vraisemblable (Moore 1984, Rasmussen 1989, Peglar et Birks1993). L'ampleur de ce phénomène est ici à pondérer car *Ulmus* bien que fortement réduit est toujours présent dans les cortèges forestiers.

Cette période semble, au regard des données polliniques, peu marquée par des épisodes d'emprise sur le milieu. Sans pour autant qu'il ait de réelle rupture avec les phases précédentes, le Bronze ancien paraît moins dynamique. Les quelques fluctuations observées sur les taxons forestiers correspondent à un recul régulier mais radical d'*Ulmus* dont la présence n'est plus que ponctuelle (dans le diagramme) en fin de zone alors que *Tilia* et *Fraxinus* augmentent légèrement. Pour autant, si le milieu semble assez fermé, subsistent quelques occurrences d'IPA comme *Plantago lanceolata* ou encore Cichorioideae mais les indices de fréquentation aux abords du site sont ici très faibles voire quasi inexistants. La réduction des Ericaceae, de *Calluna* et de *Pteridium* est imputable à la baisse de la fréquentation pastorale et se manifeste à la transition entre le Chalcolithique et le début du Bronze ancien.

Il faut noter également un épisode de disparition d'*Alnus*, de *Menyanthes* et des Cyperaceae dans les assemblages. Cet évènement est également synchrone d'une réduction de *Sphagnum*. Ce phénomène intervient environ entre 4200 et 3900 cal. BP. Il s'agit vraisemblablement d'une perturbation qui affecte la végétation de la tourbière et de ses marges et qui semble lié à une variation du régime hydrologique et à un assèchement de la tourbière. Cet épisode invite à la mise en relation avec les changements climatiques et variations des niveaux lacustres relevés dans le Jura et dans les Alpes (Magny *et al.* 2003, Magny 2004, Magny et Peyron 2008, Guyard *et al.* 2007) qui mettent en évidence un épisode plus chaud caractérisé par une hausse des températures et une baisse des précipitations dans le courant du Bronze ancien.

Vers 3600 cal. BP s'amorce une nouvelle période de regain des activités humaines qui se caractérisent par un nouvel épisode de recul de *Tilia, Fraxinus* et *Ulmus*. L'attaque de la forêt concerne également *Abies* et *Fagus*. Parallèlement les poacées augmentent et le cortège des herbacées se diversifie avec la présence de plusieurs IPA comme *Rumex, Plantago*, Urticaceae, Chenopodiaceae et dont certains apparaissent pour la première fois comme *Trifolium*. Ces indices sont également corrélés à la présence de céréales et soulignent une reprise des activités agro-pastorales. Les activités d'élevage semblent avoir peu d'influence sur le développement des Ericaceae, de la Callune et de *Pteridium* dont la présence reste très discrète.

Or le site de la Vergne Noire propose un modèle tout autre qui correspond à un dynamisme certain. Bien que les indices soient encore faibles et qu'ils ne dépassent pas en proportion ceux relevés pour le Néolithique final, ils témoignent toutefois d'activités de déboisements à basse altitude, ainsi que sur les versants du massif (tilleul, orme, frêne et chêne) non loin du site. Il est toutefois difficile d'envisager de réels déboisements sur le versant du plateau, à proximité immédiate de la tourbière car malgré une réduction ponctuelle d'*Abies* la hêtraie ne semble pas régresser. Bien que l'on note une diminution ponctuelle et très modérée des valeurs de ce taxon, la courbe présente plutôt une tendance à la hausse. Les modestes espaces ouverts sont utilisés pour le bétail mais aussi pour la mise en culture des terres sans pour autant induire de transformation majeure du milieu. On se retrouve ici dans des modes d'exploitation semble-il encore assez similaires de ceux observés à la fin du Néolithique.

A partir de 3400 cal. BP environ, les données palynologiques de la Vergne Noire traduisent un nouveau recul de la pression anthropique. La plupart des taxons forestiers présentent des pourcentages en hausse et cette tendance observée sur *Tilia* et *Fraxinus* suggère que les zones de basse altitude sont aussi concernées. L'environnement très forestier (*Fagus, Abies*) laisse très peu de place au développement des herbacées qui sont peu représentées dans cette zone du diagramme. Les espaces ouverts pour le pâturage semblent laissés à l'abandon et sont progressivement colonisés par les fougères (hausse de *Pteridium*) et par les formations forestières secondaires (hausse de *Corylus* mais aussi plus modestement de *Betula)*. La disparition de la plupart des IPA dans cette zone du diagramme constitue également un élément qui suggère un recul des activités agro-pastorales voire un abandon du site et de ses environs.

La courte déprise enregistrée à la fin de l'âge du Bronze est interrompue à partir de 2900 cal. BP environ, par une nouvelle période de fréquentation des abords du site de la Vergne Noire. Cet épisode se caractérise au travers de la diminution de *Tilia, Fraxinus, Ulmus* qui font de nouveau l'objet d'émondages réguliers et de la réduction de la hêtraie-sapinière locale. La discontinuité des boisements permet la création de nouveaux pâturages et favorise le développement des landes comme

l'indique les occurrences de *Juniperus* et la hausse des Ericaceae et de *Calluna*. Le développement des héliophiles est également ici caractérisé par la présence de *Taxus* et *Ilex*, jusque là très peu présents dans les cortèges forestiers ainsi que par la hausse des herbacées et en particulier des Poaceae et taxons inféodés aux activités humaines comme *Plantago lanceolata, Rumex, Galium, Artemisia*… Outre la reprise des activités pastorales, la présence de *Cerealia*-t évoque aussi la mise en culture des terres bien que cette pratique semble occasionnelle et de faible ampleur.

Si le début de l'âge du Fer correspond à un regain certain des pratiques agro-pastorales, elles restent encore très modérées et reposent sur un système d'élevage extensif parfois associé à la mise en culture des terres sans engendrer de modification majeure de l'environnement. Les activités semblent très localisées et leur ampleur reste minime correspondant encore à une fréquentation saisonnière et à des occupations temporaires.

<u>De l'âge du Fer au début du Moyen Age (VN4)</u>

Il semble qu'à partir de la zone VN4 la pression anthropique s'accentue de nouveau, notamment sur les espaces forestiers. En effet, on observe une nouvelle diminution de la courbe de *Fagus*, *Ulmus, Tilia* et *Fraxinus* qui témoigne de déboisements sur le plateau mais aussi de coupes d'émondages sur les versants en contrebas. La hausse parallèle des Poaceae et des indicateurs d'anthropisation comme les Urticaceae, Chenopodiaceae, *Plantago, Plantago lanceolata, Plantago major/media, Artemisia*… soulignent une activité plus importante près du site, semble-il préférentiellement vouée à l'élevage. L'ensemble de ces indices indique bien entendu une hausse de la fréquentation de ce secteur mais vient également rappeler le caractère spécialisé des activités. Si les zones d'altitude, à partir des rebords du plateau semblent préférentiellement consacrées au parcours du bétail, les coupes forestières sont alors dédiées à la création de nouveaux pâturages. Elles n'interdisent pas pour autant la mise en culture de certaines parcelles même si cela ne semble pas être le cas ici. Les données polliniques nous renseignent également sur les activités des zones plus basses, sur les versants à proximité, dans les boraldes jusque dans les vallées où la pratique de l'émondage (du tilleul, de l'orme, du frêne mais aussi du chêne) semble fréquente et régulière.

Très brièvement et à partir de 1900 cal. BP environ (II^{ème} siècle), s'ensuit une période de recul des activités et surtout de reconquête forestière. Cet épisode très court concerne essentiellement *Fagus* dont les pourcentages augmentent de nouveau ainsi que *Tilia* et *Fraxinus* mais leur hausse reste malgré tout très faible. Parallèlement les valeurs des Poaceae chutent et diminuent avec elles les indicateurs d'anthropisation. Certains sont toutefois encore présents comme Chenopodiaceae,

Plantago lanceolata, Artemisia… et attestent de la permanence de la fréquentation du bétail autour ou à proximité du site. Les prairies, peu colonisées par la lande le sont en revanche par le bouleau dont les valeurs augmentent légèrement. Les troupeaux devaient être déplacés sur des espaces ouverts préexistants, prairies naturelles ou zones humides. La diminution des valeurs d'*Alnus* peut faire penser à des déboisements très locaux afin de constituer des prairies gagnées sur les bords de la tourbière. Cette pratique est attestée notamment dans les Pyrénées dès l'âge du Fer (Galop 1998). La pression pastorale se maintien mais elle semble toutefois diminuer légèrement sur les hauteurs du plateau. Les zones de versants sont elles aussi moins exploitées et les pratiques d'émondage régressent suffisamment pour laisser fleurir à nouveau les arbres comme le tilleul ou le frêne.

Entre 1800 et 1100 cal. BP, en fin de zone, les indices d'anthropisation témoignent d'une hausse de la fréquentation sur les hauts de versants. Trois phases se distinguent et correspondent pour la première à la fin de l'Antiquité avec une hausse de la pression pastorale associée à des déboisements encore très modestes ainsi qu'à l'extension des landes. *Fagus* régresse légèrement suivi par *Abies*. Les indicateurs polliniques d'anthropisation sont encore très discrets mais sont plus diversifiés, on retrouve notamment *Rumex acetosa/acetosella, Plantago lanceolata,* Chenopodiaceae, *Artemisia*… La hausse des Ericaceae, de *Calluna* et de *Pteridium* exprime quant à elle l'extension des landes. Les formes d'anthropisation semblent ici encore instables, peut-être temporaires car s'ensuit juste au début du Haut Moyen Age, autour de 1500 cal. BP (VI^{ème} siècle) une petite baisse de la pression pastorale. Celle-ci est marquée par une augmentation de *Fagus* et d'*Abies,* ainsi que par une baisse des poacées et une raréfaction momentanée des indices d'anthropisation. Cette reconquête forestière est accompagnée par le développement partiel des arbres héliophiles pionnier notamment *Betula* et dans une moindre mesure *Corylus* malgré tout, quelques indices polliniques indiquent toutefois de la persistance de certains prairies. La hausse de *Quercus* et de *Fraxinus* atteste d'un recul de l'anthropisation qui touche aussi les versants du massif et pas seulement les secteurs d'altitude.

Dès 1400 cal. BP (VII^{ème} siècle) les données polliniques reflètent une hausse de la pression anthropique. Les déforestations sont bien plus importantes que précédemment observées et affectent de manière significative le hêtre et le sapin sur le plateau (recul de *Fagus* et quasi disparition d'*Abies*). L'augmentation des valeurs des Poaceae, de *Plantago lanceolata,* d'*Artemisia,* associés à la présence de *Rumex, Rumex acetosa/acetosella,* des Urticaceae, Chenopodiaceae, Cichorioideae… traduit une extension des prairies et pelouses et une augmentation des activités pastorales. Les occurrences de *Cerealia*-t montrent également une certaine diversité des pratiques avec la mise en culture des terres qui n'avait pas été observée depuis le début de l'âge du Fer et témoigne d'un retour à une fréquentation plus récurrente, plus régulière mais surtout plus pérenne.

L'apparition des premières occurrences de *Castanea* constitue également une caractéristique importante des données de la Vergne Noire au cours du haut Moyen Age. Il est toutefois difficile de

dater le début de l'exploitation de cette essence car ses grains de pollens nous proviennent des versants du massif et il est possible que la densité de la couverture forestière aux abords du site n'ait pas permis sa dispersion aux époques antérieures. Le fait est que les déboisements soient beaucoup plus conséquents dès cette époque et qu'ils laissent plus facilement filtrer des apports exogènes comme le suggère la présence de *Quercus ilex* ou encore de *Buxus.*

L'expansion des activités agro-pastorales met en évidence une attraction manifeste des secteurs de montagne ainsi qu'un certain dynamisme qui correspond à une volonté d'organisation et de gestion du terroir qui préexiste à la création de l'hôpital – monastère d'Aubrac. L'hypothèse selon laquelle les pâturages de l'Aubrac accueillent au moins depuis le VII^{ème} siècle des troupeaux transhumants a d'ailleurs été souvent évoquée (Bousquet 1971, Rouche 1979, Servelle *et al*. 2006). En effet, l'Aubrac semble, à cette époque, être au centre de tous les intérêts, ceux des puissances publiques et religieuses. L'émergence des puissances comtales (au VI^{ème} siècle le Gévaudan est un comté) conduit notamment à un partage des terres et une volonté de mise en valeur du territoire qui repose avant tout sur des intérêts économiques. En plein période d'essor démographique et de développement des pratiques agro-pastorales l'accès aux pâturages et en particulier aux estives devient une nécessité de plus en plus pressante. L'Aubrac représente à la fois un intérêt en terme de potentiel pastoral mais également une manne financière pour ceux qui vont le contrôler et en tirer des revenus de caractère public.

<u>Consolidation du terroir et apogée du système agro-pastoral. Du Moyen Age à l'époque moderne (VN5)</u>

La zone VN5 montre un développement de *Fagus*, d'*Abies* et de *Pinus* suggérant un processus de reforestation sur le plateau et ses marges. *Fraxinus, Betula* et *Corylus* sont également mieux représentés, signe d'un ralentissement des pratiques d'émondage sur les versants et d'une probable recolonisation des espaces ouverts. Les Poaceae et les herbacées diminuent d'une manière générale malgré la persistance de quelques indices d'anthropisation comme une occurrence de *Cerealia*-t et la présence des Chenopodiaceae et de *Plantago lanceolata*. Il s'agit encore d'après ces données d'un mouvement de déprise très bref qui indique une baisse de la pression agro-pastorale sans qu'il y ait pour autant un abandon total des environs du site. Les données historiques précisent que le X^{ème} et XI^{ème} siècle en particulier a fait l'objet de mutations sociales et politiques importantes renversant les puissances comtales en place pour une redistribution entre les puissances seigneuriales (Servelle *et al* . 2006). Le partage des terres, son accès, son contrôle, semble avoir été un enjeu fondamental, (enjeu économique), manifesté dès le début du Moyen Age mais dont les proportions se sont nettement intensifiées à l'aube de la création de l'hôpital – monastère. Il faut sans doute voir cette déprise plus comme une réorganisation du terroir plutôt qu'une vague de désertion des campagnes.

D'ailleurs, cette phase n'est que de courte durée et dès le milieu du XI^{ème} siècle, les activités agro-pastorales s'intensifient très nettement avec un corollaire logique : une réduction massive de l'espace forestier.

La fin de cette zone VN5, marque ensuite un nouveau recul des formations forestières et principalement de la hêtraie-sapinière comme le suggère la baisse très marquée des valeurs de ces deux taxons, *Fagus* et *Abies*. *Fraxinus* et *Ulmus* connaissent également un recul massif et disparaissent des assemblages dès le début de la zone. Parallèlement les taux de *Castanea* augmentent de manière significative et on voit aussi apparaître pour la première fois *Juglans* aux environs des débuts du XIV^{ème} siècle. L'extension massive des prairies et pâturages favorise le développement des herbacées héliophiles comme les Poaceaes mais aussi des Asteroideae, Cichorioideae et Apiaceae. La hausse de la pression anthropique est également marquée par la hausse de tous les indicateurs polliniques d'anthropisation comme *Rumex, Rumex acetosa/acetosella, Plantago, Plantago lanceolata, Plantago major/media,* Urticaceae, Chenopodiaceae et *Artemisia.* Les premières occurrences de *Secale* se transforment rapidement en courbe continue au même titre que *Cerealia*-t témoignant ainsi d'une intensification des activités agricoles. La formation des landes est aussi très bien enregistrée au cours de cette période pour laquelle les valeurs de *Calluna*, des Ericaceae et de *Pteridium* sont à leur maximum. Cette période correspond à l'apogée des activités agro-pastorales et principalement à la spécialisation pastorale du terroir qui s'étend environ de 700 à 500 cal. BP (XIV^{ème}-XVI^{ème} siècles).

Ces données obtenues sur la Vergne Noire rejoignent les conclusions issues des autres études, qu'elles soient palynologiques, archéologiques ou historiques qui attribuent à la fin du Moyen Age et au tout début de l'époque moderne l'apogée du système pastoral et notamment celui des pâturages d'estive et de la transhumance (Servelle et Galop 2006, Pradalié et Hamon 2006, Hamon 1995). Un retour des forêts est toutefois enregistré à la fin de la zone, vers le début du XVI^{ème} siècle, avec la hausse de *Pinus* et l'apparition de *Picea*.

<u>Déclin des pratiques. Evolutions et transitions du moderne à l'actuel (VN6)</u>

De la période moderne jusqu'à l'actuel, l'histoire du site montre des caractéristiques bien particulières et propres à cette partie occidentale de l'Aubrac. La déprise aux abords de la Vergne Noire se manifeste par l'augmentation des valeurs de *Fagus* et d'*Abies* ainsi que par le retour de *Fraxinus* et de *Tilia* dans les assemblages. La hausse des valeurs de *Fraxinus* pourrait correspondre à une réduction et un ralentissement des pratiques d'émondages sur les versants du massif. Les reboisements sont aussi pour une part d'origine anthropique et correspondent notamment à la hausse importante de *Picea*. Parallèlement *Castanea* et *Juglans* sont en pleine régression et présentent des valeurs très faibles des le début de VN6. L'ensemble des herbacées diminue également ainsi que la plupart des indicateurs d'anthropisation et en particulier les céréales qui ne sont plus du tout présentes

et revoient à l'abandon des terres autrefois cultivées. Si la déprise agraire est manifeste dès la fin du XVI^{ème} siècle, en revanche, la présence de certains indices comme *Plantago lanceolata*, Chenopodiaceae, *Galium*, Apiaceae, Asteroideae et Cichorioideae témoignent de la permanence de certains espaces prairiaux pour un élevage toujours présent mais bien moins conséquent.

L'étude des sources historiques nous a permis de confirmer quelques points soulignés par l'analyse palynologique.

Les procès verbaux de visite des forêts de l'Aubrac ainsi que les plans réalisés au cours de la Réformation des Eaux et Forêts de 1669 à 1673 (Archives départementales de l'Aveyron, Maîtrise de Rodez, B65) nous renseignent sur la superficie et l'état des boisements. En l'occurrence, les limites forestières du bois de Laguiole sont relativement similaires à celles que nous observons aujourd'hui ce nous incite à penser que la hausse de *Fagus* témoigne d'une baisse de l'exploitation de cette essence et d'une reprise de la floraison plutôt que d'un développement de ses boisements. Si les droits et usages ont progressivement diminué, les paysans ont maintenu le droit d'y conduire leurs troupeaux. Aussi on relève sur le cadastre napoléonien la mention de vaine pâture autour de la Vergne Noire en 1841 (Archives départementales de l'Aveyron, Cadastre Napoléonien, commune de Laguiole, section I) ce qui confirme nos hypothèses quant à la permanence des activités d'élevage.

1.2. La tourbière des Trois Airelles

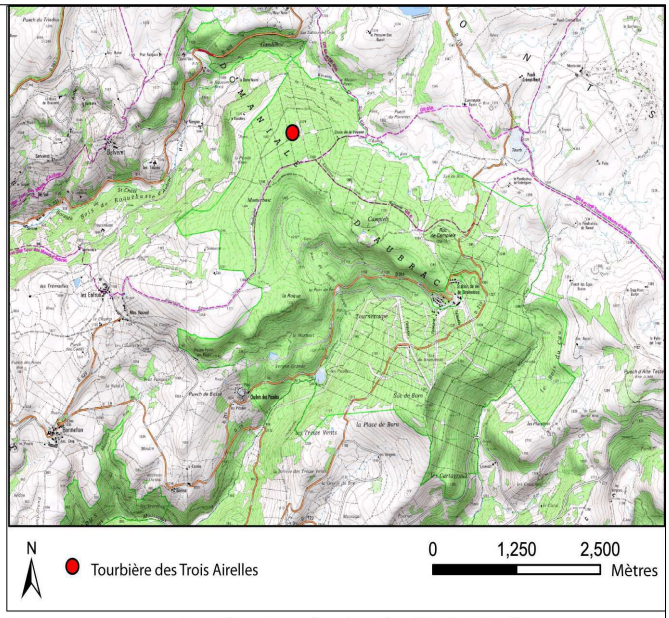
1.2.1 Présentation du site

La tourbière des Trois Airelles se situe en plein cœur de la forêt domaniale d'Aubrac (Figure 30). Elle occupe un petit cirque d'origine glaciaire, ceinturée de toute part par des hêtres et est aujourd'hui en voie d'assèchement. Ce site doit son nom à la présence de trois éricacées ; *Vaccinum occycoccus*, *Vaccinum uliginosum* et *Vaccinum myrtillus*, qui recouvrent une grande partie de sa surface. Les zones les plus humides sont colonisées par la molinie (*Molinia caerulea*) ainsi que par différentes espèces de sphaignes qui se développent dans les gouilles ou sur les touradons (comme *Sphagnum rubrum* par exemple). Outre le caractère préservé de ce site, sa position géographique lui confère un intérêt particulier. En effet, comme la tourbière de la Vergne Noire, il se situe à proximité des zones intermédiaires des versants et des vallées et nous permet d'aborder la question particulière des relations entre les versants (dévèzes) et les zones d'estives. La tourbière des Trois Airelles se trouve également dans une zone relativement bien renseignée par l'histoire et l'archéologie à partir du Moyen Age. Plusieurs sites archéologiques ont été découverts dans la partie boisée du sud-est du massif. Il s'agit d'un important atelier de production de verres (La Verrière,Figure 8) exploité entre le XIV^{ème} et

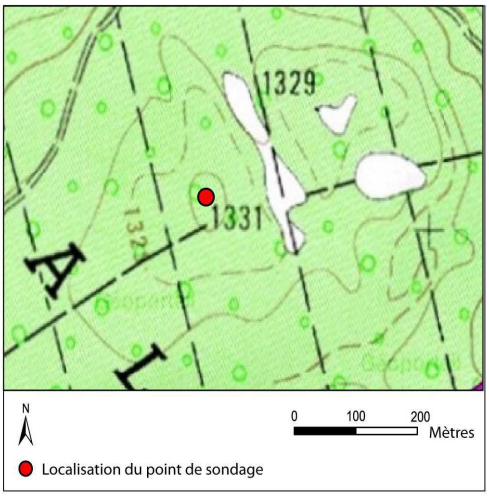
le XV^{ème} siècle, de sites d'exploitation de filons métallifères (argent et fer) entre le XIV^{ème}-XVI^{ème} et XVII^{ème} siècle (Minié bas, Minié haut, Ferrière haute, Ferrière basse…). Ces activités proto-industrielles ont nécessité une grande quantité de bois puisé localement dans la forêt d'Aubrac et son prolongement, bois du Cau, bois des Cats où se sont multipliées les charbonnières dès la fin du XIII^{ème} siècle.

Le contexte géographique et historique de ce site nous semblait propice à une étude du signal incendie à conduire en parallèle des analyses palynologiques et il s'agit en l'occurrence des premières données obtenues sur le signal incendie dans le massif de l'Aubrac.

Sondage de la tourbière



Localisation du site des Trois Airelles



Localisation du point de sondage sur la tourbière

Tourbière des Trois Airelles

(*Vaccinus oxycoccos*). Tourbière des Trois Airelles

Carotte sédimentaire

Figure 30 : Présentation de la tourbière des Trois Airelles

1.2.2 Lithologie, datations et modèle âge-profondeur

Le sondage de ce site a été réalisée au mois d'octobre 2008 avec un carottier manuel type GYK de 5cm de diamètre qui a permis d'extraire une séquence de 270 cm de profondeur.

La stratigraphie révèle plusieurs niveaux de dépôts :

272 cm -232 cm : limon organique brun très décomposé.

232 cm -214 cm : tourbe brune très fibreuse et compacte

214 cm-8 cm : tourbe brune fibreuse.

8 cm – sommet : bryophytes.

Réf. Labo	Prof. (cm)	Matériel	Datation radiocarbone (BP)	Calibration BP (2 σ)
Poz-40580	21,5-22,5	Tourbe	965±30	794 [866] 936
Poz-35617	47,5-48,5	Tourbe	2660±35	2738 [2779] 2844
Poz-40581	106,5-107,5	Tourbe	4305±35	4828 [4879] 4964
Poz-35618	141,5-142,5	Tourbe	5120±35	5747 [5844] 5937
Poz-40582	192,5-193,5	Tourbe	5890±40	6625 [6711] 6830
Poz-32112	270,5-271,5	Limon organique	7810±50	8423 [8571] 8704

Tableau 11 : Datations radiocarbone AMS réalisées sur la séquence des Trois Airelles

Six datations radiocarbones ont été réalisées sur sédiment total (limon organique et tourbe) (Tableau 11). Bien que ne couvrant pas l'intégralité de l'Holocène, cet enregistrement permet de suivre l'histoire de la végétation des huit derniers millénaires et principalement les premières étapes de l'anthropisation. Le modèle âge/profondeur, réalisé avec le logiciel CLAM (Blaauw 2010) montre une sédimentation relativement constante, bien que l'on observe un ralentissement de la vitesse d'accumulation sur les 50 derniers centimètres. On passe en effet de 31an/cm en moyenne sur l'ensemble de la séquence, puis à 73 an/cm entre les niveaux 47 et 22 et enfin à 42 an/cm entre le niveau 22 et le sommet. La diminution du taux de sédimentation semble être liée au ralentissement de la turfigénèse provoqué par l'assèchement progressif de la tourbière ; ralentissement et assèchement qui se seraient initiés vers 2700 cal. BP, selon notre modèle d'âge (Figure 31).

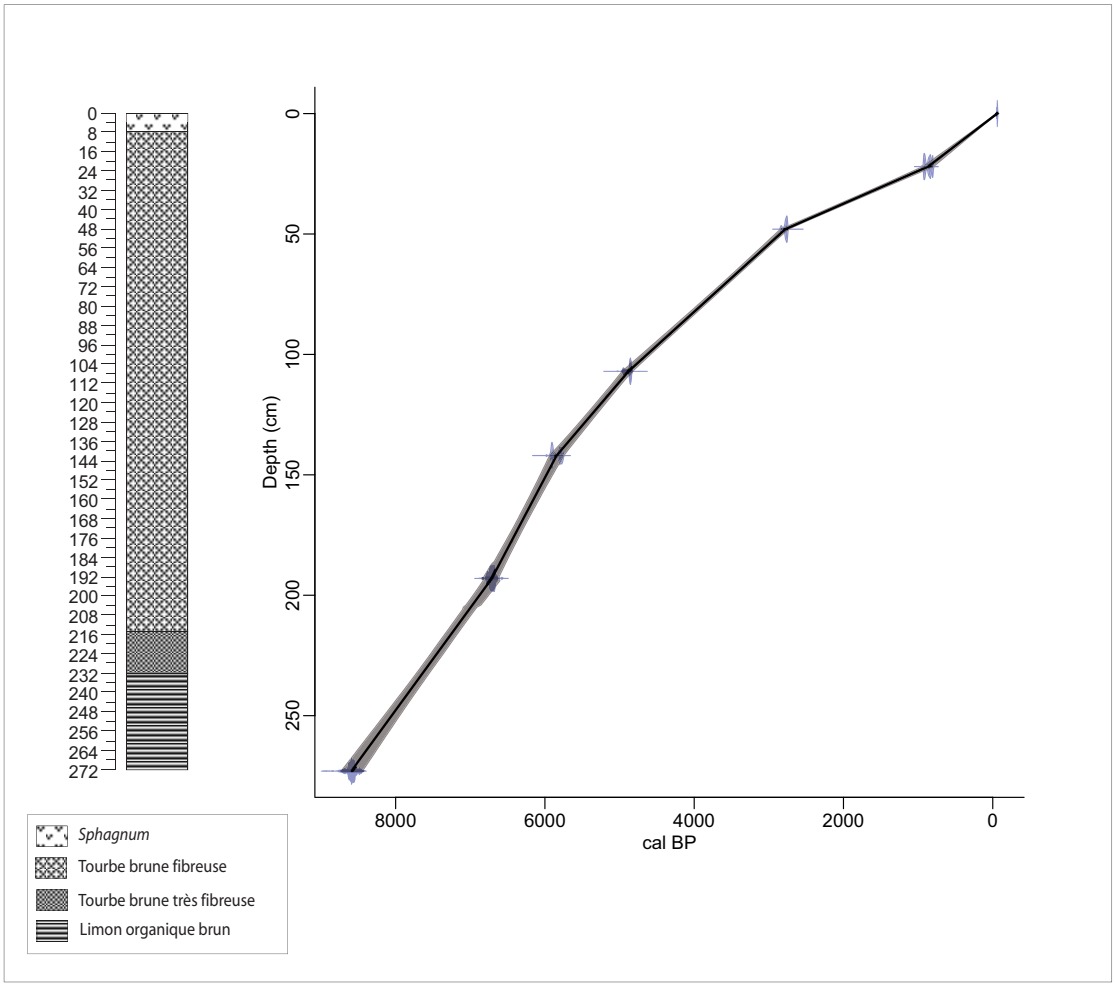


Figure 31 : Modèle Age/Profondeur des Trois Airelles

1.2.3 Résultats de l'analyse pollinique et commentaire du diagramme

Le diagramme des Trois Airelles a été découpé en 7 zones d'assemblage pollinique locales. Le diagramme complet est présenté (Figure 32, Figure 33, Figure 34). Le diagramme synthétique en chronologie est présenté et la figure de synthèse reprenant les principales étapes des dynamiques d'anthropisation correspond à la Figure 36. De la même manière que sur le site de la Vergne Noire, nous avons utilisé pour partie le modèle de zonation automatique proposé par le module CONISS de l'extension TGView du logiciel Tilia (Grimm, 1987 et 1991-1993) mais il nous semblait également nécessaire d'isoler des micro-variations afin de souligner la variabilité des processus d'anthropisation. Parallèlement, la courbe du signal incendie est présentée dans le diagramme synthétique. Celle-ci est exprimée en influx (Nb.cm-2.an-1) calculée à partir de la concentration sédimentaire en charbons de bois (Nb.cm-3) divisée par le taux de sédimentation (exprimé en année.cm-1).

ZAP	Prof (cm)	Taxons	Descriptions
3A1	228	*Corylus* *Quercus* *Betula* *Botryoccocus*	*Corylus*, *Quercus* et *Betula* dominent. *Pinus*, *Tilia* et *Ulmus* présentent une courbe continue mais inférieure à 10%. Occurrences ponctuelles de *Fraxinus*, *Abies*, *Fagus* et *Alnus*. Faible représentation des Poaceae entre 3 et 5%. Présence occasionnelle de *Rumex*, *Rumex acetosa*/*acetosella*, Plantago, *Plantago lanceolata*. Forte présence des algues et des hygrophiles : *Botryoccocus*, *Pediastrum* et *Isoetes*.
3A2	196	*Corylus* *Quercus* *Tilia* Cyperaceae	Présence entre 30 et 40% de *Corylus* et de *Quercus*. Augmentation *d'Ulmus*, *Tilia* et *Fraxinus*. Diminution de *Betula*. Faibles taux des herbacées. Présence de *Rumex*, *Rumex* acetosa/*acetosella*, Urticaceae, *Plantago* et *Plantago lanceolata*. Disparition des *Isoetes*, *Botryoccocus* et Pediastrum. Hausse des Cyperaceae et premières occurrences de *Sphagnum*.
3A3a	148	*Quercus* *Corylus* Poaceae Cyperaceae *Sphagnum*	Légère baisse de *Corylus* et augmentation de *Quercus*. Optimum *d'Ulmus*, *Tilia* et *Fraxinus*. Occurrences ponctuelles *d'Abies*. Démarrage de *Fagus* en courbe continue. Augmentation *d'Alnus.* Hausse des Poaceae. Premières occurrences de *Cerealia*-t et présence conjointe de plusieurs IPA : *Rumex*, Urticaceae, Chenopodiaceae, *Plantago*, *Plantago lanceolata*. Augmentation de *Sphagnum* et des Cyperaceae. Légère hausse de *Pteridium* en fin de zone.
3A3b	124	*Corylus* *Quercus* *Fagus*	Hausse modérée de *Corylus*, *Quercus* et *Fagus.* Recul *d'Abies*, *Ulmus*, *Tilia* et *Fraxinus*. Diminution des Poaceae. Raréfaction des IPA. Baisse des Cyperaceae, de *Pteridium* et de *Sphagnum*.
3A3c	107	*Corylus* *Quercus* *Fagus*	Réduction de *Corylus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Tilia* et *Fraxinus*. Expansion de *Fagus* jusqu'à 60% en fin de zone. Augmentation modérée *d'Abies*. Très légère hausse des Poaceae. Faible représentation des herbacées. Présence sporadique de quelques IPA comme *Rumex* ou Chenopodiaceae. Légère augmentation de *Plantago lanceolata*. Hausse modérée des Cyperaceae puis nouvelle baisse en fin de zone. Légère augmentation de *Sphagnum*.
3A4a	80	*Fagus* *Quercus* *Corylus*	Forte représentation de *Fagus* entre 55 et 65% suivi par *Quercus* et *Corylus* mais dans des proportions qui n'excèdent pas 15-20%.Diminution progressive *d'Ulmus*, *Tilia* et *Fraxinus*. Augmentation modérée *d'Alnus*.Très légère hausse des Poaceae en début de zone. Présence occasionnelle de quelques IPA : *Rumex, Rumex acetosa*/*acetosella*, Chenopodiaceae, Urticaceae, *Plantago*, *Plantago lanceolata*, *Artemisia*, Cichorioideae. Petite hausse de *Pteridium* et recul des Cyperaceae et de *Sphagnum*.
3A4b	69	*Fagus* *Abies* Poaceae Ericaceae	Reculs ponctuels mais très limités de *Fagus*. Légère hausse *d'Abies*. Diminution de *Betula* et de *Quercus*. Augmentation des Poaceae. Raréfaction des IPA. Brève hausse des Ericaceae et de *Pteridium*.
3A4c	54	*Fagus* *Quercus* *Corylus*	Augmentation progressive de *Fagus*. Diminution *d'Abies*, *Ulmus*, *Tilia* et *Fraxinus*. Stabilité des valeurs de *Quercus* et légère baisse de *Corylus*. Régression des Poaceae. Faible présence de tous les herbacées. Occurrences occasionnelles de certains IPA comme Chenopodiaceae, *Plantago*, *Plantago lanceolata*, Cichorioideae. Légère hausse *d'Artemisia*. Diminution des Ericaceae et des Cyperaceae.
3A5a	36	*Fagus* *Quercus* *Betula* Poaceae	Régression prolongée des valeurs de *Fagus* mais qui se maintiennent autour de 60-65%. Diminution progressive de *Quercus* et *d'Abies*. Hausse de *Betula* en milieu de zone. Présence rare *d'Ulmus*, *Tilia* et *Fraxinus* en occurrences ponctuelles. Apparition des premières occurrences de *Castanea* en fin de zone. Hausse des Poaceae. Présence de *Cerealia*-t et augmentation des fréquences des IPA, en particulier *Plantago*, *Plantago lanceolata* et *Artemisia*. Apparition des premières occurrences de *Secale* en fin de zone. Développement de *Calluna* et hausse des Cyperaceae et de *Sphagnum* en fin de zone.
3A5b		*Fagus* Poaceae *Calluna*	Augmentation modérée et ponctuelle de *Fagus*. Stabilité des autres taxons arboréens. Augmentation sensible *d'Alnus*. Très légère baisse des Poaceae. Recul des céréales : *Cerealia*-t et *Secale*. Recul de certains IPA et autres herbacées hormis *Plantago*, *Plantago lanceolata*, *Galium* et Asteroideae qui augmentent modérément. Hausse de *Calluna*. Recul des Cyperaceae et de *Sphagnum*.

	30		
3A6	8	*Fagus* Poaceae *Calluna* *Sphagnum*	Régression très marquée de *Fagus* et quasi disparition *d'Abies*. Hausse de *Pinus*, *Castanea* et apparition des premiers pollens de *Juglans* et de *Picea* qui augmentent en fin de zone. Hausse des Poaceae et des tous les indicateurs d'anthropisation : *Cerealia*-t, *Secale*, *Rumex*, *Rumex acetosa*/*acetosella*, Chenopodiaceae, Urticaceae, *Plantago*, *Plantago lanceolata*, *Plantago major*/*media*, Apiaceae, Cichorioideae, Asteroideae, *Artemisia*… Présence ponctuelle de *Polygonum aviculare*, *Cannabis*/*Humulus* et *Trifolium*. Forte hausse de *Calluna* et de *Sphagnum*.
3A7	0	*Fagus* *Pinus* Poaceae *Calluna*	Nouvelle hausse de *Fagus*, *Abies*, *Fraxinus*, *Picea*, *Corylus* et *Betula*. Diminution parallèle de *Castanea* et de *Pinus*. Disparition de *Juglans*. Augmentation des Poaceae mais raréfaction des autres herbacées et recul des IPA. Baisse mais maintien de *Calluna*, augmentation modérée des Ericaceae. Légère hausse des Cyperaceae.

Tableau 12 : Tableau descriptif des assemblages polliniques des Trois Airelles

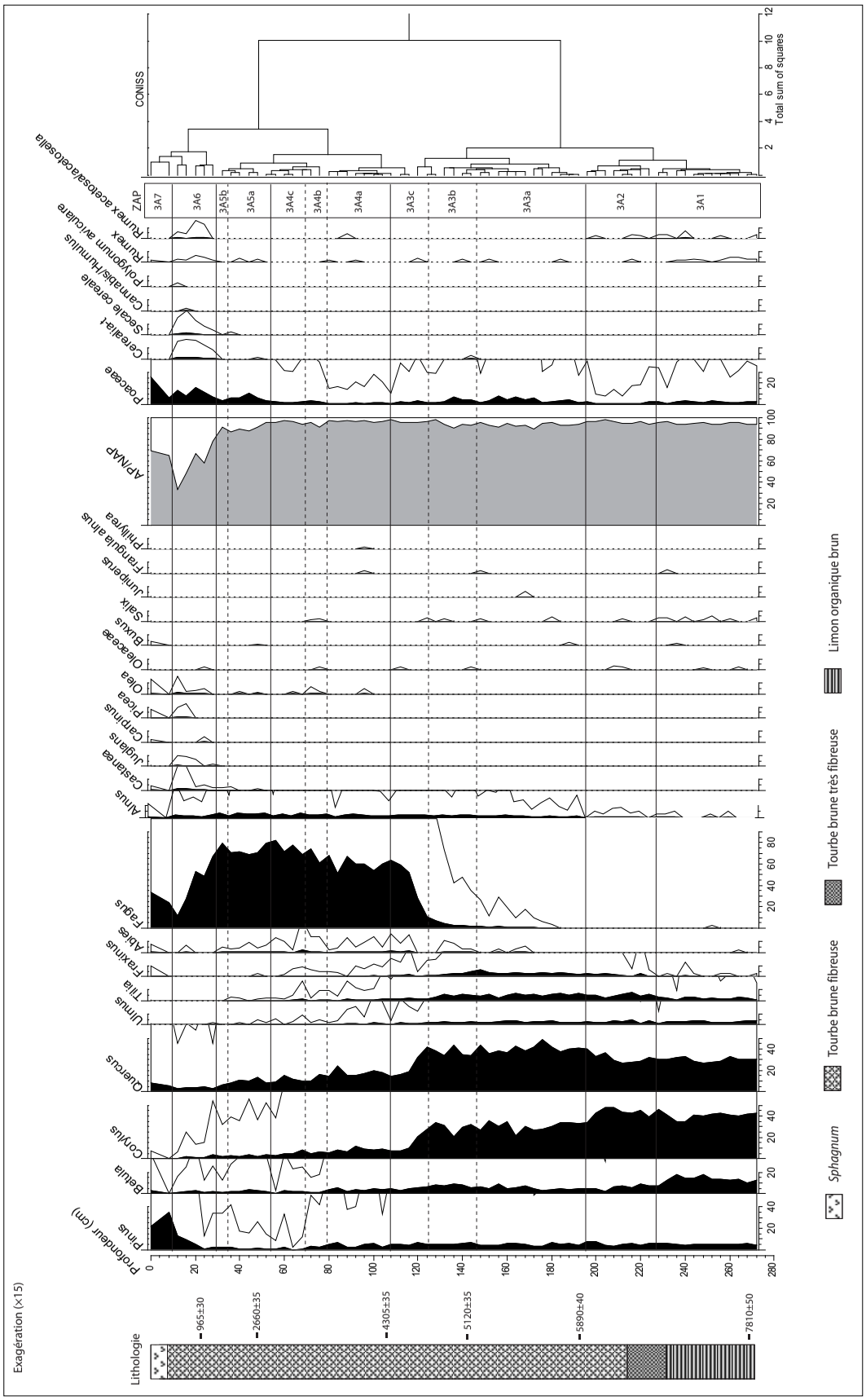


Figure 32 : Diagramme pollinique complet des Trois Airelles (arbres, arbustes, herbacées)

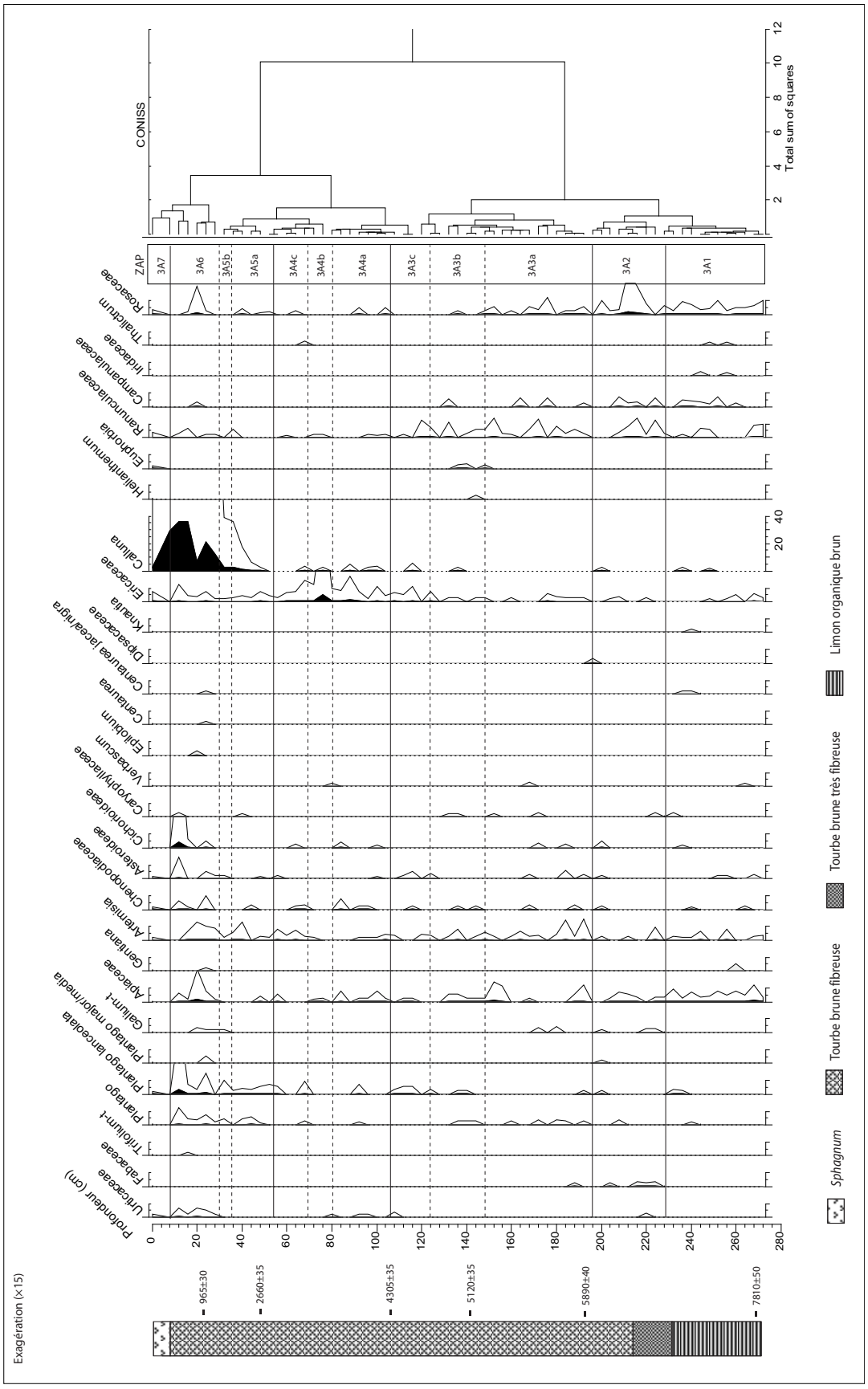


Figure 33 : Diagramme pollinique complet des Trois Airelles (herbacées)

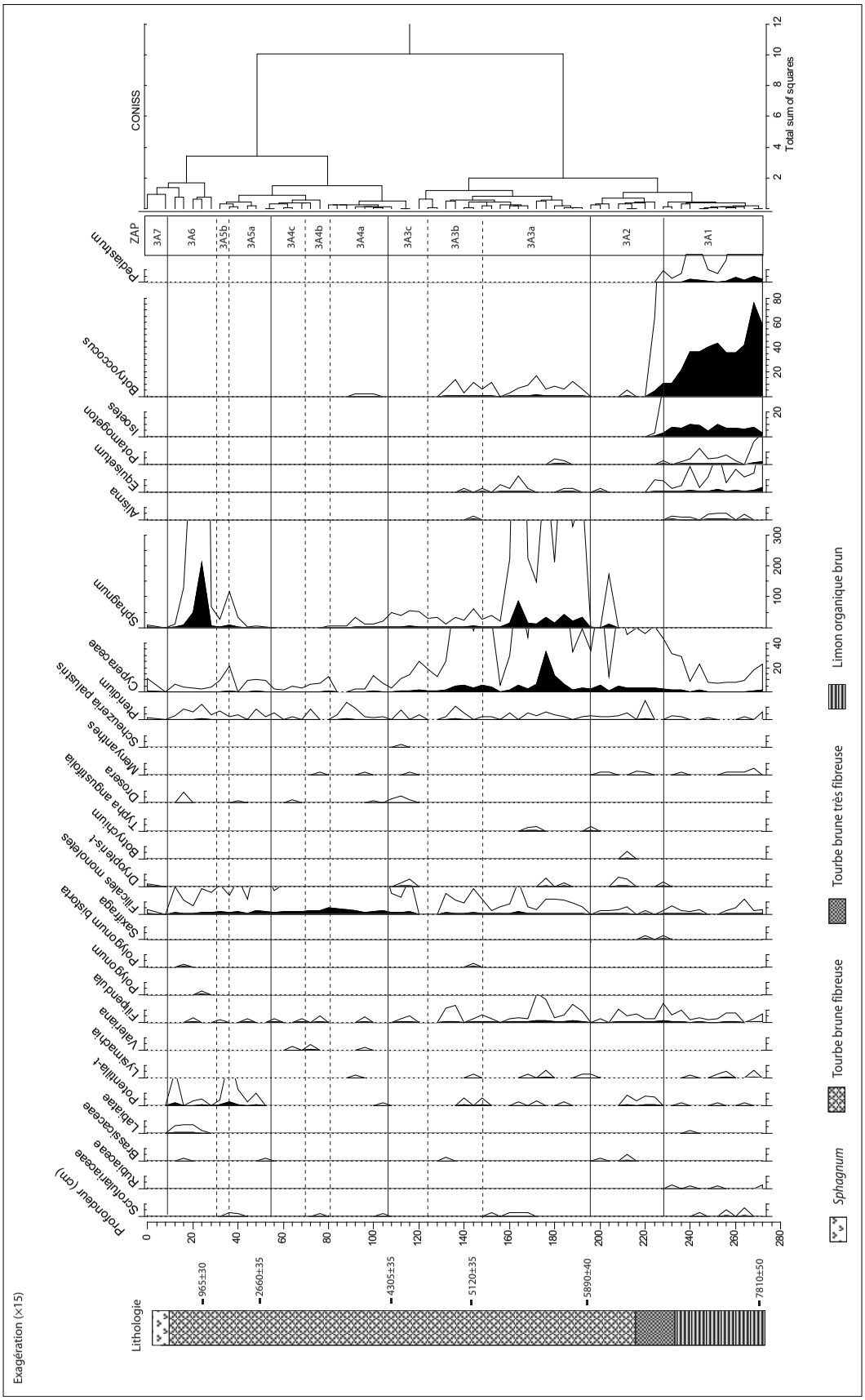


Figure 34 : Diagramme pollinique complet des Trois Airelles (herbacées, hygrophiles, aquatiques)

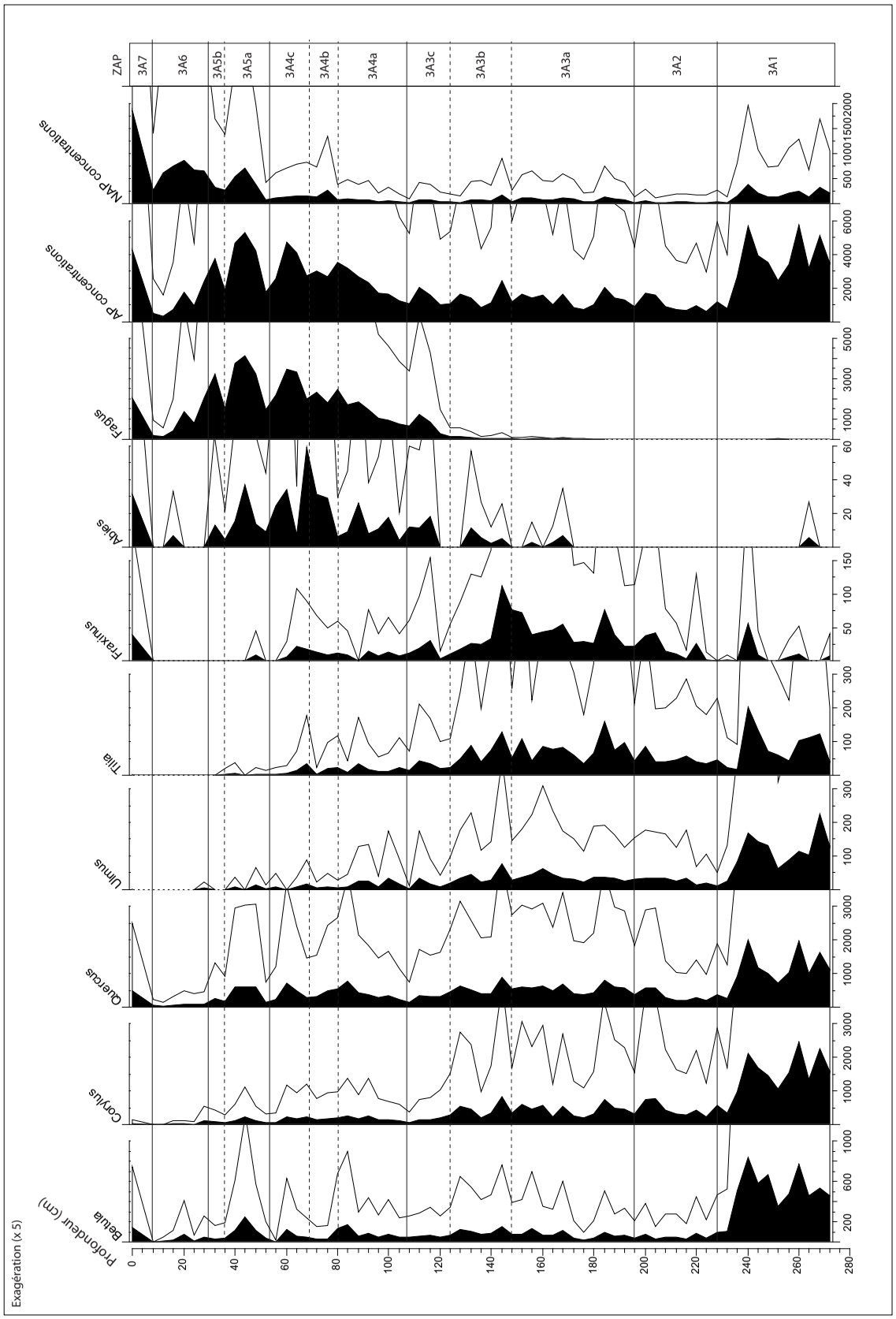


Figure 35 : Diagramme simplifié des concentrations polliniques absolues des Trois Airelles

Jusqu'à 7500 cal. BP, la séquence (3A1) est caractérisée par un environnement très forestier composé pour l'essentiel de chênes et de noisetiers. *Betula* est également présent mais dans des proportions bien moindres n'excédant pas 20%. Dès le début de l'enregistrement, *Ulmus* et *Tilia* sont présents mais restent très discrets dans les assemblages. Les boisements laissent également entrevoir la présence ponctuelle de *Fraxinus* ainsi que d'*Abies* et de *Fagus.* La présence de ces derniers, et en particulier de *Fagus* et d'*Abies* n'est pas surprenante car on retrouve des occurrences de ces taxons à la même période sur le site de la Vergne Noire (ZPL VN2). La représentation des herbacées est relativement discrète avec des fréquences qui avoisinent 5%. Quelques indices d'anthropisation sont également présents, notamment en fin de zone (*Rumex, Rumex acetosa/acetosella, Plantago, Plantago lanceolata*). La forte présence des algues et espèces aquatiques ou hygrophiles (*Botryoccocus, Pediastrum, Isoetes*) témoigne des conditions lacustres du site au cours de cette période. On observe également au cours de cette zone des phases d'accumulation de charbons relativement importantes. Les concentrations polliniques absolues (Figure 35) sont assez élevées au cours de cette zone probablement en raison de la vitesse de remplissage sédimentaire. On relève toutefois une baisse de toutes les concentrations entre les niveaux 248 et 256 que l'on peut également associer aux variations du taux de sédimentation.

On observe par la suite (3A2) une baisse de *Betula* et une hausse d'*Ulmus, Tilia* et *Fraxinus.* Parallèlement, les Poaceae diminuent et on peut noter une baisse de la diversité de l'ensemble des herbacées héliophiles. On relève toutefois une présence ponctuelle des indices d'anthropisation tels que *Rumex, Rumex acetosa/acetosella*, Urticaceae, Chenopodiaceae, *Plantago lanceolata, Galium*. Si l'environnement proche de la tourbière ne subit pas de transformations majeures, le site en lui-même connaît une évolution importante qui correspond à son comblement progressif et au développement de la tourbière. Cet évènement qui survient aux alentours de 7500 cal. BP, se manifeste par la disparition de *Botryoccocus, Pediastrum, d'Isoetes, Potamogeton*, et d'*Equisetum*. A partir de cette zone, la quantité de charbons diminue considérablement. Cette variation est sans doute à mettre en relation avec une accélération de la sédimentation liée au passage entre les limons organiques lacustres et la tourbe (au niveau 232, Figure 31) correspondant à l'évolution du site de l'état lacustre à celui de tourbière. Toutefois, le modèle d'âge ne permet pas de confirmer cette hypothèse, notamment la modélisation du changement de sédimentation, en raison d'une absence de dates entre les niveaux 271 et 193. On note toutefois une légère hausse du régime des feux à la fin de cette zone et à la transition avec la suivante. Cette transition est également à l'origine de la nette régression de l'ensemble des concentrations absolues que l'on peut observer sur la Figure 35 entre la zone 3A1 et 3A2.

Lors de la phase 3A3a les données polliniques reflètent toujours un environnement forestier dominé par la chênaie mixte (*Quercus, Corylus, Ulmus, Tilia* et *Fraxinus)*. On observe toutefois

quelques changements dans les cortèges forestiers avec le développement de *Fagus* à partir de 6500-6400 cal. BP. Le démarrage de la courbe continue de ce taxon suit une chronologie similaire à celle obtenue sur le site de la Vergne Noire, bien que sa diffusion semble plus progressive ici sous les effets de conditions d'enregistrement différentes. Si *Abies* suit une trajectoire similaire, son développement reste toutefois discret et caractérisé par des valeurs très faibles. La difficulté de cette espèce à s'installer dans les forêts de l'Aubrac n'est pas un fait original et a été observé à plusieurs reprises dans cette région (de Beaulieu *et al.* 1985). A partir de 6800 cal. BP environ, on note également une hausse des Poaceae ainsi qu'une présence plus régulière des indices polliniques d'anthropisation comme *Rumex, Plantago, Plantago lanceolata, Galium* (Figure 36). Ces indices tendent à devenir plus fréquents et plus diversifiés en fin de zone où l'on voit apparaître les premières occurrences de *Cerealia*-t à 5120±35 BP (5747 [5844] 5937 cal. BP). Cet évènement survenu durant le Néolithique moyen correspond à la première phase d'emprise anthropique locale et se caractérise par une hausse ponctuelle de la pression agro-pastorale (Figure 36).

A partir de 5600 cal. BP environ on note un recul des indices d'activités humaines, ainsi qu'une reconquête forestière modérée marquée par une légère augmentation des valeurs de *Corylus* et de *Quercus*. Au cours de cette courte phase 3A3b, les herbacées sont très peu représentées dans le diagramme et les indices d'anthropisation se raréfient. La courbe du signal incendie indique également des valeurs très basses. On note une baisse des taxons hygrophiles notamment des Cyperaceae et plus modestement de *Sphagnum* et des algues encore présentes comme *Botryoccocus*.

Au cours de 3A3c *Fagus* se développe et ses proportions atteignent un peu plus de 60% alors que toutes les autres essences forestières régressent. Cette hausse significative est également corroborée par les valeurs des concentrations absolues (Figure 35). Si *Fagus* est bien représenté dans les assemblages on relève également une légère augmentation des Poaceae et des indices d'anthropisation comme *Rumex*, Chenopodiaceae, *Plantago lanceolata* ou *Artemisia* qui suggèrent des fréquentations ponctuelles de faible intensité. Parallèlement on relève une légère augmentation du taux d'accumulation sédimentaire en charbon qui pourrait traduire une légère augmentation de la fréquence des feux, par rapport à la zone précédente.

La fin du développement de *Fagus* se réalise à partir de 4305±35 BP (4828 [4879] 4964 cal. BP) période à partir de laquelle ses valeurs se stabilisent autour de 60-65% (3A4a). Les fréquences de *Quercus* et de *Corylus* sont quant à elles stables, alors que celles d'*Ulmus, Tilia* et *Fraxinus* sont à la baisse. Les concentrations absolues soulignent des tendances identiques bien que les concentrations de *Quercus* semblent légèrement en hausse. Au cours de cette période comprise environ entre 4800 et 3800 cal. BP, la densité de la hêtraie laisse vraisemblablement peu de place au développement des herbacées. Toutefois, vers 4400 cal. BP les indices d'anthropisation (*Rumex*, Urticaceae, *Plantago*,

Plantago lanceolata, Chenopodiaceae) augmentent sensiblement sans que l'on observe de réduction significative de l'espace forestier.

Peu après, la phase 3A4b indique à l'inverse un déclin de la fréquentation et un recul de la pression pastorale. Une légère hausse de *Fagus* et d'*Abies* s'accompagne d'un recul de *Betula* et de *Quercus* ainsi que d'une augmentation des Poaceae et surtout des Ericaceae. Ces variations sont corroborées par les concentrations absolues qui indiquent des variations similaires. Il semble également qu'aucun feu ne soit enregistré à la fin de cette zone soit vers 3600 cal. BP.

Au cours de la phase 3A4c, la courbe du hêtre progresse par « à coups » et bien que ses proportions soient très élevées, proches de 75 à 80%, on note quelques brefs épisodes de recul qui restent toutefois très minimes. Ils sont par ailleurs plus marqués sur les courbes d'*Abies, d'Ulmus*, de *Fraxinus* et de *Tilia* qui chutent en milieu de zone. Les concentrations polliniques absolues sont encore ici en accord avec les variations des courbes en fréquence relative. Cette période aux alentours de 3500-3400 cal. BP correspond à une légère hausse de la pression anthropique caractérisée par des activités très modérées comme en témoignent la présence des Chenopodiaceae, *Plantago, Plantago lanceolata*, Cichorioideae... En fin de zone, les indices d'anthropisation indiquent une nouvelle régression (Figure 36). Le régime de feux est ici caractérisé par des évènements ponctuels qui semblent traduire des ouvertures modérées du couvert forestier.

Les données palynologiques concernant la zone 3A5a montrent une réduction marquée d'*Abies* et de *Fagus*. Toutefois, les pourcentages de ce dernier restent encore assez importants et se maintiennent autour de 60-65%. Les valeurs d'*Ulmus, Tilia* et *Fraxinus* diminuent également et la présence de ces taxons devient discontinue et ponctuelle. Ce recul est d'autant plus visible sur le diagramme en concentrations absolues où la disparition progressive de ces taxons est très nette. Parallèlement on note une hausse des Poaceae et des indices d'anthropisation tels que *Cerealia*-t, *Rumex, Plantago, Plantago lanceolata, Artemsia, Calluna*… C'est au cours de cette zone qu'apparaissent également les premières notations polliniques de *Castanea* et de *Secale*. L'ensemble de ces indices indique une intensification des déboisements liée à une intensification de la fréquentation et des activités agro-pastorales.

A partir de la zone 3A5b, on observe un repli des activités qui se manifeste à la fois par la hausse de *Fagus* et par le recul des Poaceae et des indicateurs d'anthropisation. Seuls *Plantago, Plantago lanceolata* ou encore *Galium* sont encore présents mais leur maintien semble ponctuel.

La réduction de la forêt s'intensifie sur le plateau à partir de 1500 cal. BP, comme le souligne la forte diminution des valeurs de *Fagus* et la quasi disparition d'*Abies* (3A6) que l'on retrouve aussi sur

les concentrations absolues. La hausse de *Castanea,* de *Juglans*, des céréales et autres IPA (*Polygonum aviculare, Rumex, Rumex acetosa/acetosella, Trifolium, Plantago lanceolata,*

Plantagomajor/media, Chenopodiaceae, Urticaceae, Cichorioideae…) traduit une intensification et une diversification des activités. Le recul des formations forestières permet la diffusion d'apports polliniques plus lointains comme *Pinus* par exemple ou *Picea* dont on voit les proportions augmenter au cours de cette zone. L'augmentation des Poaceae et de *Calluna* correspond à une extension des prairies et pelouses qui morcèlent les boisements. Cette dernière, qui se développe sur les zones de parcours sous-pâturés, est sans doute à l'origine de l'augmentation manifeste des fréquences de feu que l'on observe sur la courbe du signal incendie (Figure 36). On relève en effet, l'occurrence à 1300 et à 800 cal. BP de deux pics bien individualisés de forte et moyenne amplitude, dans un contexte d'ouverture du milieu sans précédent sur le site. Postérieurement à cet épisode, on observe, autour de 800 cal. BP, une stabilisation des valeurs de *Fagus* qui se maintiennent autour de 50% avant de régresser de nouveau jusqu'en fin de zone.

Au cours de la zone 3A7, correspondant aux derniers siècles, les indices polliniques de l'anthropisation s'affaissent Tandis que *Fagus et Betula* se développent, indiquant une probable recolonisation forestière. *Pinus* et *Picea* reculent progressivement proportionnellement à l'expansion de *Fagus*. Toutefois, *Picea* marque une nouvelle hausse en fin de zone que nous pouvons attribuer à une densification des reboisements en résineux. Cette tendance est très marquée sur les concentrations absolues qui indique une forte hausse de *Quercus, Betula, Fraxinus, Abies* et *Fagus*. Le repli des activités humaines se caractérise par la disparition ou diminution de la plupart des IPA. En revanche, l'augmentation des Poaceae ainsi que celle des Ericaceae et des Cyperaceae serait plutôt à attribuer à une dynamique locale d'assèchement progressif de la tourbière.

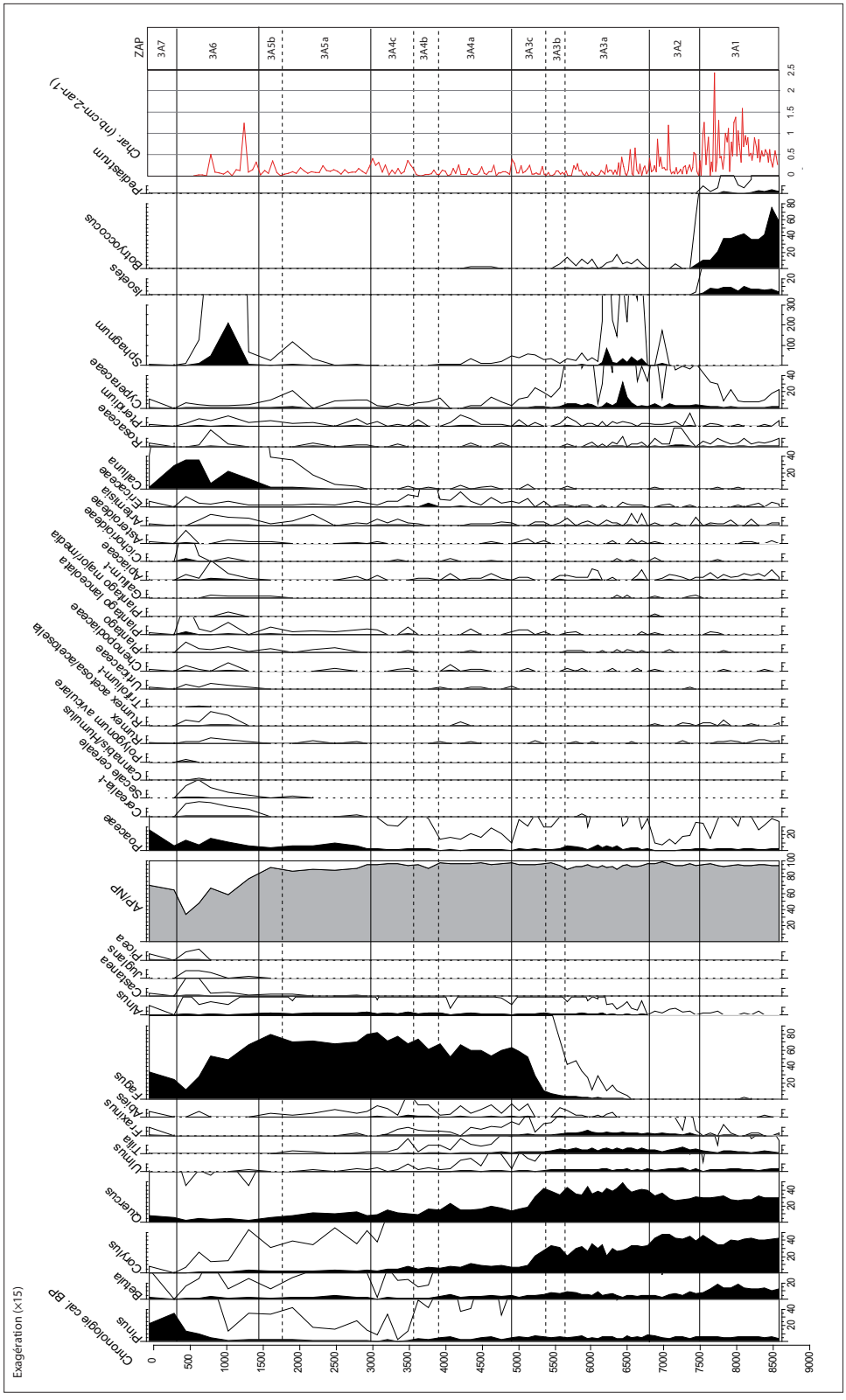


Figure 36 : Diagramme pollinique synthétique des Trois Airelles

1.2.4 Discussion

La séquence des Trois Airelles permet d'aborder 8500 ans d'histoire de la végétation et de l'anthropisation. Située en plein cœur du massif forestier de l'Aubrac, elle est aujourd'hui relativement isolée de toute forme d'occupation. Pourtant, les analyses montrent que ce secteur est fréquenté très tôt. Le Moyen Age correspond à la phase ultime de l'exploitation des forêts mais les modifications du couvert végétal, entraînées par l'action des communautés agro-pastorales sont nettement antérieures à cette époque.

L'histoire forestière du site des Trois Airelles (3A1, 3A2, 3A3a, 3A3b, 3A3c)

Localement le site des Trois Airelles correspond à une cuvette lacustre dans laquelle se développe algues d'eau douce (*Botryoccocus, Pediastrum*) et végétation aquatique (*Potamogeton, Equisetum, Alisma, Isoetes*).

A partir de 7500 cal. BP environ, le site évolue et se comble progressivement pour devenir une tourbière. L'ensemble des algues et aquatiques régressent puis disparaissent pour laisser place au développement des Cyperaceae et de *Sphagnum.* On note également un recul de *Betula* qui ne trouve plus sur les berges de la tourbière des conditions aussi propices à son épanouissement. Cette transition correspond dans la lithologie au passage des limons organiques d'origine lacustre aux niveaux de tourbe. La formation de la tourbière des Trois Airelles renvoie à la chronologie obtenue pour la majorité des sites étudiés dans la partie orientale du Massif Central, soit entre 8200 et 7250 cal. BP (Tourman 2007). Il est intéressant de noter que cette importante période de mise en place des tourbières suit directement l'épisode de péjoration climatique du 8.2 (Alley *et al.* 1997, Veski *et al.* 2004, Magny 2004, Mayewski *et al.* 2004) et pourrait traduire le retour de conditions plus clémentes et plus favorables à la turfigénèse (Tourman 2007).

Le début de l'enregistrement de la séquence des Trois Airelles à 8571 cal. BP indique un milieu déjà très boisé dominé par *Corylus, Quercus* et *Betula* caractéristique du premier quart de l'Holocène. Au sein de ces boisements, *Ulmus* et *Tilia* sont déjà présents et n'occupent qu'une place secondaire. La diffusion de *Fraxinus* aux environs de 7800 cal. BP renvoie à la chronologie obtenue sur le site de la Vergne Noire où ce taxon amorce une courbe continue sensiblement à la même période (aux environs de 7750 cal. BP). Les dates obtenues sur les sites de l'Aubrac lozérien de Bonnecombe 1 et de la Chaumette (de Beaulieu *et al.* 1985) sont relativement semblables et calent le démarrage de ce taxon vers 7700 cal. BP. La tourbière de Roussy dans le Cantal (Miras 2004) propose une chronologie similaire avec une date à 6270±75 BP soit 7190 cal. BP. La diffusion de *Fraxinus* semble en revanche plus tardive dans la partie orientale du Massif Central où elle a été datée à 6690 cal. BP sur le site de la Digonnière et à 6250 cal. BP sur celui de la Verrerie (Argant et Cubizolle 2005).

Les cas d'*Abies* et de *Fagus* sont intéressants. Les occurrences ponctuelles de ces deux taxons enregistrées dès 8400-8200 cal. BP, y compris dans le site de la Vergne noire au même moment, traduisent la présence d'individus isolés au sein des formations forestières qui indiquent le démarrage de la phase de diffusion de ces deux espèces à partir de zones refuges. Des occurrences plus anciennes ont d'ailleurs été relevées à la Vergne Noire dès 8800 cal. BP.

La proximité et la densité des boisements ne permettent pas le développement des herbacées héliophiles et des Poaceae dont les valeurs restent très faibles jusqu'à la fin de la zone 3A2.

L'expansion de *Tilia* et de *Fraxinus* associée au retrait de *Corylus*, est admise sur la partie orientale du plateau (de Beaulieu *et al.* 1985). En revanche, elle est difficile à interpréter car les premières phases de retrait de *Corylus* et de diffusion de *Tilia* sont antérieures au début de l'enregistrement. Cette étape se réalise progressivement et en plusieurs temps à partir de 9000-8800 cal. BP d'après les dates enregistrées à la Vergne Noire et sur le site de la Chaumette (7980±260BP) (de Beaulieu *et al*. 1985). Sur ce site *Corylus* marque un recul progressif dans les assemblages autour de 7000 cal. BP (en fin de zone 3A2, Figure 36). Cet évènement est daté dans l'Aubrac sur les séquences de la Chaumette à 6680±200 BP (7421 [7738] 8158 cal. BP) et de Bonnecombe 1 à 6900±.310 (7176 [7760] 8371) Le recul de cette essence est, aux Trois Airelles, concomitant d'une progression modérée de *Quercus* ainsi que d'une légère expansion de *Tilia* puis un peu plus tardivement de *Fraxinus* alors qu'*Ulmus* affiche une certaine stabilité. Si les proportions de ces taxons peuvent varier selon les sites, ce processus de succession est relativement homogène dans l'Aubrac (de Beaulieu *et al.* 1985) et il ne semble pas non plus apparaître de différences régionales au sein du Massif Central (de Beaulieu *et al.* 1988).

Au cours de cette période, le signal incendie est relativement important et doit être appréhendé comme un phénomène naturel favorisé par des conditions climatiques plus clémentes et plus sèches. L'augmentation de la fréquence des incendies pourraient alors être liée à des conditions croisées : Maximum Thermique Holocène et apport important de biomasse avec le développement des forêts caducifoliées (Vannière *et al*. 2011, Power et al. 2008, Rius 2010, Rius *et al*. 2011).

La zone 3A3 (a, b, c) est marquée par l'expansion de *Fagus* ainsi que par la régression concomitante des essences forestières mésophiles, *Quercus, Corylus, Ulmus, Tilia* et *Fraxinus*. Le développement de la hêtraie se réalise en deux étapes :

La première correspond à la diffusion progressive de *Fagus* au sein des chênaies mixtes entre 6500 cal. BP et 5400 cal. BP. Cette chronologie est identique à celle relevée sur le site de la Vergne Noire bien que les conditions d'enregistrement renvoient une image quelque peu différente de la diffusion de ce taxon. Ce constat concerne également les autres sites du massif de l'Aubrac où cet

épisode a été enregistré et daté sur les sites de Brameloup (5585 [6595] 7586 cal. BP), de Bonnecombe 1 (5469 [5915] 6394 cal. BP) et de la Chaumette (4853 [5355] 5852 cal. BP) (de Beaulieu *et al.* 1985). En effet, si la chronologie de la diffusion semble relativement homogène régionalement, la représentation de son expansion varie selon les enregistrements. Cette variabilité montre tantôt un développement brutal (Vergne Noire, Bonnecombe (de Beaulieu *et al.* 1985) ou à l'inverse une expansion lente et continue (Trois Airelles, Brameloup, la Chaumette (de Beaulieu *et al.* 1985)) est à mettre sur le compte de conditions d'enregistrement variables et dépendantes de vitesses de sédimentation différentes et propres à chacun des sites.

Au moment de la diffusion de *Fagus* (3A3a), *Corylus* et *Quercus* sont encore présents dans des proportions importantes (entre 30 et 40%). *Ulmus, Tilia* et *Fraxinus* enrichissent également les assemblages et leurs faibles pourcentages ne semblent pas traduire la place qu'ils occupent réellement dans les boisements. En effet, *Tilia* et *Fraxinus* sont sous-représentés en forêt (Andersen 1970, Heim 1970, Huntley et Birks 1983) et font preuve d'une faible capacité à disperser leurs pollens (Heim 1970, Huntley et Birks 1983).

La diffusion d'*Alnus* se réalise parallèlement à celle d'*Abies* et de *Fagus* mais les valeurs de ce taxon restent relativement modérées. Cette remarque est également valable pour *Abies* dont les taux ne dépassent pas 2 ou 3% comme dans les autres séquences de l'Aubrac (de Beaulieu *et al.* 1985).

Par la suite *Fagus* poursuit sa diffusion et amorce son expansion au cours de la zone 3A3c, entre 5400 et 4900 cal. BP ainsi que nous l'avons également observé dans l'enregistrement de la Vergne Noire. L'expansion de *Fagus* s'opère au détriment des espèces de la chênaie mixte (*Quercus, Corylus, Ulmus, Tilia, Fraxinus).* Postérieurement à ce bref épisode, le sapin poursuit sa diffusion mais sa présence dans les cortèges forestiers reste discrète et il ne semble pas occuper une place importante dans la hêtraie. Cette observation est également soulignée dans le reste de l'Aubrac (de Beaulieu *et al.* 1985) ainsi que dans d'autres régions du Massif Central (de Beaulieu *et al.* 1988, Miras 2004).

Premiers déboisements et installations des premières communautés agro-pastorales Néolithique (3A2, 3A3a, 3A3b, 3A3c)

C'est vers 6900 cal. BP qu'apparaissent les premiers indices d'anthropisation qui témoignent d'une probable fréquentation des environs du site. Il s'agit d'occurrences de *Rumex,* Chenopodiaceae, *Plantago, Plantago lanceolata, Plantago major/media, Galium, Artemisia*…. On observe également une légère hausse du signal incendie qui intervient sensiblement à la même période soit entre 7100 et 6400 cal. BP environ. L'origine de ces feux reste à discuter, car, si on observe d'une part une légère hausse de la pression anthropique, elle est encore de faible intensité. La forte accumulation en charbon

de bois qu'on observe aux Trois Airelles à cette période correspondrait à une importante phase de feux holocènes enregistrée partout en Europe aux mêmes latitudes (Pyrénées, Nord de l'Italie, Alpes, Vannière 2001, Tinner *et al.* 2005, Power *et al.* 2008, Rius *et al.* 2011). Elle semble liée à une forte disponibilité en biomasse et donc en combustible et à des conditions climatiques favorables, dans un contexte de néolithisation où l'utilisation du feu à des fins agro-pastorales est vraisemblable et attestée par ailleurs (Colombaroli *et al.* 2008, Rius 2010) mais reste anecdotique par rapport au forçage climatique dominant.

L'hypothèse d'une fréquentation occasionnelle au cours du Néolithique ancien ne semble pas concerner, dans l'Aubrac, le seul secteur des Trois Airelles car des informations similaires ont été relevées sur le site de la Vergne Noire. Il est toutefois difficile d'envisager une colonisation de l'ensemble du massif mais les marges du plateau ont peut-être constitué des zones d'occupation préférentielles, plus faciles d'accès depuis les vallées dans le cadre de fréquentations tout au plus saisonnières.

A partir de 6500 cal. BP environ, la pression anthropique semblent moins manifeste bien que les espaces ouverts dans la forêt se maintiennent. En effet, on observe une réduction des indices d'anthropisation mais une stabilisation des Poaceae autour de 5-6%. Le taux d'accumulation de charbon quant à lui marque également un léger recul. Ce n'est qu'à partir de 6000 cal. BP que l'on note un retour des marqueurs d'activités humaines qui se caractérisent par la présence de *Rumex*, des Chenopodiaceae, de *Plantago* ou encore *Plantago lanceolata.* La présence concomitante de ces indices ainsi que l'apparition des premiers grains de pollen de céréales attestent d'une diversification des pratiques anthropiques. Ces dernières se traduisent tout d'abord par une légère hausse des Poaceae et par la présence de *Cerealia*-t et une présence stable et modérée des espèces rudéro-nitrophiles. Ensuite les occurrences de céréales disparaissent mais on relève une hausse sensible des indicateurs du pastoralisme ainsi que de *Pteridium.* Enfin les assemblages polliniques traduisent une reconquête forestière modérée (hausse de *Corylus*, *Quercus* et développement encore restreint de *Fagus*) et un recul parallèle des herbacées et des indicateurs d'anthropisation. Ces indices renvoient à des modes d'occupation temporaires auxquels succède, semble-il, une recolonisation forestière post-culturale.

Suite aux déboisements et à la mise en culture des terres, le site ne semble pas pour autant abandonné et une activité pastorale modérée semble se poursuivre. La présence de *Calluna*, des Ericaceae et la hausse de *Pteridium* suggèrent une pression relativement faible qui se traduit par une fréquentation sans doute de plus en plus irrégulière. Le début du Néolithique final est d'ailleurs marqué par une phase de recul que l'on observe sur la zone 3A3b (Figure 36).

La zone 3A3b témoigne d'un recul des activités agro-pastorales suggéré par la baisse voire la disparition des indicateurs d'anthropisation tels que *Rumex*, Chenopodiaceae, *Plantago*, *Plantago*

lanceolata, Artemisia. L'abandon du site est également marqué par la recolonisation forestière que traduit la hausse de *Corylus* mais aussi le début de l'expansion de *Fagus* que des conditions climatiques plus fraîches et plus humides ont pu, dans une certaine mesure, favoriser. En effet, cet épisode est contemporain d'une dégradation générale du climat enregistrée entre 5600-5500 et 5350 cal. BP caractérisée par une baisse des températures et une hausse des précipitations (Magny et Haas 2004), une augmentation des chutes de neige en milieu montagnard (Schmidt *et al.* 2002) et par une baisse des températures de l'ordre de 1 à 1,5°C dans les Alpes (Haas *et al.* 1998).

Postérieurement à ce déclin des dynamiques d'anthropisation, on observe une reprise très modérée des Poaceae et des indices polliniques d'activités humaines (3A3c). Cette tendance qui semble relativement stable, se maintient jusqu'au début de la zone 3A4a et traduit une fréquentation temporaire mais régulière des environs du site, jusqu'aux environ de 4500 cal. BP. Celle-ci semble se réaliser dans un environnement encore largement forestier désormais dominé par *Fagus* qui connaît une extension sans précédent au détriment de *Quercus* et *Corylus.*

La transition Néolithique final/Chalcolithique est caractérisée par une légère hausse des Poaceae semble correspondre à de nouveaux déboisements d'ampleur modeste (que l'on observe au travers de la réduction ponctuelle de *Fagus*). Les occurrences plus régulières, plus fréquentes et synchrones des indices d'anthropisation tels que *Rumex, Rumex acetosa/acetosella*, Urticaceae, Chenopodiaceae, *Plantago, Plantago lanceolata* semblent traduire une utilisation pastorale des espaces défrichés. Toutefois, la faible quantité de particules carbonisées nous laisse à penser qu'il pourrait s'agir d'activités éloignées du site (Higuera *et al.* 2007). Un phénomène identique et d'une plus grande ampleur a été mis en évidence sur le site de la Vergne Noire (cf. ZPL VN5) où on note un développement des pratiques agro-pastorales à la fin du Néolithique.

Equilibre et rupture à l'âge du Bronze (3A4a, 3A4b, 3A4c)

Le Bronze ancien semble caractérisé par une stabilité des processus d'anthropisation. Durant cette période les occupations restent ponctuelles et discrètes. Les IPA soulignent la permanence d'une fréquentation modérée et temporaire des rebords du plateau. La présence de plusieurs indices comme *Rumex, Rumex acetosa/acetosella, Plantago, Plantago lanceolata*, Urticaceae, Chenopodiaceae, Cichorioideae, *Artemisia*, laisse peu de doute quant à la fréquentation par le bétail. De plus, le léger recul de *Fagus* et *Abies* entre 4000 et 4200 cal. BP pourrait également traduire des défrichements de faible ampleur. Une légère diminution des valeurs de *Fraxinus* est également notée à la même période et soulève la question d'une possible pratique de l'émondage sur les zones de versants jusque dans les vallées afin d'apporter un complément de fourrage (Behre 1986, Rasmussen 1989, Haas *et al.* 1998, Thiébault 2003). Au cours de cette période, les indices polliniques reflètent encore des fréquentations temporaires, de courte durée et une grande mobilité des pratiques.

Entre 3900 et 3600 cal. BP on observe un recul, voire une disparition des indicateurs d'anthropisation tels que *Rumex, Rumex acetosa/acetosella*, Urticaceae, Chenopodiaceae, *Plantago, Plantago lanceolata.* Parallèlement, les valeurs des Poaceae et des Ericaceae augmentent. On note également une légère augmentation de *Fagus* et d'*Abies* alors que *Quercus*, *Betula* et *Tilia* régressent.

L'ensemble de ces indices semblent traduire une baisse voire une absence de la fréquentation des abords du site au cours du Bronze moyen. La baisse de la pression pastorale (disparition des oseilles, orties, chénopodes et plantains) conduit à un embroussaillement des parcours (hausse des Ericaceae) qui sont peu à peu recolonisés par la forêt (hausse du hêtre et du sapin). La légère hausse des Poaceae pourrait être à attribuer à une dynamique locale peut-être liée à un assèchement temporaire du site ou de ses marges. La diminution de *Quercus* et de *Tilia* semble correspondre à des déboisements sur les versants du massif et dans les zones basses. Il est possible que les espaces de plus basse altitude soient préférentiellement occupés au cours de cette période au détriment du massif.

Le Bronze moyen constitue vraisemblablement une période de recul des activités pastorales à proximité du site. La dégradation du climat relevée entre 3900 – 3800 et 3400 – 3350 cal. BP (Anderson *et al.* 1998, Haas *et al.* 1998, Tinner *et al.* 2003, Berglund 2003, Magny 2004, Magny *et al.* 2007, Magny *et al.* 2009,) a peut-être joué un rôle dans la baisse de fréquentation des espaces d'altitude. Toutefois, l'hypothèse d'une réorientation des activités, motivée par des mutations socio-économiques à l'instar de ce qui a été exposé à partir des scénarios pyrénéens (disparition des céréales, recul de l'élevage sur les sites d'altitude et développement des activités pastorales dans les zones basses), est également envisagée (Galop *et al.* 2007, Carozza et Galop 2008).

Suite à cet évènement de recul, les activités semblent redémarrer sur le plateau vers 3500 cal.BP. Elles se manifestent par la présence de quelques indicateurs d'anthropisation, *Plantago, Plantago lanceolata*, Chenopodiaceae, Cichroioideae, *Artemisia* mais leurs valeurs restent néanmoins très faibles. D'ailleurs, la diminution des Poaceae et l'augmentation du rapport AP/NAP suggèrent un environnement largement forestier. Si la courbe du hêtre marque quelques paliers, on note plutôt une progression de cette essence et une diminution conjointe d'Abies.

En revanche, le recul d'*Ulmus, Tilia e*t *Fraxinus* suggère un maintien de la pression pastorale sur les versants et peut-être une intensification des pratiques d'émondage.

De la fin de l'âge du Bronze au début du Moyen Age, le temps des changements (3A5a, 3A5b)

Les premières déforestations conséquentes aux abords de la tourbière des Trois airelles sont enregistrées vers 3000 cal. BP et semblent se poursuivre jusqu'à 1700 cal. BP environ. En effet, le diagramme montre un recul manifeste de *Fagus* et d'*Abies* qui traduit une attaque locale des forêts. On relève d'ailleurs une hausse conjointe de la courbe du signal incendie qui, bien qu'elle soit modeste, correspond probablement à l'augmentation des déboisements. La réduction de quelques autres taxons arboréens comme *Quercus, Ulmus, Tilia* et *Fraxinus* indique que le développement des pratiques à basse altitude remonte plus largement sur les versants et le plateau.

Sur l'ensemble de cette période qui recouvre l'âge du Fer et le début de l'Antiquité, la pression exercée sur le milieu semble constante mais on relève néanmoins quelques légères variations.

En effet, jusqu'à 2600-2500 cal. BP, les céréales sont présentes (*Cerealia*-t) mais les d'indices d'anthropisation qui pourraient témoigner d'activités d'élevage sont assez mal représentés. Si la fréquentation des environs du site par le bétail est probable, elle est restée très modérée, dans la continuité des pratiques observées au cours de l'âge du Bronze.

Postérieurement à cet épisode, entre 2500 et 2000 cal. BP, on note une absence de céréales mais une hausse plus importante des indicateurs d'anthropisation et en particulier des espèces liées au pastoralisme (*Rumex*, Chenopodiaceae, *Plantago, Plantago lanceolata, Artemisia, Calluna*). La dynamique d'anthropisation semble constante mais peut-être tournée préférentiellement vers des pratiques d'élevage.

Enfin, le début de l'Antiquité semble être marqué par une reprise des activités agraires qui tendent à se diversifier comme l'indiquent les premières occurrences de *Secale* qui apparaissent à partir de 1900 cal. BP. Parallèlement au développement de mise en culture des terres les autres indices d'anthropisation marquent au contraire un léger recul qui caractérise peut-être un retrait des pratiques sur le rebord du plateau au profit des zones plus abritées en contrebas du site. Le dynamisme des vallées est d'ailleurs corroboré par la constitution de vergers que renseigne l'apparition des premières occurrences de *Castanea* aux alentours de 2000 cal. BP

Entre 1800 et 1500 cal. BP le diagramme des Trois Airelles indique un recul modéré des dynamiques d'anthropisation. Cette tendance est surtout perceptible au travers de la recolonisation ponctuelle du plateau (hausse de *Fagus* et baisse des Poaceae). Les assemblages polliniques ne traduisent pas la présence de céréales mais on retrouve en revanche quelques indices d'anthropisation (*Plantago, Plantago lanceolata, Galium,* Asteroideae) qui attestent de la permanence de la fréquentation des environs du site.

La croissance agro-pastorale médiévale (3A6)

Vers 1600-1500 cal. BP (IV^{ème} –V^{ème} siècle de notre ère) les données polliniques enregistrées aux Trois Airelles indiquent une nouvelle rupture. Elle se caractérise par une diminution des fréquences de *Fagus, Abies* et *Quercus* qui semble indiquer une phase de déforestation d'ampleur régionale, touchant l'étage montagnard ainsi que les forêts installées à plus basse altitude. Cet épisode de déforestation trouve un écho dans l'augmentation synchrone du signal incendie qui indique l'existence d'essartages associés à cette phase sans précédent d'expansion des activités agro-pastorales.

L'ouverture du milieu s'accompagne d'une élévation des pourcentages des arbres et arbustes héliophiles (*Corylus, Betula,* Rosaceae), des herbacées héliophiles et rudéro-nitrophiles (Poaceae, Asteroideae, Apiaceae, Cichorioideae, Urticaceae, Chenopodiaceae, *Plantago, Plantago lanceolata, Galium, Rumex, Rumex acetosa/acetosella*). L'augmentation de *Calluna* et des Ericaceae témoigne d'une extension des landes comme corollaire de celle des prairies et du développement des pratiques pastorales.Leur hausse peut également être lié au passage régulier du feu (hausse de la concentration de particules carbonisées, Figure 36) (Métailié 1981). La hausse concomitante de *Cerealia*-t, *Secale, Castanea* ainsi que l'apparition de *Juglans*, reflète l'amplification et la volonté de diversification du système agraire. Le paysage largement déboisé au début du Moyen Age devait se découper en mosaïque avec une alternance de pelouses, prairies de fauche et prairies pâturées sur le plateau et ses marges et de parcelles cultivées plutôt sur les versants et dans les vallées.

On sait, grâce aux données textuelles, que l'Aubrac constituait dès le VII^{ème} siècle une terre d'accueil pour les troupeaux transhumants des régions voisines (Bousquet 1971, Servelle *et al*. 2006), ce qui suppose que l'existence de pâturages suffisamment conséquents.

A partir de 1000 jusqu'à 800 cal. BP les données palynologiques mettent en évidence une phase de reforestation modérée et un recul de certains indicateurs d'anthropisation. Suite à une réduction progressive, *Fagus* marque un palier au cours duquel ses valeurs se maintiennent autour de 50%. On assiste aussi à une progression des arbres et arbustes héliophiles comme *Betula, Corylus* ou les Rosaceae qui recolonisent les espaces délaissés par les activités anthropiques. Toutefois, il ne s'agit pas d'un recul majeur des activités agro-pastorales car la présence continue des céréales témoigne par exemple d'un maintien des pratiques agraires non loin du site, probablement sur les zones de versants. Les troupeaux continuent également à fréquenter les environs du site comme l'indique la hausse de *Rumex, Rumex acetosa/acetosella* ou des Urticaceae ainsi que la régression de la *Callune* que l'on pourrait associer à une augmentation de la charge pastorale.

Une nouvelle phase d'emprise intervient autour de 800 cal. BP (XII^{ème} siècle). Elle se manifeste par un recul majeur de *Fagus* et une hausse des indicateurs d'anthropisation (Figure 36).

L'augmentation des céréales, de *Castanea* et de *Juglans* témoigne de l'essor des systèmes d'exploitation aussi bien dans les zones basses (vallées) que sur les versants en contrebas du site. La création des granges monastiques ainsi que celle des moulins entre le XIII^{ème} et le XIV^{ème} siècle permet de mesurer l'ampleur de cette dynamique ainsi que ses limites géographiques (Pradalié et Hamon 2006). Les sources historiques confortent également nos données au travers des nombreuses mentions de parcelles cultivées notamment sur le versant aveyronnais et dans les boraldes alors qu'elles sont bien plus rares dans la partie lozérienne du plateau (Pradalié et Hamon 2006).

Nos données reflètent également une certaine fragmentation du paysage. En effet, la forêt ne disparaît pas totalement puisqu'on observe le maintien des valeurs de *Fagus* entre 15 et 20% ce qui signifie que les boisements sont encore conséquents malgré les ouvertures répétées. L'apparition des occurrences de *Cannabis/Hummulus* nous renseigne aussi sur la possibilité de cultures du chanvre dans les environs du site. Cette information est d'ailleurs corroborée par les données historiques qui mentionnent cette activité au XIV^{ème} siècle le long des rivières dans les boraldes (Pradalié et Hamon 2006).

La réduction de la forêt trouve dans les données palynologiques plusieurs explications, notamment le développement et l'extension des surfaces cultivées et pâturées. Les données archéologiques et historiques apportent une source d'information complémentaire grâce aux découvertes des activités proto-industrielles sur la partie méridionale du plateau (rebords et versants) à partir du XIII^{ème}, XIV^{ème} siècle et comprenant des activités de charbonnage, une exploitation de minerai lié à la production d'argent et de fer ainsi qu'un atelier d'artisan verrier (Petit 2004, Pradalié *et al* 2006). Il n'est donc pas surprenant que les pourcentages de *Fagus* marquent une telle réduction (de près de 35% en à peine 200 ans) et que ce phénomène soit bien plus marqué sur ce site que sur celui de la Vergne Noire où le recul de *Fagus* est moins radical. La hêtraie a certainement été exploitée à cette époque pour répondre aux besoins de ces activités et on peut imaginer une réduction de la superficie des boisements mais surtout une mise en taillis impliquant une diminution de la floraison et donc de la représentation pollinique.

Déprise moderne et reconquête forestière (3A7)

L'époque moderne est caractérisée dans le diagramme des Trois Airelles par une recolonisation forestière modérée et par un recul de la dynamique d'anthropisation. Les valeurs de *Fagus* augmentent jusqu'au sommet de l'enregistrement mais ne dépasse pas les 30%. D'autres taxons suivent cette tendance comme les pionniers héliophiles, *Betula* et *Corylus* et sont avec *Fagus* et *Abies*, la traduction d'une pression bien plus faible sur les espaces forestiers du rebord du plateau. La légère hausse de Quercus signale que la déprise touche également les versants et les vallées mais de manière modérée. Les valeurs de *Pinus* qui avaient augmenté à la fin de la zone 3A6 et qui correspondaient à la diffusion

des apports plus lointains favorisés par la réduction des boisements connaissent au cours de la zone 3A7 une nouvelle baisse.

Si les données nous indiquent une augmentation des boisements, en particulier de la hêtraie, cela n'indique pas nécessairement qu'il s'agit d'une reconquête forestière avec extension des forêts. Tout comme le bois de Laguiole, le bois d'Aubrac a dû conserver ses proportions tout au long de l'époque médiévale et c'est sans doute son exploitation intensive qui a limité la floraison des hêtres et donc sa représentation pollinique dans nos diagrammes. De nombreuses données d'archives, en particulier à partir de la réformation de De Froidour au XVII^{ème} siècle renseignent sur la superficie et l'état des bois d'Aubrac dont les limites sont sensiblement semblables à celle que nous connaissons aujourd'hui.

L'abandon des exploitations agricoles se manifeste également au travers de la chute de *Castanea*, de la disparition de *Juglans* ainsi que de celle des céréales. L'ensemble des indicateurs d'anthropisation régresse et très peu d'entre ceux qui sont encore présents à la fin du diagramme ne correspondent qu'à des occurrences ponctuelles (*Rumex*, Urticaceae, *Plantago*, *Plantago lanceolata*, Chenopodiaceae, *Artemisia*, Asteroideae). La présence de ces indices à la fin du diagramme renvoie au maintien des traditions pastorales sur le plateau et les versants. On note également la réapparition et la hausse de *Fraxinus* qui témoigne du recul ou en tout cas de l'irrégularité des pratiques d'émondage probablement en raison de l'amélioration des pratiques agricoles et de l'abandon subséquent du bocage (Briane et Aussibal 2007).

L'augmentation des Poaceae doit être en partie envisagée comme une dynamique locale propre au fonctionnement du site, en l'occurrence à l'atterrissement et l'assèchement progressif de la tourbière. La hausse de Ericaceae et le maintien bien que dans des proportions restreintes de *Calluna* corroborent cette interprétation. En effet, le site est aujourd'hui recouvert d'une lande à Ericaceae et à Callune et les quelques parties les plus humides sont colonisées par les Cyperaceae. D'autre part, l'abandon des terres cultivées, qui ont sans doute par la suite été utilisées comme prairies de fauche ce qui pourrait expliquer également la hausse des Poaceae.

Le plateau des pâturages et des lacs

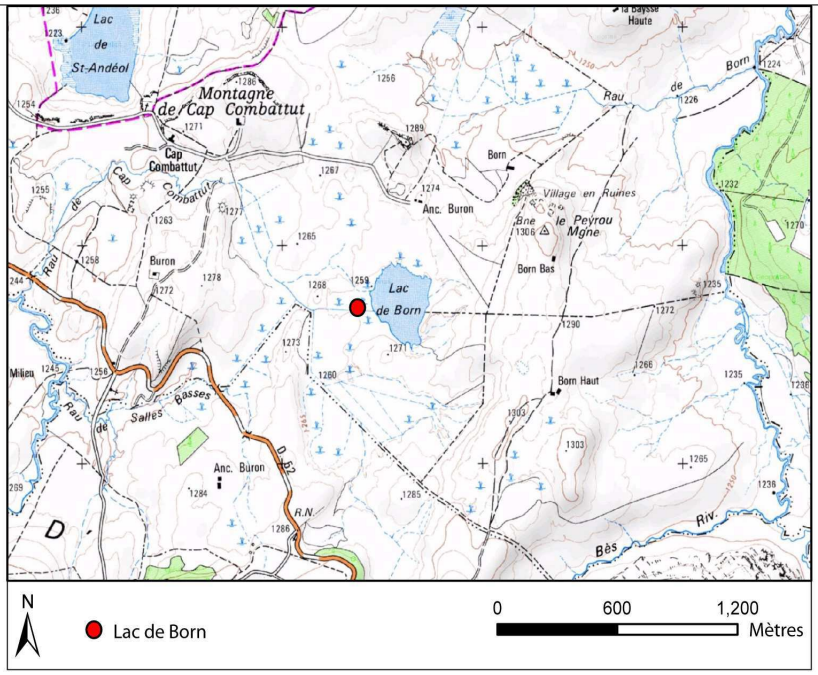
Le plateau de l'Aubrac est un immense pâturage parsemé de lacs, de tourbières et de blocs erratiques. La physionomie typique de ce paysage tient en grande partie aux phénomènes glaciaires dont les traces sont surtout visibles dans la partie septentrionale du massif. Le glacier s'étendait sur une surface d'environ 250 km² dans la région de Marchastel et la plaine de Malbouzon (Ayral 1928). Les glaciers ont laissé, lors de leur retrait, de très nombreux blocs erratiques que l'on trouve épars sur tous les pâturages de l'Aubrac lozérien mais aussi de nombreux lacs. Ces derniers, de taille réduite et peu profonds se sont progressivement comblés et sont aujourd'hui des tourbières. L'origine des pâturages est, elle, en étroite relation avec l'histoire des occupations humaines qui se sont succédées sur le plateau depuis des millénaires. C'est d'ailleurs dans ce secteur des plateaux déboisés qu'on été effectuées, dans le cadre du PCR, la majorité des recherches archéologiques portant sur les Monts d'Aubrac au Moyen Age. Ces vastes espaces sommitaux sont en effet parsemés de structures pastorales anciennes et plus récentes (burons en mottes, burons en pierres, enclos) qui témoignent de l'importance et du dynamisme des activités d'élevage au moins depuis de Moyen Age. Outre le fait d'être situés à proximité des gisements archéologiques, les sites de Born et de Roustières étaient également intégrés à un programme de recherche pluridisciplinaire sur les « *Variations tardi- et postglaciaires de niveaux lacustres en Aubrac (Massif Central, France) en relation avec les changements climatiques et l'action de l'homme* ». Dans cette perspective, leur choix a principalement été conditionné par leur localisation dans des secteurs faisant l'objet de recherches collectives.

1.3. Le Lac de Born

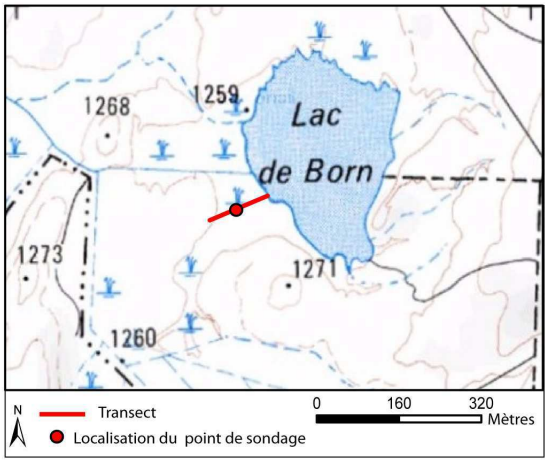
1.3.1 Présentation du lac de Born

Le lac de Born, sur le plateau de l'Aubrac, se situe dans un contexte largement pastoral et déboisé, au sud de Nasbinals, sur les communes de Marchastel et des Salces. Il se situe également à proximité du lac de St Andéol où ont été conduites les dernières recherches archéologiques sur le plateau (Fau *et al*. 2010).Le lac, d'origine glaciaire, est alimenté par un petit bassin versant et comprend sur toute sa partie ouest une bordure tourbeuse sur laquelle ont été réalisés les sondages (Figure 37). Plusieurs études initiées dans le cadre du programme de recherche ECLISPE sont encore en cours aujourd'hui au laboratoire de l'IMEP et du CEREGE et concernent notamment l'étude des coléoptères et chironomides fossiles (Delile 2010), des diatomées et des macro-restes végétaux.

L'étude de ce site, en complémentarité avec celle des sites forestiers occidentaux, a pour objectif de documenter l'histoire des premiers déboisements et la constitution, au coeur du massif, ces grands espaces pastoraux.



Carte de localisation du site de Born



Carte de localisation du point de sondage

Lac de Born

Paysages pastoraux autour du site

Lac de Born

Figure 37 : Présentation du lac de Born

1.3.2 Lithologie, datations et modèle âge-profondeur

Le sondage du lac de Born a fait l'objet d'une campagne de terrain réalisée par le laboratoire de l'IMEP en 2005 dans le cadre du projet ECLIPSE sur les « *Variations tardi- et postglaciaires de niveaux lacustres en Aubrac (Massif Central, France) en relation avec les changements climatiques et l'action de l'homme* ». Il s'agissait d'un transect réalisé sur la ceinture tourbeuse à l'ouest du lac sur lequel 6 séquences sédimentaires ont été prélevées. Deux sondages supplémentaires ont également été réalisés sur les bordures nord et sud. La séquence que nous présentons ici correspond à la séquence numéro 4 du transect.

D'une épaisseur de 392 cm, la séquence présente une stratigraphie qui, décrite par l'équipe de l'IMEP se décompose de la manière suivante :

392 cm - 384 cm : gyttja argileuse.

384 cm - 328 cm : gyttja fine, plus organique de couleur marron-clair.

328 cm - 304 cm : gyttja brune.

304 cm - 268 cm : gyttja argileuse, similaire à celle relevés à la base de la séquence.

268 cm - 224 cm : gyttja brune

224 cm -124 cm : tourbe blonde très fibreuse

124 cm - 48 cm : tourbe brune toujours fibreuse.

48 cm - 28 cm : tourbe brune fibreuse compacte

28 cm - 16 cm : tourbe brune fibreuse

16 cm - 8 cm : la tourbe terreuse.

8 cm - sommet : bryophytes.

Quatre datations radiocarbones AMS réalisées sur sédiment total nous ont permis de réaliser un modèle âge-profondeur (Tableau 13). Les âges obtenus sur ces échantillons ont été calibrés à 2 sigma avec le logiciel CLAM (Blaauw, 2010). La confrontation entre la chronologie proposée par le modèle d'âge et celle obtenue sur certains évènements botaniques déjà bien datés, sur nos autres séquences ainsi que sur les études antérieures, nous ont conduit à rejeter la date effectuée sur les niveaux 359,5-360,5cm soit 9340±50 (10412 [10554] 10698 cal. BP) considérée comme vieillie.

Cette date attribuerait le début de la diffusion de *Tilia* à 10554 cal. BP soit près de 2000 ans plus tôt que la chronologie obtenue sur la Vergne Noire et sur les séquences du plateau lozérien (de Beaulieu *et al.* 1985). Par conséquent, nous n'avons tenu compte, ni de la date, ni des estimations chronologiques proposées par le modèle d'âge entre la base de la séquence et le niveau 300. Pour ces niveaux, l'interpolation chronologique repose, dans notre commentaire ainsi que dans notre discussion, sur les dates et estimations déjà fournies par les études antérieures ainsi que par nos propres résultats.

Le modèle d'âge proposé pour le reste de la séquence (de 300cm au sommet) présente un taux d'accumulation moyen de l'ordre de 19 cm/an avec un léger ralentissement sur le dernier mètre (Figure 38).

Réf. Labo	Prof. (cm)	Matériel	Datation radiocarbone (BP)	Calibration BP (2 σ)
Poz-35619	103.5-104.5	Tourbe	2420±35	2334 [2489] 2706
Poz-35620	223.5-224.5	Tourbe	3940±35	4261 [4378] 4516
Poz-35600	299.5-300.5	Gyttja	5100±50	5724 [5830] 5943
Poz-35621	359.5-360.5	Gyttja	9340±50	10412 [10554] 10698

Tableau 13 : Datations radiocarbone AMS réalisées sur la séquence sédimentaire du lac de Born

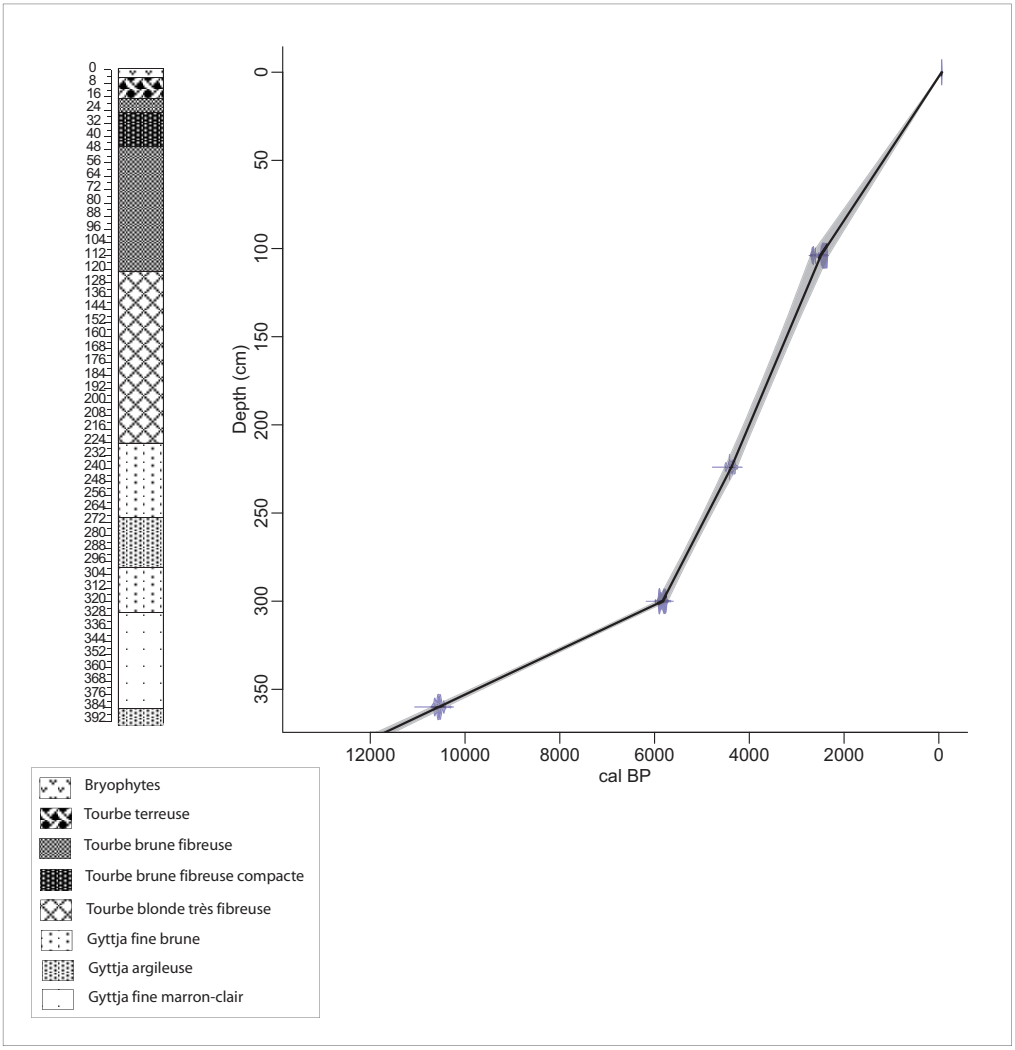


Figure 38 : Modèle Age/Profondeur du Lac de Born

1.3.3 Résultats des analyses polliniques et commentaires du diagramme

Sur cette séquence, 10 zones locales d'assemblage pollinique ont été identifiées. Nous avons parfois choisis, comme sur les autres séquences, de nous détacher de la méthode de zonation automatique par regroupement hiérarchique afin de dégager certains évènements en rapport avec la problématique qui nous intéresse. Le module CONISS de l'extension TGView du logiciel Tilia (Grimm, 1987 et 1991-1993) et néanmoins présenté sur le diagramme complet en fréquences relatives (Figure 39, Figure 40, Figure 41).

ZAP	Prof (cm)	Taxons	Descriptions
B1	358	*Pinus* *Betula* Poaceae *Rumex* *Artemisia*	Baisse de *Pinus*. Hausse de *Betula* et de *Juniperus* puis diminution de celui-ci en fin de zone. Occurrences ponctuelles de *Quercus*. Maintien des valeurs de Poaceae autour de 20%, légère hausse de *Rumex* et recul *d'Artemisia*, des Asteroideae, Cichorioideae. Augmentation modérée des Cyperaceae.
B2	358	*Betula* *Quercus* *Corylus* Poaceae	Diminution constante de *Pinus*. Hausse de *Betula* jusqu'en milieu de zone puis recul de celui-ci. Régression de *Juniperus*. Diffusion et expansion de *Quercus*, *Corylus* et *Ulmus*. Chute de tous les herbacées et en particulier des Poaceae, de *Rumex, d'Artemisia* ainsi que des Asteroideae. Diminution des Cyperaceae.
B3	322	*Quercus* *Corylus* *Betula* *Ulmus* *Tilia* *Fraxinus*	Maintien des valeurs de *Betula* autour de 20%, baisse de *Corylus* et légère hausse de *Quercus*. Expansion *d'Ulmus* et diffusion et expansion de *Tilia* puis de *Fraxinus*. Occurrences ponctuelles de *Fagus* et *d'Abies*. Légère hausse des Poaceae en milieu de zone mais faible représentation des autres herbacées. Légère augmentation des Cyperaceae et de *Sphagnum*.
B4	270	*Quercus* *Corylus* *Tilia* *Fraxinus* *Isoetes*	Stabilité des taux de la plupart des taxons arboréens : *Quercus*, *Corylus*, *Betula*, *Ulmus*, *Tilia* et *Fraxinus* mais légère diminution de ces derniers en fin de zone. Diffusion et expansion progressive *d'Abies* et de *Fagus*, bien marquée en fin de zone. Diffusion discrète *d'Alnus*. Légère hausse des Poaceae et présence sporadique de quelques IPA : Urticaceae, Chenopodiaceae, *Rumex*, *Plantago*, *Plantago lanceolata*, *Plantago major*/*media*. Hausse modérée d'*Artemisia*. Augmentation des Cyperaceae, de *Sphagnum* et développement brutal des *Isoetes* en fin de zone.
B5	226	*Fagus* *Abies* *Quercus* *Corylus* *Isoetes*	Diminution de *Quercus* et de *Corylus* mais maintien de leurs valeurs autour de 10-15%. Baisse conjointe *d'Ulmus*, *Tilia* et *Fraxinus*. Légère hausse de *Betula* et développement de *Fagus* et *d'Abies*. Faible représentation des Poaceae entre 5 et 10%. Apparition des premières occurrences de *Cerealia*-t type et présence de quelques IPA : *Urticaceae*, *Rumex*, *Plantago*, *Plantago lanceolata*, *Plantago major*/*media*, Chenopodiaceae, *Artemisia*. Légère hausse des Rosaceae en fin de zone. Diminution des pourcentages *d'Isoetes*.

B6	118	*Fagus* *Abies* *Quercus* *Corylus*	Maintien des valeurs de *Fagus* autour de 60% ainsi que celles de *Quercus* et de *Betula* entre 10 et 15%. Présence discrète *d'Abies* dont les taux se stabilisent entre 5 et 10%. Diminution de *Corylus*, *Ulmus* et *Fraxinus*. Occurrences ponctuelles de *Tilia*. Maintien des valeurs des Poaceae qui ne dépassent pas 5% et présence très discrète et sporadique des autres herbacées et indicateurs d'anthropisation. Légère hausse des Cyperaceae et de *Sphagnum* en début et fin de zone.
B7	80	*Fagus* *Abies* *Quercus* *Alnus* Poaceae	Diminution de *Fagus* en début de zone puis nouvelle augmentation à la fin de celle-ci. Augmentation modérée *d'Alnus*. Légère baisse *d'Abies* et hausse de *Corylus*, *Betula* et *Quercus*. Occurrences ponctuelles *d'Ulmus*, *Tilia* et *Fraxinus*. Hausse des Poaceae en début de zone et présence conjointe de *Cerealia*-t et de plusieurs IPA comme les Urticaceae, Chenopodiaceae, *Rumex*, *Plantago*, *Plantago lanceolata*, *Plantago major*/*media*, *Trifolium* ou encore *Artemisia*. Hausse des Rosaceae et augmentation des Ericaceae, de *Calluna* et de *Pteridium*. Baisse des Cyperaceae et de *Sphagnum.*
B8	62	*Fagus* Poaceae *Calluna* *Sphagnum*	Chute de *Fagus* et *d'Abies*. Maintien des valeurs de *Quercus* et de *Corylus*. Légère hausse de *Betula* et *d'Alnus* en fin de zone. Augmentation brutale des Poaceae et de *Calluna*. Présence de quelques IPA : Urticaceae, *Rumex*, Chenopodiaceae, *Plantago*, *Plantago lanceolata*. Légère diminution *d'Artemisia* et hausse des Rosaceae. Augmentation des valeurs des Cyperaceae et de *Sphagnum*.
B9	19	*Fagus* Poaceae *Calluna* Cyperaceae *Sphagnum*	Diminution successive de *Fagus* et quasi disparition *d'Abies*. Légère augmentation de *Betula* et de *Corylus*. Apparition des premières occurrences de *Juglans* et de *Castanea*. Hausse des Poaceae dont les fréquences se maintiennent autour de 40%. Augmentation de *Cerealia*-t, de *Secale*, des Urticaceae, *Rumex*, Chenopodiaceae, *Plantago*, *Plantago lanceolata*, *Artemisia*, Asteroideae. Présence de *Centaurea cyanus*, *Trifolium* et *Plantago major*/*media*. Hausse des Ericaceae, de *Calluna* et de *Pteridium*. Développement des Cyperaceae et de *Sphagnum*.
B10	0	*Pinus* *Betula* Poaceae *Calluna* Cyperaceae *Sphagnum*	Hausse de *Pinus* et de *Betula*. Maintien des valeurs très faibles de *Quercus*, *Corylus*, *Fagus* et *Abies*. Légère hausse de *Juglans* et de *Picea*. Très légère diminution des Poaceae. Diminution des céréales et autres indicateurs d'anthropisation. Hausse modérée de *Calluna*. Développement des Cyperaceae et chute de *Sphagnum*.

Tableau 14 : Tableau descriptif des assemblages polliniques du Lac de Born

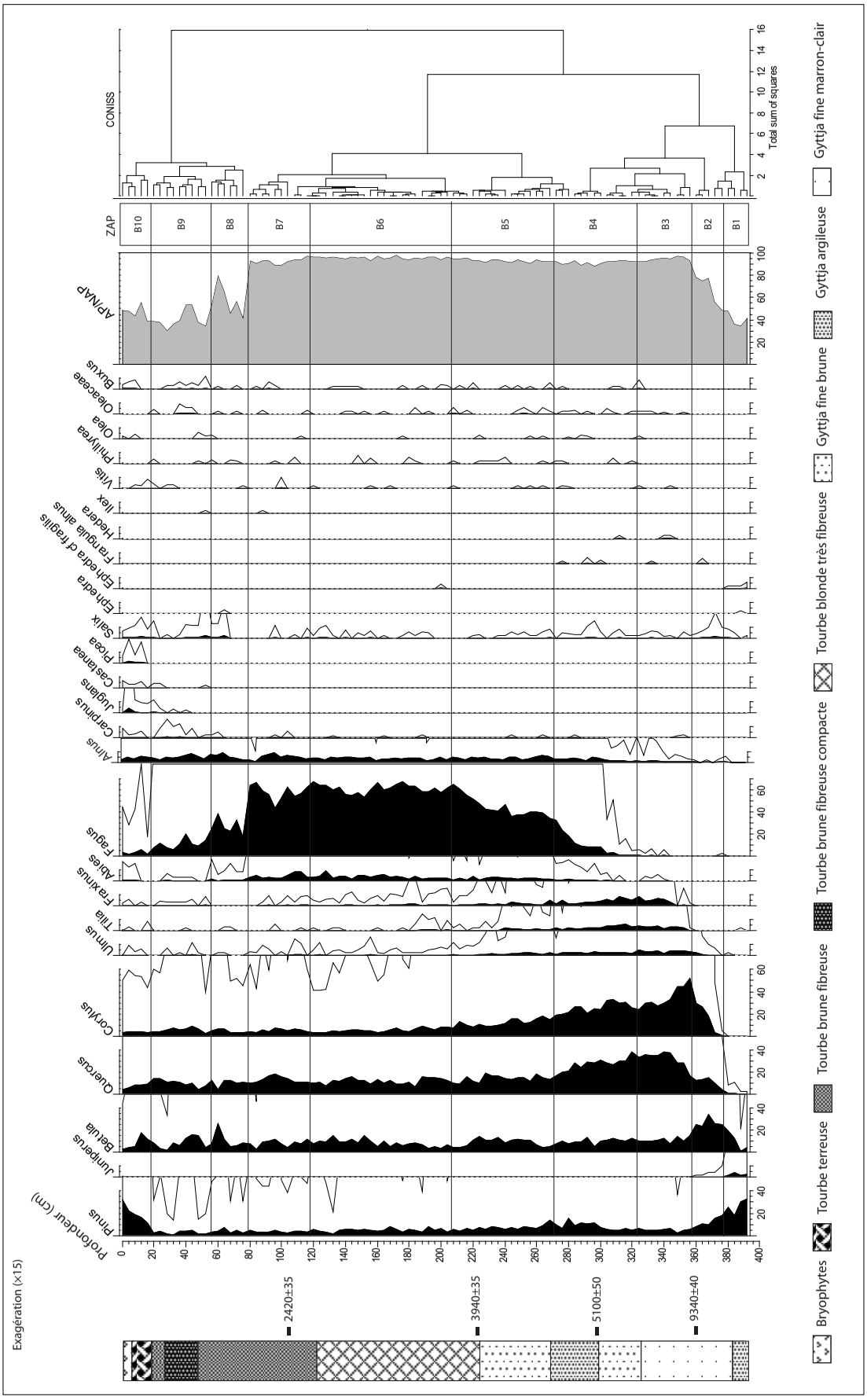


Figure 39 : Diagramme pollinique complet du Lac de Born (arbres, arbustes)

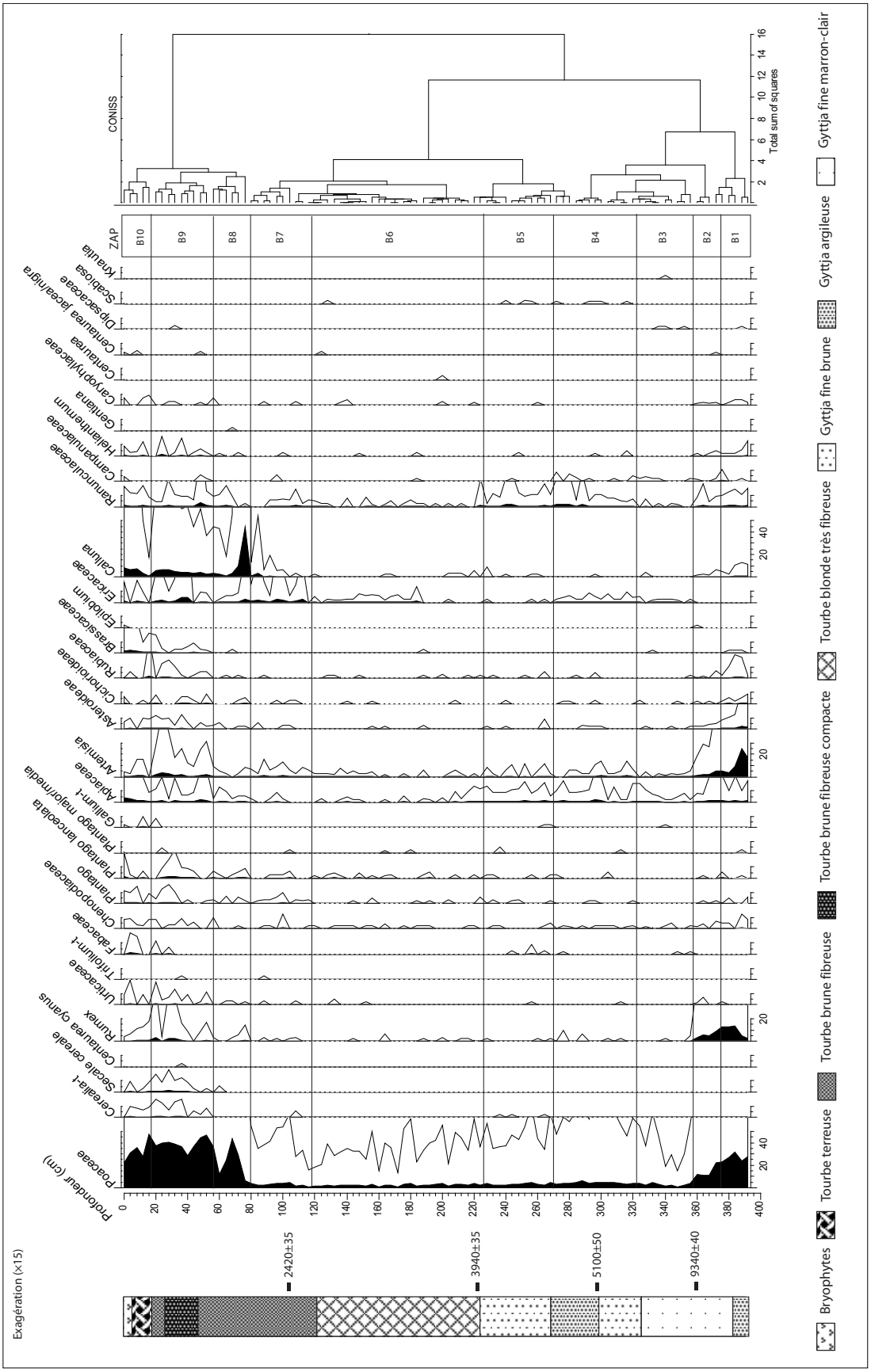


Figure 40 : Diagramme pollinique complet du Lac de Born (herbacées)

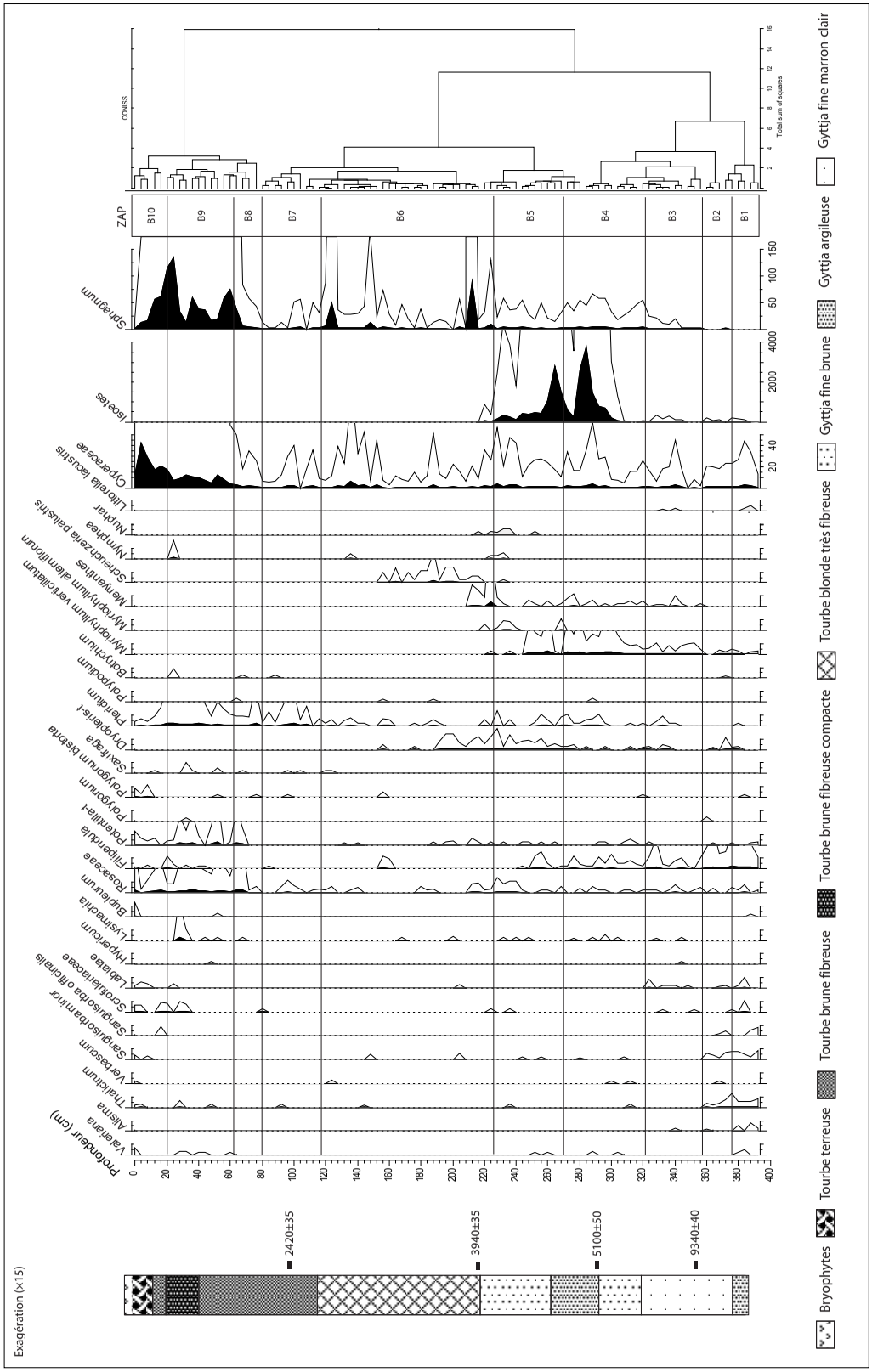


Figure 41 : Diagramme pollinique complet du Lac de Born (herbacées, hygrophiles, aquatiques)

La première zone du diagramme (B1) correspond à la transition entre la fin du Tardiglaciaire et le début de l'Holocène. Elle se caractérise par la prédominance d'une végétation herbacée et arbustive steppique dominée par les Poaceae, *Rumex*, *Artemisia* et *Juniperus*. Les taxons forestiers sont représentés par la succession *Pinus* - *Betula* bien identifiée dans le Massif Central entre 9850 et 9500 uncal. BP. (de Beaulieu *et al.* 1988). Cette chronologie nous permet d'estimer le démarrage de cette séquence aux environs de 11200 - 10700 cal. BP.

Au cours de la zone B2 les cortèges forestiers mésophiles dominés par la triade *Quercus – Corylus – Ulmus* se mettent en place. *Betula* est encore très présent dans les assemblages mais s'efface peu à peu. Les datations obtenues régionalement sur d'autres enregistrements polliniques (de Beaulieu *et al.*1988) placent le démarrage de *Quercus* et de *Corylus* entre 10000 et 10300 cal. BP. Sur la séquence du lac de Born, *Quercus* apparaît légèrement plus précocement que *Corylus* et *Ulmus* ce qui suggère une certaine variabilité selon les sites. La forêt, encore clairsemée, permet le maintien des herbacées malgré une légère régression de ces derniers en fin de la zone.

Sur B3 les boisements se densifient. Si *Quercus* et *Corylus* dominent avec des valeurs avoisinant près de 30% chacun, le cortège forestier se diversifie avec l'apparition et la diffusion de *Tilia, d'Alnus*, de *Fagus* et *d'Abies*, ces trois derniers restant encore discrets. L'augmentation des Poaceae peut être associée à un effet local de l'assèchement progressif des berges du lac. Quelques IPA (Chenopodiaceae, *Rumex, Artemisia, Galium*) apparaissent en milieu de zone, vers 7500 cal. BP et bien que leur présence reste très discrète, elle semble témoigner d'une fréquentation ponctuelle et modérée aux abords du site. L'apparition de ces indices concorde également avec le début de la courbe continue de *Fagus* ce qui invite à nous interroger sur le rôle des activités humaines, aussi minimes soient-elles dans le processus de diffusion de ce taxon.

A partir de 6500 cal. BP *Fagus* se développe et amorce son expansion. Celle-ci est contemporaine de celle d'*Abies* mais aussi d'*Alnus* dont les valeurs restent assez discrètes. L'augmentation progressive de *Fagus* concurrence les essences de la chênaie mixte qui reculent en fin de zone. Dans le même temps, on note une hausse des Poaceae qui s'accompagne d'occurrences d'indicateurs polliniques d'anthropisation tels que *Rumex, Plantago, Plantago lanceolata* ou encore *Artemisia*. Ces indices reflètent une fréquentation sans doute plus régulière et une légère intensification des pratiques. On note également en fin de zone une hausse abrupte des Isoetes qui peut être liée à une variation du niveau de l'eau du lac et aux premières étapes de comblement de ses berges.

Entre 5200 et 4200-4000 cal. BP, la hêtraie se développe mais n'atteint pas encore ses valeurs maximales, peut-être en raison de déboisements réguliers. Cette hypothèse semble corroborée par la

présence ponctuelle mais régulière d'indices d'anthropisation qui soulignent la présence d'activités humaines au cours de cette période. On voit ainsi apparaître les premières occurrences de céréales dès 5200 cal. BP.

A la fin de cette zone et à la transition avec la suivante (B6), le site subit des modifications importantes qui correspondent aux dernières phases de comblement des marges du lac. Cet épisode se traduit dans la végétation par le recul brutal des *Isoetes* et correspond, dans la sédimentation, à la transition entre les niveaux de Gyttja et de tourbe.

Ensuite, jusqu'à 2600 cal. BP environ, les assemblages polliniques ne montrent pas de variations majeures mise à part quelques phases ponctuelles de recul de *Fagus* et la présence concomitante d'indices d'anthropisation bien que les herbacées soient relativement mal représentées.

C'est à partir de 2600 cal. BP (zone B7) qu'interviennent de nouveaux changements dans les assemblages polliniques. Il s'agit notamment d'un retrait de *Fagus*, d'*Abies* et d'une hausse des Poaceae. Ces dynamiques couplées à la présence de céréales et d'occurrences d'herbacées héliophiles et rudéro-nitrophiles tels que les Urticaceae, Chenopodiaceae, *Rumex, Plantago, Plantago lanceolata, Plantago major/media* semblent indiquer de probables déforestations associées à un développement des pratiques agro-pastorales. En fin de zone, la hausse marquée de *Fagus* et le recul synchrone des Poaceae et de certains IPA attestent d'un probable affaiblissement des activités humaines dans le voisinage du lac de Born.

Dès 1900-1800 cal. BP (B8), la hêtraie affiche une nouvelle diminution significative d'une reprise des déforestations liées à mise en valeurs des terres comme le suggère la hausse des Poaceae et des indicateurs polliniques d'anthropisation. Cette dynamique semble encore temporaire et ce n'est qu'à partir de 900 cal. BP environ (B9) et avec la réduction progressive des boisements de hêtres que l'on observe la probable mise en place des zones largement déboisées correspondant aux espaces d'estive ; tandis que la hausse des céréales (*Cerealia*-t et *Secale*) ainsi que les premières occurrences de *Castanea* et de *Juglans* témoignent d'une diversification des systèmes d'exploitation.

La dernière zone du diagramme (B10) s'inscrit dans la continuité de la zone précédente et le seul élément de rupture correspond à une forte hausse de *Pinus* ainsi qu'à l'apparition de *Picea* qui sont les témoins du développement des campagnes de reboisements en résineux. Les très faibles valeurs de *Fagus* attestent du maintien des espaces ouverts et reflètent indirectement l'importance des activités humaines sur le plateau. Ce constat est confirmé par le maintien des céréales bien que l'on relève une diminution des pourcentages de *Secale* qui n'apparaît plus qu'au travers de quelques occurrences. Les autres indicateurs d'anthropisation sont en léger recul mais restent toutefois présents tout au long de cette dernière phase.

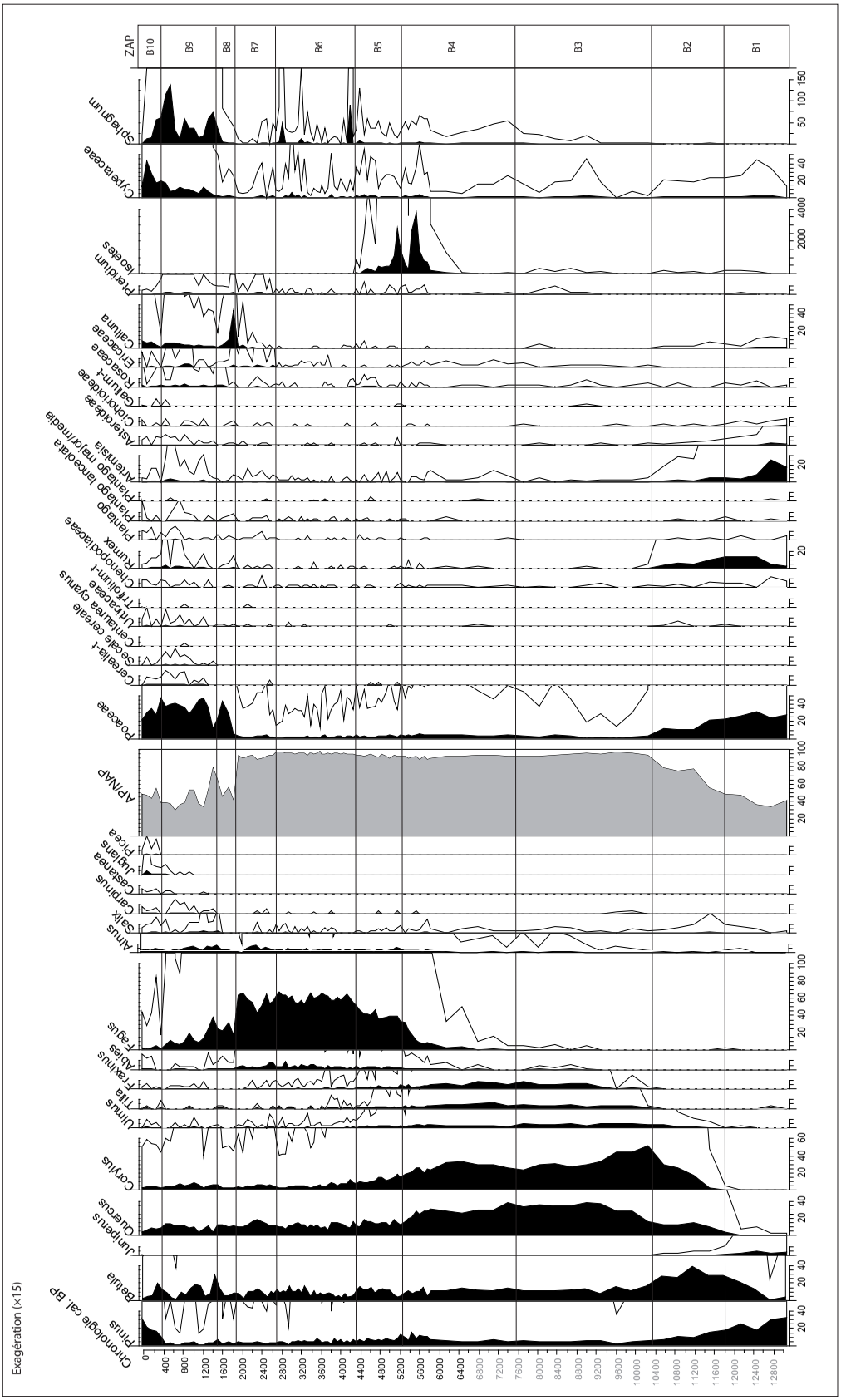


Figure 42 : Diagramme pollinique synthétique du Lac de Born

1.3.4 Discussion

La fin du Tardiglaciaire et le début de l'Holocène (B1 et B2)

Malgré l'absence de datation radiocarbone, les assemblages polliniques enregistrés à la base de la séquence peuvent être attribués à la fin du dernier interstade Tardiglaciaire, et plus particulièrement à la fin du Dryas récent. En effet, les successions de végétation que l'on observe au cours de la zone B1 sont très caractéristiques de cette période fréquemment décrites dans l'Aubrac (de Beaulieu *et al.* 1985) ainsi que dans le reste du Massif Central. Elle correspond à la « phase à *Betula* et *Pinus* » enregistrée entre 9850 et 9500 uncal. BP (11252 - 10786 cal. BP.) que l'on retrouve dans l'Aubrac sur le site de la Chaumette, de Brameloup ou encore de Bonnecombe 1 (de Beaulieu *et al.* 1985, de Beaulieu *et al.* 1988). Au cours de cette période, le rapport AP/NAP est faible, de l'ordre de 40% indiquant une forte ouverture du milieu. La végétation est caractérisée par une steppe semi- arbustive constituée de pins, bouleaux, genévriers et saules et de poacées, armoises et oseilles pour la strate herbacée. Les quelques occurrences de taxons mésophiles (comme *Quercus*, *Tilia*), et thermophiles (*Alnus, Corylus*) correspondent à des apports lointains et témoignent de leur installation dans les vallées abritées, et les zones de basse altitude.

L'essor de *Quercus, Corylus* et d'*Ulmus* au début de la zone B2 marque le début de l'Holocène. Dans l'Aubrac, le démarrage de *Quercus* et de *Corylus* est daté entre 10800 et 10300 cal. BP (9500 ± 240 BP et 9180 ± 180 BP sur le site de Bonnecombe 1, de Beaulieu *et al*. 1985), ce qui nous permet de fixer un repère chronologique pour notre séquence.

La périphérie du lac semble colonisée par des peuplements de bouleaux et de saules. D'autre part, la présence de *Filipendula* ou encore de *Polygonum bistorta* traduisent l'extension des prairies humides et de mégaphorbiaies. Ce fait peut être associé au réchauffement progressif du climat qui se traduit, au tout début de l'Holocène, par une hausse des températures mais aussi par des précipitations plus abondantes (Magny 1995, Bégeot 2000). Cette humidité est particulièrement favorable à *Corylus* dont l'expansion rapide se manifeste par des pourcentages polliniques voisins de 40% en fin de zone, prenant largement le pas sur celle de *Quercus*. Cette fin de zone est d'ailleurs marquée par le recul de *Betula*, de *Salix* et de *Pinus* qui s'effacent progressivement en réponse au développement des taxons mésophiles.

Au début de la zone B3, *Corylus* atteint ses valeurs maximales (env. 50%). Cet épisode est toutefois très bref et ses taux diminuent par la suite, pour se stabiliser autour de 30%. La rapidité avec laquelle survient cet évènement : expansion – optimum – recul de *Corylus* , nous invite à penser qu'il y a peut-être eu une compaction importante du sédiment entre les niveaux 360 et 344. L'hypothèse

d'une perturbation au niveau du remplissage sédimentaire nous semble cohérente dans la mesure où la date que nous avons obtenue sur le niveau 360 pose également problème.

Le retrait de *Corylus* s'accompagne d'une hausse de *Quercus* mais aussi de l'expansion de *Tilia.* Une tendance similaire est également relevée sur le site de la Vergne Noire où il est estimé entre 8800 et 8400-8200 cal. BP. La diffusion de *Tilia* semble toutefois présenter des décalages chronologiques au sein du Massif Central mais également au sein de l'Aubrac. Les dates obtenues sur les séquences de l'Aubrac lozérien fixent le démarrage de la courbe continue de *Tilia* autour de 7700 cal. BP (6990 ± 160 BP à Brameloup, 6880 ± 200 BP à la Chaumette et 6900 ± 310 BP à Bonnecombe 1) soit presque 1000 ans plus tard qu'à la Vergne Noire (de Beaulieu *et al.* 1985). Au vu de ce décalage, nous estimons le début de cette zone sur une période comprise entre 8400 et 7700 cal. BP.

Par la suite, les cortèges forestiers s'enrichissent avec l'apparition de *Fraxinus*. Sa diffusion est estimée sur le site de la Vergne Noire ainsi que sur celui des Trois Airelles autour de 7500 cal. BP et vers 7700 cal. BP sur les sites lozériens de Bonnecombe 1 et de la Chaumette (de Beaulieu *et al.* 1985). La chronologie ne présente pas de décalage concernant ce taxon et peut donc être un point de repère chronologique fiable dans cette séquence du lac de Born.

Au cours de cette zone (B3), *Quercus* et *Corylus* dominent les assemblages. *Ulmus*, *Tilia* et *Fraxinus* sont également présents et affichent des valeurs proches des 5% qui, considérant le caractère généralement sous-représenté de ces taxons (Andersen 1970, Heim 1970, Huntley et Birks 1983), restent néanmoins significative et reflètent une présence non négligeable au sein des forêts. C'est durant cette période (deuxième moitié de la zone B3) qu'apparaissent les premières occurrences d'*Abies* et de *Fagus* qui traduisent les premiers stades de l'installation progressive de ces deux essences au sein de la chênaie mixte. C'est également au cours de cette période que s'amorce la diffusion d'*Alnus* mais sa présence reste encore très discrète dans les assemblages.

Cet environnement forestier laisse peu de place au développement des herbacées mais on note toutefois une légère augmentation des Poaceae en fin de zone et une réduction très modérée du rapport AP/NAP. Quelques indices d'anthropisation tels que les Chenopodiaceae, *Rumex, Artemisia* ou encore *Galium* semblent traduire des épisodes de fréquentations ponctuelles dans les environs du site.

La zone B4 témoigne du développement et de l'installation locale de la hêtraie. La chronologie établie à partir de la date obtenue à 300 cm, soit 5100±50 BP (5724 [5830] 5943 cal. BP) permet d'estimer la fin de l'expansion de *Fagus* autour de 5200 cal. BP. Ces données rejoignent celles obtenues sur nos autres séquences de l'Aubrac qui datent l'expansion de ce taxon entre 6500 et 5300-5200 cal. BP environ et confirme la cohérence et l'homogénéité de l'installation de ce taxon dans l'Aubrac. Malgré des différences de représentation d'un site à l'autre, que l'on attribue aux variations de la vitesse de sédimentation, une chronologie semblable a été obtenu sur les sites lozériens :

5770±480 BP à Brameloup, 5150±210 BP à Bonnecombe 1 et 4670±190 BP sur le site de la Chaumette (de Beaulieu *et al.* 1985).

Au cours de la longue période de diffusion de *Fagus*, les associations forestières *Quercus – Corylus- Ulmus – Tilia – Fraxinus* sont encore bien représentées et n'amorcent leur régression qu'en fin de zone à l'instant où les valeurs de *Fagus* deviennent plus importantes. *Abies* suit une trajectoire similaire à celle du hêtre mais, comme nous l'avons vu dans l'étude des autres séquences, son développement reste néanmoins anecdotique dans l'Aubrac comme dans d'autres régions du Massif Central (de Beaulieu *et al.* 1988, Miras 2004, Pulido 2006).

La zone B4 est également caractérisée par une hausse modérée des Poaceae ainsi que par la présence, voir le développement, de cortèges d'herbacées prairiales et rudéro-nitrophiles comme *Rumex*, Urticaceae, Chenopodiaceae, *Plantago, Plantago lanceolata, Plantago major/media*, Apiaceae, *Artemisia*, Ranunculaceae. L'ouverture du milieu ainsi que la présence de ces taxons indiquent sans doute une augmentation de la pression anthropique aux environs du site. La simultanéité entre l'augmentation des indices d'activités humaine et le développement de *Fagus* renvoie à la question du rôle des dynamiques d'anthropisation dans le processus de diffusion et d'expansion de ce taxon (Chapitre 4).

Chronologie des dynamiques d'anthropisation au Néolithique (B4, B5)

Au cours du Néolithique ancien et moyen les signes tangibles d'une occupation humaine restent ténus. Certes, on relève une hausse des Poaceae et la présence simultanée et régulière d'indices d'anthropisation tels que *Rumex*, Urticaceae, *Plantago, Plantago lanceolata, Plantago major/media, Galium*, Apiaceae, *Artemisia* (zone B4). L'ensemble de ces éléments traduit des clairiérages ponctuels et une fréquentation modérée, sans doute saisonnière des abords du site.

Il semble que les populations néolithiques aient profité des espaces naturellement ouverts et que les déboisements ne correspondent qu'à un entretien de ces derniers. En effet, on ne note pas de rupture brutale dans les cortèges forestiers.

On distingue en revanche trois phases distinctes dans la dynamique d'anthropisation (Figure 42).

La première est antérieure à 6600 cal. BP (période que l'on peut estimer par rapport à la chronologie de diffusion de *Fagus*, bien connue et bien datée dans l'Aubrac) et correspond à une hausse de la pression autour du site (Urticaceae, Chenopodiaceae, *Rumex, Plantago, Plantago major/media, Artemisia*) qui semblent traduire une fréquentation temporaire et des activités pastorales de faible ampleur.Ensuite vient une période de recul que l'on peut estimer entre 6600 cal. BP et 6200 cal. BP environ, au cours de laquelle les indicateurs polliniques d'anthropisation se raréfient et où la hêtraie commence à se développer.Enfin, une dernière phase entre 6200 et 5300 cal. BP, marque une

nouvelle période de hausse de la fréquentation indiquée par la présence, bien que discrète, de marqueurs polliniques des activités humaines.

A défaut de décrire un modèle linéaire, les données polliniques traduisent au contraire l'image d'une dynamique locale assez complexe, qui se caractérise par une grande mobilité des occupations et des pratiques essentiellement dédiées à l'élevage.

Vers 5300 cal. BP, les indices témoignent d'une augmentation de la fréquentation aux abords du site qui se traduit par l'apparition des premières céréales que l'on retrouve ponctuellement jusqu'à 4600 cal. BP ainsi que par la présence simultanée d'indices d'activités humaines (Urticaceae, Chenopodiaceae, *Rumex, Plantago, Plantago lanceolata, Plantago major/media, Artemisia.*…). *Fagus* et *Abies* n'indiquent pas de recul particulier mais le développement des pratiques agro-pastorales a sans doute contribué à maintenir des espaces ouverts dans la forêt. La fragmentation des espaces forestiers favorise le développement de taxons héliophiles à l'instar de *Betula* dont les valeurs augmentent sensiblement en milieu de zone. Le recul des valeurs d'*Ulmus, Tilia* et *Fraxinus* indique quant à lui un retrait de ces essences, peut-être accentué par des pratiques possibles d'émondage (Behre 1986, Rasmussen 1989, Haas *et al.* 1998, Thiébault 2003).

Occupations temporaires et stabilité au cours de l'âge du Bronze (B6)

Durant l'âge du Bronze les dynamiques d'anthropisation restent discrètes. Entre 4200 et 2800-2700 cal. BP peu de changements sont à noter dans la végétation, tant aux niveaux des cortèges forestiers que du tapis herbacé. Cependant, les dynamiques de la hêtraie semblent pouvoir suggérer plusieurs épisodes d'emprise anthropique sur le plateau qui, par de légers reculs ou hausses pourrait indiquer d'éventuels déboisements.

On note également, bien qu'ils soient très discrets, des indices d'anthropisation, notamment des cortèges rudéro-nitrophiles (oseilles, plantains, chénopodes, orties, armoises…) qui attestent d'une fréquentation ponctuelle mais régulière et d'un maintien des activités pastorales dans les environs du site. La discrétion des indices semble être le reflet d'un mode d'occupation encore temporaire, peut-être saisonnier.

Si l'on se réfère à la courbe du hêtre, on peut mettre en évidence quatre phases d'emprise et de recul successifs (Figure 42).

La transition entre la fin du Néolithique et l'âge du Bronze est caractérisée par une avancée significative de la hêtraie sur le plateau et d'un recul de la pression anthropique. La densification des boisements conduit au recul de certaines essences héliophiles tels que *Betula, Salix* mais aussi Apiaceae, Asteroideae ou encore Ranunculaceae. Au cours de cette période, les abords du site

semblent être moins fréquentés. De 4100 à 3600 cal. BP environ, on note un nouveau recul des boisements associé à la présence d'indices d'anthropisation tels que *Rumex, Plantago lanceolata, Artemisia*, Cichroioideae, Chenopodiaceae. Ces indices semblent traduire la reprise d'une fréquentation sur le plateau. Les modes d'occupation sont certainement encore temporaires, mais nécessitent la création de nouvelles ouvertures dans la forêt, probablement en lien avec le développement des pratiques pastorales.

A partir de 3600 cal. BP jusqu'aux alentours de 3400 cal. BP, la hêtraie se développe de nouveau et atteint près de 65% dans les diagrammes. Cette période, que l'on peut rapporter au Bronze moyen traduit un affaiblissement local des déforestations. Parallèlement, les indices d'anthropisation se raréfient ou présentent des pourcentages en baisse (Chenopodiaceae, *Plantago lanceolata, Plantago major/media, Artemisia).* Ils témoignent de la persistance d'activités très modérées, conduites sur quelques espaces naturellement ouverts ou préexistants.

On relève ensuite, entre 3400 et 3000 cal. BP un nouveau recul de la hêtraie et une présence toujours constante des indicateurs d'anthropisation. La permanence d'occupations et d'activités pastorales est toujours à envisager et bien que les impacts soient très modérés ils traduisent une fréquentation temporaire, sans doute saisonnière.

<u>De l'âge du Fer à l'Antiquité : premières transformations forestières et développement des activités pastorales (B7, B8).</u>

Le début de l'âge du Fer est caractérisé par une diminution significative de *Fagus* et d'*Abies* ainsi que par une hausse des Poaceae et des indices d'anthropisation. En effet, la fréquentation devient plus importante et se manifeste par des déboisements sans précédent sur le plateau. Ces derniers correspondent à une mise en valeur des terres en lien avec le développement des pratiques agro-pastorales comme en témoigne la présence des céréales et la hausse des apophytes (Urticaceae, *Trifolium, Rumex, Plantago, Plantago lanceolata, Plantago major/media, Artemisia*). Le morcellement des forêts contribue à favoriser le développement des landes comme l'indique la hausse de *Pteridium*, des Ericaceae et de *Calluna*. L'augmentation des surfaces ouvertes profite également à *Alnus* qui indique une légère hausse.

Une dynamique similaire, relevée sur les autres sites aubracois, que ce soit à la Vergne Noire, aux Trois Airelles ou à la Source du Roc (Servelle et Galop 2006) indiquent que les déboisements même modérés, ne concernent pas seulement les zones de basse altitude mais l'ensemble du plateau et qu'il s'agit d'un mouvements régional, à l'échelle du massif. Les premiers déboisements significatifs sont d'ailleurs mentionnés par les études antérieures sur le plateau lozérien entre 2700 et 2200 cal. BP (de Beaulieu *et al. 1*985). Si la convergence des indices recueillis dans plusieurs sites renforce l'hypothèse de déforestations d'ampleur régionale, les dynamiques agro-pastorales enregistrées dans le lac de Born

renvoient a des dynamiques locales relativement modestes et de faible intensité. Tous ces éléments semblent accréditer l'existence d'activités encore mobiles n'impactant encore que peu la physionomie de la couverture herbacée.

A partir de 2200 cal. BP environ, *Fagus* augmente de nouveau et atteint des valeurs voisines de 60% à la fin de la zone B7, tandis que les indicateurs d'anthropisation se raréfient. Toutefois, et dans un contexte caractérisé par des signaux de fermeture du milieu, la présence de quelques marqueurs polliniques (Urticaceae, *Trifolium*, *Plantago*, *Artemisia*) indique une persistance des activités pastorales, peut-être sur les espaces ouverts préexistants ainsi que sous couvert forestier.

Le mouvement de recul observé à l'extrême fin de l'âge du Fer ne semble être que de courte durée et rapidement la dynamique d'anthropisation connaît un nouvel essor. *Fagus* marque un net replis qui le ramène entre 20 et 25%. Cette diminution des boisements touche *Abies* et *Quercus*, mais également *Ulmus. Fraxinus* et *Tilia* ont, quant à eux, disparu des assemblages sous l'effet probable d'une exploitation importante de ces essences. Si le déclin de la forêt montagnarde indique des déboisements majeurs sur le plateau, la baisse de *Quercus* et la disparition d'*Ulmus*, *Tilia* et *Fraxinus* témoigne d'une forte pression sur les forêts localisées à plus basse altitude.Localement, la hausse concomitante des Poaceae et de certaines herbacées héliophiles suggère une extension des prairies et pelouses sur le plateau mais les marqueurs de l'anthropisation livrent une information plus nuancée. En effet, on enregistre un bref moment de déprise qui intervient vers 1700 cal. BP et qui se caractérise par un recul des indicateurs d'anthropisation tels que *Rumex*, *Plantago*, *Plantago lanceolata*, Chenopodiaceae, *Artemisia*. Dans un contexte d'amélioration climatique (Magny 1995, 1999), cet évènement semble être à associer à des causes plutôt sociales et politiques (Le Glay, 1975, Fiches 1996, Mauné 1998). Par la suite, les dynamiques d'occupation humaine semblent très hésitantes et on ne note pas de reprise notable avant 1400 cal. BP (VI^{ème} siècle). Ces tendances ne semblent pas surprenantes dans un contexte de crises et de mutations sociales (évolution de la structure de l'Etat romain et incursions des peuples germaniques).

La mise en place médiévale du paysage pastoral (B9, B10)

Vers 1500-1400 cal. BP, soit au début du Moyen Age, les données polliniques du lac de Born signalent une hausse ponctuelle de *Fagus* associée à une diminution des Poaceae et des indices d'anthropisation. Cet évènement semble indiquer une petite phase locale de reconquête forestière liée à un recul momentané des activités humaines sur le plateau. Il ne s'agit toutefois que d'un épisode ponctuel, car rapidement de nouveaux déboisements touchent la hêtraie et les pratiques agro-pastorales se développent comme l'indiquent la hausse de *Cerealia*-t, des Chenopodiaceae, Urticaceae, de

Plantago, Plantago lanceolata, Artemisia, Rumex et l'apparition des premières occurrences de *Secale*. Les indices témoignent ici d'une volonté de mise en valeur des ressources des espaces d'altitude.

Cet équilibre semble malgré tout assez instable et on relève un nouveau recul encore une fois très ponctuel et de faible ampleur mais qui correspond à un déclin des activités entre 1000 et 900 cal. BP (X^{ème} – XI^{ème} siècle). Il se manifeste par une légère augmentation des valeurs de *Fagus* ainsi que par une baisse des Poaceae, de *Cerealia*-t, *Rumex, Artemisia, Plantago, Plantago lanceolata*…

Cet épisode pourrait être relié à une réorganisation des pouvoirs locaux et à une redistribution des terres. En effet, la prise de conscience des enjeux économiques et du potentiel de ce territoire suscite discordes et tensions entre les différentes seigneuries (laïques et ecclésiastiques) (Servelle *et al.* 2006). Ce contexte de rivalités et de troubles politiques et sociaux semble justifier le recul momentané des activités agro-pastorales.

A partir de 900 cal. BP environ (XII^{ème} siècle), la pression anthropique augmente considérablement et se maintient au moins jusqu'à 400 cal. BP (XVI^{ème} siècle). Comme l'indiquent les données polliniques, l'intensification des exploitations et du système pastoral s'effectue au détriment de l'espace forestier, désormais sans doute repoussé sur les marges occidentales du plateau ainsi que sur les zones impraticables par le bétail (ou mises en réserve). On retrouve donc une nouvelle diminution du hêtre, qui ne dépasse guère 10%, mais aussi d'*Abies*, de *Betula*, *Alnus* et *Salix*. La diversification des exploitations est caractérisée dans le diagramme pollinique par la hausse de *Cerealia*-t et de *Secale* mais aussi par l'apparition et l'expansion de *Castanea* puis de *Juglans* dont la faible représentation témoigne cependant de leur éloignement par rapport au site. L'augmentation des céréales correspond à une extension des terres cultivées sur le plateau. On sait en effet que l'altitude n'a pas constitué de frein à la culture des céréales, en particulier du seigle dont on retrouve des mentions à proximité de Nasbinals (Pradalié et Hamon 2006).

L'extension des prairies et pelouses pâturées est caractérisée par le développement des herbacées héliophiles (Apiaceae, Ranunculaceae, Asteroideae, Cichorioideae) et en particulier des rudéro-nitrophiles tels que *Trifolium*, Urticaceae, Chenopodiaceae, *Rumex, Plantago, Plantago lancolata, Plantago major/media*. Les zones de parcours les moins fréquentées sont colonisées par les Ericaceae, *Calluna* et par *Pteridium.*

Les données polliniques traduisent, entre les XV^{ème} et XVI^{ème} siècles, l'apogée des dynamiques d'anthropisation. Ces informations rejoignent les conclusions des études historiques et archéologiques qui définissent notamment cette période comme l'âge d'or de l'économie pastorale en Aubrac (Servelle et Galop 2006, Pradalié et Hamon 2006).

Si les sites du rebord de plateau enregistrent une déprise manifeste à partir du XVI^{ème}-XVII^{ème} siècle comme nous l'avons vu précédemment, la séquence du lac de Born témoigne en revanche d'une permanence des activités. En effet, la plupart des indicateurs d'anthropisation sont encore présents

(Urticaceae, Chenopodiaceae, *Plantago, Plantago lanceolata, Artemisia, Galium*) et traduisent la permanence des occupations humaines et le maintien des pratiques pastorales sur le plateau.

Les faibles valeurs de *Fagus* et d'*Abies* ainsi que les fréquences élevées des Poaceae traduisent la permanence des espaces ouverts tandis que la hausse de *Pinus* et de *Picea* caractérise les campagnes de reboisements en résineux. La présence des céréales (*Cerealia*-t et *Secale*) au cours de l'époque moderne nous amène à relativiser les informations fournies par l'archéologie et l'histoire qui attestent d'un abandon des sites du plateau à partir du XIV^{ème} siècle (Pradalié et Hamon 2006). Cette particularité déjà évoquée au cours des travaux palynologiques antérieurs, renvoie à la possibilité de cultures marginales liées aux habitats temporaires d'estive (Servelle et Galop 2006).

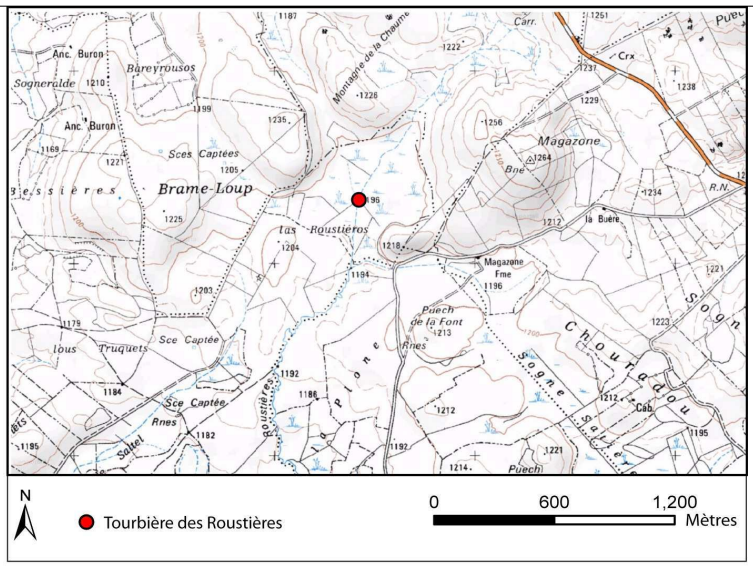
On note toutefois une diminution des valeurs de *Secale* au cours de cette période. L'impact du Petit Age Glaciaire n'est sans doute pas à exclure et il est possible que, dans une certaine mesure, il ait contribué au fait de privilégier la culture de l'avoine et des blés de printemps au détriment des céréales d'hiver comme le seigle. Ces données témoignent de la complexité des trajectoires et du rôle à accorder au forçage climatique qui a souvent pour corollaire le développement de nouvelles stratégies adaptatives.

1.4. La tourbière des Roustières

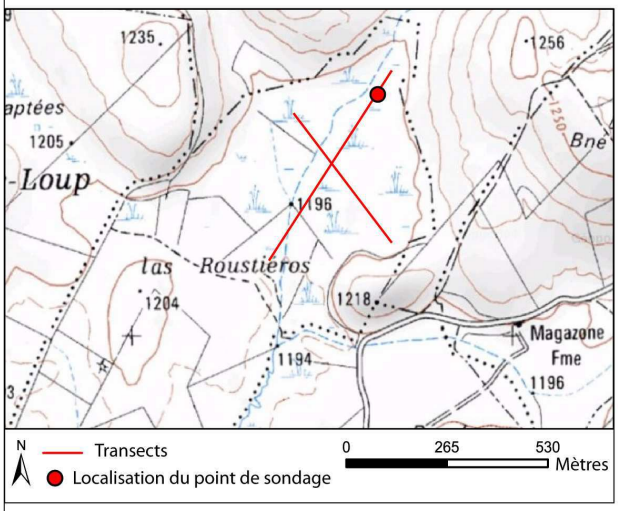
1.4.1 Présentation du site

La tourbière des Roustières se situe dans la partie Lozérienne des Monts d'Aubrac à environ 6 km de Nasbinals. Il s'agit d'une tourbière qui occupe un très vaste cirque à l'amont du ruisseau des Roustières. L'existence d'un ancien lac doit tenir son origine dans un surcreusement glaciaire en retrait d'un petit verrou ou d'un barrage morainique aujourd'hui ennoyé dans la tourbe. Dans sa partie centrale se juxtaposent bombements à *Calluna vulgaris* et petites dépressions où se développe un riche *Caricetum limosae*. Entourée à perte de vue par les pâturages d'estives, elle porte un unique individu de *Pinus sylvestris* presque en son centre et un maigre peuplement de quelques dizaines de *Betula pubescent* dans sa partie orientale.

Comme pour le site du lac de Born, le positionnement de la tourbière des Roustières, sur le plateau, au cœur des pâturages d'estive, revêt un intérêt particulier : cette séquence permettra en effet d'aborder l'histoire des paysages ainsi que celle du pastoralisme, et, en confrontation avec les sites occidentaux, de mettre en exergue les trajectoires micro-régionales des dynamiques d'anthropisation. Le prélèvement de l'enregistrement a été réalisé par l'équipe de recherche de l'IMEP (Marseille) en septembre 2005. Des transects de sondages selon deux axes perpendiculaires (NNE - SSW) ont été effectués à l'aide d'un carottier russe de 7cm de demi diamètre, avec des prélèvements tous les 50cm (Figure 43). Dans le cadre de ce travail, les analyses proviennent du sondage « Rous. 7bis » qui a fourni une carotte de 2m d'épaisseur.



Localisation du site des Roustières



Localisation du point de sondage sur la tourbière

Tourbière des Roustières

(*Pinus sylvestris*). Tourbière des Roustières

Paysage des pâturages d'estives autour du site

Figure 43 : Présentation de la tourbière des Roustières

1.4.2 Lithologie, datations et modèle âge-profondeur

Comme pour la séquence du lac de Born, le relevé de la lithologie a été effectué par le laboratoire de l'IMEP à Marseille. L'enregistrement est composé essentiellement de tourbe excepté pour la base de la carotte, de 188 à 198 cm constitué de gyttja qui surmonte un dépôt centimétrique d'argile grise.

Réf. Labo	Prof. (cm)	Matériel	Datation radiocarbone (BP)	Calibration BP (2 σ)
Poz-32110	55,5-56,5	Tourbe	785±30	668 [707] 742
Poz-32117	141,5-142,5	Tourbe	1930±35	1802 [1878] 1878
Poz-32111	165,5-166,5	Tourbe	2695±35	2749 [2801] 2859

Tableau 15 : Datations radiocarbone AMS réalisées sur la séquence sédimentaire des Roustières

Le modèle âge-profondeur a été réalisé à partir de trois datations radiocarbones AMS réalisées sur les 166 premiers centimètres de la séquence (Tableau 15, Figure 44). Comme nous le verrons par la suite, les premiers niveaux du diagramme semblaient trop fortement perturbés pour envisager d'effectuer des datations. En effet, on relève sur les 30 centimètres de la base de la séquence (198 – 168 cm) des variations brutales des assemblages polliniques qui ne correspondent en rien aux dynamiques de la végétation de l'Aubrac observées sur nos autres séquences (Born, Trois Airelles et Vergne Noire) ainsi que sur les diagrammes plus anciens (de Beaulieu *et al.* 1985). Il est probable qu'il s'agisse de deux hiatus. Le premier correspondrait, dans la lithologie, à la transition entre les niveaux de gyttja et de tourbe, et serait probablement lié aux perturbations induites, lors de l'évolution du site, à son passage de l'état lacustre à celui de tourbière. Quant au second, il ne correspondrait à aucune transition particulière dans la lithologie et son origine serait plus problématique: La tourbière étant située au creux d'un vallon, le remplissage a pu être remanié ou altéré suite à des phases hydrologiques et à une activité érosive importante mais aucun élément ne nous permet de valider, ni d'alimenter cette hypothèse. Le modèle obtenu à partir du niveau daté à 166 cm souligne une sédimentation relativement constante avec un taux de remplissage plus lent entre 166 et 144 cm de profondeur Par conséquent, le modèle chronologique est à utiliser avec prudence et les estimations chronologiques reposent en grande partie sur les dates obtenues sur cet enregistrement ainsi que sur des évènements botaniques datés sur d'autres séquences.

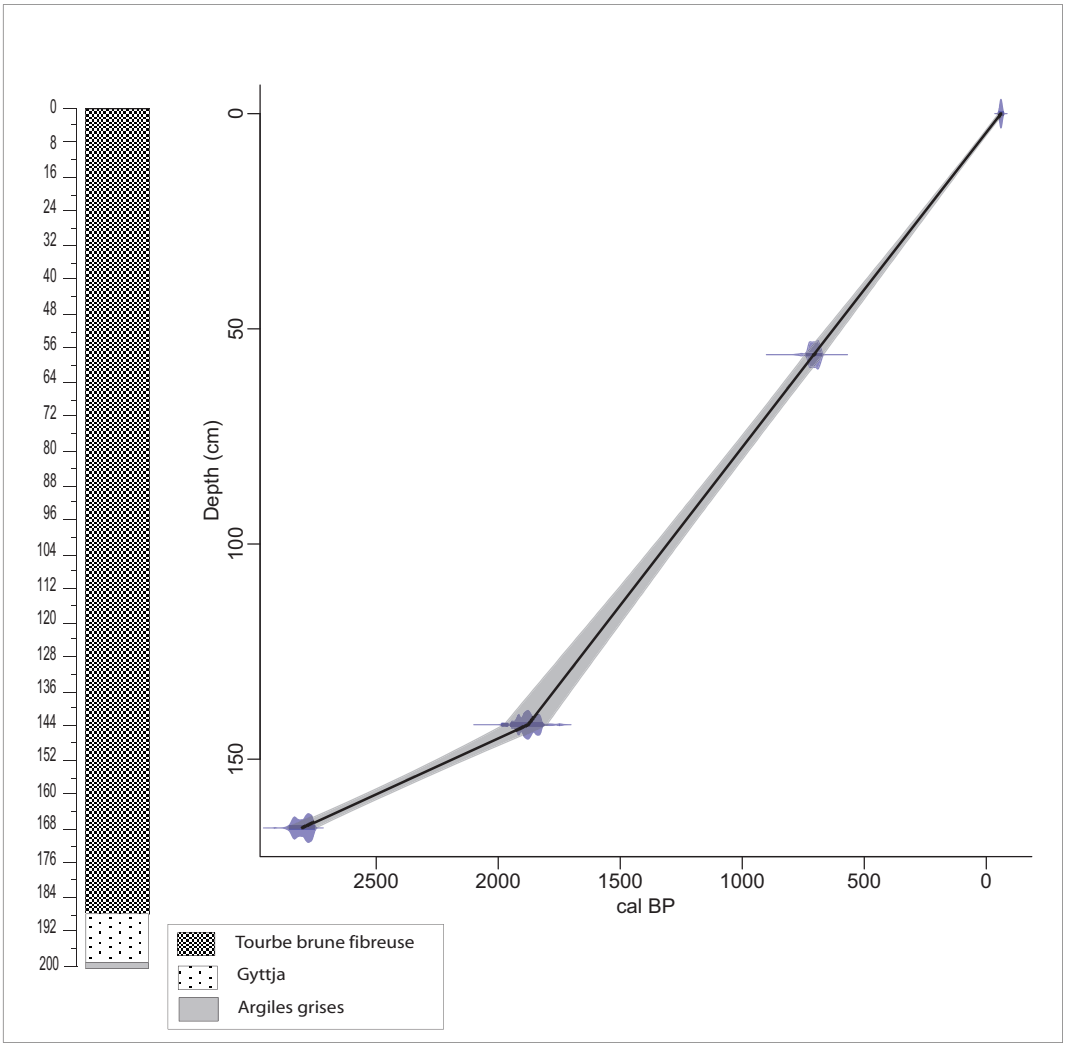


Figure 44 : Modèle Age/Profondeur des Roustières

1.4.3 Résultats des analyses polliniques et commentaire du diagramme

Les diagrammes polliniques complets sont subdivisés en 8 zones d'assemblage pollinique local (ZAP) (Figure 45, Figure 46). Ainsi que nous l'avons évoqué, deux hiatus importants ne permettent pas d'appréhender les épisodes les plus anciens enregistrés dans cette séquence jusqu'à 166 cm. Le modèle d'âge est établi à partir de ce niveau et les zones correspondant aux niveaux non datés (R1 et R2) ne figurent pas sur le diagramme simplifié en chronologie.

ZAP	Prof. (cm)	Taxons	Descriptions
R1	192	Poaceae Asteroideae *Artemisia*	Très forte représentation des herbacées et principalement des Poaceae, *d'Artemisia* et des Asteroideae. Faible représentation de *Pinus*.
HIATUS			
R2	172	*Corylus* *Pinus* *Betula*	Forts pourcentages des taxons arboréens. Forte représentation de *Corylus*. Diminution de *Pinus* en fin de zone. Présence constante de *Betula* et hausse *d'Ulmus*, *Tilia* et de *Quercus*. Apparition des premières occurrences *d'Abies* et de *Fagus*. Faible représentation des herbacées qui restent majoritairement dominées par les Poaceae.
HIATUS			
R3	152	*Corylus* Poaceae Cichorioideae	Diminution des valeurs de *Corylus* et maintien de celles de *Betula*. Augmentation des pourcentages *d'Alnus*, de *Fagus* et *d'Abies*. Présence de *Pinus* autour de 20%. Hausse des Poaceae. Augmentation des IPA : Cichorioideae, Chenopodiaceae, *Artemisia*, Asteroideae, Apiaceae, *Rumex*.
R4	126	*Fagus* *Abies* Cyperaceae	Hausse de *Fagus* puis *d'Abies* en fin de zone. Stabilité des valeurs des Poaceae. Diminution des Cichorioideae et Apiaceae. Présence sporadique de certains IPA (*Rumex*, *Rumex acetosa*/*acetosella*, Urticaceae, *Artemisia*). Augmentation des Ranunculaceae, Caryophyllaceae et de *Calluna*. Premières occurrences de *Cerealia*-t et de *Juglans*. Augmentation des Cyperaceae.
R5a	112	Poaceae *Plantago* *Rumex* *Cerealia*-t *Secale*	Baisse du rapport AP/NAP. Diminution de l'ensemble des taxons arboréens. Hausse des indicateurs d'anthropisation : premières occurrences de *Secale*, augmentation de *Cerealia*-t et présence des rudéro-nitrophiles : *Rumex*, *Rumex acetosa*/*acetosella*, Urticaceae, *Plantago*, *Plantago* lanceolata, *Galium* etc… En fin de zone : baisse des taux de *Secale*, *Cerealia*-t, *Plantago*, *Rumex*, Cichorioideae et Chenopodiaceae. Légère augmentation *d'Artemisia* et des Rosaceae.
R5b	86	Poaceae Apiaceae Caryophyllaceae Cyperaceae	Relative stabilité des pourcentages des taxons arboréens. Maintien des valeurs des Poaceae ainsi que de celles des Apiaceae. Légère hausse de *Calluna*. Présence discontinue des IPA bien qu'en sensible hausse en fin de zone. Taux importants et irréguliers des Cyperaceae
R5c	76	Poaceae *Abies* *Fagus* *Rumex* Cyperaceae	Légère augmentation du pourcentage de certains taxons arboréens comme *Fagus* et *Abies*. Premières occurrences de *Castanea*. Diminution voir disparition de la majorité des IPA. Régression de *Calluna*. Diminution de la plupart des taxons hygrophiles.
R6	48	Poaceae *Cerealia*-t Ranunculaceae Caryophyllaceae Cyperaceae	Maintien des valeurs des Poaceae. Légère diminution *d'Abies* et de *Fagus*. Hausse de *Calluna*, des Apiaceae et des Cichorioideae. Légère hausse des indicateurs d'anthropisation. Augmentation des pourcentages de *Secale* et de *Cerealia*-t. Baisse modérée des Cyperaceae

R7a	36	*Pinus* Poaceae Cyperaceae	Augmentation de *Pinus, Betula, Quercus, Fagus* et *Castanea*. Légère régression des Poaceae. Diminution de *Cerealia*-t. Premières occurrences de Fagopyrum et réapparition des occurrences de *Secale*. Hausse de *Plantago* et *Plantago lanceolata*, *Rumex acetosa*/*acetosella*, Ericaceae, *Calluna*. Légère baisse des valeurs des Cyperaceae
R7b	32	*Pinus* *Castanea* Poaceae Cyperaceae	Hausse de *Pinus*, *Castanea* et de Poaceae. Maintien des IPA mais régression de *Cerealia*-t et de *Secale*. Baisse *d'Artemisia*, des Rosaceae, Cichorioideae, Asteroideae et d'Helianthemum. Augmentation de *Pteridium* et des Cyperaceae.
R8	0	*Pinus* Poaceae Cyperaceae	Maintien de rapport AP/NAP autour de 40%. Baisse de *Castanea* et de *Juglans*. Apparition et augmentation de *Picea* et de *Tilia* en fin de zone. Stabilité des valeurs des Poaceae. Diminution des céréales. Hausse de *Rumex* et de *Plantago*. Occurrences ponctuelles de *Cannabis*/*Humulus* type et de *Centaurea cyanus*. Légère hausse de *Sphagnum* et diminution des Cyperaceae.

Tableau 16 : Tableau descriptif des assemblages polliniques des Roustières

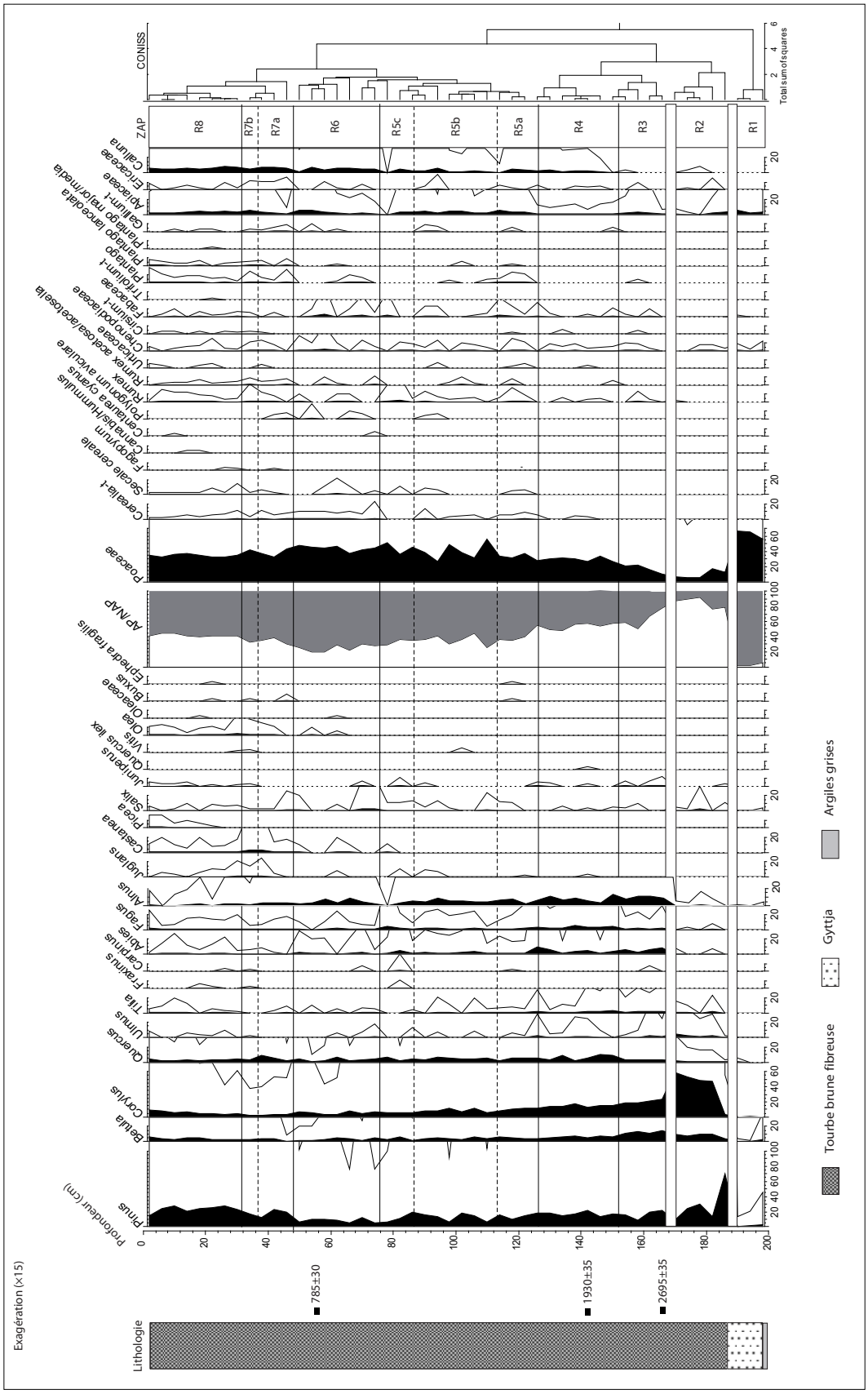


Figure 45 : Diagramme pollinique complet des Roustières (arbres, arbustes, herbacées)

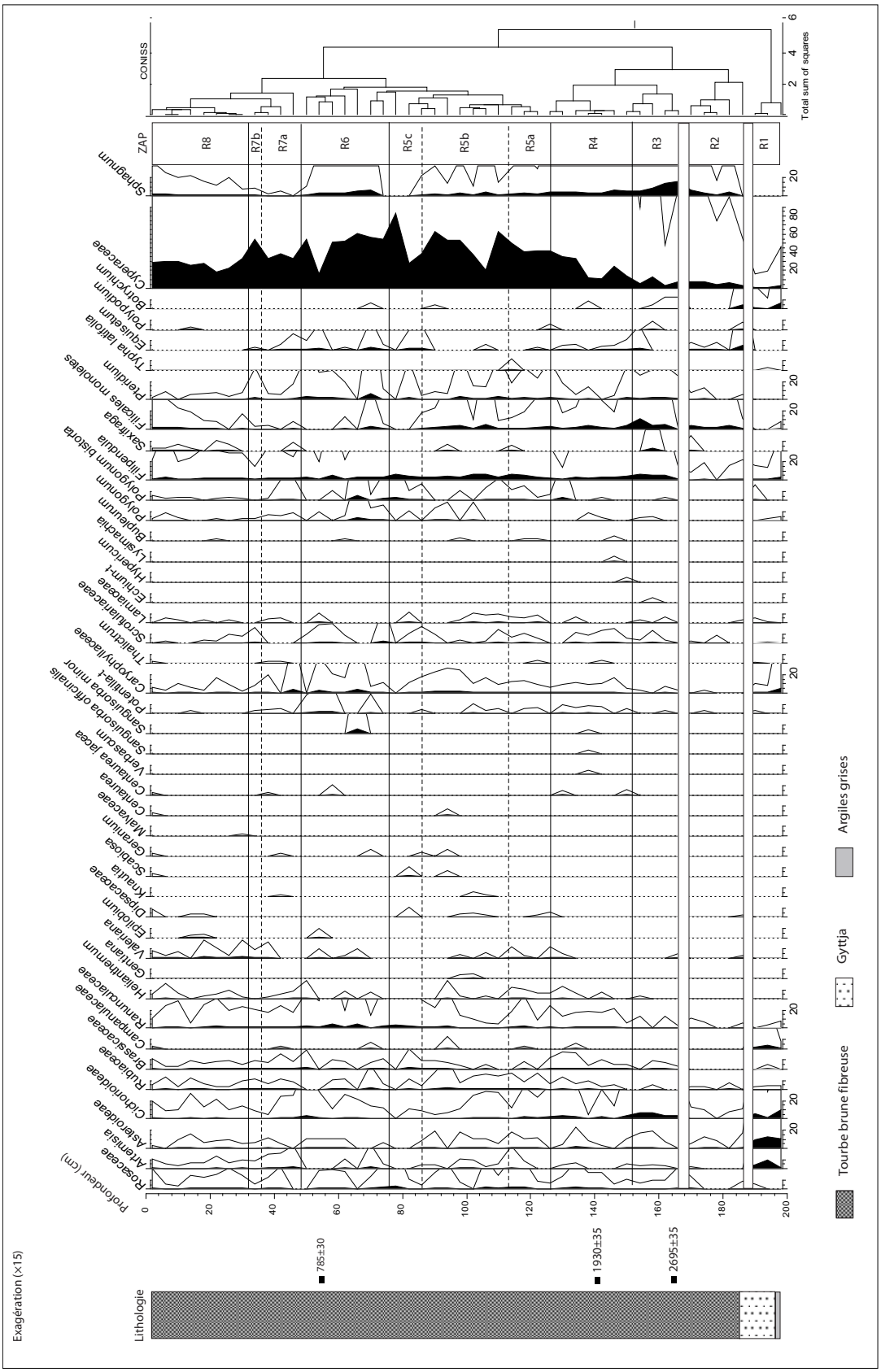


Figure 46 : Diagramme pollinique complet des Roustières (herbacées, hygrophiles, aquatiques)

Les données polliniques enregistrées à la base de cette séquence (R1) mettent en évidence un environnement largement ouvert comme l'indique la représentation majoritaire des taxons herbacés comme les Poaceae, *Artemisia,* Asteroideae, Cichorioideae ou encore les Campanulaceae. Par comparaison avec les données existantes (de Beaulieu *et al.* 1985), ces assemblages polliniques pourraient être attribués au Dryas récent, daté entre 10300 et 9850 BP (de Beaulieu *et al.* 1988). Episode durant lequel l'installation d'une végétation steppique témoigne d'un refroidissement sur la plus grande partie du plateau aubracois.

Quant aux faibles taux de *Pinus*, ils semblent obéir à une composante locale qui indique sa disparition de cette partie orientale du plateau, phénomène déjà observé dans la séquence de Brameloup (de Beaulieu *et al.* 1985).

De toute évidence, un hiatus sépare la fin de la zone R1 de la suivante. En effet, la chute brutale de l'ensemble des taxons steppiques correspond certes à la transition du Postglaciaire mais l'expansion massive de *Corylus,* puis de *Pinus,* ne coïncide pas avec l'évolution de la végétation connue pour le début de l'Holocène. Ce qui nous amène à penser qu'il y ait pu avoir un problème d'enregistrement de la pluie pollinique. La transition entre les niveaux de gyttja et les niveaux de tourbe sur cette portion de l'enregistrement témoignant du comblement du paléolac, il est probable que les conditions d'enregistrement aient été momentanément perturbées au cours de cette phase d'évolution du site.

La zone R2 est représentée par un environnement majoritairement forestier dominé par *Corylus* (dont les valeurs dépassent les 50%,) *Pinus, Betula et Ulmus*. Le développement de *Corylus* peut être à attribuer au début de l'Holocène, entre 10800 et 10300 cal. BP selon les dates obtenues sur le site de Bonnecombe 1 (9500 ± 240 BP et 9180 ± 180 BP) (de Beaulieu *et al.* 1985).

Le démarrage d'une courbe continue de *Tilia* en milieu de zone, autorise une estimation chronologique entre 8400 et 7700 cal si l'on tient compte des dates obtenues pour cet évènement sur le site de la Vergne Noire ainsi que de celles obtenues au cours des études antérieures (de Beaulieu *et al.* 1985). Dans ces conditions, si l'on s'en tient à cette estimation chronologique, le faible taux de *Quercus* ne doit alors être envisagé que comme un phénomène local.

Un second hiatus est enregistré entre la zone R2 et R3. Il est tout à fait probable qu'il soit lié à des décapages érosifs du fait de la position du sondage au débouché d'un vallon dans lequel a pu s'opérer des « décharges » lors de phases hydrologiques importantes. Toutefois, rien dans le relevé lithostratigraphique, passée sableuse ou présence d'éléments grossiers, ne permet de corroborer cette hypothèse.

A partir de 2695 ± 35 BP (2749 [2801] 2859 cal. BP), (R3), le milieu a considérablement changé. Il est représenté par un cortège forestier en régression, dominé par *Pinus, Corylus, Betula, Quercus, Abies*, *Fagus* et *Alnus*. La hausse progressive des Poacées semble être associée à des déforestations qui affectent le pin, le sapin et plus modestement le hêtre. Ces déboisements sont à mettre en relation avec une possible activité pastorale suggérée par la présence simultanée de Chenopodiaceae, *Plantago, Artemisia* ou encore *Rumex*. La hausse des Cichorioideae peut être associée au développement du cortège nitrophile mais sa présence est également liée à une utilisation du feu comme pourrait l'indiquer la courte durée de leur progression (Galop 1998).

La zone R4 est marquée par une augmentation des valeurs de *Fagus* qui restent toutefois très faibles (≤ 5%), probablement en raison de déboisements fréquents. Cette zone atteste également de la présence des premières occurrences de céréales à 1930±35 BP (1802 [1878] 1878) associées à des espèces rudéro-nitophiles telles que *Rumex,* Chenopodiaceae, Urticaceae, Fabaceae. Le besoin de créer de l'espace en vue d'installer des cultures et des troupeaux se manifeste par plusieurs phases successives de déboisements qui touchent le pin, le sapin et le hêtre. La diminution synchrone des valeurs de l'orme et du tilleul est peut-être à mettre en relation avec des pratiques d'émondage. Il s'agit cependant d'une hypothèse à nuancer car la possibilité d'une maladie fongique causée par leur surexploitation n'est pas à exclure (Rasmussen 1989 et 1990, Moe et Rackham 1992, Peglar et Birks 1993). Au cours de cette période apparaissent également les premières occurrences de *Juglans,* probablement en provenance des vallées ou des zones de versants les plus proches.

L'ensemble des taxons arboréens, qui avaient entamé un déclin progressif dans la zone R4 fournit des valeurs majoritairement basses dans la zone R5a, qu'il s'agisse d'*Abies,* de *Quercus,* de *Pinus* ou de *Fagus.* L'origine anthropique de ces déboisements est attestée par la présence de taxons associés aux communautés rudérales comme *Plantago, Epilobium, Polygonum aviculare* mais aussi par le développement des cultures comme l'indiquent la hausse de *Cerealia*-t, les premières occurrences de *Secale* ainsi que la présence de *Juglans*. Les marqueurs pastoraux comme *Rumex, Artemisia,* Chenopodiaceae, suggèrent quant à eux une fréquentation des pâturages d'altitude par le bétail.

Le début de la zone R5b correspond à un bref épisode durant lequel le plateau semble être moins occupé, comme en témoigne la diminution de *Cerealia*-t ainsi que celles de *Rumex* et *Plantago*. Le milieu ne change cependant pas beaucoup, mis à part le léger développement de la hêtraie-sapinière qui suggère lui aussi un semblant de déprise ou, en tout cas, une pression anthropique moins forte. Les activités semblent se maintenir comme l'indiquent la présence des céréales dont les pourcentages augmentent progressivement et dont l'évolution est synchrone de celle des marqueurs des activités pastorales (*Rumex, Rumex acetosa-acetosella,* Chenopodiaceae).

Alors que l'ouverture du milieu semble être de plus en plus prégnante (R5c), le témoignage des activités humaines se fait plus discret. On observe une reconquête forestière modérée, caractérisée par une hausse d'*Abies* et de *Fagus* alors que *Pinus* régresse progressivement. La pression anthropique non loin du site semble se maintenir comme le reflètent des grains de pollen de *Secale*, de Chenopodiaceae et de *Rumex*, mais la diminution du cortège nitrophile (absence des orties, oseilles et plantains) ainsi que l'extension des landes, signalée par la hausse de *Pteridium* et de *Juniperus*, suggèrent une baisse de fréquentation des pâturages par le bétail. L'hypothèse d'un déclin des activités pastorales est également corroboré, à la fin de cette zone, par le recul synchrone de plusieurs herbacées telles que les Apiaceae, Caryophyllaceae, Brassicaceae, Rubiaceae, Cichorioideae ainsi que *Calluna.* Ce recul s'accompagne du développement des Rosaceae, Ranunculaceae et de *Polygonum bistorta* et *Filipendula*. Cette évolution des cortèges souligne une modification des pratiques qui s'inscrit sur une durée relativement courte.

La zone R6 se caractérise par un essor des activités anthropiques. La présence et l'expansion des taxons associés aux prairies pâturées (*Rumex*, *Rumex acetosa-acetosella*, Chenopodiaceae) témoignent de la permanence des activités pastorales. La hausse des céréales cultivées constitue également un élément significatif de cette période datée autour de 785±30 BP (668 [707] 742 cal. BP). Cependant, quelques variations sont à noter en fin de zone avec une légère reconquête forestière (*Abies*, *Quercus* et *Corylus*) et un recul momentané de *Secale*.

Par la suite et jusqu'à nos jours, la pression anthropique semble diminuer sensiblement (R7a, R7b et R8), notamment la culture des céréales mais on relève en revanche une diversification de ces dernières avec l'apparition des premières occurrences de *Fagopyrum.* La zone R7b est toutefois marquée par un léger recul des pratiques agraires mais il s'agit d'un évènement très bref qui ne porte pas atteinte aux autres activités.Au cours de la zone R8, les pratiques agro-pastorales se maintiennent malgré une tendance de reconquête forestière modérée par le pin et l'épicéa qui correspond aux reboisements artificiels. Ce n'est qu'en toute fin de zone que l'on note un affaiblissement des activités agraires avec le recul des céréales alors que les autres indices ne démontrent pas de recul particulier témoignant de la persistance des activités pastorales sur le plateau et particulièrement aux abords de la tourbière des Roustières.

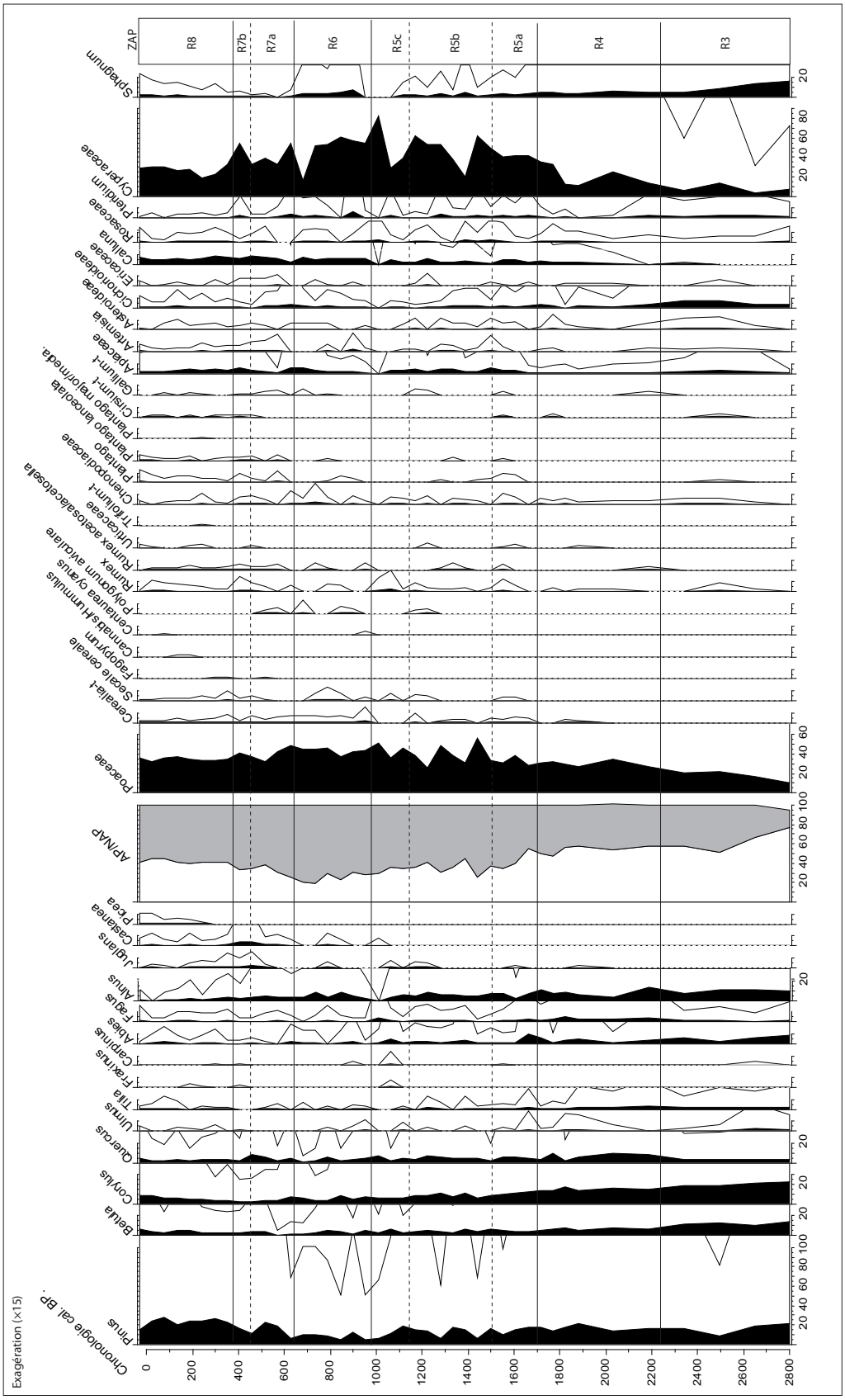


Figure 47 : Diagramme pollinique synthétique des Roustières

1.4.4 Discussion

La bordure de l'Aubrac nord-orientale de l'âge du Fer à l'Antiquité, un pays pastoral et agreste (R3, R4, R5a)

La reprise de l'enregistrement à partir de la zone R3 à 2695±35 BP (2749 [2801] 2859 cal. BP), indique une diminution du rapport AP/NAP qui repose entre autre sur la baisse de *Pinus* et celle de *Corylus*. Les autres taxons forestiers sont assez mal représentés et les essences montagnardes du plateau comme *Abies* et *Fagus* affichent des pourcentages inférieurs à 10%. Il s'agit des valeurs les plus faibles de toutes les séquences Aubracoises pour cette période et qui témoignent soit de l'éloignement des zones boisées soit de la présence locale de quelques petits îlots. Les taux de *Betula* et d'*Alnus* entre 10 et 15% indiquent une présence locale, peut-être sur les marges de la tourbière.

L'information pollinique indique un environnement déjà très ouvert et des déboisements importants réalisés antérieurement à l'âge du Fer, probablement dès l'âge du Bronze. Ce secteur du massif semble donc déjà anthropisé mais, en dépit de la création de vastes espaces ouverts, la pression est certainement encore modérée. Celle-ci se manifeste au travers de l'augmentation des herbacées héliophiles comme les Poaceae, les Asteroideae, Apiaceae, Cichorioideae ainsi que par la présence de quelques taxons rudéro-nitrophiles comme les Chenopodiaceae, *Rumex, Rumex acetosa/acetosella* ou encore *Plantago* qui signalent une fréquentation des pelouses et prairies par les troupeaux. Toutefois, la pression semble encore modérée comme l'indique la présence des faciès de landes à *Pteridium* et *Juniperus*.Bien qu'on observe un maintien des espaces ouverts, on note une légère régression des indices d'anthropisation à la fin de l'âge du Fer et au tout début de l'Antiquité entre 2100 et 1900 cal. BP environ (Figure 47) qui semble correspondre à un recul de la pression pastorale. Cet évènement se retrouve de manière plus ou moins marquée aussi sur toutes les séquences (Born, Vergne Noire et Trois Airelles) et s'accompagne d'une reconquête forestière modérée. Aux Roustières, cette reconquête se traduit par la hausse de *Fagus, mais aussi de Quercus* et *Tilia* qui semblerait indiquer que ce processus affecte également les zones situées à plus basse altitude

D'une manière globale les dynamiques enregistrées durant l'âge du Fer trouvent un écho sur l'ensemble de nos séquences et traduisent ainsi une emprise certaine qui se manifeste au travers des déboisements conséquents et d'un développement des pratiques agro-pastorales.

Si les déboisements et la hausse de la pression pastorale semblent être des constats communs à l'ensemble du massif et de ses marges, la mise en culture des terres reste encore l'apanage de dynamiques locales et nous ne les retrouvons que sur deux enregistrements, ceux du lac de Born et des Trois Airelles pour la période de l'âge du Fer. Le site des Roustières diffère néanmoins de l'ensemble

par le très faible taux de boisement observé et l'extension des zones prairiales à une époque où sur tous les autres sites la forêt est encore assez présente.

A partir de 1900 cal. BP, les indices polliniques indiquent une intensification et une diversification des pratiques. Le rapport AP/NAP régresse de nouveau et la plupart des taxons arboréens diminuent. *Quercus, Tilia* et *Ulmus* régressent en fin de zone R4, ce qui semble indiquer des déforestations sur les zones de versants et les zones basses puis *Pinus, Fagus* et *Abies* régressent à leur tour en fin de zone R5a témoignant ainsi d'une diffusion des campagnes de déboisement sur les zones sommitales du plateau. Cette période se caractérise également par le développement des systèmes d'exploitation avec l'apparition des premières occurrences de *Cerealia*-t, de *Secale* et de *Juglans*. L'apparition de *Juglans* correspond ici aux estimations proposées pour l'introduction du noyer autour de 2000 cal. BP (Zohary et Hopf 2000), introduction utilisée comme repère chronologique par les palynologues et communément nommée « *Juglans line* ». Il est intéressant de noter que si *Juglans* apparaît ici au cours de l'Antiquité, ce n'est pas le cas dans les autres séquences, aussi bien de l'Aubrac que du Lévezou où l'arrivée de ce taxon dans les diagrammes s'échelonne sur toute la période médiévale. Ces données tendent à souligner la grande variabilité régionale et micro-régionale d'apparition de ce taxon qui ne semble pas répondre à un modèle préétabli. Ils invitent dès lors à la plus grande prudence dans l'utilisation aveugle de cet évènement botanique comme repère chronologique à l'instar des conclusions proposées dans les Pyrénées (Galop 2005). La présence des indicateurs rudéro-nitrophiles tels que *Rumex, Rumex acetosa/acetoselle*, Chenopodiaceae, Urticaceae, *Plantago* ou encore *Plantago lanceolata* témoigne également du dynamisme des activités pastorales.

Au cours de l'Antiquité, l'expansion des dynamiques d'anthropisation ne semble pas être uniforme et linéaire (Figure 47). Entre 1900 et 1800 cal. BP, les indices sont encore très discrets et l'emprise reste modérée. La réduction des fréquences polliniques qui affectent l'orme, le tilleul et le chêne traduisent une tendance régionale au déboisement mais aussi à l'intensification des pratiques d'émondage dans les vallées et sur les versants. On note ensuite un léger recul des cultures au profit d'un développement des pratiques pastorales vers 1800-1700 cal. BP (II^{ème}-III^{ème} siècle). L'identification de cet évènement n'est pas propre au site des Roustières car on l'observe sur l'ensemble de nos séquences (Vergne Noire, Trois Airelles et Born) ainsi que sur celle de la Source du Roc (Servelle et Galop 2006), dans le Limousin (Miras 2004) et le Jura (Gauthier 2001). Toutefois, les données polliniques indiquent une tendance qui semble plus correspondre à une réorganisation des modes d'exploitation qu'à un réel repli des activités ou l'abandon des environs du site. En effet, si les variations de certains taxons indiquent une baisse de la pression anthropique (baisse de *Cerealia*-t, présence de *Cirsium*-t), d'autres indices témoignent également d'un maintien des activités (occurrences de *Rumex*, de Chenopodiaceae, hausse d'*Artemisia*, Asteroideae, Cichorioideae). Ces tendances caractérisent une diminution des surfaces cultivées et un maintien du pastoralisme. Cette

pratique semble toutefois plus modérée comme en témoigne l'apparition de *Cirsium*-t. D'ailleurs, très rapidement, de 1700 cal. BP environ jusqu'à l500-1450 cal. BP on relève une hausse des indicateurs d'anthropisation qui témoignent d'une intensification des activités agro-pastorales tandis que le recul du hêtre et du sapin souligne la reprise des déboisements sur le plateau.

Hétérogénéité des dynamiques au cours de l'époque médiévale : une variabilité des processus d'anthropisation (R5b, R5c, R6)

Les zones polliniques R5b et R5c reflètent un Haut Moyen Age relativement instable. On observe dès 1500 cal. BP (ca. V^{ème} siècle) une brève phase de recul des indicateurs culturaux ainsi qu'une diminution des autres indices d'anthropisation. Cet évènement correspond à une période de troubles dans l'Aubrac qui se manifestent par des luttes de pouvoirs pour l'appropriation et la mise en valeur des terres, notamment des pâturages d'estive. Il s'agit d'une réorganisation qui affecte momentanément les pratiques agro-pastorales et que l'on appréhende sur toutes nos séquences (Trois Airelles, Vergne Noire et Born).

Cet épisode semble être de courte durée et, à partir de 1400 cal. BP environ, les activités agraires redémarrent doucement. Sur le site des Roustières, la pression pastorale se maintient, comme l'indique la présence régulière de *Rumex*, *Rumex acetosa/acetosella*, des Urticaceae et Chenopodiaceae mais on ne relève pas d'augmentation notable.

Entre 1100 et 900 cal. BP environ (IX-XI^{ème} siècles), une perturbation se manifeste dans les cortèges polliniques. Cette dernière se caractérise par une reconquête forestière modérée signalée par une hausse de *Fagus*, d'*Abies* et de *Betula*. On relève simultanément une diminution des indicateurs culturaux et une hausse de certains autres marqueurs comme *Rumex* et les Ranunculaceae alors que la plupart des espèces prairiales (Chenopodiaceae, Apicaeae, Cichorioideae, Asteroideae, Caryophyllaceae mais aussi d'*Artemisia*, des Rubiaceae et Brassicaceae) tend plutôt à diminuer, notamment en fin de zone R5c.

Les faciès de landes à *Juniperus*, *Calluna* et *Pteridium* qui s'étaient développés en début de zone affichent un recul à la fin de celle-ci. Ces indices coïncident avec une période de mise en valeur des terres par les seigneuries laïques et ecclésiastiques dont la volonté est de réorganiser et de valoriser le système pastoral de l'Aubrac. D'après les données polliniques, ce processus se réalise au travers de l'éradication des landes mais sans doute aussi par le développement d'un système d'irrigation des prés. En effet, certains taxons dont la présence est locale, liée à la tourbière ou ses marges comme *Alnus*, *Filicales monolètes*, *Equisetum* et *Sphagnum* régressent de manière significative, peut-être en raison de l'aménagement d'un système de rigoles à partir de la tourbière.

La végétation herbacée qui résulte des défrichements ne peut se maintenir que par une densité optimale de bétail et par des fauchages réguliers accompagnés d'irrigation. Cette dernière a joué un

rôle très important dans la gestion des terroirs, notamment au cours des époques ultérieures (Hamon 1995) et si son origine est assez mal connue, les indices polliniques témoignent du recours probable à cette pratique dès les IX^{ème}-XI^{ème} siècle. L'évolution des cortèges végétaux marquée par l'expansion de *Filipendula* ou de *Polygonum bistorta* corrobore l'hypothèse du développement des pratiques d'irrigation, favorisant le développement de prairies plus humides dont ces espèces sont caractéristiques. La baisse du niveau d'eau dans la tourbière se distingue quant à elle par le développement des Cyperaceae au détriment de *Sphagnum* ou d'*Equisetum*.

L'évolution des modes de gestion du territoire, notamment entre les X^{ème} et XI^{ème} siècles se manifeste sur l'ensemble des sites de l'Aubrac mais prend des formes différentes selon les secteurs, parfois au travers d'une reconquête forestière modérée mais le plus souvent au travers d'un léger repli des activités.

A partir de 900 cal. BP (zone R6) (XI^{ème}), les activités agro-pastorales semblent se développer à nouveau. Le rapport AP/NAP indique un nouveau recul lié à une reprise des déboisements qui affectent *Fagus* et *Abies*. Parallèlement on relève une augmentation des indices d'anthropisation notamment des céréales et messicoles associées : *Cerealia*-t, *Secale, Centaurea cyanus* et *Polygonum aviculare.* Le cortèges des espèces rudéro-nitrophiles, et plus généralement des espèces prairiales, est également très bien représenté avec *Rumex, Rumex acetosa/acetosella*, Chenopodiaceae, *Plantago, Plantago lanceolata.*

L'ensemble des données révèlent un environnement plutôt homogène, composé de grands espaces ouverts continus qui correspondent probablement à une alternance entre pelouses, praires pâturées et prairies de fauche, prairies humides et tourbières. Les faciès de landes, représentés par *Calluna*, Ericaceae, *Juniperus* ou encore *Pteridium* indiquent un enfrichement assez retreint révélateur d'une pression pastorale conséquente et d'un entretien régulier. La diversification des formes d'exploitation sur les versants et zones basses est également suggérée par la hausse des valeurs de *Juglans* et de *Castanea* même si ces dernières restent encore très faibles.

Jusque vers 600 cal. BP (XIV^{ème} siècle), l'essor des activités agro-pastorales est également attesté sur l'ensemble de nos séquences mais aussi sur les autres sites étudiés sur le plateau (Servelle et Galop 2006, de Beaulieu *et al.* 1985). D'ailleurs, selon les sources historiques, les paysans de l'Aubrac tirent une grande partie de leurs revenus de l'élevage, activité dont l'essor apparaît comme un phénomène majeur de l'histoire de l'économie européenne à la fin du Moyen Age. Il semble qu'au XIII^{ème} siècle, les équidés soient encore très nombreux et toujours associés au bétail ovin et il faut attendre le XIV^{ème} siècle pour voir apparaître les premières mentions de bêtes à cornes (*bajulus vacerius*) (Pradalié et Hamon 2006). Les textes font mention d'un troupeau bovin encore inférieur à celui des ovins mais dont la valeur marchande commence à dépasser, dès le XIII^{ème} siècle, celle du menu bétail. De plus, les pâturages des hauts plateaux reçoivent un afflux massif de bétail étranger (essentiellement du Quercy)

durant la période estivale ce qui suppose dès cette époque un système de gestion des terres très complexe (Pradalié et Hamon 2006).

Maintien et stabilité des pratiques au cours de l'époque moderne (R7b, R8)

Au cours de la zone R7b, les données polliniques indiquent un nouveau changement marqué par le recul des cultures ainsi que par une reconquête forestière modérée. *Cerealia*-t et *Secale* diminuent sensiblement alors que, simultanément, d'autres indicateurs d'anthropisation augmentent tels que *Rumex,* Urticaceae, Chenopodiaceae, *Plantago*. Cette tendance est également relevée sur le site du lac de Born et traduit une évolution des pratiques sur le plateau au profit de l'élevage, lequel correspond mieux aux possibilités qu'offre le milieu naturel. Si les dynamiques semblent se maintenir, la hausse de *Pteridium* ainsi que la présence de *Juniperus* et de *Cirsium* indique la présence d'espaces sous-pâturés, sans doute cantonnés sur les secteurs les plus difficiles d'accès ou sur les prés de mauvaise qualité. Cette tendance se vérifie également au travers de la réapparition d'*Ulmus* et de *Fraxinus* qui peut suggérer un recul des pratiques d'émondage.

L'augmentation des valeurs de *Pinus* témoigne quant à elle d'une légère extension des boisements dans la région.

Les siècles qui suivent sont caractérisés par un maintien des pratiques agro-pastorales sur le plateau. En effet, on relève des valeurs constantes de *Cerealia*-t et de *Secale* ainsi que la présence de quelques occurrences de *Fagopyrum* et de *Cannabis/Hummulus* qui soulignent la volonté de diversification des modes d'exploitation. Les herbacées liées aux prairies pâturées et fauchées sont également bien représentées et on note une légère augmentation de *Rumex,* des Chenopodiaceae, Urticaceae, Plantago, *Plantago lanceolata*, Cichorioideae, Asteroideae ainsi que des occurrences ponctuelles de *Centaurea cyanus, Trifolium, Plantago major/media* et de *Galium.*

Durant cette période, les données polliniques semblent traduire une intensification de l'anthropisation qui se caractérise essentiellement par la mise en place d'un système pastoral extensif. En effet, l'activité pastorale repose encore à l'époque moderne sur le système de location des montagnes (pâturages d'estive sur le plateau) et sur la transhumance lointaine à grande échelle mise en place à partir du XIV^{ème} siècle (Pradalié *et al.* 2006).

Le maintien des valeurs des céréales sur cette séquence ainsi que sur celle du lac de Born, conforte l'hypothèse d'un maintien des cultures marginales associées aux habitats temporaires d'estive. Hypothèse déjà suggérée suite aux résultats palynologiques des sites de la Source du Roc et du Barthas (Servelle et Galop 2006).

La reconquête forestière modérée traduite par la légère hausse de *Pinus, Betula* et *Corylus* est, quant à elle, toute relative et très localisée. Ce n'est qu'à partir de la fin du XVIII^{ème} siècle environ que

les données polliniques indiquent une évolution plus marquée des pratiques qui se manifeste au travers des reboisements artificiels en résineux (apparition et expansion de *Picea*) néanmoins assez peu développés sur le massif de l'Aubrac, ainsi que par l'affaiblissement des cultures (ZAP R8).
Si le pastoralisme semble se maintenir (présence de *Rumex, Rumex acetosa/acetosella, Plantago lanceolata,* Urticaceae, Cichorioideae…), les céréales quant à elles, indiquent une légère diminution. La production des céréales a été progressivement abandonnée dès la fin du XVIII^{ème} et au cours du XIX^{ème} siècle au bénéfice de l'élevage. Ce phénomène tient essentiellement au courant de dépopulation rurale qui affecte l'ensemble de la région sans compter l'impact de la première guerre mondiale qui a profondément marqué la paysannerie aveyronnaise entraînant l'abandon des fermes et l'émigration des jeunes (Gruat 2007). D'autre part, plus de la moitié des terres labourées ont été consacrées non plus aux cultures vivrières mais à des cultures fourragères, d'introduction récente, plus rentables (Parain 1971). Les terres travaillées à bras ou à l'araire étaient de faible productivité et ont été transformées en prés de fauche ou sont directement redevenues des landes ou des pacages (Parain 1971).

2. Les hautes terres agropastorales du Lévezou

A une soixantaine de kilomètres au sud du massif de l'Aubrac, le Lévezou constitue notre deuxième terrain d'étude et notre troisième complexe, après ceux de l'Aubrac occidental forestier et de l'Aubrac oriental pastoral. Le paysage agro-pastoral et bocager, très anthropisé, ne comporte que des zones boisées (hêtraies et chênaies) résiduelles. Son positionnement géographique, à l'extrémité sud du Massif Central, la proximité des Causses et la faible altitude de ce plateau lui confèrent un statut de région intermédiaire entre l'Aubrac et la méditerranée. Située dans les zones les plus basses et les plus méridionales de notre aire d'étude, cette région permet d'aborder, sur la longue durée, la question du statut de ces zones de petites montagnes, leur implication dans les processus de diffusion des pratiques agro-pastorales et des dynamiques de peuplement. L'étude de ce secteur vise également à reprendre et compléter les recherches réalisées sur les tourbières sur substrat non calcaire de la zone périphérique des Causses : monts de Lacaune, montagne Noire (de Beaulieu 1981) et massif du Lévezou (Lémée 1953, de Beaulieu 1981).

Dans le Lévezou, plusieurs sites ont été sondés en 1979 (Viarouge, Bouloc, Bédes, les Cannebières, Mauriac et Curan). La plupart d'entre eux présentaient cependant un remplissage trop faible et trop récent pour permettre une analyse pollinique portant sur l'histoire de la végétation sur la longue durée (Beaulieu 1981). En effet, si les tourbières sont assez importantes en nombre, la plupart sont aujourd'hui drainées, asséchées ou exploitées et peu d'entre elles offrent un enregistrement permettant de couvrir l'Holocène.

Nous avons, à l'instar de nos prédécesseurs, réalisé plusieurs sondages (Curan, Saint-Julien de Fayret) et nous avons décidé au final d'étudier les sites de la Plaine des Rauzes, particulièrement bien

préservés, ainsi que celui de Mauriac sur lequel les études précédentes n'avaient pas fait l'objet de datations ni d'approfondissement sur les questions relatives à l'anthropisation.

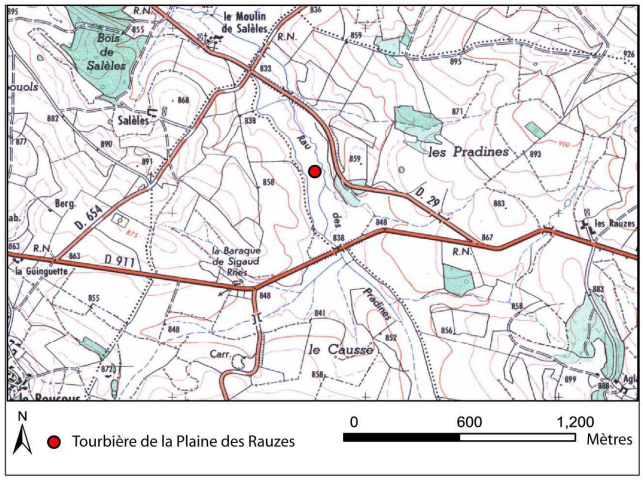
2.1. La tourbière de la Plaine des Rauzes

2.1.1 Présentation du site

La tourbière de la Plaine des Rauzes se situe sur le plateau du Lévezou, sur les communes de Saint Laurent et de Saint Léons (Figure 48). La particularité de cette zone humide tient au fait qu'elle s'est constituée dans l'élargissement du lit majeur du ruisseau des Pradines, à l'intérieur dans un creux topographique défavorable aux tentatives de drainage. Il s'agit par conséquent d'un site remarquablement préservé, constitué de landes marécageuses, de prairies humides et de zones tourbeuses actives et bombées à sphaignes sur près de 25ha à 800 m d'altitude. La biodiversité y est riche et diversifiée, on y compte, sur le plan floristique, plus d'une centaine d'espèces dont 12 espèces rares et menacées, 19 d'intérêt patrimonial ainsi qu'une faune particulière (busard cendré, grenouille rousse ou encore azurée des mouillères).

Cette tourbière se situe dans un contexte agreste et déboisé, entre prairies de fauche, pâturage et terres emblavées. Le site, qui a fait l'objet d'un rachat partiel par le Conseil Général de l'Aveyron, est inclue dans le territoire du Parc Naturel Régional des Grands Causses et fait l'objet d'un plan de gestion, de valorisation et d'animation par l'ADASEA.

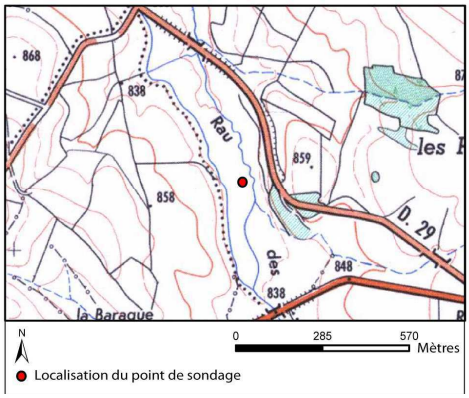
Les résultats palynologiques que nous avons obtenus sur ce site ont, de plus, été intégrés dans un projet d'étude sur la valorisation patrimoniale écologique et culturelle réalisé pour le Conseil Général.



Localisation du site de la Plaine des Rauzes

Sondage de la tourbière de la Plaine des Rauzes

Carotte sédimentaire



Localisation du point de sondage sur la tourbière

Paysage agropastoral autour du site

Figure 48 : Présentation de la tourbière de la Plaine des Rauzes

2.1.2 Lithologie, datations et modèle âge-profondeur

Sur ce site, le sondage a été réalisé au cours du mois d'octobre 2007 dans une zone de bombements à sphaigne dans laquelle a été extraite une séquence sédimentaire de 190 cm de profondeur à l'aide d'un carottier manuel type GYK de 8 cm de diamètre

Le relevé de la stratigraphie a permis d'identifier plusieurs niveaux de dépôts :

190 cm - 160 cm : limons organiques brun clair assez fibreux

160 cm - 156 cm : passée sableuse détritique

156 cm - 5 cm : tourbe brune très fibreuse.

5 cm - 0 cm : tourbe faiblement décomposée et sphaignes

Réf. Labo	Prof. (cm)	Matériel	Datation radiocarbone (BP)	Calibration BP (2 σ)
Poz-27286	44-45	Tourbe	235±30	-30 [217] 409
Poz-27287	55-56	Tourbe	825±30	636 [687] 741
Poz-27288	120-121	Tourbe	1085±30	933 [998] 1060
Poz-23133	162-163	Limon organique	3660±35	3868 [3993] 4100

Tableau 17 : Datations radiocarbones AMS réalisées sur la séquence sédimentaire de la Plaine des Rauzes.

Quatre datations radiocarbones AMS ont été réalisées sur sédiment total et ont permis l'établissement d'un modèle âge-profondeur (Tableau 17, Figure 49). Les âges obtenus sur ces échantillons ont été calibrés à 2 sigma avec le logiciel CLAM (Blaauw 2010). Sur cette séquence, le modèle d'âge souligne une hétérogénéité importante du remplissage sédimentaire. La composition des assemblages polliniques ainsi que les écarts chronologiques entre les niveaux 160-162 et les niveaux qui suivent suggère un hiatus important qui semble recouvrir une partie de l'âge du Bronze ainsi que l'ensemble de l'âge du Fer. La passée détritique identifiée dans la stratigraphie de l'enregistrement alimente l'hypothèse d'un décapage érosif lié au débordement du ruisseau des Pradines qui traverse la tourbière. La reprise de l'enregistrement est malheureusement non datée, et il faut attendre le niveau 120 pour avoir une base de datation qui correspond à la fin du haut Moyen Age. Les deux dates obtenues sur les niveaux 55 et 44 suggèrent une compaction importante et une vitesse de sédimentation très lente avec près de cinq siècles sur dix centimètres.

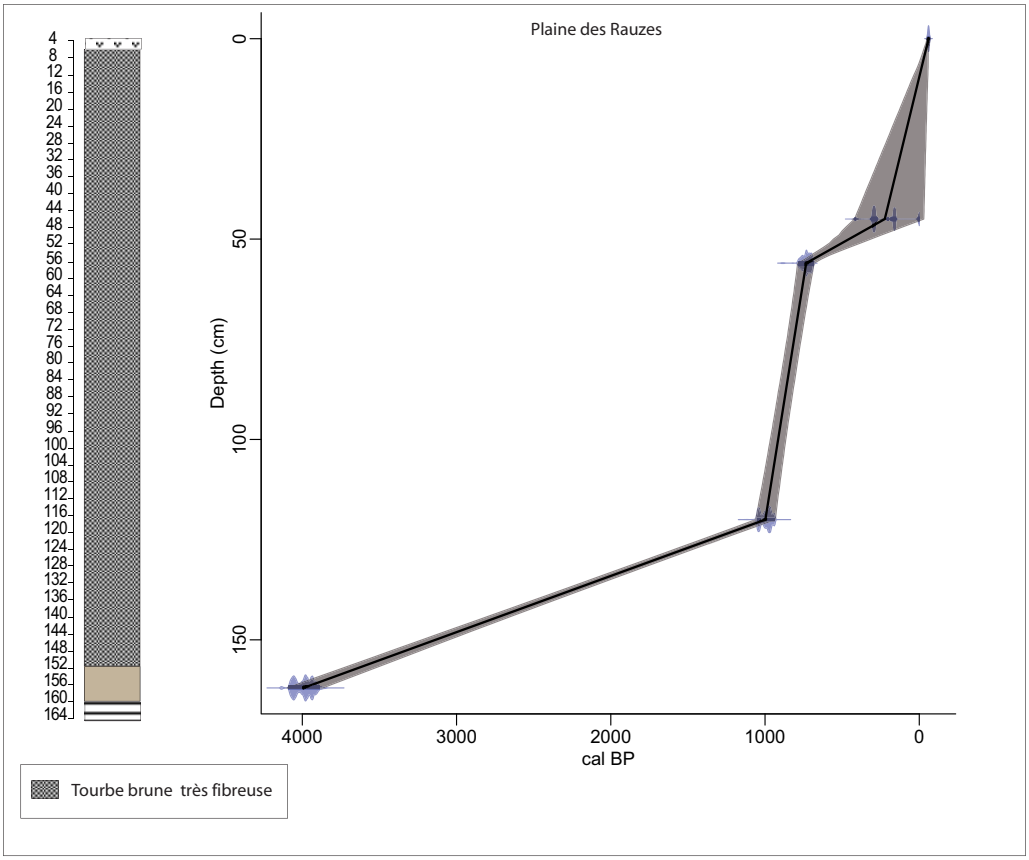


Figure 49 : Modèle Age/Profondeur de laPlaine des Rauzes

2.1.3 Résultats des analyses polliniques et commentaire du diagramme

Compte tenu des faits que nous venons d'évoquer, le diagramme simplifié et le diagramme d'anthropisation en chronologie ne seront pas présentés ici et nous appuierons notre argumentation sur des niveaux datés ainsi que sur des évènements paléophytogéographiques identifiés dans l'enregistrement de Mauriac. Le diagramme complet de la Plaine des Rauzes est divisé en 8 zones d'assemblages polliniques (Figure 50, Figure 51).

ZAP	Prof. (cm)	Taxons	Description
Pdz 8	4	*Pinus*-Poaceae-*Sphagnum*	Augmentation de *Pinus* en fin de zone avec des valeurs atteignant près de 40%. Développement de *Picea* et *Abies* et dans une moindre mesure de *Betula*, *Corylus* et *Fagus*. Parallèlement chute des valeurs de Poaceae, de Calluna et de la plupart des IPA (Indices Polliniques d'Anthropisation) hormis *Plantago lancelolata* qui maintient des valeurs relativement constantes. Diminution des valeurs des Cyperaceae et augmentation rapide et brutale de *Sphagnum*.
Pdz 7		Poaceae- *Cerealia*-t *Rumex*-Cichorioideae-*Calluna*-Cyperaceae	Présence constante de *Quercus*. Légère augmentation de *Castanea* et *Pinus* en fin de zone. Maintient des valeurs des Poaceae autour de 40%. Présence constante de *Cerealia*-t, et légère hausse de *Secale*. Augmentation des Brassicaceae, de *Rumex acetosa/acetosella* et des

	10		Cichorioideae. Présence constante de *Calluna*. Hausse des Cyperaceae.
Pdz 6	46	Poaceae *Artemisia* *Rumex acetosa*/*acetosella*	Légère augmentation de *Corylus* et d'*Alnus*. Hausse des pourcentages des Poaceae. Chute des valeurs de *Cerealia*-t et Asteroideae. Hausse conjointe des pourcentages de *Rumex acetosa*/acetosella et d'*Artemisia*. Régression des valeurs des Cyperaceae et bref développement de *Sphagnum*.
Pdz 5	58	Poaceae *Cerealia*-t *Secale* Cyperaceae	Faible représentation de taxons arboréens. Présence régulière et légère hausse de *Cerealia*-t et *Secale*. Faible régression de *Rumex acetosa/acetosella* et de *Calluna*. En revanche augmentation des Apiaceae, de *Pteridium* mais surtout des Cyperaceae.
Pdz 4	86	Poaceae *Rumex acetosa*/*acetosella* *Pteridium* Cyperaceae	Forte représentation des Poaceae à plus de 60%. Régression de *Cerealia*-t, *Secale* et légère baisse des pourcentages de *Calluna*. Parallèlement augmentation sensible de *Rumex acetosa/acetosella*, de *Pteridium* et des Cyperaceae dont les pourcentages ne diminuent qu'en fin de zone.
Pdz 3	92	Poaceae *Cerealia*-t *Secale* *Rumex acetosa*/*acetosella* *Calluna*	Sensible régression des taxons arboréens déjà assez peu présents comme *Pinus, Quercus, Corylus* et *Alnus* en fin de zone. Hausse progressive des Poaceae, des céréales et de la plupart des IPA, notamment *Rumex, Rumex acetosa/acetosella* et *Plantago lanceolata*. Présence discrète mais simultanée de quelques occurrences de messicoles comme *Agrostemma githago, Convolvulus arvensis* et *Centaurea cyanus*. Baisse des pourcentages des Cichorioideae. Présence constante autour de 20% de *Calluna* et présence également des Cyperaceae.
Pdz 2	156	Poaceae Cichorioideae *Calluna* Cyperaceae	Chute progressive de la plupart des taxons arboréens, *Tilia, Alnus, Quercus*. Maintien constant des valeurs des Poaceae. Premières occurrences de *Cerealia*-t et *Secale* en fin de zone et augmentation des pourcentages de *Rumex* et *Rumex acetosa/acetosella*. Présence entre 15 et 20% des Cichorioideae et de *Calluna*. Relative stabilité, voir légère hausse des valeurs de *Filipendula, Peridium* et Cyperaceae.
		HIATUS	
Pdz 1	190	*Tilia* *Quercus* *Pinus*	Prédominance des taxons arboréens avec un très fort pourcentage de *Tilia* à près de 40%, de *Quercus*, *Pinus* et *Corylus* et dans une moindre mesure de *Betula* et de *Fagus* dont les valeurs augmentent en fin de zone. Très faible représentation des espèces herbacées essentiellement traduites par *Filipendula, Potentilla*, Rosaceae, Asteroideae et Ranunculaceae. Maintien des valeurs des Cyperaceae à peine en dessous de 20%. Présence ponctuelle de *Cerealia*-t.

Tableau 18 : Tableau descriptif des assemblages polliniques de la Plaine des Rauzes

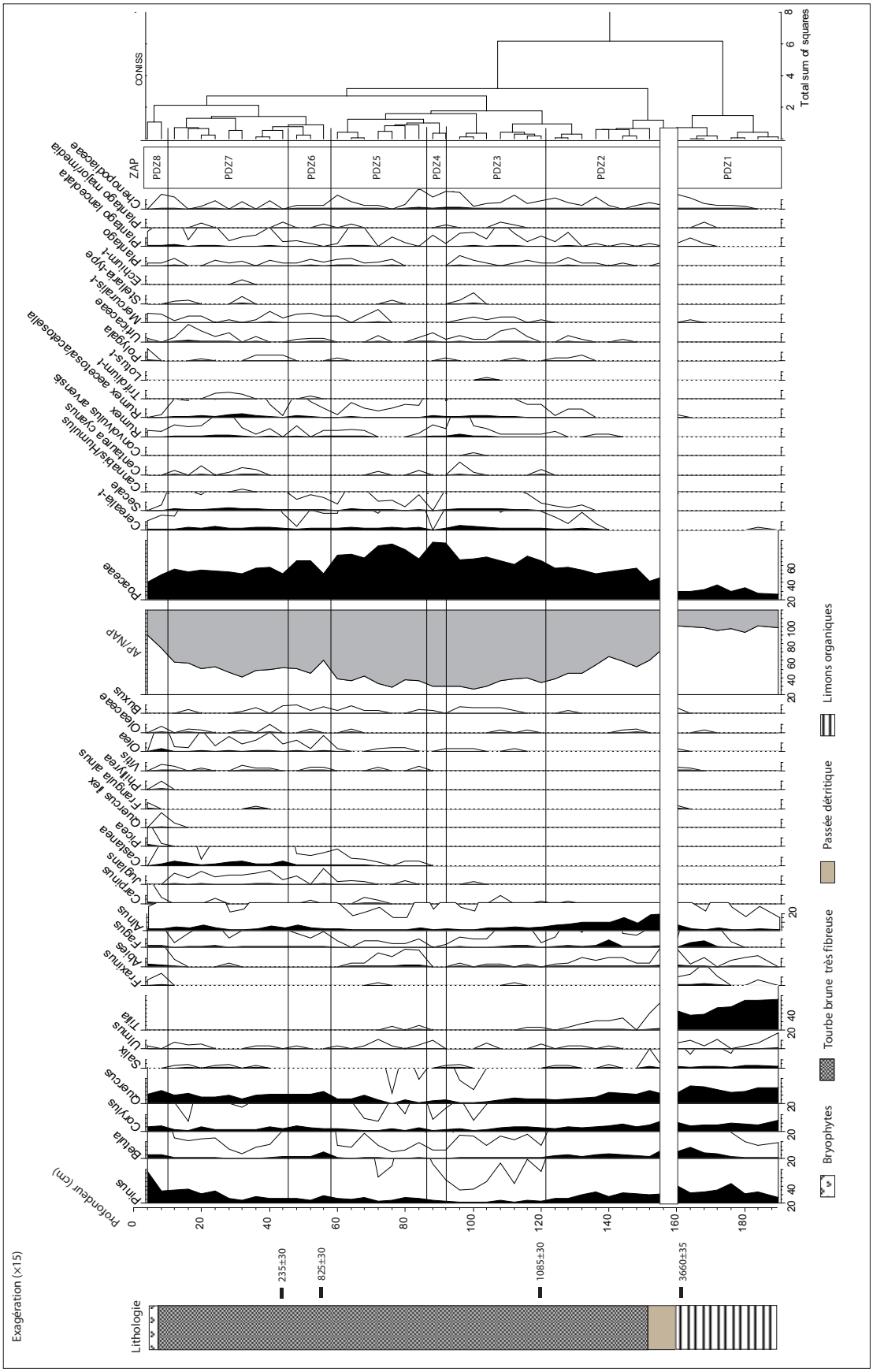


Figure 50 : Diagramme pollinique complet de la Plaine des Rauzes (arbres, arbustes, herbacées)

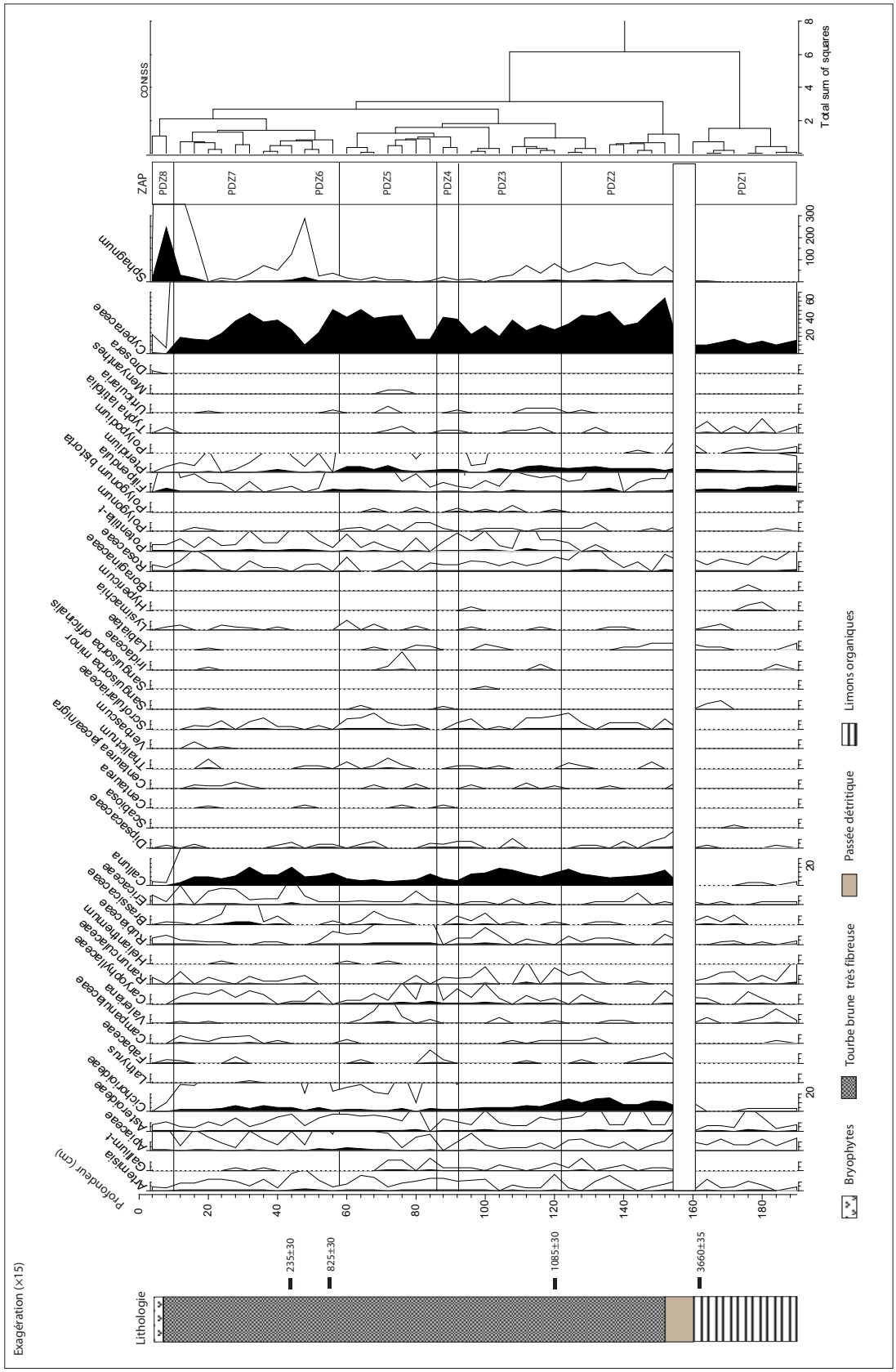


Figure 51 : Diagramme pollinique complet de la Plaine des Rauzes (herbacées, hygrophiles, aquatiques)

La première zone pollinique du diagramme de la Plaine des Rauzes (Pdz1) est caractérisée par des valeurs de taxons arboréens très élevées et un rapport AP/NAP qui oscille autour de 80%. *Pinus, Quercus, Corylus* mais surtout *Tilia* sont les essences dominantes. L'abondance du tilleul (autour de 30%) constitue une particularité propre au Lévezou qui a également été souligné dans les études réalisées sur la tourbière de Mauriac (de Beaulieu 1981). Le caractère très occidental et très ouvert aux influences atlantiques de cette micro-région explique que les fréquences de *Tilia* obtenues dans les analyses soient globalement supérieures à celles enregistrées dans les tourbières cévenoles. En effet, dans les Cévennes, notamment sur l'Espinouse, le pollen de Tilleul n'est abondant dans les diagrammes que dans la partie terminale de l'Atlantique et le début du Subboréal (postérieurement à 6000 BP), signalant sans doute un renforcement du régime océanique (de Beaulieu 1981).

Les autres taxons arboréens comme *Abies, Fagus, Betula, Ulmus, Fraxinus, Alnus* et *Salix* sont faiblement représentés même si l'on peut observer une augmentation des pourcentages de *Betula* et de *Fagus* en fin de zone. Les valeurs des herbacées restent relativement peu élevées. En début de zone apparaissent quelques traces ponctuelles de céréales qui ne sont pas associées à d'autres indices polliniques témoignant d'une activité humaine. Aussi, dans un contexte très largement forestier, la présence anthropique et les activités agricoles qu'elle suppose, reste sujette à caution : ces traces d'agriculture pouvant être le fait d'apports lointains ou témoigner dans le meilleur des cas d'activités agro-forestières très ponctuelles et limitées, mais qui d'un point de vue chronologique restent tout a fait envisageables.

Un hiatus sédimentaire couvre une partie de l'enregistrement pollinique entre la zone Pdz 1 et Pdz 2. Il est difficile, au vu d'un manque de datation, de cerner la durée de cet évènement. Cela étant, une date C^{14} obtenue juste avant celui-ci permet de l'estimer à une période postérieure à l'âge du Bronze ancien soit autour de 3900 cal. BP. Il s'agit vraisemblablement de décapages érosifs successifs liés à des épisodes de crues du ruisseau des Pradines qui traverse la tourbière, lors de phases hydrologiques importantes Il semble donc que la séquence soit privée d'une partie de son enregistrement entre 156 et 160 cm de profondeur. Par ailleurs, ce phénomène n'est pas unique et a déjà été observé au cours des études antérieures dans le Lévezou et dans les Cévennes (de Beaulieu 1981) où les tourbières ont cessé ce fonctionner à la transition Subboréal/Subatlantique. L'explication la plus probable tient aux perturbations climatiques récurrentes qui affectent l'ensemble de l'Europe durant cette période.

La phase Pdz 2 traduit une rupture. Les taxons arboréens ont considérablement régressé et principalement *Tilia* dont les valeurs sont passées de 20-25% en fin de zone (Pdz1) à moins de 5%. Concomitamment, les pourcentages des *Poaceae* sont en hausse et cette phase témoigne également de l'apparition et de la hausse de *Calluna* et des Cichorioideae.

C'est également au cours de cette zone qu'apparaissent des indices d'anthropisation objectifs comme *Plantago lanceolata, Rumex acetosa/acetosella,* Urticaceae en association avec une hausse de la représentation pollinique des céréales (*Cerealia*-t ou *Secale)*. La convergence de ces indices traduit sans ambiguïté la présence locale d'activités agro-pastorales.

La plupart des taxons arboréens, qu'il s'agisse de *Pinus, Quercus, Betula* ou de *Tilia,* qui avaient amorcé un recul progressif dans la zone Pdz 2 sont caractérisés par des valeurs majoritairement basses au cours de la phase Pdz 3. Les oscillations des valeurs de *Fagus* peuvent être probablement mises en relation avec des coupes successives d'origine anthropique ; elles coïncident d'ailleurs avec le développement des indices polliniques d'anthropisation et des céréales que nous enregistrons autour de 998 cal. BP (X^{ème} siècle). C'est également au cours de cette phase que l'on note les premières occurrences de *Juglans* vers 900 cal. BP.

Le maintien des valeurs des *Poaceae* autour de 40-50% nous donne à évoquer un milieu ouvert et agreste. En effet les données polliniques reflètent une réelle expansion des activités agro-pastorales caractérisées par la présence continue et la hausse singulière des valeurs de céréales ainsi que d'un cortège de plantes messicoles et rudéro-nitrophiles (*Centaurea cyanus, Rumex acetosa/acetosella,* Urticaceae, Chenopodiaceae, *Artemisia, Plantago major/media, Plantago lanceolata*…).

La légère hausse de *Calluna* (15-20%) suggère un développement de ce taxon probablement sur la tourbière et/ou ses marges et semble indiquer une baisse du niveau d'eau de celle-ci. Cette hypothèse est également corroborée par la diminution des taxons hygrophiles et aquatiques (*Sphagnum, Typha latifolia* et *Utricularia*).

La zone Pdz 4 marque une rupture dans les dynamiques amorcées au cours de la phase précédente. Si les essences forestières restent représentées avec des valeurs très basses, de l'ordre de 10%, *Fagus* et *Abies* disparaissent totalement. Seul *Ulmus* affiche des pourcentages en légère hausse. Dans le même temps les Poaceae sont en augmentation alors que la plupart des espèces qui auparavant étaient en expansion régressent et voient leurs valeurs chuter parfois de manière significative. C'est notamment le cas pour les céréales. Néanmoins, certains indices d'anthropisation se maintiennent à l'instar des Chenopodiaceae, Urticaceae, *Rumex acetosa/acetosella, Rumex, Plantago lanceolata, Plantago major/media*… La callune qui avait amorcé une régression à la fin de la zone précédente, affiche des valeurs très basses, probablement en raison d'une hausse du niveau d'eau de la tourbière mais peut-être aussi d'une fréquentation plus importante des pâturages par le bétail.

Au cours de la zone Pdz 5, les spectres herbacés sont assez diversifiés et des marqueurs polliniques d'anthropisation sont bien présents. *Juglans, Castanea* et *Vitis* sont notés parmi les arbres et arbustes pouvant être cultivés à une certaine distance du site à l'échelle micro-régionale.

La céréaliculture est bien représentée avec la présence de *Cerealia*-t et *Secale* mais leurs proportions n'excèdent toutefois pas celles attestées antérieurement (Pdz3). Cette remarque est également valable pour certaines apophytes qui maintiennent des valeurs significatives.

Les Cyperaceae, *Utricularia, Menyanthes trifoliata, Typha latifolia* et *Filipendula*, représentées dans les assemblages polliniques de cette zone, caractérisent la végétation locale de la tourbière et des abords du ruisseau.

Les 12 centimètres correspondant à la zone Pdz 6 couvrent une période allant, selon les dates C^{14} de 687 à 217 cal. BP (XIII^{ème} au XVIII^{ème} siècle). Le taux de sédimentation étant très faible, il est particulièrement difficile de percevoir les micro-évolutions dans les assemblages polliniques.

Le début de cette zone marque une fermeture sensible du milieu, caractérisée par une légère hausse des fréquences de *Pinus, Fagus, Quercus* ou encore de *Betula*. Dans un même temps, les céréales ainsi que certains IPA (*Plantago lanceolata, Plantago major/media*, Chenopodiaceae, *Polygala*) présentent des valeurs en baisse. Les Poaceae ainsi que *Rumex acetosa/acetosella* marquent en revanche une légère augmentation. Ces indices témoignent d'une évolution des cortèges floristiques liés aux pratiques dont le profil s'oriente qui se manifestent par un recul des terres arables au profit d'une extension des pâturages et prés de fauche comme le souligne la hausse conjointe d'*Artemisia*, Cichorioideae, Caryophyllaceae, Dipsacaceae, Asteroideae, Apiaceae et la présence de *Trifolium*-t.

La baisse des valeurs de *Pteridium* et de *Calluna* suggère également le maintien d'une pression pastorale conséquente, probablement associée à un entretien des prairies et à des défrichements réguliers. La baisse de *Calluna* peut aussi être liée à une hausse du niveau d'eau de la tourbière également suggérée par un recul des Cyperaceae et une hausse de *Sphagnum*.

Les assemblages polliniques de la phase Pdz 7, à cheval sur la période moderne et contemporaine, laissent entrevoir un milieu largement ouvert, (rapport AP/NAP autour de 30%), agreste et pastoral. Les cortèges forestiers réduits à des peuplements vraisemblablement épars sont représentés par *Quercus, Pinus* et *Fagus* mais aussi par *Castanea* et *Juglans* en hausse sensible. La légère progression de *Cerealia*-t et de *Secale* indique également une extension modérée des cultures et une diversification comme le souligne la présence de *Cannabis/Humulus*.

Le cortège des rudéro-nitrophiles connaît également un certain développement marqué par la hausse de *Rumex, Rumex acetosa/acetosella*, *Trifolium*, Urticaceae, *Plantago lanceolata, Plantago major/media*… qui caractérise le maintien des activités pastorales aux environs du site. L'expression pollinique des Ericaceae et de *Calluna* augmente sensiblement et semble indiquer une période d'assèchement de la tourbière également suggérée par la baisse de *Sphagnum* et la hausse des Cyperaceae.

Dans la dernière phase du diagramme (Pdz 8), correspondant aux épisodes les plus récents, les assemblages polliniques indiquent une nouvelle évolution du milieu. Celle-ci se caractérise par une baisse significative des indicateurs d'anthropisation, qu'il s'agisse des céréales ou des rudéro-nitrophiles telles que *Rumex acetosa/acetosella, Plantago, Plantago lanceolata,* Chenopodiaceae… On relève également une baisse des Poaceae et une augmentation des taxons forestiers comme *Fagus, Abies, Quercus, Corylus* ou encore *Betula,* qui témoignent d' une reconquête forestière modérée (leurs pourcentages sont en hausse mais ne dépassent guère 10%). *Faxinus* est en légère augmentation et témoigne d'une réduction des coupes d'émondage en relation avec l'abandon de l'exploitation usagère du bocage.

D'une manière générale, les données polliniques enregistrées au sommet du diagramme reflètent des dynamiques associées au déclin agro-pastoral qui a affecté ce secteur au cours du siècle dernier. Le milieu environnant demeure anthropisé comme on peut le constater avec la présence des céréales et de quelques indices polliniques d'anthropisation (plantain lancéolé, oseilles, …), mais la majorité de ces espèces sont en recul par rapport aux siècles précédents.

Cette zone témoigne également de l'essor des campagnes de reboisements de l'industrie sylvicole, par la hausse notable, dans les assemblages, de *Pinus* ainsi que par l'apparition et le développement de *Picea.*

La forte régression des Cyperaceae dans les assemblages est à mettre en opposition avec la hausse brutale de *Sphagnum* associée à *Typha latifolia* et à *Drosera* que l'on peut encore observer aujourd'hui sur le site (*Drosera rotundifolia*). La dynamique de ces taxons locaux sur les niveaux subactuels, et en particulier l'apparition de *Drosera* et la hausse de *Sphagnum*, pourraient correspondre à un effet direct des mesures de protection et de gestion environnementales initiées sur cette tourbière à la fin des années 90 (CEN Midi-Pyrénées, Scop Sagne puis ADASEA). Les résultats polliniques indiquent la réapparition des cortèges emblématiques menacés par les diverses activités anthropiques, notamment par les drainages, et soulignent l'efficacité des mesures de préservation de ce site.

2.1.4 Discussion

L'histoire fragmentaire de la Plaine des Rauzes avant le Moyen Age (Pdz1, Pdz2)

En raison de perturbations dans l'enregistrement sédimentaire ainsi que par manque de datations, la base de la séquence reste difficile à appréhender et à commenter, mais pour autant elle comporte quelques informations significatives et instructives.

Il faut attendre la date obtenue à la fin de la première phase de ce diagramme à 3993 cal. BP pour pouvoir proposer un cadre chronologique.

Les premiers niveaux de cet enregistrement recouvrent une période antérieure à l'âge du Bronze et documentent probablement la fin du Néolithique. Les assemblages polliniques témoignent pour cette époque, d'une occupation humaine (*Cerealia*-t, et Chenopodiaceae, *Artemisia*, Cichorioideae) qui suggèrent la présence de petites communautés d'agro-pasteurs aux environs du site. Les valeurs des ces marqueurs sont encore très modérées et ponctuelles. Elles reflètent une fréquentation temporaire et des modes d'occupation probablement très mobiles, n'induisant pas de modification majeure et durable sur le milieu.

Jusqu'au Bronze ancien, l'environnement est encore largement forestier dominé par *Tilia*, *Pinus* et Quercus mais on relève également la présence d'indices discrets d'anthropisation (Chenopodiaceae, Plantago major/media, Plantago lanceolata). Ces indices indiquent une probable fréquentation des environs de la Plaine des Rauzes qui s'effectue dans la continuité des pratiques relevées aux cours des épisodes antérieurs. Les activités probablement pastorales ne semblent pas associées à des épisodes de déboisement et le bétail devait sans doute être conduit sur les espaces ouverts préexistants ou sous couvert forestier.

Les séquences de l'Aubrac (Vergne Noire, Trois Airelles, Born) ainsi que celles de la Source du Roc (Servelle et Galop 2006) attestent pour cette période d'un environnement également forestier mais déjà soumis à des interventions anthropiques conséquentes marquées par des épisodes de défrichement signalés dans la plupart des enregistrements polliniques. Une tendance similaire est également observée dans le Limousin (Miras 2004) ainsi que dans les Cévennes et le Haut Languedoc (Pulido 2006) à la même période.

Vers la fin du Bronze ancien, le site de la Plaine des Rauzes semble avoir été affecté par une perturbation significative. En effet, la passée détritique relevée entre les niveaux 160 et 156 pourrait correspondre à un ou des épisode(s) de crue du ruisseau des Pradines au cours d'une phase hydrologique importante. En effet, cette période correspond à une péjoration climatique reconnue en Europe et caractérisée par des températures plus basses mais surtout par une hausse de l'humidité et des précipitations plus abondantes (Magny 2004, Tinner *et al.* 2003, Berglund 2003, Magny *et al.* 2007). Cet épisode se manifeste d'ailleurs au travers de la hausse des niveaux lacustres du Jura et des Alpes (Magny 2004, Magny *et al.* 2007). Il est possible d'envisager un lien entre ces évènements climatiques et les perturbations enregistrées sur la tourbière de la Plaine des Rauzes d'autant que si l'on tient compte du modèle âge-profondeur et de la chronologie proposée par ce dernier, la reprise de l'enregistrement semble s'effectuer autour de 3500 cal. BP environ.

Cette extrapolation nous permet d'estimer la suite des assemblages au moins au Bronze final. Toutefois, un cadrage chronologique beaucoup plus précis ainsi que l'étude d'autres sites seraient indispensables pour pouvoir infirmer/affirmer et compléter ces postulats.

Suite au hiatus, les assemblages polliniques témoignent d'un environnement largement déboisé bien que les indices d'anthropisation soient assez discrets. On relève notamment la présence de *Plantago, Plantago lanceolata, Galium, Artemisia* ou encore Chenopodiaceae qui indiquent une fréquentation régulière aux environs du site.

Ce n'est qu'à partir de 2400 cal. BP environ que la pression sur le milieu devient plus importante et que l'on note de nouveaux déboisements qui affectent en particulier les boisements de chênes et de hêtres alors que les indices d'activités agropastorales (*Cerealia*-t, *Rumex,* Urticaceae, *Plantago, Plantago lanceolata, Artemisia*) augmentent de manière significative. Ces derniers suggèrent le développement des activités d'élevage mais aussi une extension des terres arables destinées aux céréales, dont le seigle, qui apparaît dans les assemblages polliniques vers 2100 cal. BP, soit au début de l'Antiquité.

Cette phase d'expansion se poursuit progressivement tout au long de l'Antiquité jusqu'au Haut Moyen Age où on relève un recul très ponctuel des céréales entre 1600 et 1800 cal. BP environ (200 – 400 cal. AD). Il ne semble pas qu'il y ait de réel recul des pratiques car les autres indices d'anthropisation se maintiennent (*Plantago, Plantago lanceolata, Rumex acetosa/acetosella,* Urticaceae, Chenopodiaceae…) mais plutôt une réorganisation des modes de gestion et des pratiques, caractérisée par une réorientation vers l'élevage. Un épisode similaire a également été rapporté pour la même période dans le Limousin, sur le plateau de Millevaches (Miras 2004) mais aussi dans le Velay légèrement plus tard, au tout début du Haut Moyen Age (site de Landos, de Beaulieu *et al.* 1984). Il ne s'agit toutefois que d'un évènement de courte durée et rapidement les céréales augmentent de nouveau (*Cerealia*-t et *Secale*) associées aux apophytes tels que *Rumex, Rumex acetosa/acetosella, Plantago, Plantago lanceolata*, témoignant d'une reprise agricole sur le plateau tout au long du Haut Moyen Age.

<u>Consolidation des terroirs et expansion des pratiques agro-pastorales au cours du Moyen Age jusqu'au début de l'époque moderne (Pdz2, Pdz3, Pdz4, Pdz5, Pdz6)</u>

A partir de 998 cal. BP (X^{ème} siècle), les défrichements se poursuivent et le recul de la forêt se radicalise, réduisant la plupart des essences forestières et notamment *Fagus*, *Quercus* et *Tilia* à des lambeaux résiduels. Les indices d'anthropisation, céréales et apothytes, poursuivent une hausse régulière et marquent la stabilité des modes d'occupation et l'expansion continue des activités agropastorales sur le plateau.

Les informations palynologiques collectées sur le site de la Plaine des Rauzes livrent de précieux indices sur l'histoire de l'occupation humaine car très peu de textes ni même de toponymes ne renseignent sur d'éventuels défrichements jusqu'à une époque très tardive. Les rares indices écrits sur

les activités agricoles concernent les productions qui apparaissent dans les chartes par le biais de redevances en nature perçues par les seigneurs laïques et ecclésiastiques (de Gournay 2004). Certaines études mentionnent la culture des céréales (froment, avoine et seigle) sur les terroirs les plus fertiles, dans les fonds de vallées ou les combes des Causses (Durand 1986). Or, les analyses polliniques soulignent une activité agraire dès l'Antiquité dans le Lévezou (présence et hausse de *Secale* et de *Cerealia*-t) qui ne semble pas faire figure d'exception malgré l'altitude et la rudesse climatique du site.

Du reste, il semble que la culture des céréales n'ait pas été la seule activité pratiquée à cette époque et il faut imaginer un territoire en mosaïque où alternent champs, prairies de fauches et pâturages.

En effet, les résultats obtenus sur la séquence de la Plaine des Rauzes, indiquent un développement important des valeurs des plantes liées à la présence du bétail (*Rumex, Rumex acetosa/acetosella, Polygala*, Urticaceae, Chenopodiaceae). D'une manière générale, l'élevage occupe une place fondamentale dans l'économie agricole du Rouergue et ce, depuis bien avant le Moyen Age. Mais c'est au cours de cette période que cette activité s'accroît, probablement en lien avec le développement des réseaux de transhumance à grande distance.

En effet, les herbages du Lévezou ont accueilli durant l'été, comme l'Aubrac, les troupeaux transhumants venus de la vallée du Lot, des Causses et du Ségala (Meynié 1931). Toutefois, les terres du Lévezou ne semblent pas être davantage consacrées aux activités d'élevage : les marqueurs polliniques d'anthropisation témoignent aussi bien de la présence du bétail (*Rumex acetosa/acetosella, Plantago lanceolata,* Urticaceae…) que de celle des céréales cultivées, que ce soit par leur présence pollinique directe ou par les occurrences de plantes messicoles qui leur sont associées (ici *Centaurea cyanus*). Ainsi, la mixité de ces activités permettait-elle aux hommes, non seulement une certaine auto-subsistance mais pouvait également leur ouvrir les voies du commerce et des échanges avec le Rouergue et la méditerranée. Car le Lévezou n'est ni enclavé ni isolé car il bénéficie de l'ancien réseau routier de la Gaule antique (Gruat 2007). La grande transversale reliant Lyon, capitale des Gaules, à Bordeaux, passait en Rouergue par l'Aubrac, Rodez, capitale des Rutènes, et se poursuivait au-delà vers Cahors et Agen (Gruat 2007). Une autre voie, partant de Rodez et traversant le plateau du Lévezou (tracé de l'actuelle D911), rejoignait la voie Domitienne, grand axe routier entre l'Italie et l'Espagne, le long de la Méditerranée, par Millau, Lodève et Saint-Thibéry (Durand 1986).

<u>Du bas Moyen Age jusqu'au début de l'époque moderne (Pdz2, Pdz3, Pdz4, Pdz5, Pdz6)</u>

La période située entre le XI^{ème} et le XV^{ème} siècle témoigne d'un essor agricole qui correspond cette fois à une réelle amplification des défrichements. A partir du XI^{ème} siècle les cultures ainsi que l'élevage se développent comme le suggèrent l'augmentation de *Cerealia*-t, *Secale, Centaurea cyanus* mais aussi de *Rumex, Rumex acetosa/acetosella,* Urticaceae, *Plantago lanceolata, Plantago*

major/media, Chenopodiaceae (zone Pdz3). Cette période correspond également à des changements sociaux, politiques, économiques et religieux et dès la fin du XI^{ème} siècle et le début du XII^{ème}, l'édification de châteaux ainsi que d'abbayes vont se multiplier (Gruat 2007). L'implantation d'établissements monastiques a joué un rôle considérable dans la construction des paysages aux travers des activités agricoles qu'elles ont contribué à dynamiser et à développer (Gruat 2007).

Toutefois, la zone 4, qui correspond environ à la fin du XI^{ème} et au début du XII^{ème} siècle, marque une rupture dans les pratiques agro-pastorales et il est possible d'observer, à partir des données polliniques, un recul des céréales (*Cerealia*-t, *Secale*) alors que les Poaceae et les autres indicateurs d'anthropisation tels que *Rumex, Rumex acetosa/acetosella*, Urticaceae, *Plantago lanceolata, Plantago major/media*, se maintiennent. Ces indices témoignent d'une diminution des cultures au profit d'une extension des herbages. Il s'agit vraisemblablement non pas d'une déprise mais d'une réorientation des pratiques vers l'élevage, en corrélation probable avec une politique de réorganisation et de gestion du territoire à l'instar des dynamiques que l'on observe dans l'Aubrac à la même époque.

Par la suite (zone Pdz5), les activités semblent redémarrer conjointement et on note une nouvelle hausse de tous les indicateurs d'anthropisation mais si ces derniers n'atteignent pas les valeurs qu'ils affichaient quelques siècles auparavant. Les taux de boisements affichent des valeurs très basses (entre 5 et 10%) mais ne présentent pas de régression significative et témoignent d'un milieu déjà largement ouvert. En effet, les activités proto-industrielles, notamment l'exploitation des gisements d'étain dans la région de Bouloc ou de Curan dans le Lévezou (Gruat 2003) ont probablement joué un rôle important dans la mise en place des grands espaces ouverts sur le plateau.

La culture des céréales et l'élevage semblent toutefois être des pratiques largement dominantes comme le suggère l'augmentation des céréales et des espèces rudéro-nitrophiles (*Rumex, Rumex acetosa/acetosella*, Chenopodiaceae, Urticaceae, *Plantago lanceolata*). On note également, à partir du XII^{ème} siècle, une diversification des activités dans les vallées et sur les versants avec l'apparition conjointe de *Juglans*, *Castanea* et *Vitis*.

A partir du XIV^{ème} siècle environ, les pratiques agro-pastorales semblent s'essouffler légèrement et les données polliniques indiquent une reconquête forestière marquée par le développement des boisements de *Quercus*, plus modestement de *Fagus* ainsi que celui des espèces héliophiles pionnières telles que *Betula* et *Corylus*.

Cet épisode est également caractérisé par le recul ce certains IPA comme les plantains et les chénopodes. Toutefois, ce n'est qu'entre 200 et 350 cal. BP (XVII^{ème} – XVIII^{ème} siècle) que l'on observe une nouvelle rupture dans les assemblages. Celle-ci reste néanmoins très modérée et se manifeste par le recul momentané des cultures (baisse de *Cerealia*-t et de *Secale*) sans pour autant que les autres activités, notamment l'élevage, semble régresser (hausse de *Rumex acetosa/acetosella, Trifolium*, Urticaceae). Il est probable que cette courte période corresponde une nouvelle fois à une réorientation des pratiques, sans doute motivée conjointement par des causes politiques, sociale,

économiques et climatiques. On sait en l'occurrence que les guerres de Religion et la Fronde ont eu, dans le Rouergue, des conséquences importantes (destruction des fortifications de toutes les cités et des places protestantes, Gruat 2007) et il n'est pas impossible d'envisager des répercutions sur les campagnes et le monde agricole. Cette période correspond également à la péjoration climatique du Petit Age Glaciaire dont les effets ont pu se faire ressentir en particulier sur les dynamiques culturales.

Croissance et mutations agricoles contemporaines (Pdz7, Pdz8)

A ce bref moment de déprise succède alors une période de regain des activités humaines sur le plateau. Elle se manifeste dans le courant du XVIII^{ème} siècle environ, par un développement des systèmes d'exploitation et une diversification des activités: culture de céréales (*Cerealia*-t et *Secale*), développement des exploitations du châtaignier et du noyer (hausse de *Juglans* et de *Castanea)* dans les secteurs de moindre altitude, culture du chanvre (zone Pzd7). Ces résultats trouvent un écho similaire dans d'autres secteurs du Massif Central, sur le plateau de Millevaches et en Auvergne (Miras 2004) mais également dans l'Aubrac, notamment sur les séquences du plateau- Born, Roustières et Source du Roc (Servelle et Galop 2006) - bien que d'ampleur moindre.

Ces indices d'expansion sont le reflet des mesures prises dans l'ensemble du Rouergue, à partir du XVIII^{ème} siècle, visant à améliorer les cultures et l'élevage par l'amendement des terres (essentiellement le chaulage dans le Lévezou), le développement de la culture de la châtaigne, de la pomme de terre, des plantes fourragères et par la sélection des races animales. Les pâturages sont également épierrés pour augmenter leur rendement en herbe (Briane et Aussibal 2007).

A la fin du XIX^{ème} siècle de grandes mutations économiques vont marquer définitivement l'histoire du Rouergue. Ces bouleversements se traduisent dans les assemblages polliniques par une phase de reboisement, de fermeture du milieu et d'abandon des pratiques agricoles (chute des valeurs de céréales et nette diminution des indicateurs polliniques d'anthropisation au cours de la zone Pdz8).

Le développement du secteur industriel près des villes s'effectue au détriment des confins ruraux comme le Lévezou, qui s'isolent et se désertifient. On note dans le diagramme un recul de la plupart des indices d'anthropisation (*Rumex, Rumex acetosa/acetosella*, Urticaceae) alors qu'intervient dans le courant du XX^{ème} siècle une simplification du parcellaire, entraîné par l'augmentation de la taille des exploitations et une intensification de l'élevage (Meynier 1931).

Cette évolution des pratiques contribue à la modification des cortèges polliniques indicateurs des prairies pâturées et fauchées qui s'appauvrissent (diminution des Cichorioideae, Campanulaceae, *Valeriana*, Caryophyllaceae, Ranunculaceae).

De la même façon, les haies et les bosquets du Lévezou sont fortement réduits et laissés à l'abandon (Briane et Aussibal 2007). Ce phénomène est d'ailleurs observable dans le diagramme de la Plaine des Rauzes avec la hausse significative du frêne sur les niveaux les plus récents.

Parallèlement à la déprise agricole et en réponse aux mutations agro-économiques, une politique de reboisement en résineux se met en place et apparaît, dans la séquence, avec la hausse du *Pinus*, d'*Abies* mais également à travers l'apparition de *Picea.*

Les mutations contemporaines et notamment les politiques de gestion mises en place depuis une dizaine d'années sur le site de la Plaine des Rauzes sont également visibles sur les niveaux supérieurs de l'enregistrement. Il s'agit en l'occurrence de l'augmentation de *Sphagnum, Typha,* de *Drosera* et du recul simultané des Cyperaceae indiquant une hausse du niveau d'eau dans la tourbière (cf. zone Pdz8).

2.2. La tourbière de Mauriac

2.2.1 Présentation du site

La tourbière de Mauriac, située sur les communes de Vezin et de St Laurent, sur le plateau du Lévezou, fait partie d'un vaste complexe qui rassemble des zones tourbeuses et des prairies humides drainées par le ruisseau du Vioulou et par les sources des Douzes (Figure 52). Cet ensemble se situe à 870 m d'altitude, dans une légère dépression au pied des crêtes sommitales du Lévezou au nord-est du massif. Il reçoit toutes les eaux superficielles de la périphérie (environ 1200 mm/an). Il s'agit par ailleurs d'un fossé tectonique assorti de calcaires sous-jacents (Hettangien) : les eaux sont alors également présentes en profondeur dans des conduits karstiques. Cet ensemble constitue donc une immense réserve d'eau dont une partie était pompée, pour la consommation de la ville de Rodez et acheminée dès le début du XX^{ème} siècle, par un aqueduc de 41km de long.

Cette tourbière présente également une grande richesse écologique tant par les espèces qu'elle abrite (faune : Tarier des prés, Bécassine des marais ; flore : plantes: Droséra à feuilles rondes, Droséra intermédiaire, Saule rampant, petite Utriculaire....) que par la diversité des habitats que l'on y trouve (tourbières à tremblants à *Molinia caerulea*, radeaux à *Menyanthes trifoliata* et *Potentilla palustris*, bas marais à *Eriophorum angustifolium*, tourbières basses à *Carex nigra, C. canescens, et C. echinata*…). Elle se situe aujourd'hui dans un contexte largement agreste et bocager. Inscrite en zone naturelle d'intérêt faunistique et floristique (ZNIEFF), elle fait partie des rares sites relativement bien préservés. Des études paléoenvironnementales ont d'ailleurs déjà été conduites sur ce site (de Beaulieu 1981) mais n'ont pas fait l'objet de datations.

Réétudier cette tourbière devait permettre d'apporter des informations supplémentaires sur l'histoire de sa végétation et de son anthropisation, étayées par un calage chronologique plus précis.

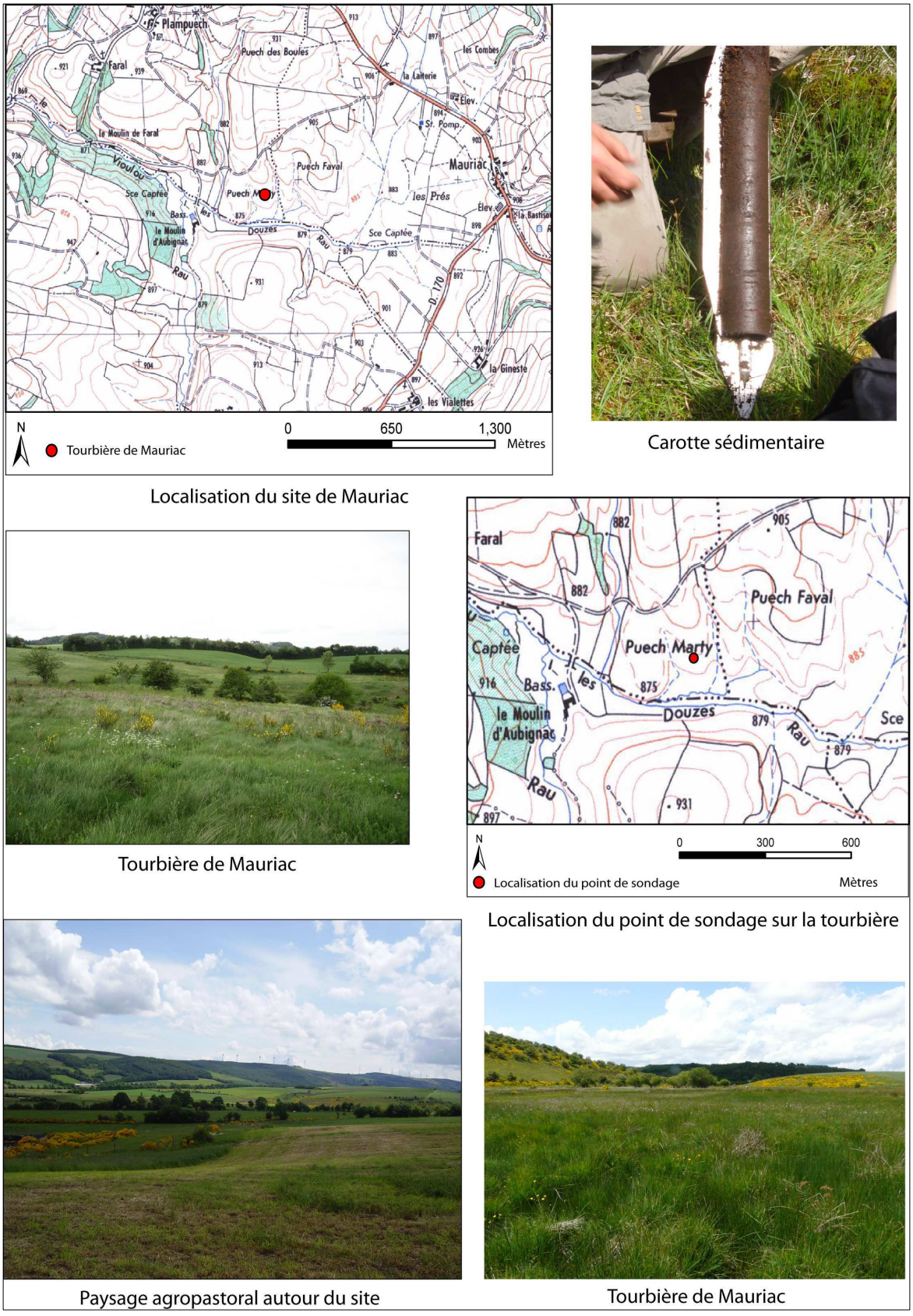


Figure 52 : Présentation de la tourbière de Mauriac

2.2.2 Lithologie, datations et modèle âge-profondeur

Le sondage, réalisé au cours du printemps 2008 avec l'aide d'un carottier de type GYK de 8 cm de diamètre, nous a permis de prélever une séquence de 96 cm de tourbe brune fibreuse dans une zone un peu excentrée à l'abri d'un petit vallon. Le remplissage très homogène se présente comme suit:

- 96 - 4 cm: tourbe brune fibreuse
- 4 - 0 cm: tourbe faiblement décomposée et sphaignes

Trois datations radiocarbones AMS ont été réalisées sur cette séquence. Les âges obtenus sur sédiment total ont été calibrés à 2 sigma avec le logiciel CLAM (Blaauw, 2010) avec lequel nous avons également réalisé le modèle âge/profondeur. Ce dernier ne présente pas d'incohérence majeure mais propose un taux de sédimentation relativement hétérogène. On relève en effet une compaction importante sur les 44 derniers centimètres avec un taux de remplissage de l'ordre de 67 ans/cm contre une moyenne de 25 ans/cm jusqu'au somment de la séquence (Tableau 19, Figure 53).

Réf. Labo	Prof. (cm)	Matériel	Datation radiocarbone (BP)	Calibration BP (2σ)
Poz-39204	9.5-10.5	Tourbe	107.59±0.39	18 [138] 275
Poz-39205	51.5-52.5	Tourbe	1560±35	1371 [1456] 1533
Poz-32113	95.5-96.5	Tourbe	3955±35	4287 [4415] 4527

Tableau 19 : Datations radiocarbones AMS réalisées sur la séquence sédimentaire de la tourbière de Mauriac

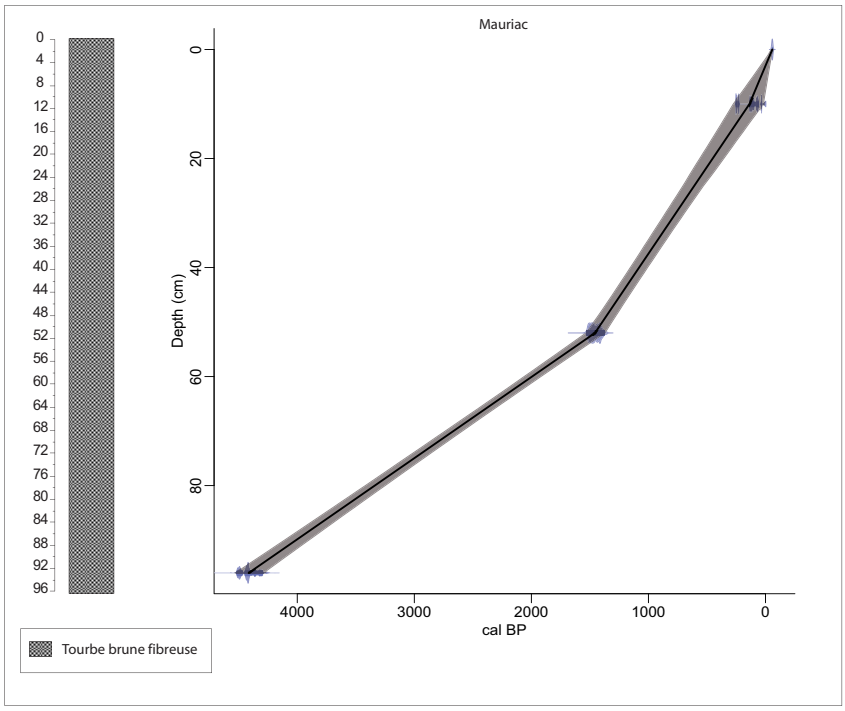


Figure 53 : Modèle Age/Profondeur de Mauriac

2.2.3 Résultats des analyses polliniques et commentaire du diagramme

Les résultats des analyses polliniques sont présentés dans un diagramme complet (Figure 54, Figure 55), ainsi que dans un diagramme synthétique en chronologie établi à partir des âges proposés par l'interpolation linéaire du modèle (Figure 57). Les diagrammes polliniques sont divisés en six grandes zones d'assemblages polliniques locales (ZAP) parfois subdivisées en sous-zones. Nous avons choisis, lorsque cela nous semblait pertinent, de nous détacher de la méthode de zonation automatique par regroupement hiérarchique afin de dégager certains évènements en rapport avec la problématique qui nous intéresse sur les dynamiques d'anthropisation. Le module CONISS de l'extension TGView du logiciel Tilia (Grimm, 1987 et 1991-1993) et néanmoins présenté sur le diagramme complet en fréquences relatives.

ZAP	Prof. (cm)	Taxons	Description
M1	86	*Betula* *Quercus* Poaceae *Sphagnum*	Présence importante de *Betula* autour de 40% et de *Quercus* autour de 20%. Occurrences ponctuelles et irrégulières de *Tilia* et *Ulmus.* Légère régression de *Fagus* un milieu de zone. Valeurs des Poaceae relativement constantes, présence ponctuelle mais régulière de *Rumex acetosa/acetosella*, *Plantago* et *Plantago lanceolata*. Légère hausse d'*Alnus* et régression de *Pteridium* et des Cyperaceae. Baisse de la valeur de la majorité des MNP coprophiles en milieu de zone. A la fin de cette phase, chute de la plupart des taxons arboréens à l'exception de *Fagus.* Hausse des Poaceae.
M2	73	*Betula* *Fagus* *Querucs* Poaceae	Taxons forestiers essentiellement représentés par *Betula*, *Fagus* et *Quercus*. Regression de *Betula* en début de zone puis nouvelle hausse en fin de zone. Légère régression des Poaceae et très faible représentation des autres herbacées mis à part les Apiaceae qui sont les mieux représentées. Présence ponctuelle et régulière de quelques IPA comme *Plantago, Plantago lanceolata, Rumex acetosa/acetosella* et *Galium*. Diffusion de *Calluna*. Présence ponctuelle de *Pteridium* et baisse modérée des Cyperaceae et de *Sphagnum*. Présence faible mais régulière de certains MNP : TM55 (A et B), TM110F, TM022…
M3	60	*Betula* *Quercus* *Fagus* Poaceae	Hausse de *Betula* et de *Fagus*. Régression de *Quercus*, *Tilia* et *Fraxinus*. Diffusion de *Calluna* et présence récurrente de certains IPA tels que *Rumex acetosa/acetosella, Chenopodiaceae, Plantago lanceolata.* Augmentation d'*Artemisia*. Légère diminution des MNP.
M4	38	*Quercus* *Fagus* Poaceae *Calluna*	Baisse du rapport AP/NAP. Baisse de *Betula* et de *Fagus* et légère hausse de *Corylus* et de *Quercus.* Disparition de *Tilia.* Apparition des premières occurrences de *Castanea* puis de *Juglans*. Hausse des Poaceae et premières occurrences de *Cerealia*-t et de *Secale*. Présence ponctuelle de *Rumex*, *Rumex acetosa/acetosella* et *Plantago.* Hausse de *Plantago lanceolata* et *Artemisia* en début de zone puis des *Urticaceae* et *Chenopodiaceae* à la fin de celle-ci. Augmentation des valeurs de *Calluna*. Présence et hausse successive des MNP

M5a	27	*Quercus* Poaceae *Calluna*	Régression de *Fagus, Corylus et* Pinus. Légère hausse de J*uglans* et de *Castanea*. Augmentation des Poaceae, de *Cerealia*-t et de *Secale*. Hausse de la plupart des IPA et des Ericaceae. Maintien de *Calluna*. Augmentation des valeurs *Sphagnum*. Baisse de la fréquence des MNP coprophiles.
M5b	23	*Quercus* Poaceae *Calluna*	Augmentation du rapport AP/NAP. Hausse de *Quercus*, *Alnus*, *Castanea*, *Juglans* et *Olea*. Régression de *Cerealia*-t, *Secale*, *Rumex*, Chenopodiaceae, *Plantago*, *Plantago lanceolata*, *Galium*, Rosaceae, *Pteridium*. Légère diminution des Ericaceae et de *Calluna*. Hausse de certains MNP coprophiles en fin de zone : HdV113, TM55 (A et B), TM211.
M5c	6	*Quercus* Poaceae *Calluna* Cyperaceae *Sphagnum*	Maintien des valeurs des taxons arboréens. Légère hausse de *Juglans* et réapparition de *Tilia*. Premières occurrences de *Picea* en fin de zone. Stabilité des Poaceae autour de 30%. Augmentation de la plupart des IPA, *Cerealia*-t, *Secale*, *Rumex*, *Rumex acetosa/acetosella*, Chenopodiaceae, *Plantago*, *Plantago lanceolata*, Cichorioideae. Occurrences ponctuelles de *Fagopyrum*. Régression modérée de *Calluna*. Hausse des Cyperaceae et de *Sphagnum*. Augmentation des MNP coprophiles en début de zone puis diminution progressive de ces derniers à la fin de cette phase.
M6	0	*Quercus* Poaceae *Calluna*	Hausse modérée de plusieurs taxons arboréens tels que *Quercus*, *Pinus*, *Ulmus*, *Fagus*, *Alnus*, *Picea* et *Fraxinus*. Légère augmentation des Poaceae. Recul des herbacées et IPA : *Ceralia* type, *Secale*, *Rumex acetosa/acetosella*, *Plantago lanceolata*, Urticaceae… Apparition de *Centaurea cyanus*. Régression importante de *Calluna* et maintien des Ericaceae entre 5 et 10%. Hausse des Cyperaceae ainsi que des MNP coprophiles : HdV113, TM022, HdV172, TM55 (A et B).

Tableau 20 : Tableau descriptif des assemblages polliniques de Mauriac

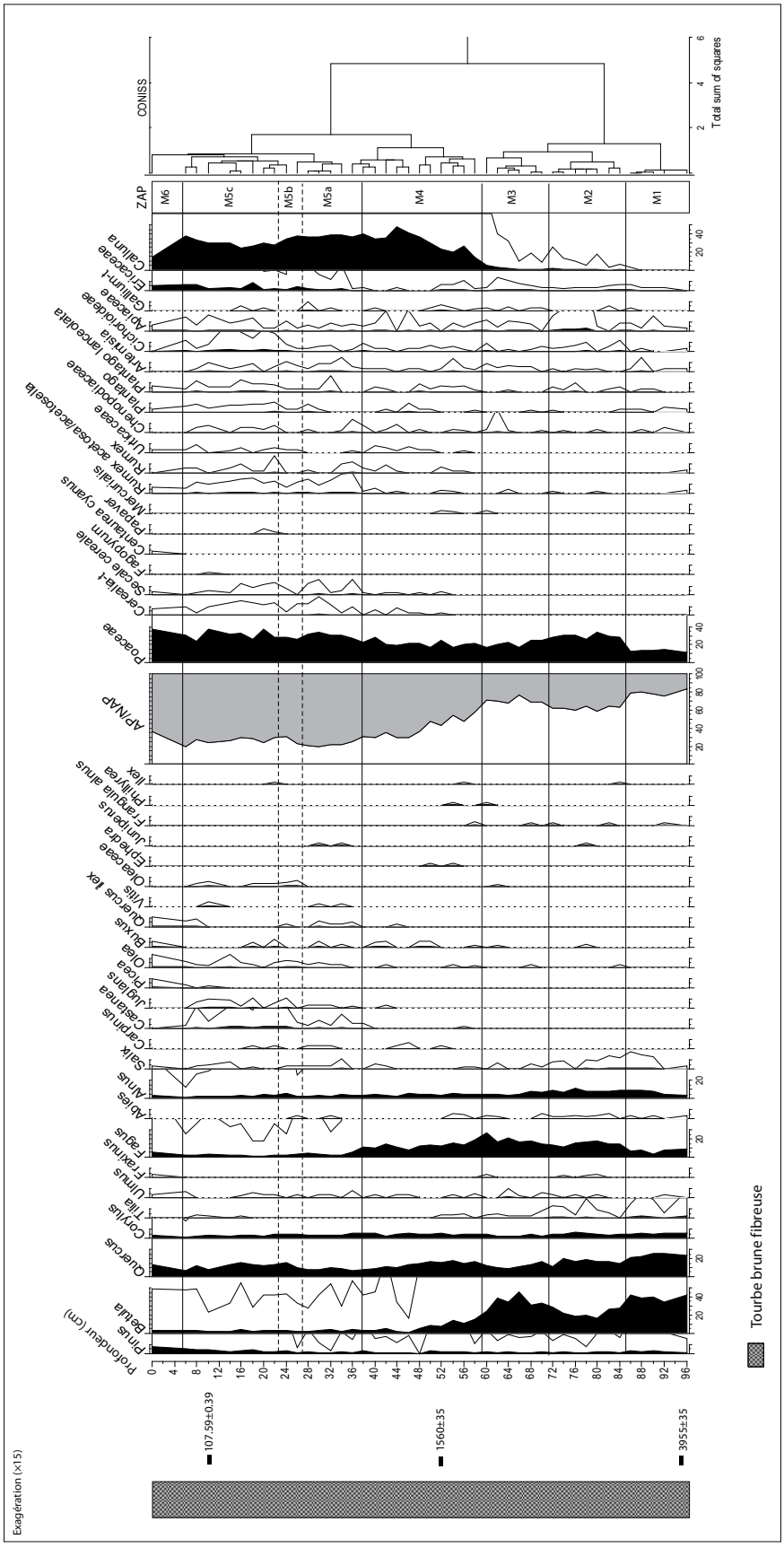


Figure 54 : Diagramme pollinique complet de Mauriac (arbres, arbustes, herbacées)

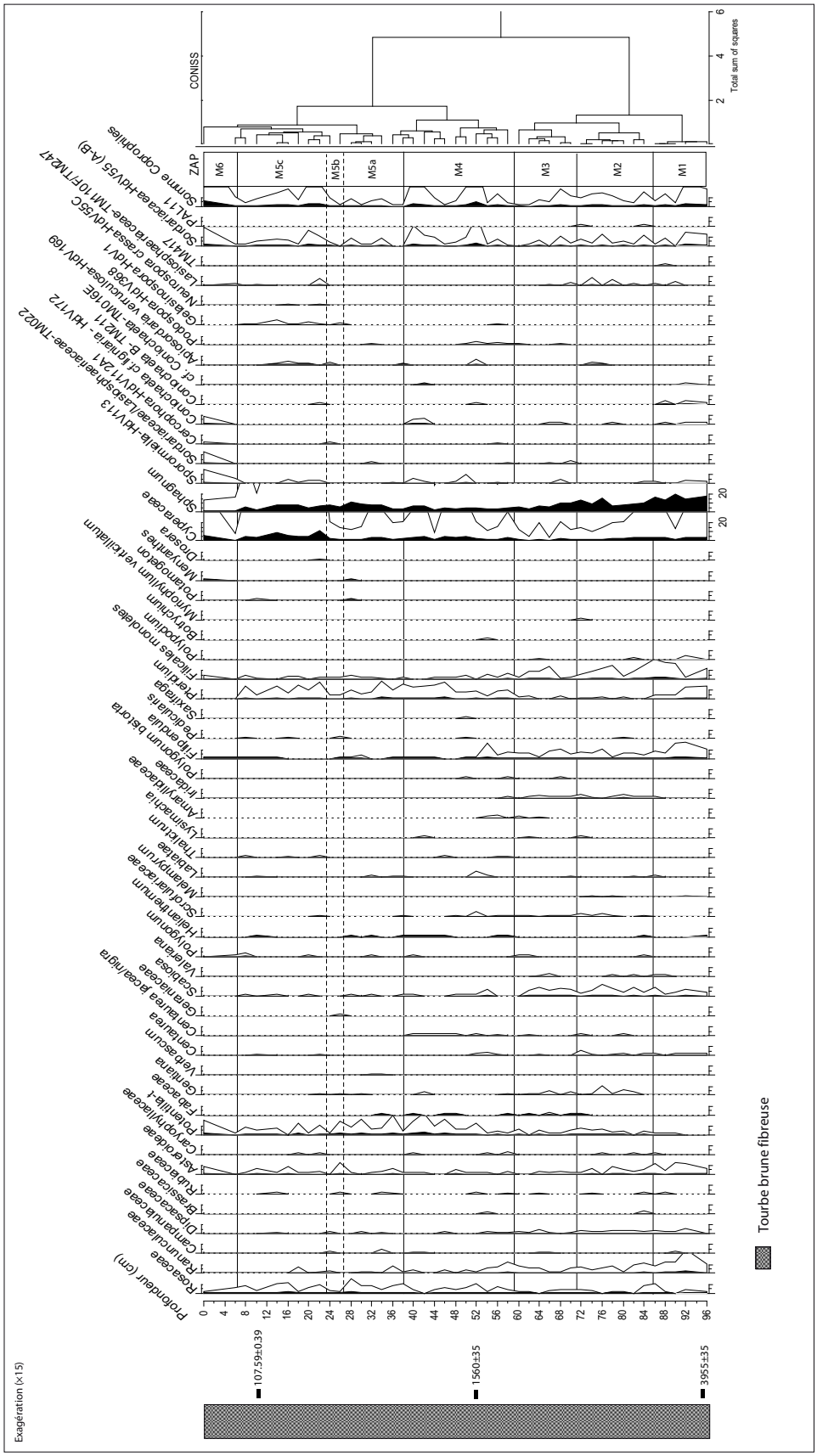


Figure 55 : Diagramme pollinique complet de Mauriac (herbacées, hygrophiles, aquatiques, microfossiles non polliniques

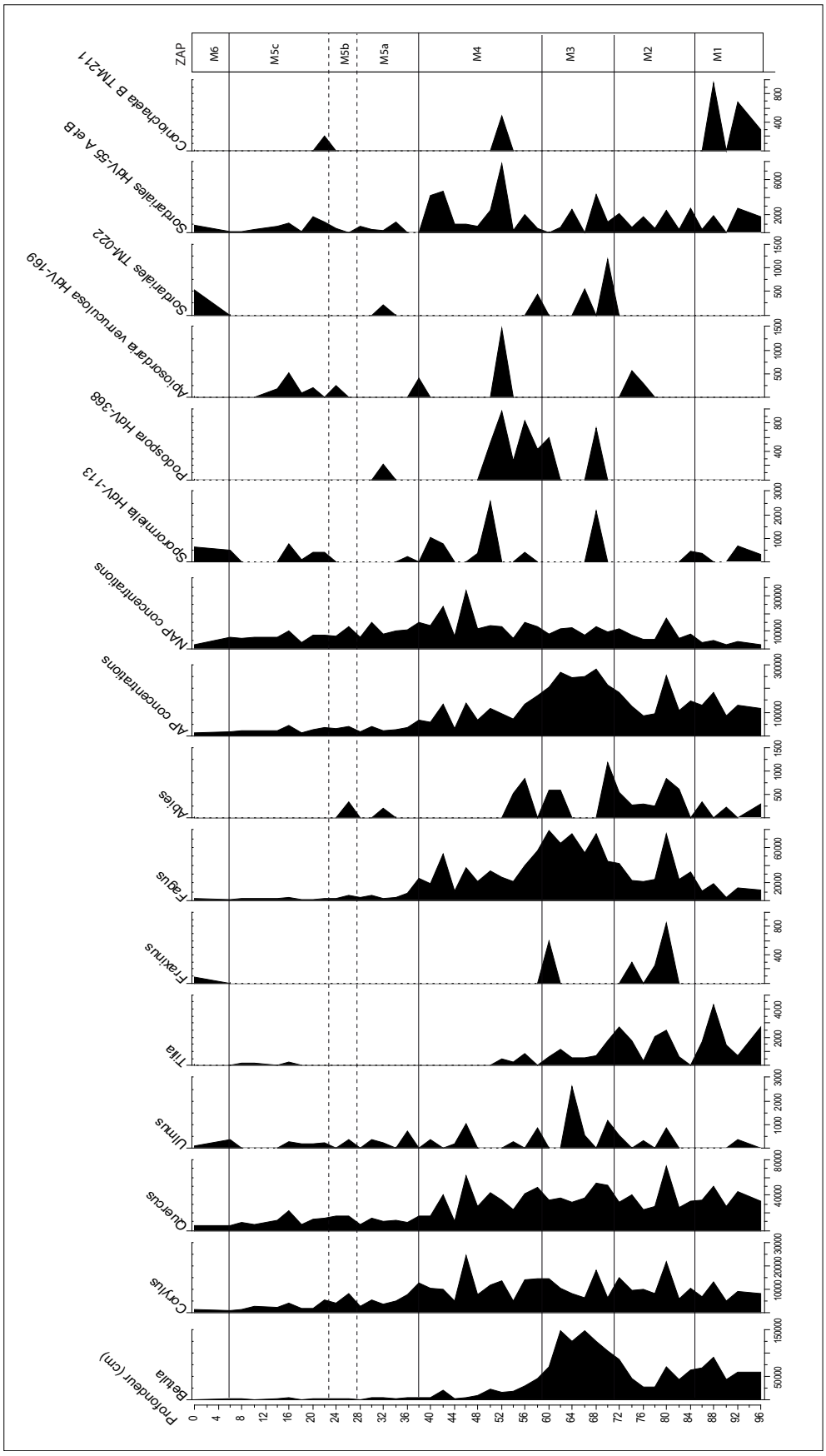


Figure 56 : Diagramme simplifié des concentrations polliniques absolues de Mauriac

Au cours de la première zone de ce diagramme, dont le début est daté à 3955±35 BP, l'environnement semble majoritairement forestier avec des boisements constitués par *Betula,* probablement installé sur les marges de la tourbière et par *Quercus*. Les valeurs de *Fagus* apparaissent très faibles dès les premiers niveaux et ne dépassent pas 10%. Les indices d'anthropisation sont présents même s'il ne s'agit que d'occurrences sporadiques. On note toutefois une légère régression qui affecte certains d'entre eux en milieu de zone comme *Rumex acetosa/acetosella*, *Rumex* et *Plantago*. Cette tendance affecte également les Cyperaceae ainsi que *Peridium* et certaines ascospores de champignons coprophiles comme *Sporormiella* (HdV-113), *Coniochaeta* (TM-211) ainsi que les Sordariaceae (TM55-A et B) qui sont bien présents en début de zone puis régressent progressivement à la fin de celle-ci. Par la suite et jusqu'à la fin de M1, les indices d'anthropisation sont présents mais plus discrets.

La zone d'assemblage pollinique M2 est caractérisée par un environnement encore largement forestier dans lequel la présence de *Fagus* est plus importante. *Betula* en revanche régresse alors que les Poaceae marquent une augmentation significative. Parallèlement les indices d'anthropisation traduisent une fréquentation régulière aux abords du site et vraisemblablement des activités liées à l'élevage comme en témoigne la présence de quelques taxons comme *Rumex acetosa/acetosella* et la présence d'ascopsores de champignons coprophiles (*Sporormiella* (HdV-113), Sordariaceae (TM-55 A et B, TM-022), *Apiosordaria verruculosa* (HdV-169) ou encore *Podospora* (HdV-368)). Les déboisements ponctuels et la présence du bétail favorisent le développement de *Calluna* dont la présence est désormais continue. La fin de cette phase est caractérisée par un recul de la pression anthropique et pastorale, attesté dans le diagramme par une diminution de la fréquence des indices d'anthropisation tels que *Rumex acetosa/acetosella*, *Plantago lanceolata* ainsi qu'une nette régression des pourcentages des ascospores de champignons coprophiles.

Si les concentrations polliniques absolues (Figure 56) tendent à confirmer l'ensemble des fluctuations observées, on relève toutefois une anomalie entre les niveaux 78 et 72. Il s'agit d'une baisse conjointe des taxons arboréens et heracées que l'on ne perçoit pas dans le diagramme en pourcentages. Il pourrait s'agir d'une perturbation intervenue dans le mode de remplissage, peut-être d'une accélération de la vitesse de sédimentation sur ces niveaux. Le modèle âge/profondeur ne permet pas de confirmer cette hypothèse faute de plus de datations radiocarbones. Le relevé stratigraphique n'indique aucun changement particulier sur ces niveaux tant dans la composition des sédiments que dans leur densité ce qui nous incite à modérer l'ampleur de cet événement, qu'il s'agisse de sa durée ou de son amplitude.

Ultérieurement (zone M3), les fréquences de *Betula* et de *Fagus* augmentent à nouveau et les Poaceae diminuent. Cette reforestation locale ne semble pas constituer un frein au développement des activités qui indiquent une légère augmentation en deuxième moitié de zone. On note la présence voire l'augmentation de *Mercurialis*, des Chenopodiaceae, de *Plantago lanceolata* ainsi que des Cichorioideae. Cette phase correspond également à une période d'extension des landes comme le suggère la diffusion progressive de *Calluna* et des Ericaceae. Si les indices polliniques traduisent une augmentation du signal anthropique, les microfossiles non polliniques coprophiles (*Sporormiella* HdV-113, Sordariaceae/Lasiosphaeriaceae-TM-022,Lasiosphaeriaceae TM-110F/TM247) en revanche marquent un léger recul.

A partir de la zone M4, vers 1850 - 1800 cal. BP, le rapport AP/NAP marque une nouvelle régression que l'on attribue en partie au recul de *Betula* et de *Fagus* ainsi qu'au développement de *Calluna* qui domine les assemblages avec des valeurs autour de 40 - 45%. Cette zone (M4) est en effet caractérisée par la hausse significative de *Calluna* qui se développe probablement sur la tourbière et ses marges. Son expansion est associée à un recul de *Sphagnum*, entamé dès la phase M3, ainsi qu'à une légère augmentation des Cyperaceae, suggérant une période d'assèchement de certaines parties de la tourbière.

Il est également possible de relever dans cette zone, une hausse des indices polliniques d'anthropisation qui souligne la reprise des activités humaines sur le plateau (suite à la déprise observée au cours de la phase précédente). L'apparition des premières occurrences de *Cerealia*-t et de *Secale*, associées aux rudéro-nitrophiles comme *Rumex acetosa/acetosella*, *Plantago lanceolata*, *Mercurialis*, *Galium* ainsi que de la hausse significative des ascospores de champignons coprophiles et notamment *Sporormiella* (HdV113), *Apiosordaria verruculosa* (HdV-169), *Coniochaeta* (TM211) et les Sordariaceae (TM55 A et B) soulignent l'expansion des activités agro-pastorales.

On note toutefois des variations en milieu de zone qui témoignent d'un recul de la pression anthropique. Cet événement est à pondérer car certains indices d'anthropisation sont encore présents ponctuellement comme *Cerealia*-t et *Secale* par exemple alors que *Rumex, Rumex acetosa/acetosella, Plantago lanceolata* et surtout les microfossiles non polliniques coprophiles régressent. Cet épisode n'est que de courte durée et la plupart de ces indices augmentent de nouveau en fin de zone.

L'intégralité de la cinquième phase de ce diagramme est caractérisée par l'ouverture ultime du milieu et par la hausse des tous les indicateurs d'anthropisation. Les taxons forestiers sont très peu représentés, on note un recul de *Fagus* et à l'inverse un développement de *Castanea* et *Juglans* qui atteignent ici leurs valeurs maximales. Simultanément, les Poaceae affichent des valeurs entre 30 et 40% et c'est au cours de cette zone que les IPA comme *Cerealia*-t, *Secale, Rumex acetosa/acetosella, Plantago lanceolata*, Urticaceae, sont les mieux représentés.

Les faciès de landes à Callune et à Ericacées sont caractérisés dans le diagramme par un maintien voir une hausse de leurs valeurs entre 10% (Ericaceae) et 30% (*Calluna*).

Si la zone M5a est marquée par une hausse des indicateurs polliniques d'activité humaine, la courbe des spores de champignons coprophiles en revanche s'infléchit, suite à la chute des Sordariaceae (HdV- 55 (A et B).

Au cours de M5b, on relève une baisse des indicateurs culturaux (*Cerealia*-t et *Secale*) ainsi que de certains apophytes comme *Plantago* et *Plantago lanceolata.* Ce recul semble assez bref et dès la phase suivante (M5c), l'ensemble des indices d'anthropisation (pollens et MNP) augmentent de nouveau pour souligner une intensification des activités humaines aux environs du site. Les premières occurrences de *Fagopyrum* suggèrent d'ailleurs une diversification des systèmes d'exploitation. La fin de cette zone marque toutefois une période ponctuelle de déclin des activités agro-pastorales enregistrée par l'ensemble des marqueurs polliniques ainsi que par les microfossiles non polliniques coprophiles.

A ce mouvement ponctuel de recul succède une nouvelle hausse de la pression anthropique (M6) caractérisée par un maintien des cultures et une intensification des pratiques pastorales essentiellement illustrée par l'augmentation des MNP tels que *Sporormiella* (HdV-113), Sordariaceae/Lasiosphaeriaceae (TM022) et par les Sordariaceae (HdV- 55 A et B).

Cette zone est également caractérisée par la hausse de *Fraxinus* et d'*Ulmus* ce qui semble suggérer une reprise de la floraison de ces arbres probablement due à une diminution des pratiques d'émondage. L'évolution des assemblages polliniques traduit celle des pratiques qui se manifeste notamment par l'abandon du bocage et le développement de la sylviculture. En effet, les reboisements en résineux, relégués aux crêtes sommitales des monts du Lévezou, sont représentés dans cette zone du diagramme par l'augmentation de *Pinus* et de *Picea* dont les pourcentages oscillent entre 5 et 10%.

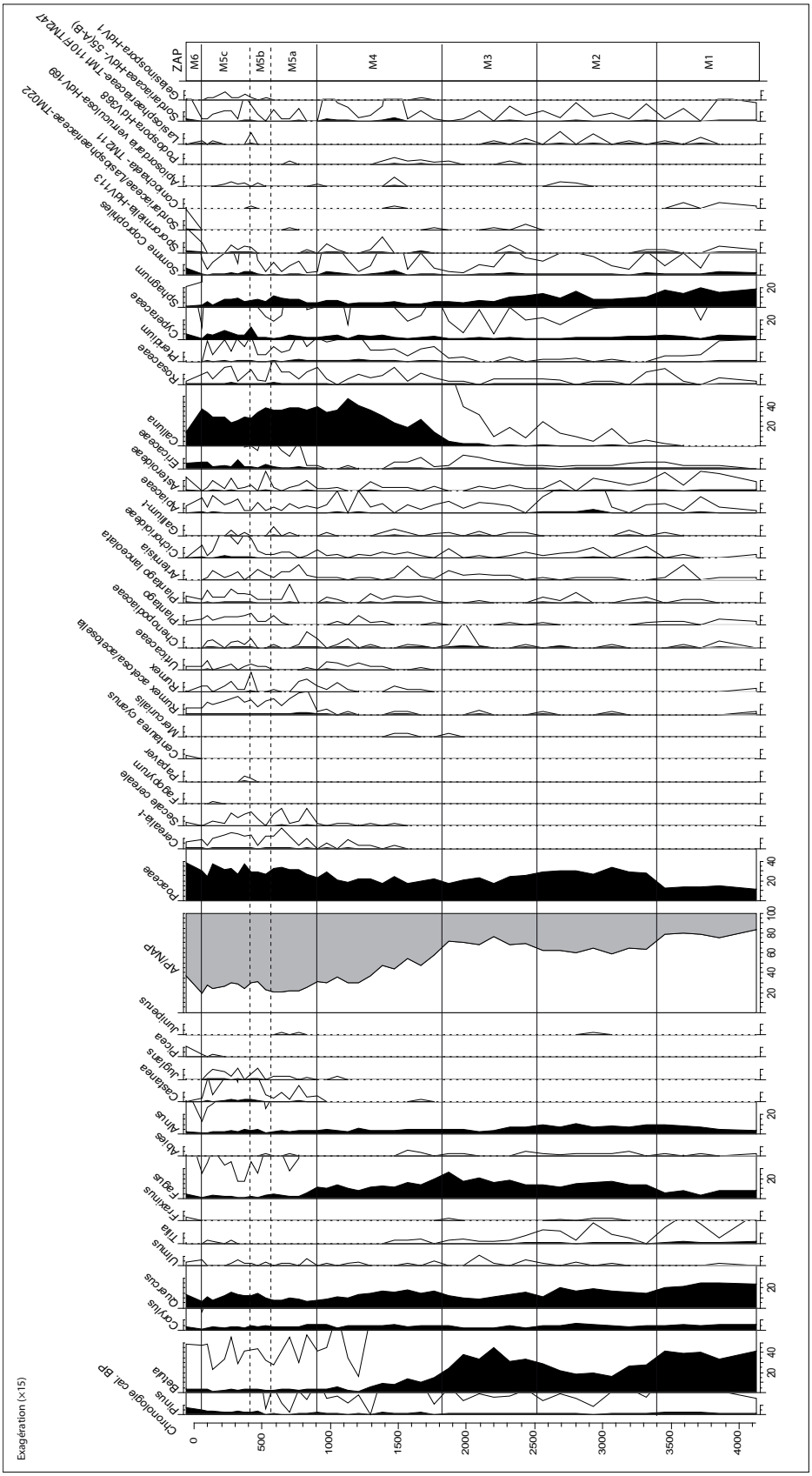


Figure 57 : Diagramme pollinique synthétique de Mauriac

2.1.4 Discussion

Une fréquentation discrète du Bronze ancien au Bronze moyen (M1)

C'est dans un environnement semble-il forestier que se manifestent les activités humaines au cours de l'âge du Bronze dans la région de Mauriac. Vers 4000 cal. BP, la représentation effective des boisements est à pondérer car si le rapport AP/NAP est relativement important (~ 80%), il correspond à près de 40% aux valeurs de *Betula* qui traduisent l'implantation de cette essence aux abords du site. Une tendance similaire a été relevée au cours d' études plus anciennes de ce site et qui montrent que le taux des pollens arboréens proche de 80% sur certains niveaux était représenté au moins pour la moitié par des niveaux riches en pollen de *Betula* (de Beaulieu 1981). Au cours de ces travaux de recherche, les auteurs mentionnent la présence d'écorce de cet arbre dans les sédiments, ce qui confirmerait sa présence au niveau local (de Beaulieu 1981).

Tout comme dans les études antérieures nous relevons de faibles proportions de *Fagus* (inférieures à 10%). Un constat que l'on peut attribuer d'une part à l'importance de la production pollinique de la végétation stationelle, aux valeurs conséquentes de *Quercus* (autour de 25%) (de Beaulieu 1981) mais aussi et dans des proportions non négligeables semble-il, à l'action humaine. Les concentrations absolues confirment d'ailleurs la faible représentation de *Fagus* dans les assemblages comparativement à celles de *Quercus* et de *Betula* par exemple. La présence régulière de plusieurs IPA, *Rumex*, *Rumex acetosa/acetosella*, Chenopodiaceae, *Plantago*, *Plantago lanceolata* ainsi que de certains MNP coprophiles (*Sporormiella*- HdV-113, *Coniochaeta* B- TM-211, Sordariaceae- HdV-55A et B) suggère l'existence d'activités d'élevage installées antérieurement. Le maintien d'espaces ouverts pour le parcours du bétail peut expliquer le faible développement de *Fagus* sur le plateau alors que la part de *Quercus* dans le diagramme correspondrait aux boisements des zones les plus sèches et abritées du plateau ou sur les versants. *Tilia* ne connaît pas de développement aussi conséquent que celui qui était observé sur le diagramme de la Plaine des Rauzes mais les études antérieures mentionnent cependant pour les niveaux les plus profonds de la séquence de Mauriac (Mauriac I et Mauriac II), des taux relativement abondants de cette essence qui s'amenuisent avec le développement de *Betula* (de Beaulieu 1981).

Bien que l'on note une présence continue des indices d'anthropisation au cours de cette période (Bronze ancien - Bronze moyen), on relève néanmoins une transition dans les cortèges polliniques ainsi que dans les assemblages des microfossiles non polliniques qui intervient aux alentours de 3800 cal. BP. Il s'agit d'une diminution de certaines rudéro-nitrophiles comme *Rumex acetosa/acetosella*, Urticaceae mais aussi de *Pteridium* ainsi que de certains MNP : *Sporormiella* (HdV-113), Sordariaceae (HdV-55 A et B) ou encore Sordariaceae/Lasiosphaeriaceae (TM-022). Si ces indices diminuent, ils ne disparaissent pas complètement des assemblages et on note également une

augmentation d'autres marqueurs de l'anthropisation comme *Plantago, Plantago lanceolata,* Cichorioideae, Apiaceae, *Galium*. Cette tendance peut signifier une mutation des pratiques, peut-être une baisse de la pression pastorale localisée ou une fréquentation saisonnière. La lecture de cet événement renvoie aux observations réalisées dans l'Aubrac où la période du Bronze moyen est caractérisée par une évolution assez similaire des assemblages polliniques qui traduisent non pas un abandon des sites mais une réorganisation des modes d'occupation et des systèmes d'exploitation. Ces données corroborent également les observations réalisées sur le versant nord des Pyrénées par lesquelles le Bronze moyen est représentatif d'une phase d'évolution et de réorientation des pratiques (Galop *et al*. 2007, Carozza et Galop 2008) alors que dans les Alpes, le Jura ou le Massif Central cette période est plutôt caractérisée par un repli des activités humaines (Court-Picon 2010, Mordant et Richard 2001, Gautier 2001, Richard *et al.* 2007, Miras 2004, Pulido 2006).

Cette rupture des équilibres que l'on perçoit dans les dynamiques agropastorales trouve son origine probablement, pour une part, dans la péjoration climatique qui affecte l'Europe (baisse des températures et hausse de la pluviométrie mises en évidence au travers de l'analyse des variations des niveaux de lacs dans le Jura et les Alpes (Magny 2004, Magny *et al.* 2007) ou encore de l'avancée des glaciers dans les Alpes suisses et autrichiennes (Zoller 1960, Patzelt 1977, Haas *et al.* 1998).) pour une autre part dans des facteurs sociaux et économiques quiLe facteur social et économique est également à souligner d'autre part, et se manifestent notamment dans le Massif Central par l'évolution des réseaux d'échange (Carozza et Galop 2008) et dans le Lévezou ainsi que dans l'ensemble du Rouergue par une baisse démographique signalée par un recul des sites d'habitat et des sépultures (Gruat 2007).

Equilibre et stabilité du Bronze final à l'Antiquité (M2, M3)

A partir de 3400 cal. BP, le rapport AP/NAP diminue suite au recul de *Betula* et à l'augmentation conjointe des Poaceae. Cette tendance peut être envisagée soit comme un phénomène local propre à la dynamique du site, soit comme une régression des peuplements de bouleaux sur les marges de la tourbière conduisant au développement des Poaceae et Cyperaceae. On relève également une légère hausse de *Fagus* qui traduit une extension des hêtraies sur le plateau.

A l'exception de cette courte période d'augmentation du signal anthropique, les indices d'occupation et d'activité humaine sont relativement discrets jusqu'à 2500 cal. BP environ. La présence de *Plantago lanceolata,* de *Rumex acetosa/acetosella,* des Chenopodiaceae ou encore d'*Apiosordaria verruculosa* (HdV-169) et des Sordariales (HdV-55 A et B) indique pourtant une fréquentation régulière aux abords du site. Cette tendance pourrait traduire l'utilisation temporaire, peut-être saisonnière, des espaces ouverts préexistants par une population encore mobile.

Au cours de l'âge du Fer et au début de l'Antiquité, les dynamiques d'anthropisation semblent relativement homogènes. Jusqu'à 2100 cal. BP environ, on relève une recolonisation de *Betula* aux abords de la tourbière. Ceci, au détriment d'*Alnus* et de *Salix* dont les valeurs diminuent sensiblement et progressivement.

Au sein des ensembles forestiers, *Fagus* poursuit son expansion et contribue probablement, par ses fortes capacités de compétition, au recul de *Quercus* et de *Tilia*. Parallèlement les Poaceae diminuent légèrement et les indices polliniques d'anthropisation ne sont représentés qu'au travers d'occurrences ponctuelles de *Plantago,* Chenopodiaceae, *Artemisia*, Cichorioideae ou encore *Galium*. En revanche, les MNP coprophiles : *Sporormiella* (HdV-113), *Podospora* (HdV-368), Sordariaceae (HdV- 55 A et B), Sordariaceae/Lasiosphaeriaceae (TM-022) indiquent une hausse de la pression pastorale sur le site.

Ces indices témoignent, pour l'âge du Fer, d'occupations qui semblent encore très localisées, dans la continuité des dynamiques observées au cours de l'âge du Bronze. Les activités d'élevage ne semblent pas avoir nécessité de nouvelles ouvertures dans le couvert forestier et le bétail devait probablement être conduit sur les espaces ouverts préexistants.

La période de fin de l'âge du Fer et du début de l'Antiquité, entre 2100 et 1700 cal. BP environ, marque une nouvelle transition dans les assemblages polliniques (cf. diagramme d'anthropisation chapitre 4). La régression de Betula indique un nouveau recul de cette essence aux abords du site alors qu'*Alnus,* en légère augmentation, caractérise une dynamique de remplacement. Les valeurs de *Fagus* poursuivent leur progression et attestent d'une extension modérée de la hêtraie sur le plateau. Les valeurs des Poaceae se maintiennent et on observe la présence, voire une légère hausse, de certains indices d'anthropisation tels que *Mercurialis, Rumex acetosa/acetosella*, Chenopodiaceae, *Plantago lanceolata*, *Artemisia* ainsi qu'une extension des landes à Ericaceae et *Calluna*. Il ne s'agit toutefois, pour ces dernières, que d'une augmentation ponctuelle et à partir de 1900-1800 cal. BP, leurs indices diminuent de nouveau. Les spores de champignons coprophiles marquent également un recul jusque vers 1800-1700 cal. BP et signalent plutôt une baisse de la pression pastorale sur le site. Ces tendances semblent caractériser une certaine instabilité des activités et notamment une grande mobilité des pratiques.

<u>De 1700 à 900 cal. BP : déboisements et développement des pratiques agro-pastorales (M4)</u>

A partir de 1700 cal. BP, la composition des assemblages polliniques suggère une nouvelle phase d'emprise sur le paysage végétal qui se traduit notamment par un recul significatif des boisements (recul de *Fagus* et de *Betula*). Concernant les herbacées, les indices polliniques d'anthropisation tels que *Mercurialis*, Chenopodiaceae, *Artemisia* ou encore *Galium* indiquent une diminution synchrone

et les espèces caractéristiques des faciès de landes, comme *Calluna,* Ericaceae ou encore *Pteridium* tendent à se développer. On relève d'autre part une augmentation de certains MNP comme *Sporormiella* (HdV-113), *Podospora* (HdV-368), Sordariaceae (HdV-55A et B) et des Sordariaceae/Lasiosphaeriaceae (TM-022).

L'ensemble de ces indices témoigne d'une fréquentation accrue des tourbières et ses abords, caractérisés notamment par des déboisements réalisés au profit de l'extension des herbages pour le développement des activités pastorales. La hausse des ascospores de champignons coprophiles indique également une augmentation de la charge de bétail sur la tourbière elle-même. Cette pression pastorale semble toutefois modérée car on observe dès 1700 cal. BP une hausse de *Calluna* qui témoigne d'une dynamique d'enfrichement sur le site, probablement favorisée par un abaissement du niveau d'eau que suggèrent aussi la hausse des Cyperaceae et la régression de *Sphagnum*.

A partir de 1600 cal. BP, les activités s'intensifient sur le plateau. Le recul continu de *Fagus*, d'*Abies*, puis de *Quercus* et de *Betula* suggère la poursuite des déboisements. Une tendance similaire est également relevée sur les courbes d'*Ulmus* et de *Tilia* dont la présence dans les assemblages polliniques est désormais anecdotique. Cette régression peut être attribuée au renforcement des pratiques d'émondage elles-mêmes liées au développement du pastoralisme. On relève en effet, une hausse de tous les indicateurs d'anthropisation, qu'il s'agisse des indicateurs culturaux, des apophytes ou des microfossiles non polliniques coprophiles. Les premières occurrences de *Cerealia*-t et de *Secale* apparaissent dès 1500 cal. BP environ et sont notées avec la présence conjointe d'un cortège de rudéro-nitrophiles représenté par *Rumex, Rumex acetosa/acetosella, Mercurialis, Plantago lanceolata, Galium*. L'augmentation de la charge pastorale est également suggérée par la hausse des indicateurs que sont *Coniochaeta* (TM-211), *Podospora* (HdV-368), *Apiosordaria verruculosa* (HdV-169) ou encore des Sordariaceae (HdV- 55 A et B). Ces dernières marquent d'ailleurs un recul momentané entre 1300 et 1100 cal. BP période durant laquelle les activités semblent s'être préférentiellement tournées vers la culture céréalière (hausse de *Cerealia*-t). La diminution des MNP est aussi corrélée au recul des certains IPA tels que *Rumex, Rumex acetosa/acetosella, Plantago lanceolata, Galium,* Cichorioideae ce qui conforte l'idée d'une baisse de la pression pastorale, sur et aux abords de la tourbière.

Rapidement, à partir du X^{ème} siècle et jusqu'au XII^{ème} siècle environ (1100 – 900 cal. BP), les marqueurs du pastoralisme tels que les ascospores de champignons coprophiles, mais aussi les apophytes, suggèrent une nouvelle phase de dynamisme des activités, notamment d'élevage alors que les cultures semblent légèrement diminuer. Il semble que cette période corresponde à une évolution des modes de gestion qui se traduit par une réorientation des pratiques vers l'élevage.

L'apogée du système agro-pastoral de 900 cal. BP (XII^{ème} siècle) à nos jours (M5a, M5b, M5c, M6)

A partir de 900 cal. BP (XII^{ème} siècle), *Fagus* marque un nouveau recul qui, associé à la hausse des Poaceae, suggère une extension des zones ouvertes. Les formations de hêtres semblent soumises à des déboisements réguliers et s'effacent peu à peu pour ne constituer que des boisements relictuels. L'extension des cultures est caractérisée par l'augmentation des valeurs des céréales (*Cerealia*-t et *Secale)* et, dans les zones basses et sur les versants, par le développement de *Castanea* et de *Juglans*.

Certains IPA comme *Rumex, Rumex acetosa/acetosella* ou les Chenopodiaceae marquent une légère augmentation alors que la plupart des autres indicateurs marquent en revanche une régression, voire une disparition dans les assemblages: (*Plantago, Plantago lanceolata*, Urticaceae, *Galium*, Cichorioideae), même si cette tendance reste relativement ponctuelle. Parallèlement, la majorité des spores de champignons coprophiles régressent et ne sont représentés qu'au travers d'occurrences isolées (*Podospora, Sporormiella*), témoignant d'une baisse de la pression pastorale sur la tourbière. Hypothèse d'ailleurs corroborée par la hausse de la *Callune* et des Ericaceae qui illustre la moindre fréquentation du site par le bétail. Il s'agit toutefois d'une dynamique très locale et la majorité des indices polliniques d'anthropisation semblent traduire une hausse des pratiques agricoles aux environs du site.

Cette tendance se poursuit jusqu'à 600 cal. BP environ, période à partir de laquelle les indicateurs culturaux témoignent d'une régression qui caractérise un abandon partiel des cultures. Cet évènement ne se répercute que modérément sur les autres indicateurs d'anthropisation et bien que l'on note un recul des plantains et gaillets, les Urticaceae, Armoises, Cichorioideae et Asteroideae marquent une légère hausse. La dynamique d'enfrichement semble ralentie comme l'indique la baisse des valeurs de *Calluna,* des Rosaceae et de *Pteridium*. Cette tendance associée à une nouvelle phase d'augmentation des MNP entre 500 et 600 cal. BP environ, témoigne d'une reprise locale du pastoralisme.

La présence de *Gelasinospora* (HdV-1) permet par ailleurs d'envisager l'hypothèse d'une utilisation du feu sur la tourbière ce qui pourrait également expliquer le recul de *Calluna.* Cette phase que l'on pourrait encore une fois interpréter comme une réorientation des activités d'élevage au détriment des cultures n'est que de brève durée et dès 400 cal. BP, l'ensemble des indicateurs d'anthropisation marque une hausse (indicateurs culturaux, apophytes et MNP coprophiles) indiquant un nouvel essor des pratiques agro-pastorales qui se maintient jusqu'aux XIX^{ème} – XX^{ème} siècles.

L'histoire des paysages et des pratiques, dans ses développements ultimes, témoigne d'une mutation importante liée aux évolutions économiques que connaît la région. Vers le milieu du XX^{ème} siècle, en effet, à la polyculture extensive d'autosubsistance traditionnelle se substitue une extension

des prairies et une céréaliculture facilitée par l'apparition de nouvelles techniques (chaulage, engrais, drainage des zones humides, ensilage…) (Briane et Aussibal 2007). Cette évolution se manifeste surtout, dans les assemblages polliniques, par la hausse significative des ascospores de champignons coprophiles qui indiquent un taux d'embousement plus important sur la tourbière et donc une augmentation de la charge pastorale. Les indices polliniques d'anthropisation, apophytes et céréales, soulignent également le maintien des activités agropastorales et suggèrent une alternance de parcelles cultivées et pâturées telle qu'on la retrouve aujourd'hui autour de la tourbière.

On observe par ailleurs que les mutations contemporaines se traduisent dans les assemblages par la réapparition et l'augmentation d'*Ulmus* et de *Fraxinus* (essence d'ailleurs presque totalement absente du diagramme pour les époques antérieures). Ce qui semble témoigner d'un recul des pratiques d'émondage. On sait en effet qu'à partir du XIX^{ème} siècle, les haies et bosquets sont progressivement abandonnés au profit d'autres compléments fourragers (Briane et Aussibal 2007).

La hausse conjointe de *Pinus* et de *Picea* accompagne l'essor de l'industrie sylvicole et son corollaire: les campagnes de reboisements artificiels sur le plateau.

Chapitre 4 : Synthèse

1. Caractéristiques et traits originaux de l'histoire de la végétation de l'Aubrac au cours de l'Holocène ancien et moyen

Les résultats présentés au cours du chapitre précédent ont permis de mettre en évidence les dynamiques de la végétation et de l'anthropisation sur chacun de nos sites étudiés isolément. L'objectif de cette synthèse est de mettre en relation l'ensemble de nos données afin de proposer une reconstitution des étapes de la mise en place de la végétation postglaciaire sur le massif de l'Aubrac. Il s'agit plus précisément d'aborder les périodes allant de la fin du Tardiglaciaire à l'Holocène moyen, au cours desquelles les activités humaines sont minimes, voire nulles, et où les dynamiques végétales sont essentiellement conditionnées par des facteurs bioclimatiques. Cette synthèse s'appuie également sur les résultats fournis par les autres études paléoenvironnementales de l'Aubrac ainsi que du reste du Massif Central afin de souligner les particularités locales et les tendances communes.

La corrélation entre les zones d'assemblage pollinique de chacune des séquences (Aubrac) ainsi qu'une description des principaux évènements paléobotaniques sont présentées dans la Figure 58. Cette dernière reprend l'évolution chronologique des principaux taxons, sur les sites de la Vergne Noire, de Born et des Trois Airelles qui feront l'objet de la discussion qui suit. En effet, nous n'aborderons pas l'histoire de la végétation de la tourbière des Roustières, ni celle de la Plaine des Rauzes ou de Mauriac car l'histoire de ces sites est postérieures aux périodes que nous allons développer. Elles seront prises en compte dans la présentation concernant les dynamiques d'anthropisation.

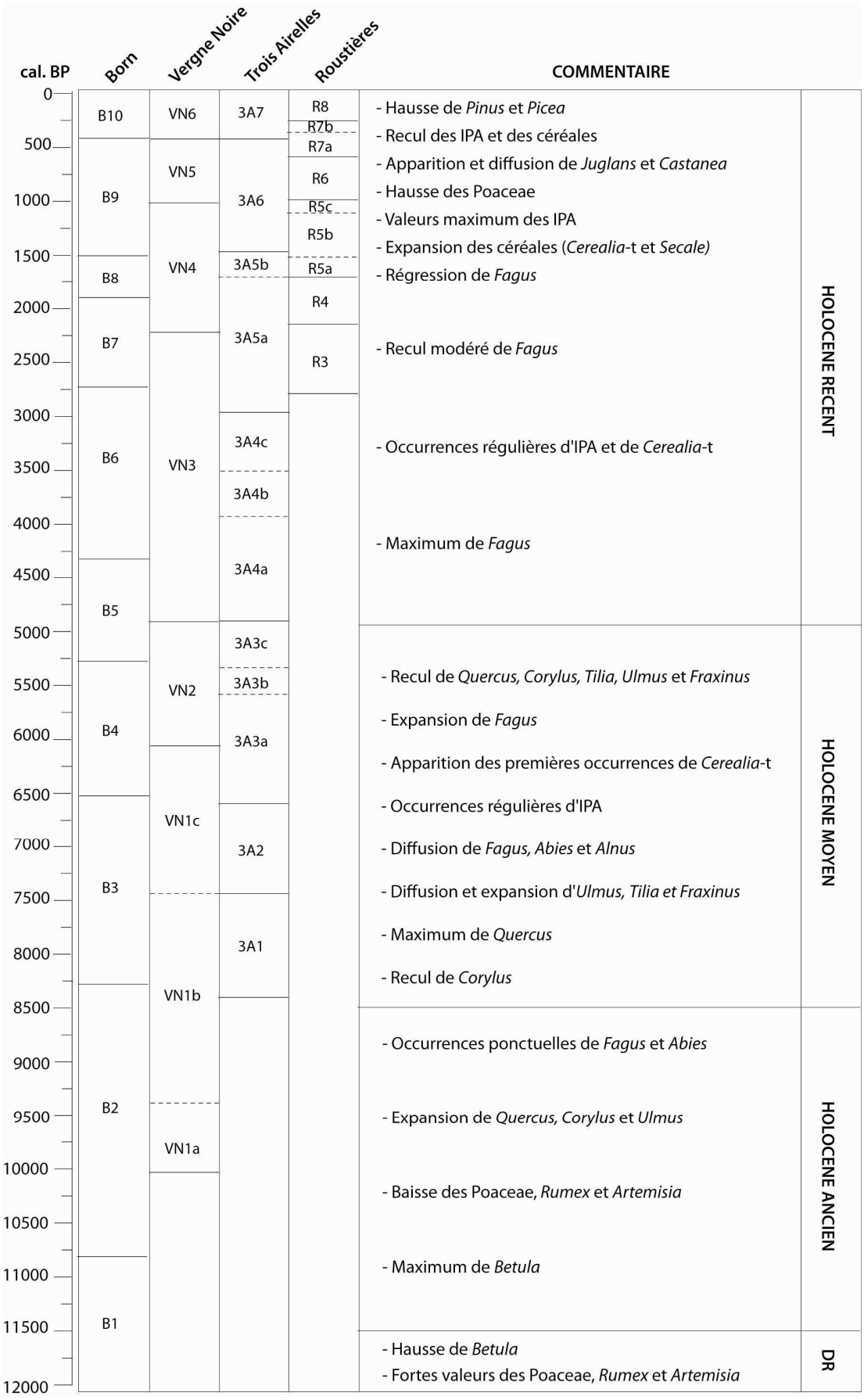


Figure 58 : Chronologie et corrélation des zones d'assemblage pollinique des sites de l'Aubrac

1.1. Transition Tardiglaciaire – Holocène ancien (~ 12000 – 11700 cal. BP, ZAP B1)

La fin du Tardiglaciaire marque une période de refroidissement dans l'ensemble de l'hémisphère nord : le Dryas récent. Les limites chronologiques ont été fixées à travers l'étude de carottes de glaces du Groenland sur une période d'environ 1100-1150 ans, de 12800 à 11600-11650 cal. BP (Björck 2007, Rasmussen *et al.* 2006). Cet évènement contribue à modifier la végétation et certains taxons présentent des variations caractéristiques en réponse à ce forçage climatique (Hoek 2001, Isarin et Bohncke 1999, Finsinger et Tinner 2007, Schaub *et al.* 2008). Sur le site de Born, ces conditions sont propices au développement d'une végétation steppique caractérisée par *Pinus, Juniperus*, Poaceae, *Rumex* et *Artemisia*. Des dynamiques identiques ont été identifiées au cours des études antérieures dans l'Aubrac (de Beaulieu *et al.* 1985) ainsi que dans le Massif Central (de Beaulieu *et al.* 1988). Ces dernières révèlent également la présence de quelques occurrences ponctuelles de *Quercus* qui ne sont pas le signe d'apports locaux mais qui témoignent en revanche de la permanence de petits boisements sans doute cantonnés dans des secteurs protégés de la vallée du Lot (de Beaulieu *et al.* 1988). Les conditions climatiques influent également sur le développement de la végétation hygrophile qui, au cours de cette période semble très peu diversifiée et n'est représentée ici modestement que par les *Isoetes* et les Cyperacées. Outre le facteur limitant des températures dans la distribution écologique des espèces, la pauvreté de la flore inféodée aux milieux humides est indirectement à mettre en relation avec la permanence des hivers et du manteau neigeux ainsi que l'englacement des lacs, réduisant la période de ruissellement et la possibilité à ces taxons de se développer. Ces caractéristiques qui sont la signature du Dryas récent, se retrouvent dans les autres sites aubracois (la Chaumette, Brameloup, Bonnecombe, de Beaulieu *et al*. 1985) mais aussi dans le reste du Massif Central (de Beaulieu *et al.* 1988).

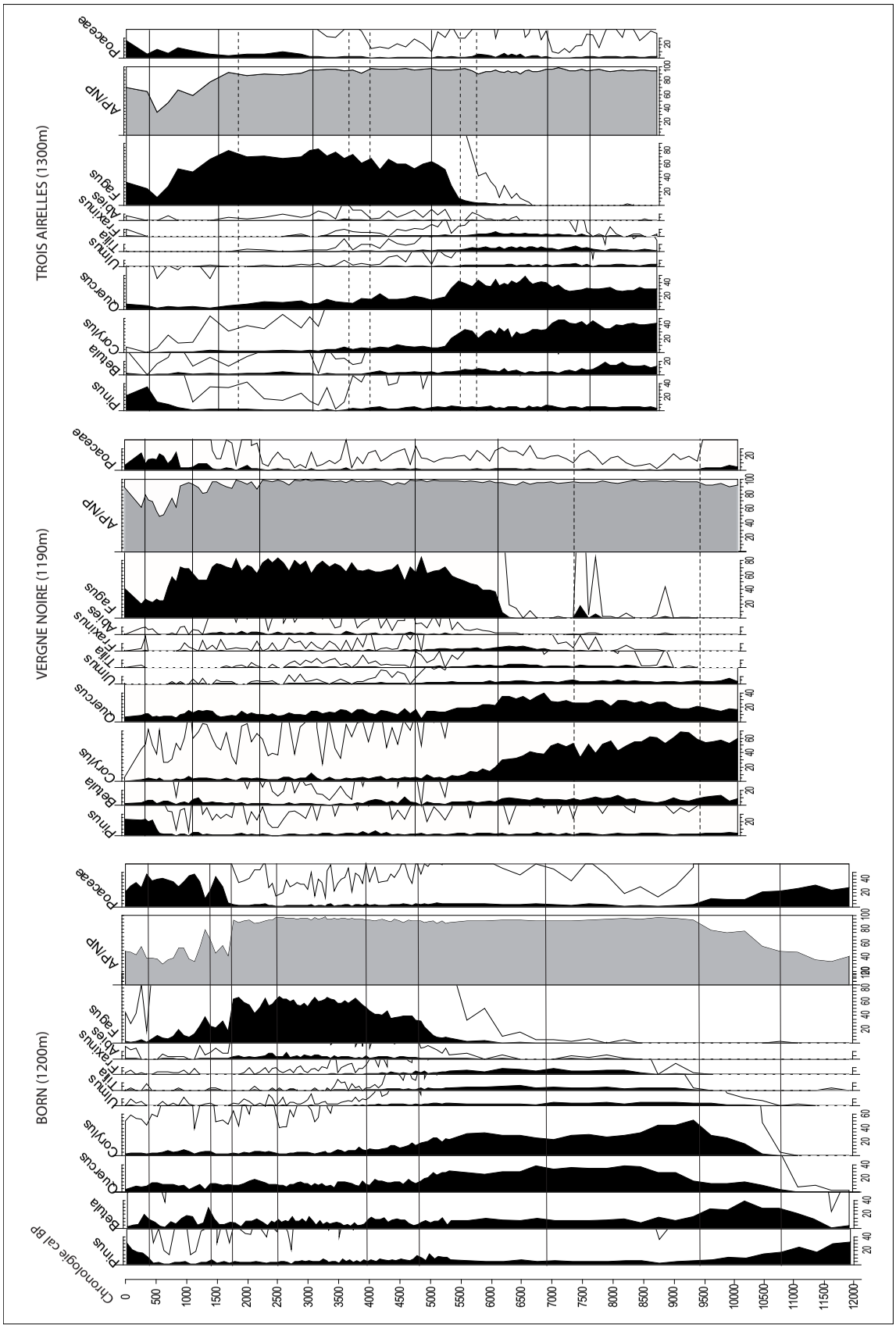


Figure 59 : Dynamique des principaux taxons forestiers de l'Aubrac

1.2. L'Holocène ancien (~ 11700 – 8500 cal. BP, ZAP B2, VN1a, VN1b)

Le début de l'Holocène ancien est caractérisé sur le site de Born par la mise en place d'un couvert forestier discontinu constitué pour l'essentiel de bouleaux et de pins. Le réchauffement progressif des températures a favorisé l'expansion de *Betula* qui atteint ses valeurs maximales (Figure 59). Cette phase à « *Betula-Pinus* » est une caractéristique des successions végétales du début de l'Holocène dans le Massif Central (de Beaulieu *et al.* 1988). Selon les régions, *Betula* domine les assemblages, comme en Aubrac (de Beaulieu *et al.* 1985) ou encore dans le Cantal (de Beaulieu *et al.* 1982) alors que les proportions entre *Pinus* et *Betula* sont sensiblement identiques dans le Cézallier (Reille *et al.* 1985). Enfin, on observe une tendance inverse dans les Monts Dore où *Pinus* est dominant (de Beaulieu et Goeury 1987).

Au cours de cette période, les formations steppiques disparaissent progressivement comme le souligne le recul de *Juniperus*, des Poaceae, d'*Artemisia* et de *Rumex* (B2). La dynamique de reforestation de l'Aubrac se caractérise également par l'expansion de *Quercus*, *Corylus* et *Ulmus* entre 10800 et 10300 cal. BP selon les dates obtenues sur le site de Bonnecombe 1 (9500 ± 240 BP et 9180 ± 180 BP) (de Beaulieu *et al.* 1985). Dans cette triade, *Quercus* est la première essence à apparaître et la diffusion de *Corylus* et d'*Ulmus* est légèrement plus tardive sur le site de Born ainsi que sur les autres sites aubracois (Brameloup, la Chaumette, les Salhiens, les Moussous, Bonnecombe) (de Beaulieu *et al.* 1985). Cette tendance est d'ailleurs valable pour l'ensemble du Massif Central (de Beaulieu *et al.* 1988) excepté pour le Limousin où *Quercus* et *Corylus* amorcent une diffusion simultanée (Miras 2004). Le mode de diffusion de ces taxons rejoint les tendances régionales (de Beaulieu *et al.* 1988) et oppose une progression lente et continue de *Quercus* à une expansion rapide et brutale de *Corylus*. Ces données reflètent une histoire de la végétation qui trouve écho dans les dynamiques relevées dans les Pyrénées (Reille et Andrieu 1995, Jalut *et al.* 1992, Reille et Lowe 1993) et dans les Alpes du sud (Finsinger *et al.* 2006) alors qu'en Europe centrale ou du nord, l'expansion de *Corylus e*st antérieure ou synchrone de celle de *Quercus* (Clark *et al.* 1989, Finsinger *et al.* 2006, Tallantire 2002). Les modes d'expansion de *Corylus* semblent être en revanche toujours traduits par une augmentation brutale et rapide (Gisecke *et al.* 2011). Les raisons d'un mode de développement différent entre ces deux taxons tiennent à plusieurs facteurs combinés (Firbas 1949, Tallantire 2002, Finsinger *et al.* 2006, Giesecke *et al.* 2011) que sont, la distance des zones refuges, l'influence du climat, les compétitions inter-spécifiques ou bien encore leur capacités reproductives.

La migration de *Quercus* s'est effectuée à partir du nord-est de l'Espagne puis a progressé vers l'est (Kremer et Petit 2001, Brewer *et al.* 2002, Petit *et al*. 2002) et celle de Corylus trouve son origine dans le Golfe de Gascogne (Palmé et Vendramin 2002). Ces deux essences sont donc arrivées par le sud et l'ouest et ont progressé probablement en remontant la vallée du Lot. La vitesse de progression

des chênes est estimée entre 380 et 500 mètres par an environ alors que les noisetiers ont avancé en moyenne de 1500 mètres sur une année (Tallentire 2002, Kremer et Petit 2001). Lorsque ces essences se sont diffusées dans l'Aubrac, la compétition interspécifique avec *Pinus* et *Betula* a certainement été de moindre importance. Les boisements de *Pinus* étaient déjà fortement réduits (B2) et ceux de *Betula* rapidement dégradés du fait de l'amélioration thermique et de l'évolution générale des milieux (de Beaulieu *et al.* 1988). Des conclusions similaires ont été établies en Europe du Nord, où, dans un contexte de boisements discontinus, l'expansion massive de *Corylus* ne pouvait être à attribuer à la compétition avec *Pinus* et *Betula* (Firbas 1949, Tallentire 2002, Giesecke *et al.* 2011). Si *Quercus* préexiste à *Corylus*, le décalage est trop peu important pour que les chênaies se soient vraiment développées. Lorsque *Corylus* apparaît dans les diagrammes, les pourcentages de *Quercus* ne dépassent guère 5 à 10% contrairement aux sites Pyrénéens où son démarrage est bien antérieur à celui du noisetier et son développement bien affirmé (Jalut *et al.* 2000, Jalut *et al.* 2010). Ces trois dernières hypothèses ne peuvent donc expliquer à elles seules les raisons de l'expansion brutale de *Corylus*. En revanche, les conditions climatiques plus chaudes et plus humides (Bégeot 2000, Bos *et al.* 2007, Magny *et al.* 2007) ont certainement favorisé, voire déclenché le développement de *Corylus*, en Aubrac mais plus généralement en Europe du nord-ouest au tout début de l'Holocène (Giesecke *et al.* 2011).

La chronologie et les modes de diffusion de *Quercus* et *Corylus*, sont à appréhender, non pas à la faveur d'une condition particulière, mais à la lumière de ces différents paramètres combinés.

A partir de 9300 et 9200 cal. BP on observe un retrait rapide de *Corylus*, une légère hausse de *Quercus* ainsi que les premières manifestations de *Tilia* puis de *Fraxinus*. Les premières occurrences de *Tilia* sont relevées autour de 9350 cal. BP sur le site de la Vergne Noire mais l'amorce d'une courbe continue n'est enregistrée qu'à partir de 8400 cal. BP sur ce même site (VN1b). Cette chronologie s'avère plus précoce que celle proposée par les études antérieures (de Beaulieu *et al.* 1985), soit vers 8870 cal. BP (7980 ± 200 BP sur la séquence de La Chaumette) pour les premières occurrences et sa diffusion en courbe continue autour de 7700 cal. BP (6990 ± 160 BP à Brameloup, 6880 ± 200 BP à la Chaumette et 6900 ± 310 BP à Bonnecombe 1). Ce décalage chronologique conséquent ne semble pas correspondre à un problème de datation mais suggère en revanche un modèle de diffusion assez complexe au sein d'un même massif. La proximité des refuges ou encore les conditions édaphiques locales peuvent être des explications à un tel phénomène. Nos données sont en revanche relativement similaires à celle proposées dans le Cantal (La Taphanel : 7520 ± 150 BP, de Beaulieu *et al.* 1982), dans le Puy de Dôme où la diffusion de *Tilia* est juste postérieure à la date obtenue à 7970 ± 125 BP à la Narse d'Ampoix (de Beaulieu et Goeury 1987), ou encore dans les Monts de la Madeleine (La Verrerie : 7760 ± 40 BP, Argant et Cubizolle 2005). Notre chronologie pour cet évènement est par contre plus précoce par rapport aux données obtenues dans le Velay

(Marais de Limagne1 : 7229 ± 90 BP, de Beaulieu *et al.* 1984) ainsi que dans le Limousin (estimation postérieure à 7510 ± 70 BP à La Ribière Nègre, Miras 2004). La diffusion de *Tilia* dans le Massif Central semble être assez hétérogène et répond à la fois à des facteurs climatiques propices à son développement ainsi qu'à la proximité de ses refuges. Les données obtenues dans l'Aubrac trouvent un écho dans les résultats de certaines régions du Massif Central mais contribuent à souligner la complexité de l'histoire de ce taxon qui peut varier d'une région à l'autre, d'un site à l'autre et dont la diffusion ne correspond à aucune trajectoire bien définie (de Beaulieu *et al.* 1988).

On observe dans nos deux enregistrements de la Vergne Noire et de Born une corrélation entre la diffusion de *Tilia*, la régression de *Corylus* et une augmentation synchrone de *Quercus*. Ce phénomène est également significatif dans la plupart des enregistrements du Massif Central (de Beaulieu *et al.* 1988). Toutefois, loin d'être un fait acquis, l'hypothèse des compétitions inter-spécifiques et du remplacement de *Corylus* par *Tilia* puis par *Quercus* ne semble pas être la seule. En effet, certains sites, notamment sur la bordure Cévenole (Narses mortes et Baissescure, de Beaulieu *et al.* 1974, Pulido 2006) indiquent un recul de *Corylus*, contemporain de l'extension de *Quercus* mais antérieur à la progression de *Tilia* (aux environs de 9000 cal. BP, 8150 ± 150 BP aux Narses Mortes).

Des études menées sur des assemblages de chironomes en Finlande (Khorola *et al*. 2002), en Angleterre (Lang *et al.* 2010) ainsi que dans l'Aubrac, sur le lac le Born (Delille 2010) ont mis en évidence une courte phase de refroidissement des températures entre 9300 et 9200 cal. BP qui semble intervenir entre la PBO (Preboral Occillation) et l'évènement climatique du 8.2. Cet épisode, détecté également au cours des études sur les carottes de glace du Groenland (Lowe *et al.* 2008), semble lié à une perturbation de la circulation thermohaline en raison d'une décharge massive des eaux douces du Lac Supérieur (Amérique du Nord) dans l'Océan Atlantique (Yu *et al.* 2010). Il semble en outre, que cet évènement soit indirectement responsable du déclin de *Corylus* dans les formations forestières. La baisse des températures et la hausse de l'humidité ont considérablement réduit les épisodes de sécheresse estivale qui jusqu'alors limitait le développement de nombreuses essences voir conduisait à leur disparition (Peterken et Mountford 1996). *Corylus* qui présente une bonne résistance aux fortes variations inter-annuelles et surtout à la sécheresse, était favorisé par ces conditions ainsi que par les nombreuses ouvertures crées au dépend du recul des autres essences. Avec la baisse des températures et la hausse de l'humidité survenue vers 9300-9200 cal. BP, les essences qui jusqu'alors étaient limitées par une certaine xéricité, vont se développer et former des boisements plus denses et ombragés, défavorables à l'expansion et au maintien de *Corylus* (Tinner et Lotter 2001). Ce dernier a donc progressivement reculé pour laisser place au développement de *Tilia* et de *Quercus*.

Une caractéristique originale survient également au cours de cette période. Il s'agit de l'apparition de plusieurs occurrences de *Fagus* et d'*Abies* entre 9300 et 8700 cal. BP que l'on observe sur le site de la Vergne Noire (cf. ZAP VN1b). La présence de ces taxons est discrète mais celle de *Fagus* apparaît en continu durant cette période et atteint environ 2 à 3% vers 8800 – 8900 cal. BP, date à laquelle on

relève également quelques occurrences d'*Abies*. Il s'agit d'un fait particulier que l'on ne retrouve dans le Massif Central, que sur le site des Narses Mortes (massif des Cévennes, de Beaulieu 1974, Pulido 2006) où les pourcentages de *Fagus* avoisinent 3% et sont synchrones d'une occurrence ponctuelle d'*Abies* vers 8800 – 8900 cal. BP (évènement juste postérieur à la date obtenue à 8150 ± 150 BP, de Beaulieu 1974). Ces évènements ne sont la traduction que de petits peuplements isolés mais le lien entre la manifestation de ces taxons avec la phase de refroidissement de 9300 - 9200 cal. BP semble non négligeable. Ils soulèvent également d'autres questionnements quant à la localisation des zones refuge du hêtre dont l'origine était jusque là attribuée à la vallée du Rhône (Triat Laval 1978, Delhon et Thiebault 2005, Magri *et al*. 2006). Si la présence de *Fagus* est relevée dans des proportions identiques et simultanément à 8800 - 8900 cal. BP dans les Cévennes et dans l'Aubrac, on peut se demander si la vallée du Rhône constitue le seul foyer de migration de cette essence dans le Massif Central ? Il faut sans doute envisager d'autres origines communes à *Abies* et *Fagus* en provenance des vallées adjacentes.

1.3. L'Holocène moyen (~ 8500 – 5000 cal. BP, ZAP B4, B5, VN 1b, VN1c, VN2, 3A1, 3A2, 3A3a, 3A3b, 3A3c)

A partir de 8400 cal. BP, l'expansion de *Tilia* est engagée et commencent à apparaître les premières occurrences ponctuelles de *Fraxinus* que l'on peut observer sur le diagramme de la Vergne Noire (VN1b), de Born (B3) et des Trois Airelles (3A1). Les assemblages polliniques de ces trois séquences présentent également des variations significatives que l'on estime entre 8400 et 7400 cal. BP environ. Ces variations correspondent à une baisse des algues comme *Pediastrum* ou *Botryococus* (VN1b, 3A1) ainsi qu'à une hausse synchrone des valeurs de *Isoetes*, des Cyperaceae et des Poaceae (VN1b, 3A1, B3). Ces indices ainsi qu'une diminution générale des concentrations polliniques absolues sur le site des Trois Airelles (Figure 35) semblent suggérer une baisse du niveau lacustre et un assèchement des berges sur tous les sites. De la même manière on relève à la même période la présence d'occurrences de *Fagus* et d'*Abies* qui, selon les enregistrements, se manifestent de manière variable. Si il ne s'agit que d'occurrences ponctuelles aux Trois Airelles et à Born, les proportions de *Fagus* sont en revanche bien plus significatives à la Vergne Noire où les pourcentages de ce taxon atteignent jusqu'à 15% à 7500 cal. BP (VN1b). La baisse des niveaux lacustres, le développement des herbacées et la réapparition de *Fagus* et d'*Abies* semblent suggérer une période de refroidissement (climat plus froid et plus sec). La présence ponctuelle que l'on relève sur les autres sites, Born et aux Trois Airelles témoigne d'une dispersion progressive de proche en proche sur le plateau mais il ne s'agit encore, sur ces secteurs, que d'individus isolés.

Un autre évènement intéressant concerne l'augmentation de la quantité de particules carbonisées que l'on relève environ entre 8200 et 7500 cal. BP avec une forte hausse vers 7700 cal. BP sur le site des Trois Airelles (3A1). La végétation en revanche ne présente pas de variation majeure en lien avec

cette augmentation du signal incendie. Le seul impact semble avoir été enregistré par *Corylus* et par *Quercus* qui présentent une légère baisse de leurs pourcentages mais ces variations restent modérées. Des tendances similaires ont été mises en évidence dans les Pyrénées au niveau de la tourbière du col d'Ech (Rius *et al*. 2012) ainsi qu'en Europe Centrale (Bibersee, Sopensee, Tinner et Lotter 2006).

Cet épisode peut être mis en relation avec l'évènement « 8.2 » qui correspond à un changement climatique abrupt survenu entre 8400 et 8000 cal. BP (Alley et Ágústsdóttir 2005, Seppä *et al.* 2007). Les origines de cet évènement sont multiples, il s'agit d'une part d'une réduction de l'activité solaire et d'autre part d'une décharge massive d'eau douce dans l'océan, perturbant alors la circulation thermohaline dans l'Atlantique nord (Alley *et al.* 1997, Von Grafenstein *et al.* 1998, Barber *et al.* 1999, Heiri *et al.* 2004, Wiersema et Renssen 2006). Cette perturbation a été enregistrée dans quelques données paléoécologiques nord-européennes (Magny *et al*. 2003, Magny 2004, Mayewski *et al.* 2004, Heiri *et al.* 2006) mais elle est en revanche encore peu documentée dans les milieux montagnards (Haas *et al.* 1998) ou encore en Europe du Sud (Reed *et al*. 2001, Davis et Stevenson 2009). Tinner et Lotter (2001, 2006) ont mis en évidence une réponse paléobotanique à cet évènement caractérisée par une expansion de *Fagus* et d'*Abies*. Sur ces sites d'Europe Centrale (lac de Soppensee en Suisse et de Schleinsee en Allemagne), une augmentation des valeurs de *Fagus* est enregistrée à peine une vingtaine d'années après l'évènement « 8.2 ». L'augmentation du signal incendie relevé sur la séquence des Trois Airelles mais aussi dans les Pyrénées (Rius *et al.* 2012) et en Europe Centrale (Tinner et Lotter 2006) est sans doute à attribuer à une conséquence indirecte de ce changement climatique sur la végétation qui semble avoir provoqué une augmentation considérable de la biomasse combustible (Tinner et Lotter 2001).

La période qui suit ces évènements, à partir de 7500 - 7400 cal. BP environ, traduit encore une certaine instabilité et la présence d'*Abies* mais surtout de *Fagus* dans les assemblages polliniques devient bien plus discrète voire nulle. Les conditions ne semblent plus propices à leur développement mais la tendance est toutefois variable selon les sites et dépend des paramètres stationnels locaux. En effet, si la présence de ce taxon se raréfie à la Vergne Noire (VN1c), elle se maintient dans de faibles proportions sur le site de Born (B3). La composition forestière se diversifie néanmoins avec l'expansion de *Fraxinus* dont la présence ponctuelle observée dès 8600 cal. BP à la Vergne Noire, s'intensifient à partir de 7500 cal. BP date à partir de laquelle il apparaît en courbe continue dans les diagrammes de la Vergne Noire et des Trois Airelles. Les dates obtenues sur les sites de l'Aubrac lozérien de Bonnecombe 1 et de la Chaumette (de Beaulieu *et al.* 1985) sont relativement semblables et proposent un démarrage de ce taxon vers 7700 cal. BP. La tourbière de Roussy dans le Cantal (Miras 2004) propose une chronologie similaire avec une date à 6270±75 BP soit 7190 cal. BP et les dates obtenues dans le Velay (6600 ± 90 BP à Landos, de Beaulieu *et al*. 1984) rejoignent également

la chronologie que nous proposons dans l'Aubrac. La diffusion de *Fraxinus* semble en revanche plus tardive dans la partie orientale du Massif Central où elle a été datée à 6690 cal. BP sur le site de la Digonnière (massif du Pilat) et à 6250 cal. BP sur celui de la Verrerie (Monts de la Madeleine) (Argant et Cubizolle 2005).

Les proportions de ce taxon tout comme ceux d'*Ulmus* ou de *Tilia* restent très faibles et ne dépassent guère 5% dans l'Aubrac. Des valeurs encore bien inférieures caractérisent la présence de ces taxons dans les diagrammes des Cévennes et de la Montagne Noire (de Beaulieu 1974, Pulido 2006), du Limousin (Miras 2004) ou encore du Forez, des Monts de la Madeleine et du Livradois (Argant et Cubizolle 2005). Ces résultats suggèrent une certaine homogénéité dans la diffusion de *Fraxinus* dans le Massif Central mais réfutent l'idée d'un gradient altitudinal (Guenet 1993) ou d'un gradient Nord-Sud (Miras 2004) pour expliquer la variabilité des proportions de ce taxon selon les régions. La faible représentation pollinique de *Tilia* et de *Fraxinus* concerne une grande majorité des sites du Massif Central avec quelques variations selon les régions et les paramètres locaux. De plus, ces données ne traduisent vraisemblablement pas leur importance réelle dans les boisements (de Beaulieu *et al.* 1988). En effet, ces essences présentent une faible capacité de dispersion pollinique comme l'on montré certaines études (Heim 1970, Huntley et Birks 1983) et sont de plus sous-représentés en forêt (Andersen 1970, Heim 1970, Huntley et Birks 1983). Les tilleuls et les frênes devaient donc largement contribuer à la mixité des formations forestières. Leur optimum est estimé entre 7200 et 6400 cal. BP environ sur les séquences de la Vergne Noire, des Trois airelles et de Born (VN1c, 3A3, B3) et leur présence dans les diagrammes est progressivement associée à la diffusion d'*Abies*, de *Fagus* et d'*Alnus*.

En effet, à partir de 6500 – 6400 cal. BP le hêtre et le sapin amorcent une diffusion puis une expansion synchrone caractérisée par l'amorce d'une courbe continue que l'on peut observer sur les sites de la Vergne Noire, Trois Airelles ainsi qu'à Born (Figure 59). Cette étape se prolonge sur plus d'un millénaire et la fin de l'expansion de *Fagus* et d'*Abies* est relevée entre 5200 et 5000 cal. BP. Cette chronologie est assez similaire de celle qui a été proposée pour le Cantal où le début de l'expansion de *Fagus* est daté entre 6400 et 5500 cal. BP (5350 ± 210 à Jolan, 4860 ± 150 à la Taphanel ou encore 5620 ± 100 BP au lac du Mont Bélier, de Beaulieu *et al*. 1982) (Figure 60). On retrouve également une chronologie similaire dans les Cévennes, soit entre 5430 ± 90 et 4230 ± 110 BP aux Narses Mortes (de Beaulieu 1974) ou dans le Velay (5500 ± 100 au lac du Bouchet et 5410 ± 80 à Landos, de Beaulieu *et al*. 1984). Nos résultats obtenus dans l'Aubrac sont en revanche plus précoces que ceux obtenus dans le Haut Languedoc sur la tourbière de la Lande par exemple où l'expansion de *Fagus* est datée à 4160 ± 40 BP ainsi que dans le Limousin où les dates sont encore plus récentes (3650 ± 95 au Longeyroux, Denèfle *et al.* 1980). La chronologie précise de diffusion de ce taxon pour l'ensemble du Massif Central reste encore difficile à établir dans le sens où des dates apparaissent parfois contradictoires d'un site à l'autre au sein d'une même région. Néanmoins,

l'Aubrac s'intègre dans un cadre relativement homogène et fait partie des régions du Massif Central où la diffusion de *Fagus* est la plus précoce. Si une partie de ces montagnes a été alimentée par les foyers de peuplement venant de la vallée du Rhône, d'autres, comme l'Aubrac ont pu également faire l'objet d'une migration à partir des vallées adjacentes, notamment des cours d'eau atlantiques (de Beaulieu *et al.* 1988). Cette hypothèse n'est pas exclure d'autant que la diffusion de *Fagus* dans les Landes de Gascogne est estimée à des dates comparables à celles de l'Aubrac, soit entre 5900 et 5400 cal. BP (tourbière de Bordelounque, Faure et Galop 2011).

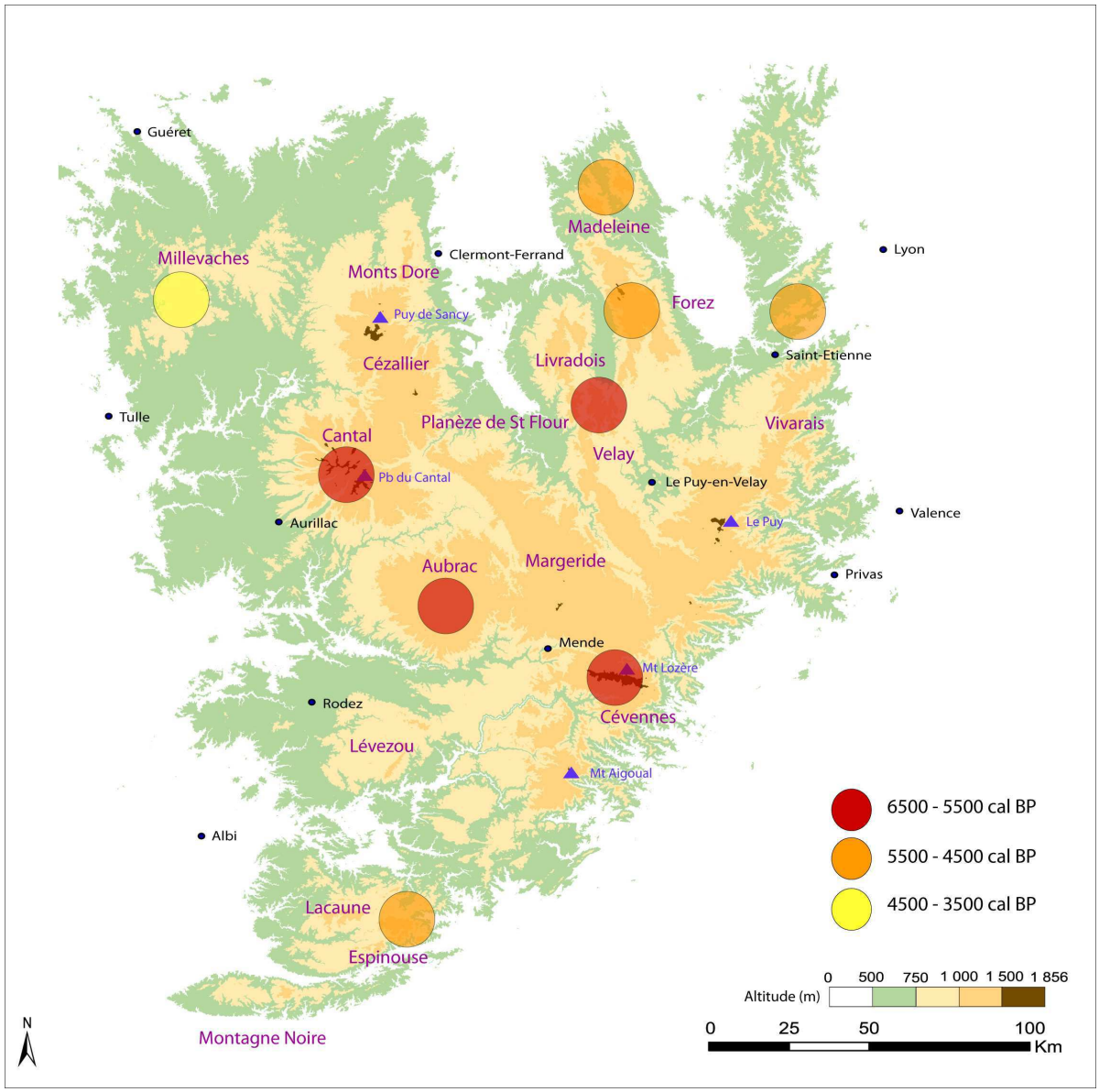


Figure 60 : Chronologie et dynamique spatiale de *Fagus* dans le Massif Central

L'essor d'*Abies*, n'est en rien comparable à celui de *Fagus* dans l'Aubrac, et, bien que ces deux taxons suivent une chronologie de diffusion similaire, ses proportions ne dépassent que rarement 2 à 3%. Des observations similaires en Margeride (Reille *et al*. 1985), dans le Limousin (Miras 2004), dans le Velay (de Beaulieu *et al.* 1984), les Cévennes et le Haut Languedoc (Pulido 2006), ainsi que dans la partie occidentale du Cantal (Miras 2004) indiquent que cette espèce n'a pas trouvé dans ces régions des conditions propices à son plein développement. L'influence des conditions édaphiques et bioclimatiques locales semblent être les raisons de la moindre extension de cette essence.

La chronologie de l'expansion d'*Alnus* est légèrement plus précoce que celle de *Fagus* et d'*Abies* et démarre vers 6700 cal. BP environ. L'aulne ne représente guère une part importante des boisements de l'Aubrac et ses valeurs n'excèdent pas 5 à 10% dans les diagrammes. La dynamique de cette essence semble être le reflet du développement de petits peuplements locaux, aux abords des sites, intimement liés à leurs évolutions et par conséquent aux conditions locales d'hydromorphie.

L'évolution des conditions climatiques semble influencer l'ensemble des formations forestières et à la diffusion de *Fagus*, d'*Abies* et d'*Alnus* s'opère un recul de la plupart des autres essences telles que *Quercus, Corylus, Tilia, Ulmus* et *Fraxinus*. Ces variations se manifestent sur tous nos sites (Trois Airelles, Born et Vergne Noire) ainsi que dans les autres diagrammes de l'Aubrac (de Beaulieu *et al.* 1985) et du Massif Central (de Beaulieu *et al*. 1988). Le rôle du forçage climatique vers des conditions plus humides depuis l'épisode du 8.2 est une hypothèse admise par plusieurs auteurs (Björkman 1999, Tinner et Lotter 2001, 2006).

La présence d'indices d'anthropisation à partir du Néolithique (8000 cal. BP environ) contribue à influencer les dynamiques de la végétation et doit être appréhendée comme une autre variable de forçage. C'est la raison pour laquelle nous proposons de traiter de cet aspect à part, au cours de la section suivante de cette discussion.

2. Evidences anthropiques et impact sur le couvert végétal : Jalons pour une chronologie des étapes de la conquête des moyennes montagnes de l'Aubrac et du Lévezou

Bien que nos séquences recouvrent des portées chronologiques variables en fonction des sites ; considérées globalement, ces dernières nous permettent de retracer les grandes étapes de l'histoire de l'occupation humaine au cours de l'Holocène (Figure 61, Figure 62, Figure 63, Figure 64, Figure 65). Comme nous l'avons évoqué précédemment, les informations archéologiques auxquelles nous pouvons confronter nos données restent indigentes ou lacunaires et ce, au moins jusqu'au bas Moyen Age, période de fondation de la domerie d'Aubrac à partir de laquelle les sources historiques, mais aussi archéologiques, deviennent plus abondantes et/ou informatives. Pour les périodes les plus récentes, nous avons utilisé la documentation de la Réformation des Eaux et Forêts de L. de Froidour

(fin du XVII^{ème} siècle) ainsi que d'autres documents relatifs à l'administration forestière et en particulier ceux des droits d'usages pour le XIX^{ème} siècle. Notre objectif était avant tout de proposer une chronologie des étapes et des rythmes d'anthropisation en considérant les phases d'emprise de ruptures ainsi que les seuils, qui jalonnent et marquent l'histoire des processus de transformation des paysages forestiers et agro-pastoraux pastoraux d'altitude. Dans ce chapitre, les modalités de l'anthropisation de l'Aubrac et du Lévezou seront abordées conjointement de manière à mettre en exergue les trajectoires communes ainsi que les caractéristiques originales de chaque massif et les variabilités territoriales. Enfin, l'ensemble de ces informations sera contextualisé avec les résultats obtenus dans les autres régions du Massif Central et des autres secteurs de montagne en France et/ou en Europe.

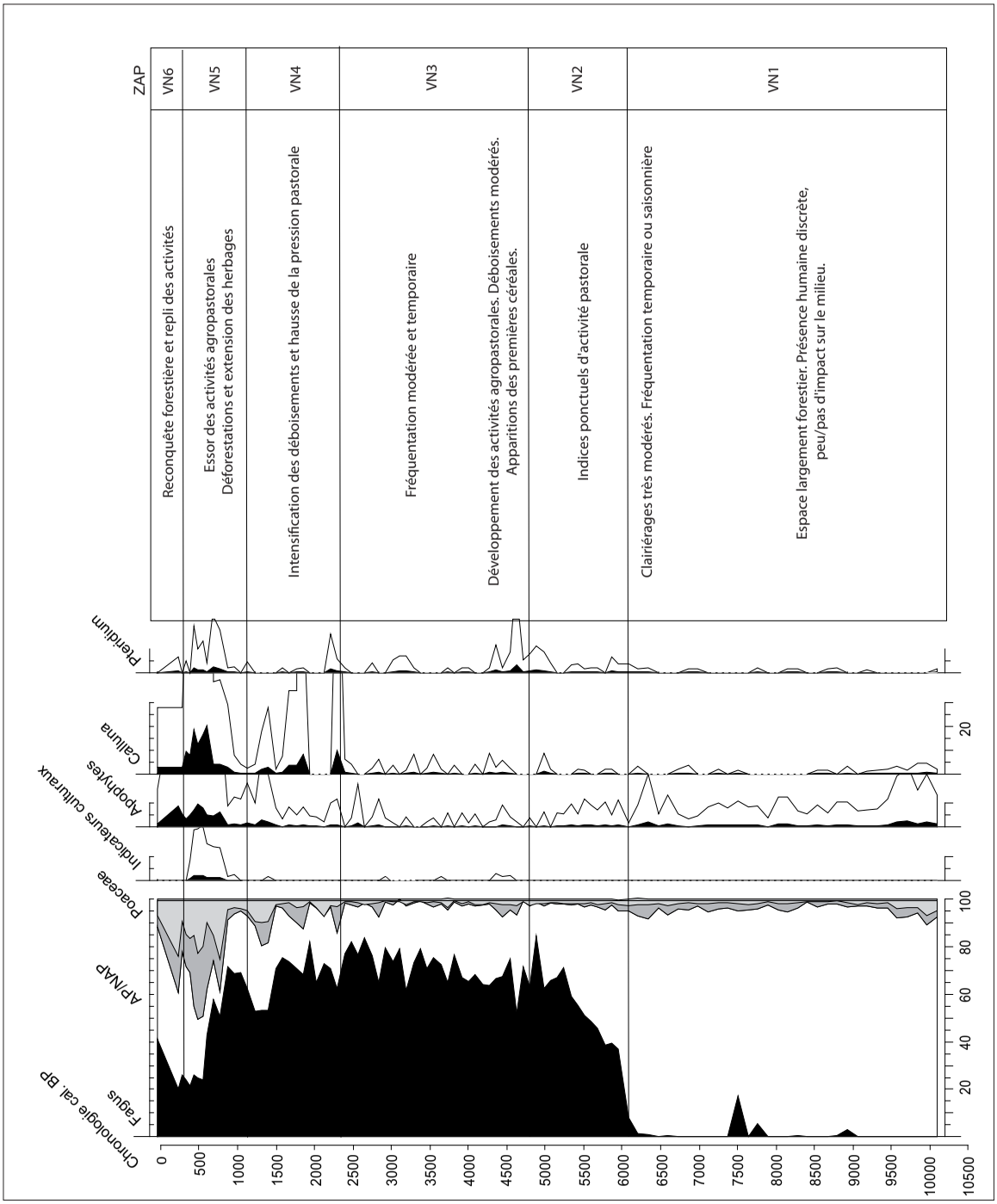


Figure 61 : Diagramme pollinique d'anthropisation de la Vergne Noire

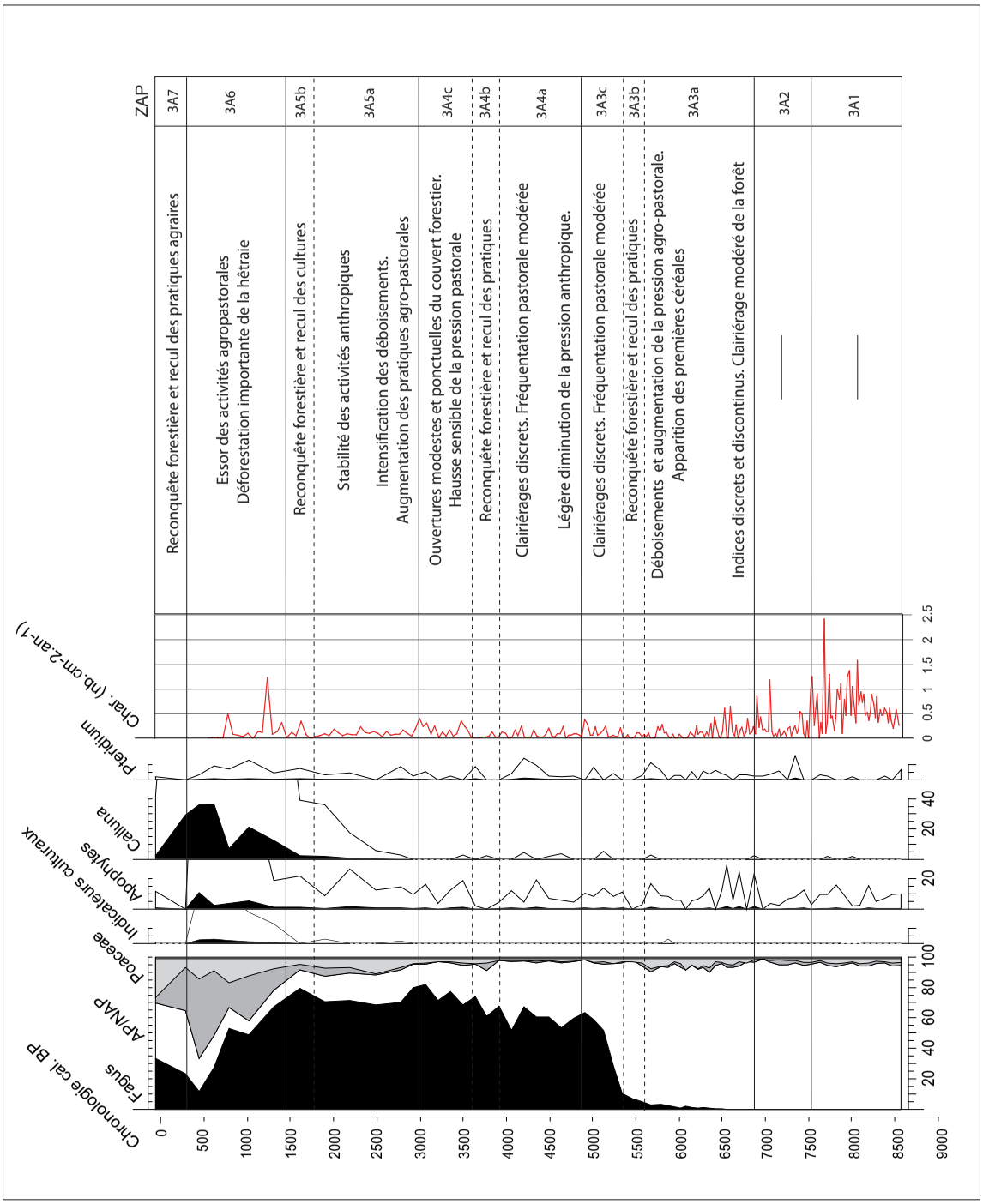


Figure 62 : Diagramme pollinique d'anthropisation des Trois Airelles

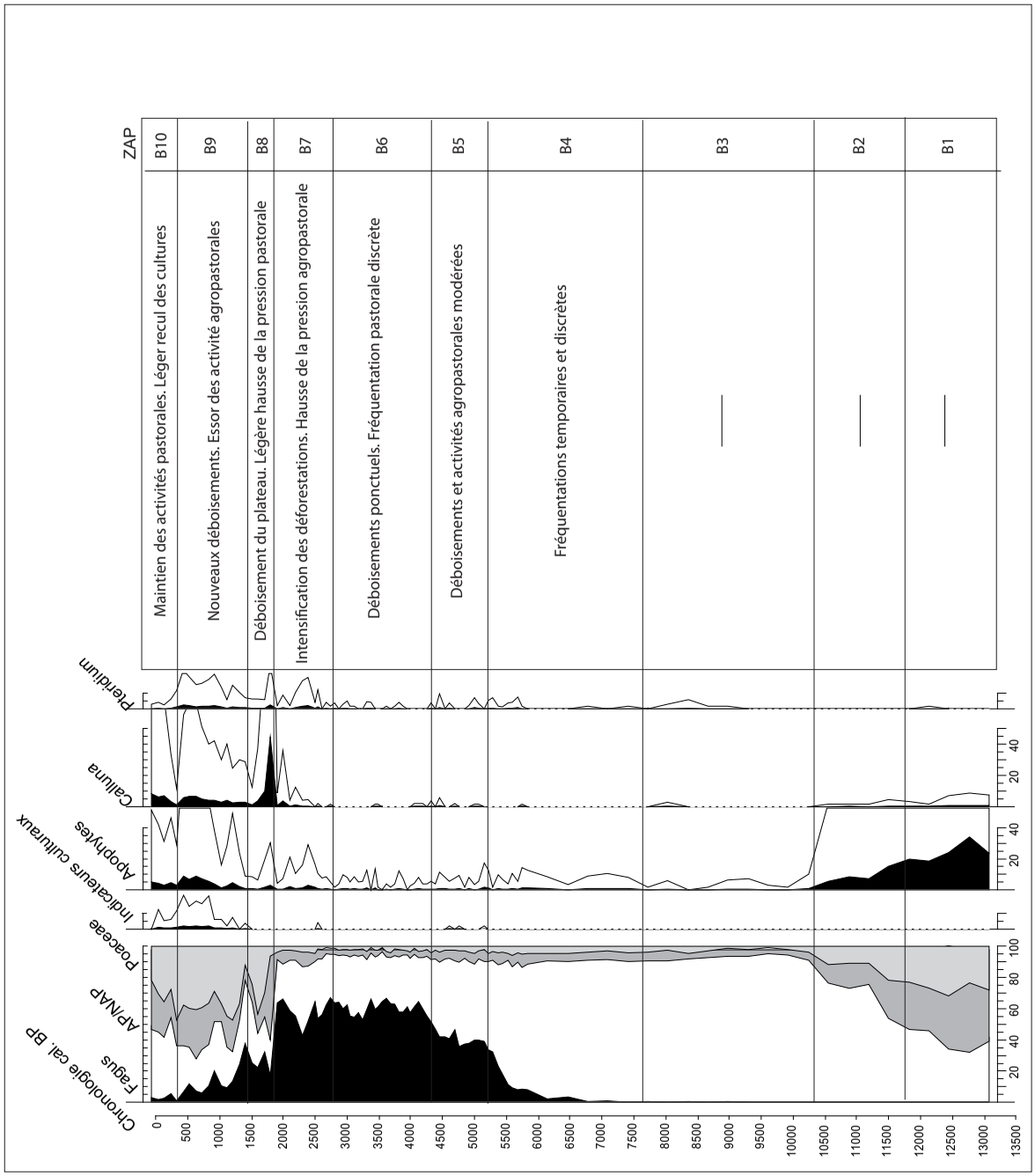


Figure 63 : Diagramme pollinique d'anthropisation de Born

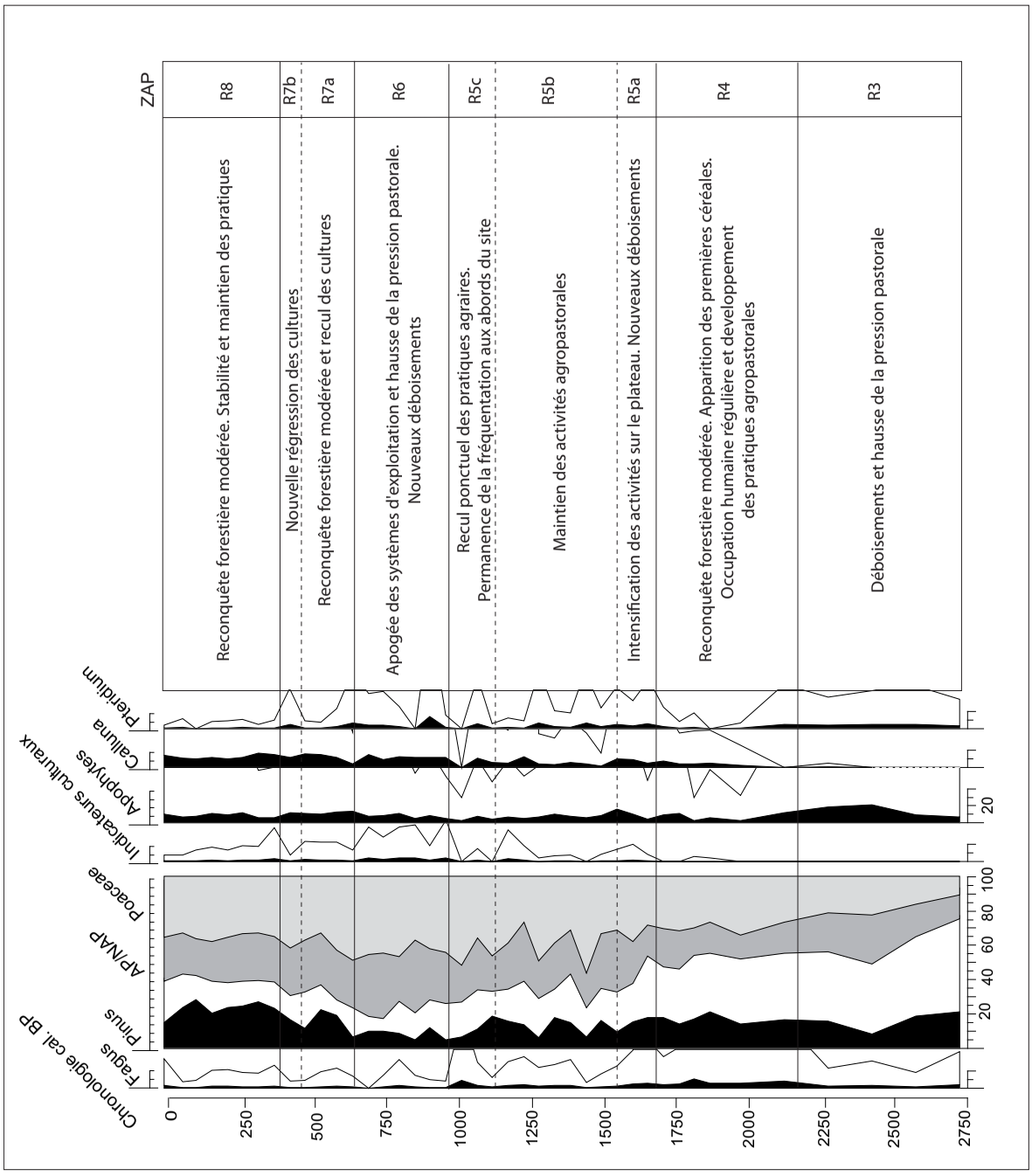


Figure 64 : Diagramme pollinique d'anthropisation des Roustières

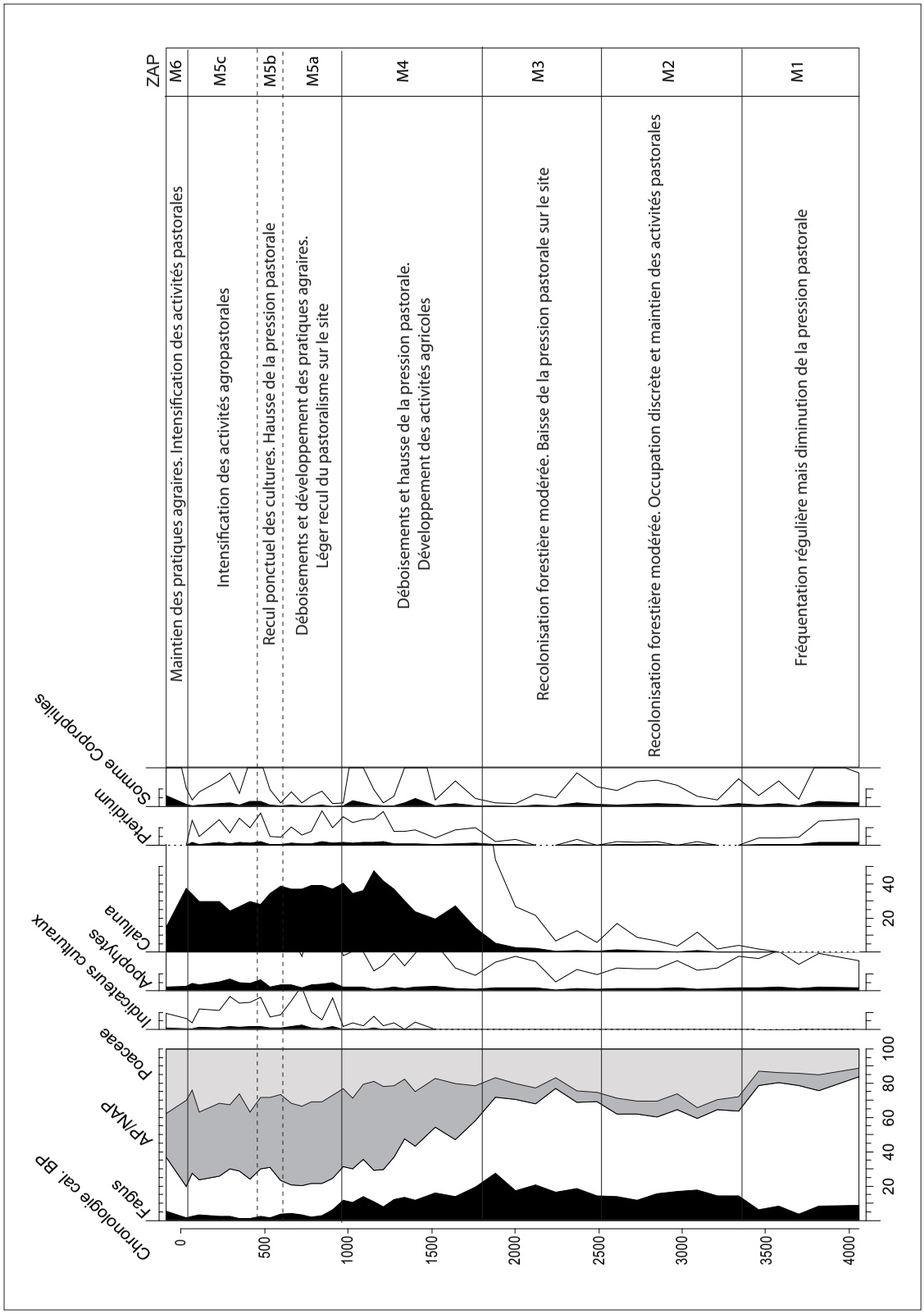


Figure 65 : Diagramme pollinique d'anthropisation de Mauriac

2.1. Les étapes de la Néolithisation jusqu'au début de l'âge du Bronze

Si à la fin du paléolithique les actions humaines se définissent par des ponctions dans le milieu naturel, elles restent cependant difficilement détectables par la palynologie. Toutefois des études (cf. infra) révèlent des indices significatifs d'exploitation des ressources dès le mésolithique final et soulèvent la question de l'évolution des modes d'acquisition, de production et de consommation des sociétés de la fin du mésolithique ainsi que celle de l'existence de sociétés pré-néolithiques pratiquant des formes rudimentaires ou pionnières d'agro-pastoralisme (Richard 2004). Il s'agit en l'occurrence des découvertes effectuées en Suisse près de Zürich où les premiers grains de céréales sont détectés vers 6400 cal. BC (Haas 1996), vers 6400 cal. BC sur le littoral armoricain (Visset *et al.* 1996) ou encore, entre le VII^{ème} – VI^{ème} millénaire, sur le littoral méditerranéen jusqu'au piémont pyrénéen (Triat-Laval 1978, Planchais 1985, Jalut 1995, Puertas 1998, Galop et Vaquer 2004) et également vers 6200 – 6000 cal. BC dans les Alpes (Court-Picon 2007). Bien que des indices polliniques d'anthropisation (céréales et/ou apophytes) soient détectés, les hypothèses qui renvoient à une anthropisation précoce, antérieures aux premières manifestations cardiales, sont sujettes à polémiques notamment lorsque les données paléoenvironnementales ne sont pas connectées ou préexistent aux traces archéologiques et aux mouvements de colonisation mis en évidence par ces dernières (Behre 2007, Tinner *et al.* 2007, 2008).

A partir du VI^{ème} millénaire, les indices perçus par la palynologie semblent plus significatifs et correspondent à l'apparition et à la diffusion de la culture du Cardial en France méridionale entre 6000 et 5000 cal. BC. Dans les enregistrements polliniques, cette phase se manifeste vers 5800 cal. BC dans le Jura (Richard et Ruffaldi 2004), entre 5800 et 5500 cal. BC dans les Pyrénées (Galop 2005) ou encore entre 5900 et 5400 cal. BC dans le Cantal (Surmely *et al.* 2009).

Malgré une certaine proximité entre l'Aubrac et le massif du Cantal, il nous est impossible de faire un constat similaire au regard de nos données polliniques. Les trois séquences de Born, Vergne Noire et des Trois Airelles présentent des indices d'anthropisation qui ne correspondent encore qu'à des occurrences ponctuelles très disparates qu'il est difficile de corréler avec un recul de certaines essences forestières (Figure 61, Figure 62, Figure 63).

En outre, ces données ne nous permettent pas, en toute objectivité, d'avancer l'hypothèse d'une occupation précoce sur le massif et de rejoindre les observations et tendances proposées dans le Cantal voisin ou encore dans les Pyrénées ou le Jura. Si l'impact des activités humaines est difficilement perceptible par la palynologie, cela ne traduit pas pour autant une absence d'activité. En effet, l'archéologie a révélé des sites d'extraction et des ateliers de taille de matières siliceuses sur le versant méridional du massif qui auraient fonctionné depuis l'Epipaléolithique jusqu'à la fin du Néolithique

(Servelle *et al.* 2006). Pour les périodes de fréquentation de cet atelier les plus anciennes, il est probable que les perturbations sur le milieu n'aient pas été suffisamment conséquentes ou soient restées trop localisées pour être détectées par la palynologie. Cependant, c'est à partir de 5100 - 5000 cal. BC, soit avec juste quelques siècles de retard par rapport au reste du massif central ou des Pyrénées, que l'on relève les premiers indices polliniques, certes ténus et discrets, d'une présence humaine dans l'Aubrac.

2.1.1 Les indices des premières occupations dans l'Aubrac au cours du Néolithique ancien (7100-6500 cal. BP/5100-4500 cal. BC

Les premières manifestations anthropiques sont encore, au Néolithique ancien, difficiles à percevoir en raison de la grande discrétion des indices polliniques. Il s'agit en l'occurrence de traces de déboisements modérées et de la présence de quelques apophytes tels que des oseilles (*Rumex, Rumex acetosa/acetosella)*, des plantains (*Plantago lanceolata, Plantago major/media*) ou encore des armoises qui caractérisent une faible rudéralisation . Ces derniers, que l'on retrouve sur les séquences de Born ou encore des Trois Airelles traduisent des occupations occasionnelles et localisées mais qui se diffusent de proche en proche sur l'ensemble du massif (Figure 63, Figure 62). Au cours de la seconde moitié du Néolithique ancien, les activités sont préférentiellement consacrées à l'élevage et se réalisent dans un contexte encore largement forestier. La courbe du signal incendie obtenue sur le site des Trois Airelles révèle toutefois une hausse qui précède de peu celle des indices d'anthropisation. Celle-ci semble traduire une recrudescence des feux de forêt dont l'origine reste difficile à déterminer. L'hypothèse d'essartages ou d'une ouverture par le feu de l'espace forestier n'est pas à exclure mais on peut tout aussi bien envisager des incendies d'origine naturelle qui auraient conduit à un clairiérage des forêts facilitant la fréquentation pastorale. Un décalage chronologique semble toutefois caractériser l'apparition des indices d'anthropisation entre les sites des Trois Airelles, le lac de Born et la tourbière de la Vergne Noire. Les marques d'activités de déboisement et d'élevage apparaissent simultanément sur la bordure sud du massif et au cœur de ce dernier (Figure 66) alors qu'ils sont légèrement plus tardifs en remontant vers le nord. Ces dynamiques suggèrent des modes de fréquentation à la fois localisés et ponctuels, peut-être saisonniers, mais aussi un probable déterminisme géographique lié au positionnement des sites à proximité des vallées, à l'instar de celui des Trois Airelles. La vallée du Lot a pu constituer une voie de progression vers l'intérieur du massif pour les populations néolithiques.

Ces données polliniques ne peuvent être directement corrélées à des témoignages archéologiques. En effet, les comparaisons pour cette période reposent sur la seule découverte d'un site d'extraction et de taille de silex (site de Brameloup, Servelle *et al*. 2006) et ne nous permet malheureusement pas de

créer un lien direct avec nos données. Il suggère néanmoins la présence d'activités multiples sur le massif et ses contreforts et souligne le dynamisme de la bordure sud occidentale de l'Aubrac.

Certaines régions du Massif Central attestent de pratiques agro-pastorales dès le début du Néolithique et outre les indices relevés dans le Cantal sur la tourbière de Peyre (Surmely *et al*. 2009), ces dynamiques semblent plutôt concerner la frange sud-ouest du massif (Haut Languedoc, Cévennes) et les secteurs de basse altitude comme au lac de Sarlième en Limagne qui culmine à 345 m.

Cette configuration n'est pas sans rappeler celle des Pyrénées où l'on retrouve entre 4800 et 4500 cal. BC la présence régulière de céréales accompagnées d'apophytes dans les sites de piémont sur le versant nord ainsi que des traces de déboisements et d'activités pastorales dans des secteurs de plus haute altitude, au dessus de 1500 mètres (Galop 1998, Galop 2005, Galop et Vaquer 2004). Dans les Alpes, les indices d'anthropisation deviennent plus significatifs à partir de 5200 cal. BC jusqu'à 4500 cal. BC environ (de Beaulieu 1977, Brugiapaglia 1996, Court-Picon 2007). Ces témoignages soulignent la progression des populations néolithiques.

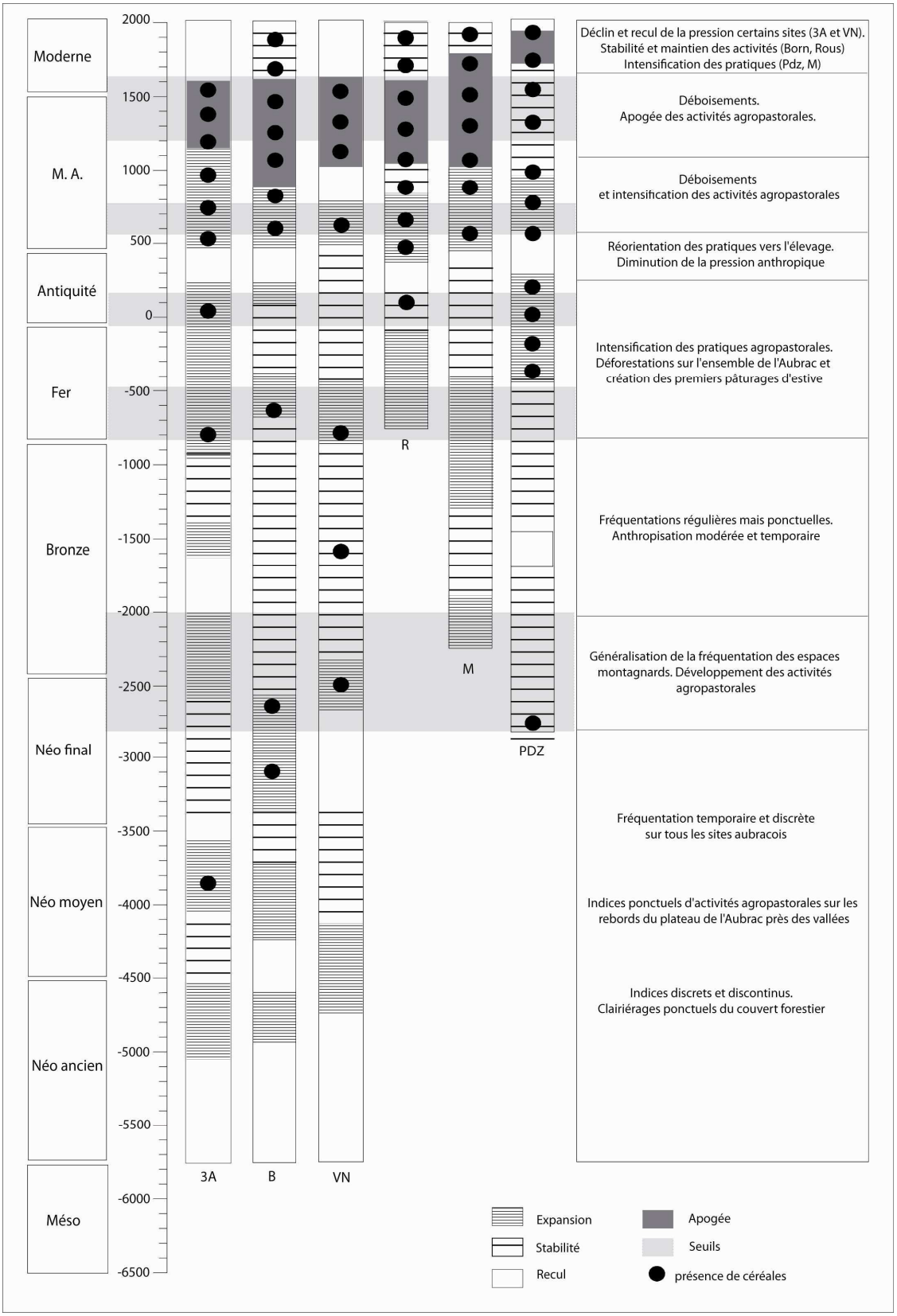


Figure 66 : Chronologie des dynamiques d'anthropisation dans le massif de l'Aubrac et du Lévezou

2.1.2 Affirmation de l'emprise agro-pastorale au Néolithique moyen (6500-5400 cal. BP/4500-3400 cal. BC)

La fin du V^{ème} millénaire marque une courte période de ralentissement des activités sur certains sites (Born et Trois Airelles). Après l'enregistrement régulier d'indices d'anthropisation durant le Néolithique ancien, les données polliniques indiquent un léger fléchissement des indices d'anthropisation (*Rumex, Plantago lanceolata, Plantago major/media,* Urticaceae) environ entre 4500 et 4000 cal. BC. Il ne s'agit pas d'un abandon total car certains indices (Chenopodiaceae, *Artemisia*) continuent d'être représentés dans les diagrammes (Born et Trois Airelles) mais la fréquentation de certaines zones semblent moins régulière ou de plus courte durée. On remarque d'ailleurs un maintien des indices plus évident sur le site des Trois Airelles où les activités de déboisements semblent perdurer malgré une baisse progressive de la courbe du signal incendie (Figure 62). De plus, ce ralentissement des activités ne s'applique pas à l'ensemble du massif et le site de la Vergne Noire témoigne à l'inverse d'une phase de hausse de la pression anthropique qui se caractérise par un recul des boisements et par la présence de *Plantago lanceolata, Galium,* Chenopodiaceae, *Artemisia*… Les résultats obtenus sur ce site viennent marquer un décalage dans le temps et ce n'est dans ce secteur du massif qu'à partir de 4500 cal. BC que se manifestent les premiers témoignages d'une activité, semble-il pastorale.

Loin d'être un cas particulier, la transition entre le Néolithique ancien et moyen semble se traduire dans l'Aubrac par des trajectoires d'anthropisation très différentes et par une grande variabilité spatiale des dynamiques. Une tendance au ralentissement des activités agro-pastorale est d'ailleurs également relevé dans le massif Jurassien où le début du Néolithique moyen correspond plutôt à une période de faible anthropisation (Richard 1995a, 1995b, Richard et Ruffaldi 2004).

Cette période qui correspond à une transition culturelle importante et notamment à l'émergence des sociétés chasséennes a pu entraîner des mutations et des recompositions plus ou moins conséquentes qui ont probablement impacté le rythme des déplacements (Crubézy *et al.* 2005). La découverte d'une progression arythmique marquée par des courtes phases de tassements puis d'expansion, notamment dans les zones de mutation culturelles (Guilaine 1994, 2003, Crubézy *et al.* 2005) peuvent trouver un écho à une échelle bien plus restreinte de l'ordre du micro-régional sur les circuits mais aussi sur les modes de fréquentation des espaces de montagne et de moyenne montagne.

A partir de 4200 – 4100 cal. BC, durant la seconde partie du Néolithique moyen, les activités agro-pastorales redémarrent sur le site de Born et sur celui des Trois Airelles où l'on voit apparaître à 3844 cal. BC les premières céréales. Ces deux séquences révèlent une hausse de tous les indices d'anthropisation (plantains, oseilles, orties, armoises, chénopodes…) ainsi qu'une exploitation probable du couvert forestier. Les défrichements ne sont pas pour autant massifs et aucun retrait général des pollens arboréens n'est constaté. Sur le site de la Vergne Noire, la pression anthropique

diminue légèrement et se stabilise au cours de cette période suite à la dynamique d'expansion notée à peine quelques siècles plus tôt (Figure 66).

Cette vague d'expansion notable au début du V^{ème} millénaire et qui se prolonge jusque vers 3700 – 3600 cal. BC, correspond au développement de la culture chasséenne, dont l'origine méditerranéenne s'est rapidement diffusée dans le Rouergue, dans les vallées et les Causses (Gruat 2007). La découverte des premiers grains de céréales sur le site des Trois Airelles en bordure sud-occidentale du plateau n'est pas surprenante et souligne l'importance des influences méridionales qui se diffusent dans l'Aubrac à partir de la vallée du Lot. Ces données palynologiques renforcent également l'hypothèse des variabilités territoriales et du rôle stratégique des sites « de marge », à la fois en contact avec les vallées et versants mais aussi avec les zones sommitales du plateau. Il est à ce point intéressant de constater que dans l'Aubrac, les dynamiques d'anthropisation sont relativement simultanées entre les sites des Trois Airelles et celui de Born alors que ces dernières apparaissent plus tardivement sur le site de la Vergne Noire. L'idée d'une progression vers l'intérieur du massif à partir des zones méridionales de la vallée du Lot, en remontant par les boraldes nous apparaît évidente, mais sans doute simpliste. Les indices polliniques très discrets et le manque de données archéologiques pour ces périodes nous conduisent néanmoins à la plus grande prudence dans ces interprétations.

Le Néolithique moyen correspond également à une expansion des dynamiques agro-pastorales dans l'ensemble du Massif Central où les indices de culture et d'élevage sont perceptibles tant dans le nord que dans le sud. Cette période marque une rupture considérable dans la diffusion des pratiques et contrastent avec la faiblesse des indices pour le Néolithiques ancien. La carte (Figure 67) réalisée à partir des indices polliniques d'anthropisation collectés au cours des nombreuses recherches dans le Massif Central fait état de cette période d'expansion mais elle est toutefois tributaire de la qualité et du démarrage des enregistrements qui ne couvrent parfois pas les périodes les plus anciennes ainsi que d'un manque, voire d'une absence de datations sur certaines séquences. Ces remarques sont en particulier valables pour les tourbières du sud du massif (Montagne Noire, Haut Languedoc, Lévezou, Monts de Lacaune…) qui ont été des régions fréquentées au cours de ces périodes et dont les témoignages sont encore difficiles à appréhender pour toutes ces raisons. On retrouve ces mêmes pulsations dans la majorité des séquences palynologiques du sud-ouest de la France comme dans les Pyrénées ou encore dans les Landes. Dans la montagne Pyrénéenne, le développement des activités agricoles paraît plus développé dans les zones de piémonts alors que les secteurs d'altitude sont plutôt caractérisés par des activités d'élevage et des déboisements retreints (Galop 1998, 2000, 2005), à l'image de l'Aubrac. Des dynamiques semblables sont également observées plus à l'ouest dans le massif des Landes où le Néolithique moyen, vers 4000 cal. BC, correspond également à une expansion agro-pastorale et à une intensification des pratiques dans la région (Faure et Galop 2011). Ces dynamiques d'expansion s'inscrivent dans un processus global et sont également attestées dans le Jura

et les Alpes françaises (Vorren *et al.* 1993, Richard 2001, de Beaulieu et Goeury 2004 Court-Picon 2007), dans les Alpes Italiennes et les Préalpes (Drescher-Schneider 1990, Brochier *et al.* 1999).

A partir de 3700 – 3600 cal. BC un affaissement des activités vient freiner la dynamique d'expansion amorcée quelques siècles plus tôt. En effet, jusqu'à 3400 – 3300 cal. BC, on relève une baisse des indicateurs d'anthropisation, en particulier sur le site des Trois Airelles qui affiche un recul assez net des apophytes (*Rumex, Plantago, Plantago lanceolata,* Chenopodiaceae) ainsi que dans l'enregistrement de Born. Dans ces deux séquences, c'est autour de 3500 cal. BC que les valeurs des indices polliniques d'anthropisation sont les plus basses. Le site de la Vergne Noire quant à lui présente un recul similaire, mais il ne se manifeste que très progressivement et n'atteint son minima qu'au cours de la première moitié du Néolithique final.

Le Néolithique moyen n'apparaît donc pas comme une phase uniforme d'accentuation de la pression humaine sur le milieu. Cette période, comme au Néolithique ancien, démontre des variations au sein d'une même région et souligne la grande mobilité des occupations et des pratiques. Enfin, ces résultats renvoient encore aux synthèses réalisées dans les Pyrénées où des dynamiques similaires d'augmentation de la pression puis de recul vers 3500 cal. BC ont été observées (Galop 2005).

2.1.3 Ancrage des dynamiques d'emprise du Néolithique final au début de l'âge du Bronze (5400-4000 cal. BP/3400-2000 cal. BC)

A partir de la fin du IV^{ème} millénaire, l'ouverture des forêts et les pratiques agro-pastorales s'intensifient et se diffusent dans les monts d'Aubrac. Les premières céréales apparaissent sur le site de Born à 3100 cal. BC tandis que celui des Trois Airelles n'enregistre que des indices d'activités pastorales et de déboisements très modérés. Les résultats obtenus sur la Vergne Noire indiquent quant à eux un décalage, comme au cours des époques antérieures, et l'accroissement de la pression sur l'environnement végétal ne s'opère qu'à la fin du Néolithique final, vers 2600 cal. BC et se poursuit jusque vers 2200 cal. BC. Cette dynamique d'expansion est également perceptible dans le Lévezou où la séquence de la Plaine des Rauzes atteste de la présence de grains de pollen de céréale dès les premiers niveaux de l'enregistrement. Ces résultats indiquent une période de hausse de l'anthropisation mais ils traduisent également le maintien d'un mode d'occupation sans doute itinérant et une grande mobilité des pratiques. Ce n'est qu'à la fin du Néolithique et jusqu'au début de l'âge du Bronze, que la majorité des indices convergent sur toutes les séquences pour donner l'image d'une expansion homogène. Cette période de dynamisme concerne aussi bien l'Aubrac que le Lévezou et l'on relève à la base de la séquence de Mauriac, vers 2100 cal. BC, des indices d'anthropisation (oseilles, orties, plantains, armoise) ainsi que des ascospores de champignons coprophiles (*Sporormiella* HdV-113). D'un point de vue archéologique, les dernières étapes du Néolithique jusque

vers 2200 cal. BC correspondent à une période d'activité importante sur les versants méridionaux du massif de l'Aubrac. Il s'agit de l'occupation du site de Brameloup, site d'extraction et d'exploitation de matières siliceuses ainsi que de celui de Castelviel qui correspond à un site d'habitat où ont été retrouvé des haches polies réalisées en cinérite siliceuse exploitée dans la région de Réquista (Servelle *et al.* 2006). Il est difficile d'établir une connexion directe entre ces découvertes et la diffusion des pratiques agro-pastorales, toutefois, elles contribuent à souligner le dynamisme de cette région intégrée très tôt dans les réseaux d'échange à longue distance. Cette période correspond également à une évolution culturelle importante, soit la succession de la culture chasséenne à celle du groupe des Treilles dont les influences inondent tout le sud du Massif Central jusque vers 2200 – 2100 cal. BC (Gruat 2007). Outre le développement de la métallurgie du cuivre, du développement d'un art funéraire et religieux (dolmens, statues-menhirs…), cette période est caractérisée par une hausse démographique importante (Gruat 2007). Les régions des Causes, des Grands Causses apparaissent comme densément peuplées et la découverte de meules, de broyons et de faucilles en silex près des berges du lac de Pareloup dans le Lévezou indiquent que cette région ne fait pas exception à cette vague de peuplement et que l'agriculture y était pratiquée (Gruat 2007), ainsi qu'en attestent nos données polliniques.

Cette expansion s'intègre dans un mouvement reconnu à l'échelle Européenne (Guilaine 1994) et correspond sur l'ensemble des données palynologiques, que ce soit dans le Massif Central (Miras 2004, Pulido 2006, Argant et Cubizolle 2005), dans les Pyrénées (Galop 1998, 2001, 2005), dans les Landes (Faure et Galop 2011), le Jura (Gauthier 2001, Richard 1995), le Morvan (Jouffroy Bapicot) ou encore dans les Alpes (Court-Picon 2007) à une période d'accentuation des déboisements et de rupture dans l'économie agricole qui se traduit par une exploitation plus accrue des espaces montagnards.

Si nos données obtenues dans l'Aubrac et dans le Lévezou enregistrent les grandes variations caractéristiques des vagues de diffusion des pratiques à large échelle, en montagne comme en plaine, le fait majeur réside dans la perception d'un accroissement non linéaire dans le temps et dans l'espace. Au cours du Néolithique, des phases d'emprise et de déprises sont enregistrées mais si les indices sont bien marqués sur certains sites, ils peuvent être faiblement représentés dans d'autres, voir absents. Par ailleurs, il faut souligner la grande discrétion des marqueurs polliniques qui révèlent une transformation minime du paysage végétal. Ces informations suggèrent l'exploitation de territoires très retreints probablement sur de courtes périodes intégrant des déplacements saisonniers. La localisation des sites semble jouer un rôle fondamental et la comparaison des résultats obtenus sur les sites des Trois Airelles, de Born et de la Vergne Noire souligne cette variabilité territoriale. Alors que l'on se rapproche des vallées et des influences méridionales, l'impact se fait plus précoce et plus marqué, puis

la diffusion s'opère vers l'intérieur du plateau selon une trajectoire qui relie la vallée du Lot aux confins du massif. La portion nord ouest renseignée par le site de la Vergne Noire témoigne en revanche d'un retard accusé et d'un décalage dans toutes les phases d'expansion. Peut-être ce secteur était-il isolé des voies de pénétration dans les monts d'Aubrac et est-il resté en marge des vagues de diffusion des pratiques et des échanges ?

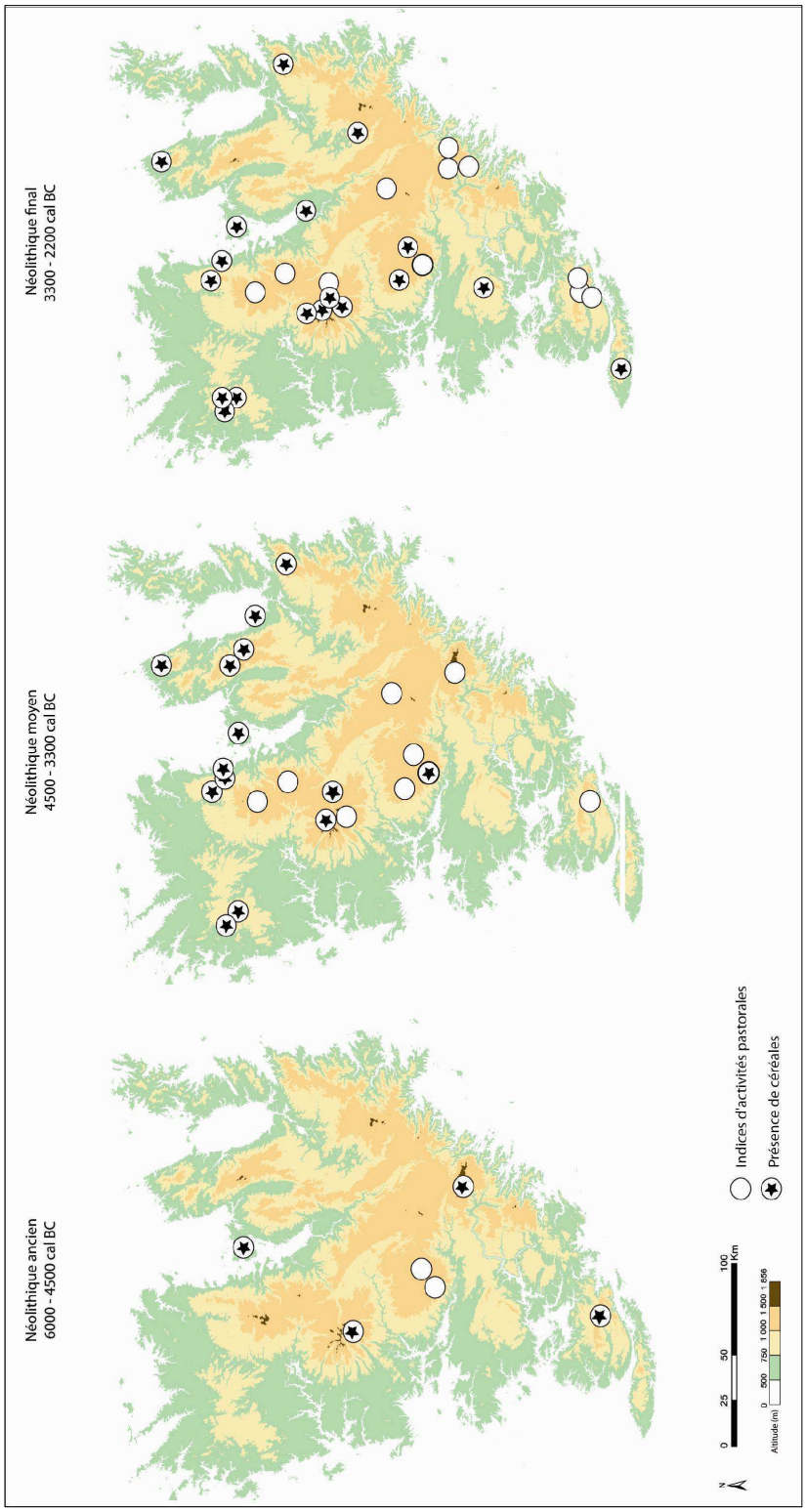


Figure 67 : Diffusion des indices palynologiques d'activités agro-pastorales durant le Néolithique

2.1.4 Hêtre, hommes et climat

Bien que quelques influences humaines sur le paysage soient reconnues dès le Néolithique ancien, le lien entre le développement des hêtraies et les dynamiques d'anthropisation reste délicat à démontrer. Selon Iversen (1973), le hêtre est une essence héliophile dont le développement, dans un contexte forestier très dense, suppose une transformation du milieu végétal, quelle soit d'origine naturelle ou anthropique. Plusieurs auteurs ont alors émis l'hypothèse d'un déterminant anthropique dans son processus de diffusion et d'expansion (Jalut 1974, Odgaard 1994, Küster 1997, 1999, Bolte *et al.* 2007, Pèlachs *et al.* 2009), mais la part de l'influence humaine et du climat dans le développement de hêtre a toutefois suscité débats et controverses (Björkman et Bradshaw1999, Gardner et Willis 1999, Delhon et Thiebault 2005, Magri *et al.* 2006, Tinner et Lotter 2006, Giesecke *et al.* 2007, Lindbladh *et al.* 2008, Veleschi *et al.* 2008). De ces différentes recherches ressort le constat d'une influence mutuelle et combinée des facteurs climatiques et anthropiques. En effet, l'influence de températures plus fraîches et plus humides aurait joué un rôle prépondérant dans la diffusion de cette essence et son expansion aurait été par la suite grandement favorisée par les déboisements et les activités agro-pastorales néolithiques.

Dans l'Aubrac, les toutes premières incursions du hêtre dans les boisements se réalisent très tôt, sur le site de la Vergne Noire, entre 7900 et 7500 cal. BP (5900 – 5500 cal. BC) alors que la part des activités humaines est quasi inexistante (Figure 68). Cet évènement reste très ponctuel et localisé mais à partir de 6500 – 6000 cal. BP (4500 – 4000 cal. BC), au cours du Néolithique moyen, le hêtre apparaît sur toutes les séquences (Born, Vergne Noire et Trois Airelles) et amorce une expansion progressive qui se prolonge jusque vers 5200 cal. BP (3200 cal. BC), au début du Néolithique final. Dans ce contexte d'expansion des hêtraies, les indices d'anthropisation sont bien présents et le Néolithique moyen marque une période d'accentuation de la pression anthropique. Par ailleurs, le signal incendie étudié sur le site des Trois Airelles nous renseigne sur une activité importante des feux qui décline progressivement jusqu'à 6500 cal. BP environ (4500 cal. BC) juste avant l'apparition des occurrences de *Fagus*. Il est fort probable que des ouvertures anthropiques ou d'origine naturelle aient, pour une part, conditionné le développement de cette essence. D'autre part, on remarque que les périodes comprises entre 6350 et 5900 cal. BP (4350 – 3900 cal. BC) et entre 5650 et 5200 cal. BP (3650 – 3200 cal. BC) correspondent à des phases de péjoration climatique caractérisée par des périodes froides et humides (Haas *et al.* 1998), une hausse des niveaux lacustres (Magny 2004) mais aussi à des avancées glaciaires dans les Alpes suisses et autrichiennes (Zoller 1977, Haas *et al.* 1998). Or, dans l'Aubrac, ces périodes sont marquées par l'apparition et la diffusion du hêtre pour la première puis son expansion pour la seconde. Si au cours de la première phase (4350 – 3900 cal. BC) on observe une hausse modérée des activités humaines, la seconde (3650 – 3200 cal. BC) en revanche indique une stabilité voir un recul des dynamiques sur les séquences des Trois Airelles et de la Vergne

Noire. Ces résultats ne nous permettent pas de soutenir solidement l'hypothèse des influences anthropiques dans le processus d'expansion du hêtre à la fin du Néolithique moyen et au début du Néolithique final.

A l'observation de tous ces éléments de comparaison, nos résultats suggèrent que le développement du hêtre semble avoir été grandement conditionné par des facteurs d'origine naturelle (climatiques) alors que l'influence des activités humaines semble avoir été secondaire comme l'ont également proposé Tinner et Lotter (2006). Les faibles proportions des indices d'anthropisation et la variabilité des pratiques dans le temps et dans l'espace ne peuvent à elles seules être responsables de l'expansion de cette essence dans l'Aubrac.

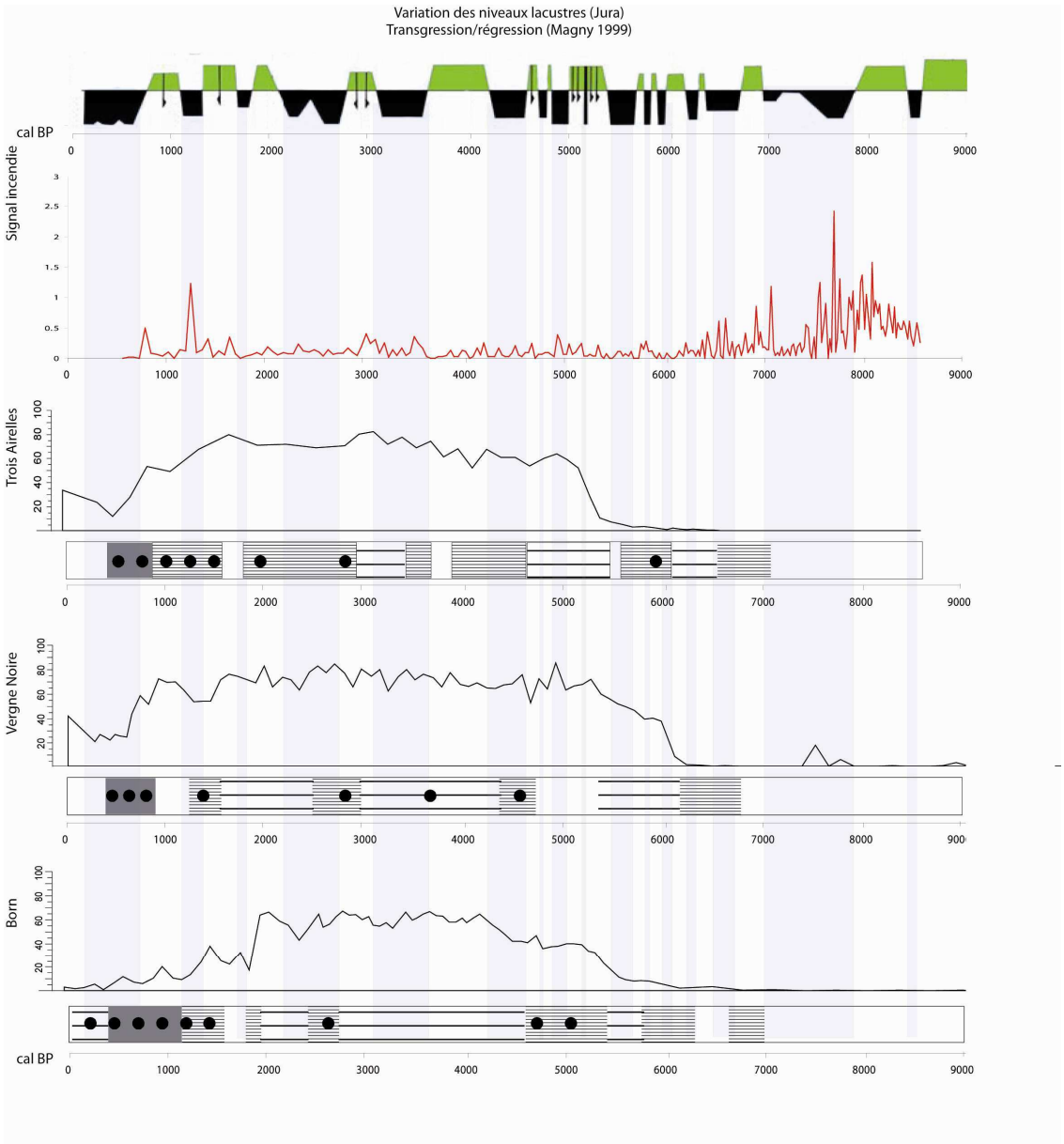


Figure 68 : Diffusion et expansion de Fagus. Mise en confrontation avec les dynamiques d'anthropisation et les variations des niveaux lacustres

2.2. Discrétion des pratiques et instabilités de la fin du Bronze ancien à la fin du Bronze final/ début de l'âge du Fer

2.2.1 Equilibres, ruptures et variabilités territoriales de 2000 cal. BC à 900-800 cal. BC

Faisant suite à cette phase d'expansion généralisée à la transition Néolithique final/début de l'âge du Bronze, l'Aubrac et le Lévezou marquent des dynamiques d'anthropisation contradictoires. Sans qu'il n'y ait de rupture brutale, les indices polliniques d'anthropisation régressent progressivement à partir de la fin du Bronze ancien sur plusieurs sites (Verge Noire, Born, Trois Airelles, Mauriac) et on relève également une hausse modérée de *Fagus* aux Trois Airelles (Figure 62). Loin d'être uniforme dans le temps et dans l'espace, cette période de déclin se manifeste différemment tant à l'échelle régionale que micro-régionale (d'un massif à l'autre et au sein d'un même massif, d'un site à l'autre) et doit également être nuancée. Sur la bordure méridionale et nord occidentale du plateau de l'Aubrac, aux Trois Airelles et à la Vergne Noire, une courte phase de hausse de la fréquentation est enregistrée vers 1600 cal. BC jusqu'aux environs de 1400 cal. BC. Cette dernière est caractérisée par la présence de grains de céréales à la Vergne Noire, une hausse des apophytes (chénopodes, plantain lancéolé, armoises, orties, trèfle), une légère hausse des poacées et un recul timide des taxons arboréens. Ces indices témoignent d'un développement ponctuel des pratiques agro-pastorales qui se réalise préférentiellement sur la frange occidentale du massif à proximité des versants et vallées (site des Trois Airelles). Suite à cet évènement ponctuel les dynamiques diminuent légèrement et se maintiennent au travers d'une pression très modérée sur le paysage végétal tout au long du Bronze final, sur la séquence de la Vergne Noire, des Trois Airelles mais aussi de Born (Figure 66). A partir de 1300 cal. BC environ, la tourbière de la Source du Roc (Servelle et Galop 2006) révèle également la présence de céréales et d'indices d'anthropisation dans un contexte encore largement forestier et corrobore l'hypothèse d'une grande variabilité territoriale et temporelle dans l'Aubrac. Le Lévezou quant à lui, connaît entre 1600 et 1400 cal. BC une phase de transition et de perturbation importante du milieu. Il s'agit notamment d'une évolution des cortèges forestiers que l'on perçoit à Mauriac et qui se traduit par la chute du bouleau, du chêne et du tilleul au profit de l'extension des hêtraies. Sur cette même séquence, on observe une très légère diminution des indices polliniques d'anthropisation ainsi que des ascospores de champignons coprophiles qui se poursuit jusqu'à la fin de l'âge du Bronze. Le site de la Plaine des Rauzes témoigne d'une tendance similaire et cette période est marquée par un hiatus qui correspond très probablement à un décapage érosif suite à une phase hydrologique importante et au débordement du ruisseau des Pradines. L'ensemble des résultats obtenus sur l'Aubrac et sur le Lévezou offre une vision très hétérogène dans les dynamiques d'anthropisation qui caractérisent le Bronze moyen et final. D'un point de vue archéologique, la période de l'âge du Bronze est caractérisée par une diminution des sites qui commence dès le Bronze ancien mais cette période

reste fort mal connue. Il est de plus difficile de corréler les informations archéologiques avec nos données polliniques car nos résultats obtenus sur les sites de la Vergne Noire et des Trois Airelles vont à l'encontre de cette tendance. Quelques études sur les mines et la métallurgie en Rouergue (Gruat 2003) ont montré le dynamisme et la position centrale des Grands Causses dans les courants d'échange à l'âge du Bronze. Outre le fait de posséder des ressources en cuivre et en étain, de nombreux objets en bronze ont été découverts et semblent être, pour la plupart, produits localement (Thauvin-Boulestin 2003). Il s'agit pour autant de petits sites pour lesquels les traces d'exploitation sont difficiles à mettre en évidence (Thauvin-Boulestin 2003). Des traces d'étain ont également été retrouvées sur les marges de l'Aubrac (Viadène), le Lévezou ou encore le sud de la Montagne Noire mais il est très délicat d'établir un lien direct avec nos données polliniques. En revanche, ces informations nous permettent d'envisager l'hypothèse d'une spécialisation territoriale des formes d'exploitation en fonction des ressources locales et peut-être en lien avec la paléométallurgie comme il a également été suggéré dans d'autres études (Galop *et al.* 2001, Jouffroy *et al.* 2007). Si certains secteurs ont peut-être essentiellement été voués à la production et au travail du métal, d'autres, comme les versants et les rebords du plateau de l'Aubrac ont peut-être constitué des zones privilégiées pour l'élevage et la production de céréales. Comme le suggèrent nos données polliniques obtenues sur le site des Trois Airelles et de la Vergne Noire qui semblent être les zones les plus actives au cours du Bronze moyen, les trajectoires ne semblent pas linéaires et supposent des modes d'occupation temporaires, peut-être saisonniers. En revanche, ces sites, ouverts sur la Viadène pour celui de la Vergne Noire et sur le versant méridional et la vallée pour celui des Trois Airelles semblent refléter dans une certaine mesure le dynamisme des zones de production et d'échange (la vallée du Lot, les Causses et les Grands Causses).

Certaines régions du Massif Central donnent également une image très contrastée de cette période, que ce soit dans le Limousin ou le Bronze moyen est plutôt considéré comme une période de recul des activités (Miras 2004) et les Cévennes où, à l'inverse, les indices d'anthropisation traduisent une hausse de la pression agro-pastorale (Pulido 2006). Dans le Cantal, Surmely *et al.* (2009) mettent en évidence sur la tourbière de Peyre, sur la bordure sud du massif, une hausse de la pression agro-pastorale caractérisée par la présence de céréales, d'apophytes et d'une forte hausse des micro-charbons entre 1950 et 1550 cal. BC et dont l'apogée se situe entre 1700 et 1550 cal. BC. Suite à cet épisode les indices d'anthropisation se font plus rares à l'instar des résultats obtenus sur les Trois Airelles et le Vergne Noire. Ces convergences et divergences d'une région à l'autre suggèrent à la fois une grande complexité des rythmes et modalités de la fréquentation de ces moyennes montagnes ainsi que l'existence probable d'une forte variabilité probablement liée à une spécialisation territoriale des pratiques que ce soit dans l'Aubrac et le Lévezou mais certainement aussi dans le reste du Massif

Central. Cette hypothèse est également suggérée, dans les Pyrénées où Galop *et al.* (2007) et Carozza et Galop (2008) mettent en évidence une rupture des dynamiques d'anthropisation au cours du Bronze Moyen caractérisée par une variabilité et une spécialisation territoriale des modes d'occupation et des pratiques. Elle se traduit notamment vers 1500 cal. BC par un ralentissement des pratiques agro-pastorales en montagne et une réorientation vers l'élevage dans les zones de basse altitude (Carozza et Galop 2008). Si les modalités sont différentes par rapport aux résultats obtenus dans l'Aubrac et le Lévezou, les données polliniques traduisent pour le Bronze moyen une rupture qui correspond à des mutations importantes qui contredisent parfois l'image d'un déclin généralisé livré par l'archéologie. Cette période de grande instabilité et de rupture trouve son origine à la fois dans un contexte de transition culturelle importante mais aussi de perturbations et de variations climatiques.

2.2.2 Rôle du forçage climatique, mutations socio-environnementales et mobilités des pratiques au Bronze moyen

Le Bronze moyen marque une période de rupture des équilibres environnementaux. En effet, entre 1520-1200 et 1050 cal. BC, une phase de péjoration climatique est enregistrée en Europe centrale et septentrionale (Magny 2004, Tinner *et al.* 2003, Berglund 2003, Magny *et al.* 2007). Cet évènement se manifeste par un refroidissement du climat, une fréquence accrue d'étés plus frais et plus humides que l'on observe au travers de la hausse des niveaux lacustres (Magny 2004, Magny *et al.* 2007) mais aussi par l'avancée des glaciers et la baisse de la limite supérieure de la forêt dans les Alpes suisses et autrichiennes (Patzelt 1977, Zoller 1977, Haas *et al.* 1998).

On peut s'interroger sur la part de ces variations climatiques dans les processus d'anthropisation qui rythment la période du Bronze moyen dans l'Aubrac et le Lévezou. Les sites de Mauriac et surtout de la Plaine des Rauzes semblent plus nettement refléter les oscillations du climat. On observe à la fois à Mauriac une augmentation des cyperacées et de l'aulne qui signalent une hausse de l'humidité, et sur la Plaine des Rauzes, la présence d'une passée détritique qui perturbe l'enregistrement. Cet élément pourrait être la conséquence d'épisodes de crues du ruisseau traversant le site. Malheureusement il est difficile d'établir des conclusions à partir de ces deux seuls sites et si les informations recueillies semblent traduire cet épisode climatique, les informations sur l'anthropisation ne présentent pas de rupture majeure. Les indices polliniques sont discrets mais attestent d'une fréquentation régulière et d'activités pastorales très modérées (Figure 65). La comparaison avec les données climatiques et palynologiques dans l'Aubrac suggère plutôt une adaptation et un affranchissement des sociétés face à la baisse des températures et à la hausse de l'humidité. Toutefois, ces conditions peuvent en partie expliquer la brièveté des phases d'occupation qui traduit une grande mobilité et que l'on perçoit d'un site à l'autre au travers de l'alternance - hausse de la pression – recul – stabilité. De plus, l'Aubrac comme le Lévezou semblent être des régions préférentiellement consacrées à l'élevage et même si l'on relève une occurrence de céréale à la Vergne Noire, le pastoralisme est probablement l'activité

principale. Partant de ce constat, soit i) les pratiques pastorales conduites temporairement (saisonnières) ont été moins tributaires des variations climatiques et ont pu se maintenir, soit ii) c'est à l'inverse la détérioration du climat qui a conduit l'activité économique à se tourner préférentiellement vers l'élevage. Au vu de la faiblesse des indices d'anthropisation relevés au cours du Bronze ancien, et surtout de l'absence de traces de céréales, la première hypothèse nous apparaît difficile à soutenir, la seconde en revanche nous apparaît plus séduisante. Le développement des pratiques pastorales au cours du Bronze moyen est un phénomène perçu à plus large échelle dans les Pyrénées à basse et moyenne altitude (Galop *et al.* 2007) ainsi que dans les Alpes suisses (Daples *et al.* 2002), en Ecosse et en Scandinavie (Berglund 2003).

En ce qui concerne la sphère culturelle, le Massif Central connaît au Bronze moyen une réorientation des réseaux d'échanges avec un basculement vers les régions méridionales, en particulier celle des Grands Causses (Carozza et Bouby 2006, Carozza et Galop 2008). Ce basculement fait de l'Aubrac et du Lévezou des régions au cœur des réseaux d'échange qui ont pu constituer des voies de diffusion, notamment pour l'Aubrac, avec le reste du Massif Central. De plus, ces évolutions socio-économiques ont probablement conduit à une mutation des pratiques agro-pastorales en lien avec une pression plus forte sur le milieu et l'intensification de l'exploitation des ressources (notamment des ressources minérales).

Cette hypothèse proposée pour les Pyrénées (Galop *et al.* 2007) ainsi que celle du dynamisme des zones de petites et moyennes montagnes au cours du Bronze moyen, sont également à envisager dans l'Aubrac, le Lévezou mais aussi le Cantal (Surmely *et al.* 2009) et les Cévennes (Pulido 2006).

Si l'on observe des grandes tendances communes, la comparaison d'une région à l'autre se heurte à plusieurs paramètres locaux tels que la qualité et l'abondance des enregistrements paléoenvironnementaux ou encore la richesse des données archéologiques. De plus, les transformations induites par les sociétés sur le paysage végétal sont encore très minimes, en particulier dans l'Aubrac et traduisent une grande variabilité territoriale ainsi que des dynamiques locales. Ces dernières se retrouvent au carrefour entre mutations culturelles et oscillations du climat et ne sont pas guidées par l'une plus que l'autre mais semblent résulter de toutes ces influences combinées.

2.3. Modification des dynamiques d'occupation de l'âge du Fer à la fin de l'Antiquité

Au cours de ces quelques siècles qui couvrent l'ensemble de l'âge du Fer et une partie de l'Antiquité, les dynamiques d'anthropisation nous apparaissent comme aux époques précédentes, plutôt discontinues et hétérogènes. Les données polliniques obtenues dans l'Aubrac et dans le Lévezou mettent en évidence trois étapes distinctes d'emprise et de recul entre le début de l'âge du Fer et la fin de l'Antiquité. La première se situe chronologiquement entre 800 et 500 cal. BC et correspond à une

phase d'emprise, la seconde, correspond à une période de ralentissement puis de stabilité des activités que l'on peut identifier entre 500 cal. BC et 100 cal. AD et qui se prolonge sans réelle rupture avec une légère emprise jusque vers 200 – 250 cal. AD. Enfin nos résultats mettent en évidence à la fin de l'Antiquité une période de recul très bref qui intervient entre 250 et 450 cal. AD environ.

2.3.1 Le premier âge du Fer : déboisements et développement des acitivités agro-pastorales (2800-2500 cal. BP/800 cal.BC-500 cal. AD)

A partir de 800 – 700 cal. BC, la plupart des séquences de l'Aubrac et du Lévezou témoignent d'une hausse des indicateurs agro-pastoraux ainsi qu'un recul des formations forestières et notamment de la hêtraie. Aux Trois Airelles comme à la Vergne Noire, à Born et à Roustières, la diminution des pourcentages de *Fagus* succède à une hausse du signal incendie (aux Trois Airelles, Figure 62) et concorde avec l'augmentation des apophytes (chenopodes, orties, oseilles, plantains, armoises…) et la présence de céréales, excepté à Roustières (Figure 64). Ces indices traduisent une extension sans précédent des déboisements sur le massif de l'Aubrac au profit de la mise en culture des terres et du développement du pastoralisme. Dans le Lévezou, la création de nouvelles ouvertures est moins significative car la densité des boisements y est moindre. On relève néanmoins une légère réduction du hêtre sur l'enregistrement de Mauriac ainsi qu'une hausse modérée des indices d'anthropisation (*Plantago lanceolata*, Chenopodiaceae) et des ascospores de champignons coprophiles tels qu'*Apiosordaria verruculosa* (HdV-169) ou encore des Sordariaceae (HdV-55 A et B). Si la présence de céréales n'est pas enregistrée dans le Lévezou au début de l'âge du Fer, il semble néanmoins que les activités pastorales se développent comme dans l'Aubrac. Cette phase d'emprise apparaît pour la première fois indistinctement dans un massif comme dans l'autre et d'un site à l'autre.

Les premiers témoignages polliniques significatifs de déboisements de la hêtraie dans l'Aubrac sont également relevés dès le premier âge du Fer sur les séquences de Brameloup, Baraque Domengue, Bonnecombe 2 ou encore les Moussous où ils sont accompagnés d'indices d'anthropisation (céréales, plantain lancéolé) (de Beaulieu *et al*. 1985). Dans les études réalisées plus récemment sur la tourbière de la Source du Roc (Servelle et Galop 2006), seules les valeurs de *Quercus* diminuent sensiblement alors que la hêtraie ne semble pas manifester de recul particulier. La présence très discrète des apophytes et des céréales traduit néanmoins le maintien d'une fréquentation aux abords du site (Servelle et Galop 2006). Si l'intensité de la pression agro-pastorale varie d'un enregistrement à l'autre, l'ensemble des données témoigne d'un dynamisme certain qui se maintient jusqu'aux environs de 500 – 400 cal. BC et semble caractériser des modes d'occupation plus pérennes. Cette tendance est également observée dans d'autres zones du Massif Central, notamment dans le sud, les Cévennes et le Haut Languedoc (Pulido 2006) mais aussi dans le Forez et les Monts de la Madeleine (Argant et

Cubizolle 2005), en Limagne (Argant et López-Sáez 2004). En revanche l'augmentation de la pression anthropique est moins évidente au cours du premier Age du Fer dans les analyses polliniques du Cantal (Surmely *et al*. 2009) pourtant voisin de l'Aubrac ou plus au nord dans le Limousin (Allée *et al.* 1997, Miras 2004).

Si les données archéologiques sont très lacunaires dans nos régions d'étude, le début de l'âge du Fer coïncide en Rouergue avec l'émergence des sites d'habitats fortifiés de hauteur (Puech de Mus à Sainte-Eulalie de Cernon, butte de Séverac-le-Château ou encore enceinte du sommet du Mont Seigne dans le Lévezou) (Gruat 2007) ainsi que le développement des sépultures sous tumulus très nombreux dans les Causses (Gruat 2007). Ces données traduisent l'importance de la transition culturelle et de l'évolution socio-économique pour cette période, que l'on retrouve bien marquée dans les rapports entretenus entre les sociétés et leur environnement. La découverte de produits d'importation d'origine méditerranéenne traduit également le dynamisme socio-économique de ces sociétés et les liens étroits entretenus avec la sphère méridionale. Ces objets de prestiges ont été pour la plupart découverts sur des sites positionnés sur la voie commerciale reliant Agde au Massif Central, en passant par Millau (oppidum du Puech de Mus), la haute vallée de l'Aveyron (butte de Séverac-le-Château), jusqu'en Limagne (Gruat 2007, Milcent et Mennessier-Jouannet 2007). Le positionnement de l'Aubrac au cœur de cette voie commerciale pourrait lui conférer dans un contexte de développement accru des réseaux d'échanges, un intérêt stratégique en tant que relais entre les vallées méridionales et les montagnes du Massif Central.

2.3.2 De 500 cal. BC à 250 cal. AD, ralentissement et stabilité des pratiques

Les indices d'anthropisation pour cette période sont légèrement moins nombreux qu'auparavant mais on observe quelques variations selon les sites. Dans l'Aubrac, la pression semble se maintenir sur les sites des Trois Airelles et de Roustières alors qu'à Born et à la Vergne Noire on note un léger fléchissement des activités. Les céréales disparaissent sur l'ensemble des séquences et témoignent d'une réorientation préférentielle vers l'élevage. Ces données rejoignent les résultats proposés pour le site de la Source du Roc (Servelle et Galop 2006) qui livre le témoignage d'une phase d'occupation stable et modérée au cours de laquelle les activités pastorales se maintiennent sans pour autant induire un nouveau recul de la hêtraie. Dans le Lévezou, les dynamiques sont assez hétérogènes et si le site de Mauriac indique un ralentissement et une stabilisation des activités, le Plaine des Rauzes à l'inverse marque une hausse des apophytes et des céréales caractérisant une intensification des pratiques agro-pastorales.

Ces tendances se maintiennent jusqu'au début de notre ère, période à partir de laquelle on note une légère augmentation des activités, en particulier dans l'Aubrac, aux Trois Airelles, à Born et à Roustières (Figure 66).

Les données archéologiques rouergates corroborent en partie ces résultats : elles indiquent à partir de 400 cal. BC, un recul du peuplement qui culmine entre 300 et 200 cal. BC et qui se manifeste au travers de la désertion des sites fortifiés et de la disparition des tumulus (Gruat 2007). Nos résultats polliniques tendent toutefois à pondérer cette tendance car si les indices d'anthropisation sont moins importants, ils restent présents au cours de cette période et attestent d'un maintien des activités pastorales. L'hypothèse d'un exode rural vers les agglomérations émergentes de Béziers, Agde, Lattes ou Nîmes, suggérée par les archéologues nous semble à relativiser. Cette phase de déprise est pourtant attestée dans d'autres régions du Massif Central comme en Limagne où les fouilles archéologiques de Milcent et Mennessier-Jouannet (2007) présentent des résultats semblables à ceux de Gruat (2007) pour lesquels le début du second âge du Fer est marqué par un abandon des établissements de hauteur ainsi que des tumulus et d'un net ralentissement des échanges avec la méditerranée. En revanche, la majorité des analyses palynologiques du Massif Central, y compris en Limagne (Argant et López-Sáez 2004, Trément. 2007), attestent de la permanence voir d'une phase d'emprise à partir du second âge du Fer comme dans le Cantal (Surmely *et al.* 2009, Miras 2004, de Beaulieu *et al.* 1982) ou encore dans le Limousin (Miras 2004), les Cévennes et le Haut Languedoc (Pulido 2006) et le Velay (de Beaulieu *et al.* 1984).

Par la suite, l'émergence de la société des Rutènes dont le territoire se délimite au nord par l'Aubrac et au sud par la Montagne Noire, conduit à la reprise des habitats fortifiés de hauteur ainsi qu'à un nouvel essor du commerce, en particulier avec la méditerranée via l'ancienne voie reliant le Languedoc au Massif Central (Gruat 2007, Gruat *et al.* 2007). Dans un contexte régional où se développent quantité d'activités, notamment minières avec l'exploitation du plomb argentifère dans le Villefranchois, le cuivre en Camarès ou encore les ateliers de production de céramique de la Graufesenque, les ateliers de tuiliers, de bronziers… (Gruat 2007), les résultats obtenus sur les séquences palynologiques de l'Aubrac et du Lévezou attestent quant à elles du dynamisme du monde rural qui se tourne essentiellement dans ces moyennes montagnes vers le pastoralisme. L'hypothèse suggérée par Trément (2002) selon laquelle il pourrait exister une forme de transhumance à courte distance entre les plaines rouergates et/ou les Causses et les montagnes du Lévezou et de l'Aubrac, nous apparaît également séduisante. La mention de Grégoire de Tours sur l'existence d'un culte des eaux au lac de St Andéol, sur le plateau de l'Aubrac, près de Born, au moins depuis la fin du second Age du Fer nous livre des informations qui confortent nos hypothèses. L'essentiel des offrandes jetées dans le lac au cours des cérémonies correspondent à des produits en lien direct avec l'élevage comme des toisons, des fromages etc... (Servelle *et al.* 2006) ce qui rejoint nos résultats polliniques sur la place à accorder aux activités pastorales en particulier.

2.3.3 Rupture et réorientation des pratiques entre 250 et 450 cal. AD

Si le dynamisme des activités agro-pastorales caractérise les siècles précédents, la fin de l'Antiquité marque une transition dans les relations société/environnement. Cette dernière se caractérise par une reconquête forestière modérée que l'on observe au travers d'une légère augmentation de *Fagus* sur tous les sites aubracois ainsi que par le recul des céréales dans l'Aubrac comme dans le Lévezou. Il ne s'agit toutefois pas d'un abandon des sites car les taxons rudéro-nitrophiles sont toujours présents et indiquent parfois une hausse comme à la Plaine des Rauzes. On relève également une hausse du signal incendie sur le site des Trois Airelles ainsi qu'une augmentation des ascospores de champignons coprophiles tels que *Sporormiella* (HdV-113), *Podospora* (HdV-368) et Sordariaceae (HdV-55 A et B). L'ensemble de ces indices convergent pour témoigner non pas d'une déprise mais d'un changement des pratiques qui correspond vraisemblablement à une réorientation vers l'élevage.

Un phénomène similaire a été également identifié sur le plateau de Millevaches dans le Limousin (Miras 2004) mais aussi dans le Jura (Gauthier 2001) et dans l'ouest de la France (Marguerie 2009). Comme il a été signalé dans le Bassin Parisien et le Nord-Est de la France, il s'agit vraisemblablement d'une réorganisation des campagnes plus que d'une désertion de celles-ci (Ouzoulias *et al.* 2001). En effet, ce phénomène trouve écho dans les mutations sociales et notamment l'évolution des structures de l'Etat romain, dans les migrations des peuples germaniques ainsi que dans le développement du brigandage qui eurent des répercutions importantes dans les campagnes des régions du nord à la méditerranée (Le Glay 1975, Fiches 1996, Mauné 1998).

2.3.4 Le déterminisme climatique dans les cycles d'anthropisation, de la fin de la Protohistoire à l'Antiquité

Le début de l'âge du Fer est marqué par une phase de péjoration climatique qui commence dès le 8ème siècle avant notre ère. Il s'agit vraisemblablement d'un évènement abrupt et global qui concerne à très large échelle les deux hémisphères (van Geel *et al.* 1996). En Europe, il est caractérisé par une fréquence plus importante d'étés plus frais et plus humides rythmée par des variations de l'activité solaire (van Geel *et al*. 1999, Magny 2007, Magny *et al.* 2007). Cette perturbation coïncide également avec une phase de baisse de la limite supérieure de la forêt et une avancée des glaciers dans les Alpes suisses et autrichiennes ainsi qu'à une hausse des niveaux lacustres dans le Jura et les Alpes françaises (Patzelt 1977, Zoller 1977, Haas *et al.* 1998, Magny 2004).

Les données palynologiques ainsi que le développement des habitats de hauteur dès 923 cal. BC (Puech de Mus à 842 m) puis vers 700 cal. BC dans le Lévezou (Mont Seigne, 1128 m) ainsi que la hausse démographique perçue dès 800 cal. BC au travers de la multiplication des tumulus dans les

Causses invite à reconsidérer la question du déterminisme climatique et des capacités d'adaptation des sociétés.

Cette question se pose également à la fin de l'Antiquité, en effet, un épisode de hausse des niveaux lacustres est enregistré entre 300 et 200 cal. BC (Magny 2004) et correspond dans nos analyses polliniques à une période de réorganisation des pratiques et des espaces avec un abandon ou un recul des terres arables au profit d'un maintien voir d'un développement de l'élevage. Le lien de cause à effet entre cette péjoration et le recul des céréales dans la plupart des enregistrements (Figure 66) est envisageable. Toutefois, il ne s'agit pas d'une déprise mais d'une réorganisation territoriale et d'une réorientation vers l'élevage. Cet évènement relève autant d'une dimension culturelle et de stratégies socio-économiques que des contraintes d'ordre climatique. Ces dernières ont cependant pu représenter un facteur aggravant par l'enchaînement ou la récurrence de crises frumentaires dans un contexte social perturbé et fragilisé.

Ces deux exemples témoignent de la grande complexité et surtout de la variabilité dans le temps et dans l'espace des réponses sociales aux forçages climatiques. Les capacités techniques ont semble-il permis de dépasser certaines contraintes comme le suggèrent les données polliniques obtenues au début du premier âge du Fer. La dynamique du climat ne doit pas pour autant être considérée comme négligeable dans les modes d'occupation du sol. En effet, elle a pu selon les cas constituer des stimuli positifs notamment dans les processus adaptatifs de gestion et d'utilisation des ressources mais également agir comme agent amplificateur et entraîner la rupture des équilibres socio-économiques.

2.4. Expansion agropastorale, organisation spatiale et apogée du système du VI^{ème} au XVII^{ème} siècle

2.4.1 Développement des pratiques agro-pastorales 500-100 cal.AD

Si l'on tient compte des données palynologiques obtenues dans l'Aubrac et le Lévezou, le Haut Moyen Age correspond à une période d'expansion des activités agropastorales. Ces dernières se réalisent au profit d'une réduction massive des espaces forestiers et principalement de la hêtraie que l'on perçoit mieux dans l'Aubrac où, contrairement au Lévezou, les boisements recouvrent encore une grande partie du massif à la fin de l'Antiquité. L'intensification des défrichements est d'ailleurs également suggérée au travers de la hausse de la courbe du signal incendie sur le site des Trois Airelles (Figure 62). Sur l'ensemble des enregistrements sans distinction les céréales réapparaissent (ou apparaissent) et les apophytes marquent une hausse conjointe signalant à la fois l'extension des terres arables mais aussi une augmentation de la pression pastorale. Une tendance identique a été décrite dans les études plus anciennes réalisées sur le massif (Servelle et Galop 2006), sur le site de la Source du Roc et plus encore sur celui de Tournecoupe, situé sur les versants du massif sujets à une

pression vraisemblablement plus accrue des sociétés sur la végétation. De Beaulieu *et al.* (1985) soutiennent également, d'après les nombreuses études réalisées, l'hypothèse d'une transformation importante du milieu bien antérieure à la création de l'hôpital d'Aubrac qui date du début du XII^{ème} siècle. Loin de correspondre à une phase de stabilité des pratiques ou de repli des activité comme c'est le cas dans le Jura (Gauthier 2001), le Haut Moyen Age apparaît comme une période charnière dans l'histoire agricole des moyennes montagnes de l'Aubrac et du Lévezou à l'instar des dynamiques relevées dans le Limousin ou le Cantal (Miras 2004, Surmely *et al.* 2009), dans la partie orientale du massif (Forez, Monts de la Madeleine) (Argant et Cubizolle 2005), dans les Cévennes ou le Haut Languedoc (Pulido 2006) ou encore dans les Pyrénées (Galop 1998, Galop *et al.* 2003) et les Alpes (Court-Picon 2007). Il s'agit en effet d'une période de croissance démographique et agraire importante provoquant notamment la réduction et la transformation des espaces forestiers sur laquelle les données polliniques et historiques se rejoignent (Bonnassie 1990, Galop 2000).

En ce qui concerne l'archéologie, les données sont relativement pauvres concernant le Haut Moyen Age et les parallèles avec les études paléoenvironnementales sont difficiles à établir. Les quelques informations disponibles témoignent d'une période marquée par l'implantation du christianisme et par la persistance du culte au lac de St Andéol dont le pèlerinage contribue à entretenir les contacts avec l'extérieur (Servelle *et al.* 2006). Le maintien de ces traditions en lien avec l'élevage ainsi que des mentions de Saint Jean de Brioude sur l'estivage de ses troupeaux probablement en Aubrac au VII^{ème} siècle (Bousquet 1971, Servelle *et al.* 2006), confirment la place toujours prépondérante du pastoralisme et suggèrent également la possibilité d'une transhumance avec les régions voisines. Si cette hypothèse a déjà été évoquée au cours de la période romaine, il est envisageable de penser à une extension et/ou une intensification des réseaux de celle-ci.

2.4.2 Le courant des X^{ème}-XI^{ème} siècles, réorganisation et structuration du territoire (900-1000 cal. AD)

A partir de 900 cal. AD environ, on observe un léger fléchissement des activités qui se manifeste par une baisse ponctuelle des indices d'anthropisation et/ou d'une reconquête forestière très modérée. Ces informations varient selon les sites, dans l'Aubrac par exemple, la hausse du hêtre est perceptible sur toutes les séquences y comprit sur les sites de la Source du Roc et de Tournecoupe (Servelle et Galop 2006). Les apophytes (*Rumex*, *Plantago*, *Plantago lanceolata*, Chenopodiaceae) et parfois les céréales diminuent également dans tous les enregistrements sans pour autant disparaître des assemblages. Dans le Lévezou l'augmentation des taxons forestiers est moins significative voire totalement absente mais on relève en revanche une évolution dans les pratiques qui se manifeste au travers de la hausse des céréales et d'une diminution conjointe des indicateurs du pastoralisme (Urticaceae, *Sporormiella* HdV-113, Sordariaceae HdV-55 A et B) (Figure 65). Cette tendance n'est

toutefois pas confirmée sur la Plaine des Rauzes où tous les indices d'anthropisation augmentent conjointement.

L'ensemble des résultats polliniques acquis pour cette période ne doit pas être interprété comme un mouvement de recul du peuplement mais plutôt comme une période de réorganisation des espaces et très certainement de structuration du territoire (secteurs consacrés aux cultures, aux pâturages d'estives, aux prairies de fauche etc…). Ces processus correspondent également à des épisodes locaux directement influencés par les évolutions socio-économiques et politiques de l'époque. En effet, les tournants des X^{ème} et XI^{ème} siècles correspondent dans l'Aubrac au remplacement des puissances comtales par des seigneuries laïques et ecclésiastiques très divisées (Servelle *et al.* 2006). L'origine de ces tensions repose essentiellement sur le partage des terres et les droits exercés sur celles-ci. Cette volonté d'accéder aux espaces sommitaux du plateau et ses contreforts trouve tout son sens dans le contrôle des voies de communication qui traversent l'Aubrac ainsi que dans l'accès aux ressources et donc en l'occurrence aux pâturages d'estive (Servelle *et al.* 2006). Bien qu'il ne soit réellement fait mention dans les textes de ces derniers, la palynologie suggère l'existence d'un territoire déjà bien mis en valeur depuis plusieurs millénaires et de manière exponentielle à partir du Haut Moyen Age. Les espaces pastoraux ont sans doute représentés un enjeu majeur susceptible d'accroître les tensions politiques et sociales. Les variations dans les assemblages polliniques enregistrées au cours de cette période témoignent bien de l'évolution des modes de gestion de ce territoire qui annonce pour les siècles qui suivent, une spécialisation pastorale des systèmes d'exploitation. Cette orientation est moins claire dans le Lévezou où les pollens de céréales ne marquent pas de recul particulier, notamment sur le site de la Plaine des Rauzes ou encore à Curan (de Beaulieu 1981).

2.4.3 Apogée et diversification des pratiques, du XI^{ème} au XVII^{ème} siècle

La phase d'expansion des activités anthropiques la plus remarquable se situe dans le courant du Bas Moyen Age entre les XI^{ème} et XVII^{ème} siècles (1000 – 1600 cal. AD). Elle correspond à une phase d'exploitation maximale des ressources et s'accompagne d'une importante modification des paysages. A ce titre, elle se traduit dans les assemblages polliniques par une nouvelle étape de réduction du couvert forestier et par la hausse des indicateurs d'anthropisation, pastoraux et culturaux (*Cerealia*-t, *Rumex acetosa/acetosella, Plantago lanceolata, Podospora* HdV-368).

Dans l'Aubrac, les déboisements concernent l'ensemble du massif et sont enregistrés dans la plupart des séquences (Trois Airelles, Vergne Noire, Born, Roustières, Source du Roc) (Servelle et Galop 2006). Ces derniers sont réalisés sous l'impulsion des seigneuries ecclésiastiques et notamment de l'hôpital monastique d'Aubrac implanté depuis le début du XII^{ème} siècle, pour étendre les surfaces herbagères destinées à accueillir le bétail local et étranger. C'est à cette époque que se met en place une transhumance à longue distance faisant transiter chaque année les troupeaux du bas Languedoc et

du Quercy vers les monts d'Aubrac (Pradalié et Hamon 2006, Fau et Hamon 2007). Cette activité atteint son apogée autour du XV^{ème} siècle (Hamon 1995). Les données polliniques et textuelles témoignent également au cours du XI^{ème}-XII^{ème} siècle de l'existence d'activités agricoles sur le plateau, l'ensemble du territoire semble principalement dévolu à l'élevage.

Dans l'Aubrac, les sites de la bordure occidentale du massif (Vergne Noire, Trois Airelles, Source du Roc) témoignent du maintien d'une partie de la hêtraie. Celle-ci semble toutefois clairsemée (pourcentages de *Fagus* entre 10 et 15%), notamment en raison des nombreux droits d'usage dont elle fait l'objet, puis en raison du développement des activités protoindustrielles comme la métallurgie à partir du XIII^{ème} siècle et l'artisanat du verre au XIV^{ème} (Delmas 1990, Petit 2004, Pradalié *et al.* 2006). Si ce territoire se caractérise avant tout par sa spécialisation pastorale, les données polliniques s'accordent également pour témoigner, dans une moindre mesure, de la présence des cultures. La création de granges monastiques et de greniers destinés au stockage des céréales révélée par l'archéologie et les sources archivistiques, corrobore les informations palynologiques (présence de *Cerealia*-t, *Secale, Centaurea cynanus*) et souligne la place de cette activité dans l'économie locale, en particulier sur les versants méridionaux (Bonnefon) (Pradalié et Hamon 2006). Dans le Lévezou, l'organisation du terroir comprend de nombreuses parcelles destinées à la culture des céréales, plus ou moins développée selon les secteurs mais présente sur tous les sites (Mauriac, Plaine des Rauzes et Curan, de Beaulieu *et al.* 1981).

L'ensemble des enregistrements polliniques de l'Aubrac et du Lévezou témoigne également d'une intensification des activités agricoles et reflètent la mise en place de paysages agrestes, notamment avec le développement du châtaignier et du noyer dont les premières occurrences apparaissent sur la plupart des sites dès le Haut Moyen Age. Ces résultats invitent d'ailleurs à reconsidérer l'utilisation systématique de l'apparition de ce taxon comme repère chronologique fiable pour la période Antique (Beug 1975, Zohary et Hopf 2000). En effet, la « *Juglans* line » semble être une estimation relativement aléatoire et très variable en fonction des régions, comme l'a d'ailleurs déjà suggéré Galop (2005) pour les Pyrénées. Les analyses polliniques de diverses régions montrent une chronologie de *Juglans* assez hétérogène. Si il apparaît dès la fin de l'âge du Fer dans le Morvan (Jouffroy-Bapicot 2010) ou dans le courant de l'Antiquité dans le Limousin ou encore dans le Jura (Miras 2004, Gauthier 2001), il n'intervient dans les assemblages des séquences pyrénéennes qu'au haut Moyen Age (Galop 2005).

Entre le XIV^{ème} et XV^{ème} siècle (1350 – 1450 cal. AD), cette intensification des pratiques agro-pastorales semble toutefois momentanément ralentie, aussi bien dans l'Aubrac que dans le Lévezou. Les données polliniques indiquent un développement des boisements de hêtres, de pins et de sapins mais aussi parfois un recul des céréales et des indicateurs d'anthropisation (Vergne Noire, Roustières, Mauriac). L'ensemble de ces résultats ne sont pas le fruit d'un événement local car les analyses

réalisées par D. Galop dans l'Aubrac font mention du même phénomène, soit une reconquête forestière modérée et un recul des activités, à la même période, entre 1350 et 1450 environ, enregistré dans le site de la Source du Roc (Servelle et Galop 2006). Les sources historiques et archéologiques locales, tendent aussi à confirmer l'existence de cet épisode dans l'Aubrac (Pradalié et Hamon 2006, Petit 2004). De même, dans les vallées, les témoignages écrits sur l'activité métallurgique se raréfient à partir de la deuxième moitié du XIV^{ème} siècle signe d'un possible recul de l'exploitation et peut-être de l'abandon de certains sites, avant une reprise à la fin du XV^{ème} siècle et au XVI^{ème} siècle (Pradalié *et al.* 2006, Petit 2004). Ces abandons pourraient justifier la reconquête forestière enregistrée par les analyses palynologiques. Les données historiques précisent également que, vers 1300, l'évolution est amorcée depuis environ un demi-siècle, les *mas* qui constituent la forme d'habitat la plus répandue sur le plateau sont progressivement désertés (Pradalié et Hamon 2006). Tous les mas habités ne disparaissent pas pour autant et quelques gros hameaux se maintiennent (Nasbinals, Baboyères, le Déroc, les Salhens…) mais les espaces inhabités se multiplient sur le plateau et s'accompagnent systématiquement d'une réappropriation, soit par l'hôpital, soit par les seigneuries ecclésiastiques qui les transforment en nouveaux pâturages d'estive, les montagnes. Cette reconversion des terres en herbages destinés au bétail est perceptible sur le site des Roustières où l'on perçoit un recul des céréales et une hausse des autres indices d'anthropisation, notamment des marqueurs du pastoralisme. Le dépeuplement de cette région ne semble pas lié à des évènements locaux puisqu'on l'observe tant dans l'Aubrac que dans le Lévezou, et doit être rapporté à des évènements plus globaux probablement d'ordre politique et sociaux comme les guerres de religion ou encore sanitaires avec les épidémies de peste.

Si l'expansion médiévale est un fait reconnu dans la plupart des massifs montagneux, la brève récession que l'on observe entre le XIV^{ème} et le XV^{ème} siècle est également avérée ailleurs, dans le

Limousin (Miras 2004), les Pyrénées (Galop 1998), les Alpes (Court-Picon 2007), le Morvan (Jouffroy-Bapicot 2010) ou encore dans le Jura (Gauthier 2001, Gauthier et Richard 2007, 2008).

A ce bref moment de déprise succède ensuite une période de regain des activités humaines dans l'Aubrac ainsi que dans le Lévezou. Elle se manifeste à la fin du XIV^{ème} siècle environ, par une hausse des indices d'anthropisation qui indiquent surtout un développement des pratiques pastorales. Les céréales augmentent aussi très sensiblement et l'on relève la présence de quelques occurrences de sarrazin dans l'Aubrac sur les sites des Roustières. Les mentions de constructions de moulins et de fours à pain sur la partie lozérienne de l'Aubrac à partir de 1445 contribuent d'ailleurs à renforcer ce sentiment de reprise agricole. Le dynamisme qui caractérise les XIV-XV^{ème} siècles se manifeste également au travers d'une diversification des activités que l'on perçoit dans les diagrammes avec l'apparition des premières occurrences de chanvre sur le site des Trois Airelles (Figure 36). Il n'est pas surprenant de trouver ces pollens à cette époque et sur ce site car l'histoire fait mention du

développement des chenevrières sur les versants sud-ouest du massif (grange des Brasses sur les rives de la boralde de Poujade dans l'Aubrac) (Pradalié et Hamon 2006).

Enfin, les textes ainsi que la palynologie s'accordent une fois de plus pour souligner l'ampleur de l'économie pastorale qui atteint son apogée entre le XV^{ème} et le milieu du XVI^{ème} siècle, phénomène qui touche vraisemblablement une grande partie du Massif Central car les même mentions sont faites sur le plateau de Millevaches ainsi qu'en Auvergne (Miras 2004, Miras *et al.* 2004).

2.5. Du déséquilibre agricole moderne aux mutations contemporaines, du XVI^{ème} siècle à nos jours

Si au cours des derniers siècles les informations palynologiques traduisaient une certaine homogénéité et une simultanéité des dynamiques d'anthropisation d'un site à l'autre et d'un massif à l'autre, les informations collectées pour les époques modernes et contemporaines à partir du XVI^{ème} siècle environ divergent et s'opposent. Ces dernières sont le reflet d'évolutions différentes dans les modes de gestion des terres qui vont progressivement finir de façonner les paysages tels que nous les connaissons aujourd'hui. Trois scénarios se dégagent de nos résultats polliniques, le premier est celui de l'histoire pastorale et agraire du plateau de l'Aubrac (Born et Roustières), le second correspond à l'évolution de la bordure forestière occidentale de celui-ci (Vergne Noire et Trois Airelles) et enfin le dernier concerne les mutations agricoles du Lévezou (Mauriac et Plaine des Rauzes).

2.5.1 Evolution pastorale et agraire du plateau de l'Aubrac

A partir de XVI^{ème} siècle, une légère baisse des indices d'anthropisation, sur les enregistrements de Born et des Roustières, indique une pression moins forte sur le plateau qu'au cours des siècles précédents. Celle-ci se maintien toutefois et les indices restent présents jusqu'aux époques les plus récentes signalant le maintien des herbages ponctués par quelques espaces dédiés à la mise en culture. Ces données invitent d'ailleurs, comme il a été suggéré par D. Galop (Servelle et Galop 2006), à reconsidérer l'idée suggérée par les recherches historiques et archéologiques, d'une désertion massive du plateau à partir du XIV^{ème} siècle. Si les indices diminuent sensiblement, le plateau reste encore essentiellement consacré à l'élevage, bien que l'on retrouve des céréales jusqu'aux époques les plus récentes. La mention de grains de céréales est d'ailleurs signalée, au cours des derniers siècles, dans les études antérieures sur les sites du plateau jusqu'aux extrémités sud orientales (Source du Roc, Tournecoupe, Barthas, Bonnecombe, Brameloup, la Chaumette, les Moussous, Cantecouyou et les Enfrux) (Servelle et Galop 2006, de Beaulieu *et al.* 1985). La résolution de la plupart de ces analyses, notamment les plus anciennes ne permettent pas d'appréhender les micro-variations aux cours des époques récentes. Or, on relève sur les séquences des Roustières mais aussi de la Source du Roc et de

Tournecoupe, plusieurs épisodes de recul des céréales et/ou des apophytes, vers 1570 – 1580 cal AD (Tournecoupe), 1600 – 1650 cal. AD (Roustières et Source du Roc), puis plus tard entre 1750 – 1800 cal AD (Roustières, Tournecoupe et Source du Roc). Ces crises frumentaires correspondent à plusieurs facteurs conjoints, notamment au XVII^{ème} siècle, que sont les guerres (guerre de Trente ans, la Fronde), les épidémies, mais aussi les effets du Petit Age Glaciaire caractérisés par une baisse des températures ainsi qu'une hausse de l'humidité (Chapron *et al.* 2002, Nesje et Dahl 2003) et qui eut sur les cultures des répercutions considérables (Messerli *et al*. 2002). Ces évènements ne correspondent toutefois dans les diagrammes polliniques qu'à des épisodes ponctuels de faible ampleur. Dans la plupart des régions du Massif Central (Limousin, Auvergne, chaîne des Puys, Forez, Cévennes etc…) ainsi que dans les Pyrénées, le Jura, le Morvan ou les Alpes, les auteurs rapportent une surexploitation généralisée du domaine forestier et une intensification des activités agro-pastorales (Miras 2004, Miras *et al.* 2004, Ballut *et al.* 2011, Argant et Cubizolle 2005, Pulido 2006, Galop 1998, Galop *et al.* 2003, Gauthier 2001, Jouffroy-Bapicot 2010, Court-Picon 2007).

Enfin, sur les sites du plateau de l'Aubrac, ce n'est que sur les tous derniers niveaux des diagrammes des Roustières et de Born, que l'on relève une disparition progressive des céréales et un développement du pin qui correspond aux mutations économiques des XIX^{ème} et XX^{ème} siècles (développement de l'industrie sylvicole, abandon de la production fromagère au profit de la production de viande, exode rural massif).

2.5.2 L'histoire forestière de la bordure occidentale du massif de l'Aubrac

L'étude de l'évolution de la frange forestière que l'on retrouve cantonnée sur la bordure occidentale de l'Aubrac peut être envisagée au travers des informations livrées par la palynologie mais aussi grâce à l'examen des sources archivistiques de la réformation de Louis de Froidour et de l'administration des eaux et forêts depuis le XVII^{ème} siècle.

L'état et la superficie des forêts d'Aubrac sont hérités d'une structure ancienne régie essentiellement par l'organisation monastique de l'Hôpital à partir du XII^{ème} siècle. La forte diminution des pollens de hêtre que l'on retrouve dans les diagrammes pour cette période (Vergne Noire, Trois Airelles), est le résultat d'une exploitation forestière pluriséculaire essentiellement vouée à la création de nouveaux herbages mais aussi au développement des activités métallurgiques. En effet, à l'instar de l'histoire forestière du Vicdessos par exemple dans les Pyrénées (Davasse et Galop 1990), la forêt, grevée de droits d'usage séculaires, doit être appréhendée comme une des principales ressources et constitue une des bases de l'économie montagnarde. La dynamique d'exploitation des boisements semble pourtant se rétracter progressivement à partir du XVI^{ème} siècle et l'on voit de nouveau apparaître dans les analyses polliniques une hausse du hêtre ainsi qu'une nette réduction des indices d'anthropisation, en particulier des céréales qui disparaissent complètement des assemblages à la Vergne Noire et aux Trois Airelles. Or, les plans de la réformation de De Froidour retranscrivent un

tracé forestier relativement inchangé[1]. En effet, les limites des bois d'Aubrac ou des bois de Laguiole ne semblent avoir beaucoup évolué depuis le bas Moyen Age et sont également assez proches de celles que nous connaissons aujourd'hui. La raréfaction des pollens de hêtre dans les assemblages polliniques s'explique pour les périodes médiévales comme la permanence d'une exploitation importante des boisements qui, s'ils ne conduisent à une réelle destruction ou disparition de la forêt, sont en revanche trop récurrents pour permettre aux essences de polliniser et de se régénérer (taillis à rotations courtes). L'image des boisements que l'on perçoit au travers des données polliniques correspond vraisemblablement à une modification de la physionomie de la forêt plus qu'à une réduction drastique de celle-ci. L'augmentation des pourcentages du hêtre à partir du XVI^{ème} siècle doit être interprétée dans le même sens, et témoigne d'une baisse des activités de prélèvement permettant aux essences de fleurir de nouveau et de polliniser. La hausse des pollens de hêtre apparaît d'ailleurs conjointement à la disparition des céréales et à la très forte réduction des indices d'anthropisation qui signalent une baisse de la fréquentation à proximité des sites (Figure 66) jusqu'aux époques les plus récentes. Ces informations nuancent considérablement les sources textuelles qui font état d'une surexploitation intensive entre le XVII^{ème} et le XIX^{ème} siècle. Ces sources sont d'ailleurs sujettes à caution, car souvent motivées par des intérêts économiques tels que les descriptions et mesures réalisées au cours de la Réformation ou bien encore les réclamations souvent intéressées et orientées au cours du XVIII^{ème} et du XIX^{ème}. Contrairement à l'histoire des vallées forestières des Pyrénées ariégeoises (Galop 1998, Davasse et Galop 1989, 1990, 1994), les boisements de l'Aubrac semblent avoir résisté à la surexploitation médiévale bien qu'ils aient été fortement dégradés et les périodes modernes marquent au contraire une régénérescence progressive des hêtraies que l'on peut attribuer au recul des activités métallurgiques, notamment l'abandon des ferrières à partir du XVI^{ème} siècle (Delmas 1990, Petit 2004) et des exploitations agricoles qui se cantonnent désormais sur les flancs du massif (Tournecoupe, Les Enfrux) (Servelle et Galop 2006, de Beaulieu *et al.* 1985) et ponctuellement sur le plateau.

2.5.3 Evolution et mutation des pratiques agro-pastorales dans le Lévezou

Si les diagrammes polliniques de l'Aubrac enregistrent une stabilité, voire un léger recul des indices d'anthropisation, dans le Lévezou, à partir du XVI^{ème} siècle, les pratiques agropastorales semblent se développer. En effet on relève une hausse conjointe des indicateurs culturaux et pastoraux à Mauriac, à la Plaine des Rauzes ainsi que sur le site de Curan (de Beaulieu *et al.* 1981). Ces informations traduisent une phase d'expansion des pratiques agro-pastorales qui ne se réalise

[1] Ada B65, B230

néanmoins pas de manière totalement uniforme. Entre 1600 et 1650 cal. AD on relève une diminution des céréales qui n'est pas sans rappeler l'épisode similaire survenu à la même époque sur le diagramme des Roustières (Figure 64). Cet évènement est également à attribuer au télescopage de facteurs sociaux et environnementaux (guerres et/ou Petit Age Glaciaire) et comme au site des Roustières, la Plaine des Rauzes indique une reconversion momentanée des activités vers l'élevage. La hausse consécutive des indices d'anthropisation et qui se prolonge jusqu'au XIX^{ème} siècle environ dans les diagrammes, traduit la mise en place des mesures visant à améliorer les cultures et l'élevage par l'amendement des terres (essentiellement le chaulage dans le Lévezou), le développement de la culture de la châtaigne, de la pomme de terre, des plantes fourragères et par la sélection des races animales. Les pâturages sont également épierrés pour augmenter leur rendement en herbe (Briane et Aussibal, 2007).

Les derniers niveaux des diagrammes de Mauriac et de la Plaine des Rauzes témoignent d'un recul des céréales au profit d'une hausse de la pression pastorale, bien identifiée par la hausse des ascospores de champignons coprophiles sur la séquence de Mauriac. Ces mutations contemporaines correspondent à une grande instabilité des pratiques agricoles qui ne tardent pas à s'essouffler dès le XIX^{ème} siècle, période à partir de laquelle une grande partie des terres labourées est remplacée par des prairies à vocation pastorale. On relève également dans les enregistrements polliniques des niveaux contemporains, une réapparition et une hausse du frêne que l'on peut rapporter à l'abandon des haies et des bosquets qui interviennent au cours du XX^{ème} siècle (Briane et Aussibal 2007). Ce phénomène correspond à un abandon des techniques et traditions pluriséculaires voire millénaires des pratiques d'émondage, aujourd'hui palliées par les progrès et la modernisation de l'agriculture (Briane et Aussibal 2007). De la même façon, en réponse aux mutations agro-économiques, une politique de reboisement en résineux se met en place (épicéa et pin sylvestre) mais reste toutefois assez très discrète comparativement à d'autres secteurs du Massif Central (Miras 2004, Pulido 2006).

Nos résultats palynologiques mettent également en exergue sur les niveaux les plus récents, un recul de la sphaigne et une hausse des cypéracées qui traduit à Mauriac un assèchement de la tourbière. A l'inverse, les dynamiques enregistrées sur le site de la Plaine des Rauzes montrent une augmentation des sphaignes, de la droséra ainsi qu'un recul des cypéracées, signalant une relèvement de la nappe sur le site. Ces informations reflètent directement les conséquences des mesures de gestion et de politiques agricoles. En effet, dans le Lévezou, les mutations agronomiques contemporaines se manifestent également par des opérations de drainage et de comblement des zones humides. Ces pratiques se manifestent directement sur les tourbières et c'est notamment ce que l'on observe sur le site de Mauriac qui est largement drainé et dont les sources contribuent à alimenter en eau potable une partie de la ville de Rodez. L'émergence de nouvelles politiques de gestion et de préservation de ces écosystèmes commence également à se développer depuis quelques années, notamment sur le site de

la Plaine des Rauzes où l'efficacité des mesures de gestion se lit dans les diagrammes polliniques au travers de la hausse du niveau d'eau dans la tourbière et au maintien de nombreuses espèces (*Sphagnum*, *Drosera*, *Typha*…).

Conclusion générale

Ce travail a permis de mieux cerner, grâce à une approche multi-proxy, les grandes étapes de l'histoire de la construction des paysages de l'Aubrac et du Lévezou. Si notre recherche s'inscrit dans une région riche en études palynologiques, elle a permis d'apporter des informations nouvelles sur les dynamiques d'anthropisation et les interactions sociétés-milieux au cours de l'Holocène. Ces résultats ont été obtenus grâce à la mise en place de plusieurs approches combinées telles que la mise en place d'un référentiel actuel, une étude multi-proxy intégrant le signal incendie, les microfossiles non polliniques et les données historiques. L'objectif était de compléter les données polliniques sur des questions bien précises concernant les dynamiques pastorales et l'histoire forestière. Il s'agissait également de fournir des informations continues sur la longue durée et à une échelle micro-régionale afin de rendre compte des variabilités territoriales et de la grande complexité des trajectoires.

Les apports méthodologiques

Le croisement des méthodes a constitué une approche indispensable à la structuration de nos hypothèses et à notre compréhension des dynamiques passées. Aussi, la constitution du référentiel pollinique actuel nous a-elle permis d'aborder les questions relatives à la représentativité spatiale et fonctionnelle des marqueurs de l'anthropisation. Ce travail a permis la caractérisation pollinique des différentes formations végétales qui composent les paysages de l'Aubrac et du Lévezou et d'individualiser les principaux indicateurs des activités agropastorales. Il a également été possible de qualifier plus précisément le milieu de dépôt et la source pollinique et de ce fait d'apprécier la représentativité des taxons. Il a ainsi été possible de mettre en évidence plusieurs indicateurs inféodés aux pratiques agricoles tels que *Cerealia*-t, *Secale*, Poaceae, *Centaurea cyanus*, les Chenopodiaceae pour les cultures en particulier, et *Potentilla*-t, *Rumex acetosa/acetosella*, Ranunculaceae, *Helianthemum*, Campanulaceae, *Calluna* comme marqueurs des milieux pastoraux. *Artemisia*, Brassicaceae, *Plantago major/media*, *Plantago lanceolata* ou Urticaceae appartiennent quant à eux plus largement aux cortèges rudéro-nitrophiles.

L'obtention de ces résultats nous a permis de constituer une liste cumulative d'apophytes dans les diagrammes d'anthropisation et a été d'une aide précieuse pour l'interprétation de nos données polliniques fossiles. Cette approche nécessite néanmoins d'être complétée et approfondie à l'avenir, notamment en ce qui concerne la stratégie d'échantillonnage qui devra se réaliser sur une plus grande diversité de milieux afin de caractériser plus précisément les indicateurs des différentes pratiques.

L'étude conjointe des pollens avec d'autres proxy comme les macrocharbons et les mirofossiles non polliniques ont permis de tenir compte des signatures paléoenvironnementales locales et extra-

locales et de caractériser la nature et la portée de certains impacts anthropiques. De même, l'utilisation des données archéologiques et la connaissance de certaines sources textuelles pour les époques modernes se sont avérées précieuses pour surmonter certaines contraintes liées aux disciplines paléoécologiques et pour confirmer ou orienter nos hypothèses.

Privilégier une approche spatiale micro-régionale en choisissant des sites positionnés dans des secteurs différents, représentatifs des milieux, ou des compartiments particuliers de ce socio-système (forestiers, pastoraux, agropastoraux), nous a également permis de souligner les trajectoires propre à chaque territoire. Il a également été possible grâce à cette approche de mettre en évidence les décalages spatio-temporels et la rythmicité des dynamiques d'anthropisation notamment en lien avec les forçages climatiques et la capacité des sociétés à développer des stratégies adaptatives. La comparaison des sites entre eux met en évidence des dynamiques d'anthropisation différentes selon les sites mais aussi des trajectoires communes qui répondent aux tendances observées parfois à plus grande échelle au niveau des milieux montagnards européens.

La mise en évidence des principales étapes de l'histoire de la végétation et de l'anthropisation

Le début de l'Holocène est caractérisé par la mise en place d'une végétation forestière caractéristique qui correspond aux grandes tendances relevées dans le Massif Central (de Beaulieu *et al.* 1988). Nous avons néanmoins relevé quelques particularités qui se distinguent des résultats jusque là obtenus dans l'Aubrac (de Beaulieu *et al.* 1985) :

- La chronologie d'apparition et de diffusion de *Tilia* semble plus précoce que celle qui avait été obtenue auparavant. Les premiers grains de pollen de ce taxon apparaissent vers 9350 cal. BP sur le site de la Vergne Noire et l'amorce d'une courbe continue intervient à partir de 8400 cal. BP sur ce même site (VN1b). Les données antérieures proposent quant à elles une date à 8870 cal. BP (La Chaumette) pour les premières occurrences et sa diffusion en courbe continue autour de 7700 cal. BP. Ce décalage chronologique conséquent ne semble pas correspondre à un problème de datation mais suggère en revanche un modèle de diffusion assez complexe au sein d'un même massif.

- L'apparition à deux reprises de *Fagus* et d'*Abies* autour de 9300 et 8700 cal. BP et vers 7500 cal. BP, avant que ne s'amorce leur processus de diffusion, a également suscité des questionnements. Ces évènements ne sont que la traduction de dynamiques isolées mais le lien

entre la manifestation de ces taxons (15% de *Fagus*) avec les phases de refroidissement du climat intervenant à 9300 - 9200 cal. BP et vers 8200 cal. BP semble non négligeable. Les liens avec d'autres évènements paléobotaniques sur ces séquences de l'Aubrac reste ténu et les indices, très discrets, invitent à la plus grande prudence quant à la formulation de ces hypothèses. Néanmoins, la piste d'une réponse de la végétation aux oscillations climatiques n'est pas à exclure.

- A partir de 6500 – 6400 cal. BP *Fagus* et *Abies* amorcent une diffusion puis une expansion synchrone qui se prolonge sur plus d'un millénaire jusqu'à 5200 - 5000 cal. BP. Il ne s'agit pas d'un fait particulier puisqu'une chronologie similaire a été proposée dans les études antérieures. Nous notons en revanche que si les conditions climatiques ont certainement grandement favorisé le développement de ces taxons, ils se développent juste après la première phase de hausse de la pression anthropique qui intervient au cours du Néolithique ancien. Il semble que le lien entre le développement de ce taxon et les dynamiques d'anthropisation soit également à envisager.

Nos données paléoenvironnementales traduisent également l'ancienneté des occupations humaines dans le massif de l'Aubrac et du Lévezou. Bien qu'elles soient ponctuelles et discrètes du Néolithique à la fin de l'âge du Bronze, elles se sont généralisées à partir du début de l'âge du Fer.

- Au cours du Néolithique, les indices sont très disparates mais témoignent de pulsations que l'on retrouve simultanément d'un site à l'autre, à la fin du Néolithique ancien mais surtout dans la seconde moitié du Néolithique moyen. C'est au cours de cette période, vers 5800 cal. BP (3800 cal. BC) qu'apparaissent les premières traces de céréales sur le site des Trois Airelles. Ces indices ne traduisent cependant que des occupations ponctuelles et modérées impactant peu la couverture végétale.

- La fin du Néolithique final et le début de l'âge du Bronze marquent une seconde étape d'intensification de la pression anthropique. Les indices, bien qu'encore très discrets, se manifestent sur tous les sites et de nouvelles occurrences de céréales apparaissent à la Vergne Noire et à Born dans l'Aubrac mais aussi dans le Lévezou sur le site de la Plaine des Rauzes. Ces derniers témoignent d'une vague de colonisation de ces moyennes montagnes et d'intensification des pratiques agropastorales qui semblent plus significatives qu'auparavant.

- Par la suite, au cours de l'âge du Bronze, on observe un tassement des dynamiques qui traduisent une certaine stabilité et un retour à des pratiques très mobiles et temporaires aussi bien dans l'Aubrac que dans le Lévezou. Le Bronze moyen marque une courte période de rupture au cours de laquelle dans l'Aubrac, on relève une courte phase de hausse de la pression anthropique. Il s'agit pourtant d'une période caractérisée par une détérioration des conditions climatiques qui d'ailleurs pourraient être à l'origine du hiatus enregistré dans le Lévezou sur la séquence de la Plaine des Rauzes. Cette tendance invite à reconsidérer l'impact du climat sur les dynamiques d'anthropisation qui peut tout autant créer des stimulis positifs conduisant au développement de nouvelles stratégies adaptatives.

- Si les tendances étaient jusque là relativement discrètes, le début de l'âge du Fer marque en revanche une étape décisive dans l'histoire de la construction des paysages. Il s'agit d'une période au cours de laquelle s'opèrent les premiers déboisements significatifs sur l'ensemble du massif de l'Aubrac. Ces derniers sont concomitants d'une hausse des activités agropastorales que l'on observe aussi bien dans l'Aubrac que dans le Lévezou et qui témoigne d'un processus d'ampleur régional. Ces dynamiques se maintiennent en continu jusqu'à la fin de l'Antiquité. Si la déforestation semble conséquente au cours de l'âge du Fer, il faut également souligner une seconde vague de déboisements sur le plateau de l'Aubrac autour du Ier-IIème siècle de notre ère, (relevé sur la séquence du lac de Born et de Roustières), et qui témoigne d'un recul radical de la hêtraie.

- A partir de la fin de l'Antiquité et jusqu'à la fin du haut Moyen Age, les processus semblent complexes, hétérogènes et directement liés au contexte social, politique et économique. L'Antiquité tardive (II^{ème} – IV^{ème} siècle) et plus particulièrement le III^{ème} siècle de notre ère marque une rupture dans les tendances observées précédemment. Il s'agit d'une période, non pas d'abandon mais de réorientation des pratiques qui semblent se tourner préférentiellement vers l'élevage et que l'on relève dans l'Aubrac ainsi que dans le Lévezou. Les activités redémarrent conjointement au début du Moyen Age mais semblent relativement hétérogènes jusqu'au X^{ème} – XI^{ème} siècle.

- C'est enfin dans le courant du XII^{ème} siècle que l'on relève une intensification très marquée des déboisements et des activités agropastorales sur tous les sites. Cette période correspond dans l'Aubrac à l'installation des premières communautés monastiques qui sont devenues les principales actrices de la gestion du territoire et ce jusqu'au XVI – XVII^{ème} siècle. Le territoire de l'Aubrac est alors « partitionné » selon les activités qui y sont réalisées : les pâturages d'estives sur le plateau avec quelques espaces dédiés à la cultures, la forêt sur les rebords du

plateau, qui constitue la réserve de bois pour les usages domestiques mais aussi à partir du XIII^{ème} siècle pour alimenter le développement des activités protoindustrielles (charbonnage, mines, atelier de production de verre) et enfin les versants, organisés autour des « devèzes », prairies de fauche, cultures et bocage.

- Les périodes modernes et contemporaines enregistrent par la suite une nouvelle phase d'instabilité et d'hétérogénéité. Les cultures sont abandonnées sur les sites forestiers de l'Aubrac alors qu'elles se maintiennent avec les activités d'élevage sur le plateau. La tendance est plus homogène dans le Lévezou où les activités agropastorales restent conséquentes sur les deux sites de la Plaine des Rauzes et de Mauriac.

L'ensemble des données polliniques acquises montre que les processus loin d'être linéaires soulignent au contraire de grandes variabilités territoriales. Ce n'est que lorsque la pression anthropique devient nettement plus importante que l'on retrouve des trajectoires communes et homogènes. Elles permettent également de mettre en lumière plusieurs millénaires d'histoire de l'anthropisation que l'archéologie et l'histoire n'avait jusque là renseigné que sur des fenêtres chronologiques très brèves et sur des espaces retreints. Nous espérons notamment que ces résultats permettront d'impulser de nouvelles recherches, en particulier dans le Lévezou qui est largement resté dans l'ombre en ce qui concerne les études archéologiques et historiques. Les résultats obtenus dans l'Aubrac invitent également à impulser de nouvelles recherches archéologiques sur les périodes les plus anciennes et notamment sur l'âge du Fer et le début de l'Antiquité dont on sait désormais que ces périodes ont été charnières dans l'histoire des paysages du massif.

La mise en commun des données acquises sur l'histoire de la végétation avec les études plus anciennes permet d'apporter des pistes fondamentales sur l'histoire des processus évolutifs de la végétation dans une perspective de gestion et de préservation. En effet, ces résultats palynologiques permettent d'évaluer l'impact des sociétés sur le paysage végétal et de mesurer les limites de ces dernières sur la pérennité de ces milieux. Nous avons en effet pu mettre en évidence les effets positifs des mesures de gestion sur la tourbière de la Plaine des Rauzes sur les dynamiques végétales du site. Si les données polliniques permettent de renseigner sur l'histoire de la végétation et des interactions société/milieux, elles sont de fait un outil de valorisation du patrimoine naturel et culturel.

Ce travail de thèse a permis d'apporter des éléments de réponse mais beaucoup de données restent encore à acquérir et plusieurs points sont à développer. Les recherches paléoécologiques sur l'histoire du climat en particulier sont à approfondir, notamment dans l'Aubrac où plusieurs projets ont été initiés dans ce sens mais n'ont pas encore été achevés. Il s'agit en l'occurrence de travaux sur les macrorestes végétaux, sur les coléoptères fossiles ainsi que sur les chironomides qui pourront

permettre de préciser les variations du climat et d'élaborer des reconstitutions paléoclimatiques. Il semble nécessaire de poursuivre ces recherches initiées à la création du programme ECLISPE en 2005 afin de découpler les indices d'activités humaines, fournies notamment par nos données polliniques du signal climatique. Il sera en effet important d'étayer et d'approfondir certains aspects évoqués dans ce travail de thèse sur les interdépendances entres les dynamiques sociétales et climatiques.

L'approche multi-proxy nous a permis d'apporter des informations très utiles et complémentaires aux données polliniques mais elle n'a été réalisée que très ponctuellement pour des raisons évidentes de temps. Cette démarche devra se généraliser sur l'ensemble de nos séquences étudiées et sur les prochaines qui seront réalisées. Cette remarque est également valable en ce qui concerne la caractérisation des marqueurs polliniques de l'anthropisation aussi bien que la question de leur représentativité spatiale. Un travail approfondi sur la quantification des productions polliniques (PPE) ainsi que sur l'aire source pollinique adéquate (RSAP) devra être réalisé pour améliorer la reconstitution des paysages anciens en lien avec les pratiques humaines.

D'un point de vu plus général, il nous semble important d'élargir nos investigations à d'autres territoires d'étude car sur ces questions que nous venons d'évoquer, le Massif Central reste encore largement à explorer. Il nous semble d'ailleurs particulièrement intéressant de développer ces approches à l'extrémité sud, notamment vers les Monts de Lacaune et la Montagne Noire afin de mieux cerner, par la mise en place d'un transect reliant la bordure méridionale au cœur du Massif Central, les processus des coévolutions et interrelations sociétés/milieux/climat sur la longue durée et d'essayer d'établir un lien entre le Massif Central, la Méditerranée et les Pyrénées.

Bibliographie

Addinsoft., 2011. www.Xlstat.com

Allée P., Diot M.F., Durieux J.F., Reynet J.M., Valadas B., 1997. Trois mille 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*. Ed. APDCA, Sophia Antipolis, p. 365-387.

Allée P., Boumediene F., Conte P., Diot M.F., Lehericy M., Petit F., Valadas B., 2006. L'enregistrement des signaux anthropiques et climatiques dans les archives sédimentaires fini-holocènes du Limousin. In : Allée P., Lespez L. (Eds.) *L'érosion entre société, climat et paléoenvironnement*. Presses Universitaires Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, p. 263-270.

Allée P., Bailly-Maitre M.C, Baron S., De Beaulieu J.L., Carignan J., Laurent S., Lavoie M., Mahé le Carlier C., Paradis S., Peytavin J., Pulido M., 2010. PCR –Le plomb argentifère ancien du Mont Lozère (Lozère). A la recherche des mines, des minerais et des ateliers, des paysages et des hommes. *Archéosciences, revue d'archéométrie*, 34, p. 99-114.

Alley R.B., Mayewski P.A., Sowers T., Stuiver M., Taylor K.C., Clark P.U., 1997. Holocene climatic instability : a prominent, widespread event 8200 yr ago. *Geology*, 25, p. 483-486.

Alley R.B., Ágústsdóttir A.M., 2005. The 8 k event: cause and consequences of a major Holocene abrupt climate change. *Quaternary Science Reviews*, 24, p.1123-1149.

Andersen S.T., 1970. The Relative Pollen Productivity and Pollen Representation of North European Trees, and Correction Factors for Tree Pollen Spectra. *Danmarks Geologiske Undersøgelse Series II* 96, p. 1-199.

Andersen S.T., 1978. Identification of wild grass and cereal pollen. *D.G.U. arborg*, p. 69-92.

Anderson D.E., Binney H.A., Smith M.A., 1998. Evidence for abrupt climatic change in northern Scotland between 3900 and 3500 calendar years BP. *The Holocene*, 8, (1), p. 97-103.

Antoine J. M., Milian J., 2011. *La Ressource montagne, entre potentialités et contraintes*. L'Harmattan, Paris, 288 p.

Argant J., López-Sáez J.A., 2004. L'occupation humaine de Sarlième depuis le Néolithique d'après la palynologie et l'étude des microfossiles non polliniques. 5ème Rencontre méridionale de Préhistoire récente Auvergne et Midi, Acte de la cinquième session, Clermont-Ferrand, 8 et 9 novembre 2002. *Préhistoire du Sud-ouest*, suppl.9, p. 25-34.

Argant J., Cubizolle H., 2005. L'évolution Holocène de la végétation des Monts de la Madeleine, du Forez, du Livradois et du Pilat (Massif Central oriental, France) : l'apport d'une nouvelle série d'analyses palynologique. *Quaternaire*, 16, (2), p. 119-142.

Ayral M., 1928. Le plateau de l'Aubrac. Annales de Géographie, tome XXXVII, p. 224-237.

Ballut C., Prat B., Cabanis M., Lopez Saez J.A., Vautier F., 2006. Le bassin versant de Montchâtre (Massif central) : projet de recherche interdisciplinaire et données préliminaires. Séminaire « Gestion des paléoenvironnements et stratégies d'exploitation des milieux en moyenne montagne par les sociétés humaines », Pierrefort 19 juin 2003. *Annales littéraires Presses Universitaires de Franche-Comté*, Série «Environnement, sociétés et archéologie», Besançon, p. 83-92.

Ballut C., Gaby G., Prat B., Lopez Saez J.A., Cabanis M., 2007. L'étude interdisciplinaire des relations sociétés-milieux humides dans la région clermontoise : contribution de la géographie physique. *Actes du Séminaire de lancement du programme « Au fil de l'eau. Approche socio-environnementale de l'eau et des zones humides du Néolithique à nos jours : ressources, gestion et risques »* (C. Ballut et J. Renard, dir.), 2 décembre 2005, Clermont-Ferrand, p. 7-12.

Ballut C., Prat B., López-Sáez J.A, Gaby G., Cabanis M., 2008. Evolution environnementale d'une zone humide et de son bassin versant depuis la fin de l'âge du Fer : le Maar de Montchâtre (Massif Central, France). *Quaternaire*, 19, (1), p. 69-79.

Ballut C., Michelin Y., Miras Y., 2011. Landscape human shaping and spatial mobility of agropastoral practicies in the Chaîne des Puy during historical times (Massif Central, France). *Quaternary International*, 251, p. 97-106.

Balsan L., 1949. La préhistoire aveyronnaise hors des Causse. *Procès verbaux des séances de la société des lettres, science set arts de l'Aveyron*, tome XXXV, p. 167-174.

Barber D.C, Dyke A., Hillaire-Marcel C., Jennings A.E., Andrews J.T., Kerwin M.W., Bilodeau G., Mc Neely R., Sauthon J., Morehead N.D., Gagnon J.M., 1999. Forcing of the cold event of 8,200 years ago by catastrophic drainage of Laurentides laques. *Nature*, 400, p-344-348.

Beaulieu (de) J.L., 1974. Evolution de la végétation sur la bordure cévenole postglaciaire, d'après les pollens. Bulletin de la Société *Languedocienne de Géographie*, 8, p. 347-358.

Beaulieu (de) J.L., 1977. *Contribution pollenanalytique à l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation des Alpes méridionales françaises*. Thèse de Science, Université d'Aix-Marseille III, 358 p. + illustrations.

Beaulieu (de) J.L., 1981. Analyse pollinique de tourbières sur la marge occidentale et septentrionale des Causses. *Paléobiologie continentale*, 12, p. 117-130.

Beaulieu (de) J.L., 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, p. 251-300.

Beaulieu (de) J.L., Pons A., Reille M., 1984. Recherches pollenanalytiques sur l'histoire des Monts de Velay (Massif Central, France). *Dissertaciones Botanicae*, 72, p. 45-70.

Beaulieu (de) J.L., 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 Palaeobotany and Palynology*, 44, p. 37-80.

Beaulieu (de) J.L., Goeury. C., 1987. Zonation automatique appliquée à l'analyse pollinique : exemple de la Narse d'Ampoix (Puy de Dôme, France). Bulletin de la Société française pour l'étude du Quaternaire, p. 49-61.

Beaulieu (de) J.L., Pons A., Reille M., 1988. Histoire de la flore et de la végétation du Massif Central (France) depuis la fin de la dernière glaciation. *Cahiers de micropaléontologie*, 3, (4), p. 5-36.

Beaulieu (de) J.L., Richard H., Ruffaldi P., Clerc J., 1994. History of vegetation, climate and human action in the French Alps and the Jura over the last 15000 years. *Dissertationes Botanicae*, 234, p. 263-275.

Beaulieu (de) J.-L., Leveau P., Miramont C., Palet J.M., Walsh K., Court-Picon M., Ricou F., Segard M., Sivan O., Andrieu-Ponel V., Badura M., Bertucchi G., Boutterin C., Durand A., Edouard J.-L., Lavoie M., Morin A., Mocci F., Ponel P., Pothin A., Py V., Talon B., Tzortzis S., Bonet R., Columeau P., Cortot A., Garcia D., 2003. Changements environnementaux postglaciaires et action de l'homme dans le bassin de Buëch et en Champsaur (Hautes-Alpes, France). Premier bilan d'une étude pluridisciplinaire. In : *Des milieux et des Hommes*.. SAS Elsevier (Eds.), Paris, p. 79-87.

Beaulieu (de) J.L., Goeury C., 2004. Les premiers signes de l'anthropisation dans les Alpes françaises d'après l'analyse pollinique. In : *Néolithisation précoce. Premières traces d'anthropisation du couvert végétal à partir des données polliniques*. Richard H. (Ed.), Presses Universitaires Franc-Comtoises, Besançon, p. 163 171.

Bégeot C., 1995. *Les relations entre la végétation actuelle et la pluie pollinique dans une zone de déprise agricole du Jura de moyenne altitude*. DEA, Université de Franche-Comté, Besançon, 30 p.

Bégeot C., 2000. *Histoire de la végétation et du climat au Tardiglaciaire et au début de l'Holocène sur le Massif jurassien à partir de l'analyse pollinique*. Thèse, Université de Franche-Comté, Besançon, 199 p.

Behre K.E., 1981. The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagram*. Pollen et Spores*, XXIII, (2), p. 225-245.

Behre K.E., 1986. *Anthropogenic indicators in pollen diagrams*. A.A. Balkema, Rotterdam, Boston, 232 p.

Behre K.E., 1988. The role of man in vegetation history. In *: Vegetation History.* Berglund B. (dir.), Huntley et Webb. p. 633-667.

Behre K.E., 2007. Evidence for Mesolithic agriculture in and around central Europe ? *Vegetation History and Archaeobotany*, 16, p. 203-219.

Bennet K.D., Willis K.J., 2001."Pollen". Tracking environmental change using lake sediments, Smol J.P., Birks H.J.B., Last W.M. (Eds). Vol 3: terrestrial, algal and siliceous indicators. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, p. 5-32.

Béranger C., Hédin L., Kerguelen M., Petit M., Teissier JH., 1970-1986. Production fourragère et méthodes d'élevage. In *: L'Aubrac: étude ethnologique, linguistique, agronomique et économique d'un établissement humain.* CNRS. Paris. p.105-168.

Berglund B.E., 1969. Vegetation and human influence in south Scandinavia during Prehistoric tim*e. Oikos, supplementum*, 12, p. 9-28.

Berglund B.E., Ralska-Jasiewiczowa M., 1986. Pollen analysis and pollen diagrams. In*: Handbook of Holocene palaeoecology and palaeohydrology*. Berglund B.-E. (dir.), John Wiley et Sons. p.455-484.

Berglund B.E., 2003. Human impact and climate change. Synchronous events and a causal links ? *Quaternary International*, 105, p. 7-12.

Berglund B.E., 2003. Human impact and climate changes-synchronous events and a causal link. *Quaternary International*, 105, (1), p. 7.

Beug H.-J., 1975. Man as factor in the vegetation history of the Balkan peninsula. In : Jordanov D. (Ed.) *Problems of Balkan fl ora and vegetation*. Sophia.

Beug H.-J. 2004. *Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiet*. München (D), Pfeil, 542 p.

Birks H.J.B., Berglund B.E., 1979. Holocene pollen stratigraphy of southern Sweden : a reappraisal using numerical methods. *Boreas*, 8, p. 257-279.

Birks H.J.B., 1986. Numerical zonation, comparison and correlation of Quaternary pollen-stratigraphical data. In: *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. Berglund B.E., John Wiley & Sons (Eds.), Chichester, p. 746-774.

Bissardon M., Guibal L., Rameau J.C., 1997. *Corine biotopes, version originale, types d'habitats français*. ENGREF, 175 p.

Björck S., 2007. Younger Dryas oscillation, global evidence, *Encyclopedia of Quaternary Science*, p. 1985-1993.

Björkman L., Bradshaw R.H.W, 1996. The immigration of *Fagus sylvatica* L. and Picea abies (L.). Karst. into a natural forest stand in southern Sweden during the last 2000 years. *Journal of Biogeography*, 23, p. 235-244.

Björkman L., 1999. The establishment of *Fagus sylvatica* L. at the stand-scale in southern Swenden. *The Holocene*, 9, p. 237-245.

Blaauw M., 2010. Methods and code for "classical" age-modelling of radiocarbon sequences. *Quaternary International*, p. 1-17.

Blamey M., Grey-Wilson C., 2003. *La flore d'Europe occidentale*. Flammarion, 544 p.

Blanquet P.M., Bories G., 1993. Exploitation et diffusion de la calcédoine dès le Paléolithique supérieur: l'atelier de l'Aubrac, premiers résultats. *Vivre en Rouergue, numéro spécial des Cahiers d'archéologie aveyronnaise*, 7, p. 23-30.

Boboeuf M., 1996. Contribution à la connaissance de la station de plein air dite "Ateliers d'Aubrac", les apports de l'industrie lithique. *Vivre en Rouergue, Cahiers d'Archéologie Aveyronnaise*, 10, p. 55-69.

Bolte A., Czajkowski T., Kompa T., 2007. The north-eastern distribution range of European beech- a review. *Forestry*, 80, p. 413-429.

Bonnassie P., 1990. *La Catalogne au tournant de l'an mil*. Albin Michel, Paris, 498 p.

Bonnier G., 1990. *La Grande flore en couleurs de Gaston Bonnier : France, Suisse, Belgique et pays voisins*. Belin, Paris, Neuchâtel.

Bos J.A.A., van Geel B., van der Plicht J., Bohncke S.J.P., 2007. Preboreal climate oscillations in Europe: wiggle-match dating and synthesis of Dutch highresolution multi-proxy records. *Quaternary Science Reviews*, 26, p. 1927-1950.

Borcard D., Buttler A, 1999. *Ecologie numérique*. Université de Franche Comté, Besançon, 250 p.

Bousquet J., 1970-1986. Les origines de la transhumance en Rouergue in *L'Aubrac: étude ethnologique, linguistique, agronomique et économique d'un établissement humain.* T.2, *Ethnologie historique, transhumance ovine*. CNRS. Paris. p. 217-255.

Bradshaw R.H.W., 1981. Modern pollen representation factors for woods in South-West England. *Journal of Ecology*, 69, p. 45-70.

Braun-Blanquet J., 1965. *Plant sociology : the study of plant communities - Authorized English translation of Pflanzensoziologie by J. Braun-Blanquet*. Hafner Pub. Co, New York, 865 p.

Brewer S., Cheddadi R., Beaulieu (de) J.L., Reille M., Data contributors 2002. The spread of decidious *Quercus* throughout Europe since the last glacial period. *Forest Ecology and Management*, 156, p. 27-48.

Briane G., Aussibal D., 2007. *Paysage de l'Aveyron. Portraits et enjeux.* Editions du Rouergue, Rodez, 335 p.

Briffaud S., 1994. *Naissance d'un paysage. La montagne pyrénéenne à la croisée des regards, XVIe-XIXe siècles*. Tarbes/Toulouse, Archives de Hautes-Pyrénées/Université de Toulouse, 622 p.

Brochier J.L, Beeching A., Sidi Maarmar H., Vital J., 1999. Les grottes bergeries des préalpes et le pastoralisme alpin, Durant la fin de la Préhistoire. In Beeching A. (dir.) *Circulations et identités culturelles alpines à la fin de la Préhistoire-Matériaux pour une étude*. Travaux du centre d'Archéologie Préhistoriques de Valence, 2, p. 77-114.

Broström A., Gaillard M.J., Ihse M., Y 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, p.189-201.

Broström A., Sugita S., Gaillard M.J., 2004. Pollen productivity estimates for the reconstruction of past vegetation cover in the cultural landscape of southern Sweden. *The Holocene*, 14, (3), p. 368-381.

Broström A., Nielsen B., Gaillard M.J., Hjelle K., Mazier F., Binney H., Bunting J., Fyfe R., Meltsov V., Poska A., Rasanen S., Soepboer W., von Stedingk H., Suutari H., Sugita S., 2008. Pollen productivity estimates of key European plant taxa for quantitative reconstruction of past vegetation : a review. *Vegetation history and archaeobotany*, 17, (5), p. 461-478.

Brugiapaglia E., 1992. *Contribution de l'analyse pollinique à la connaissance des variations de la limite supérieure des forêts dans le massif du Taillefer (Isère, France)*. DEA, Université d'Aix-Marseille III, p 27.

Brugiapaglia E., 1996. *Dynamique de la végétation Tardiglaciaire et Holocène dans les Alpes italienne nord-occidentales*. Thèse de Science, université d'Aix-Marseille III, 148p.

Brugiapaglia, E., Beaulieu (de), J.L., Guiot, J. Y, Reille, M., 1998. Transect de pluie pollinique et étagement de la végétation dans le massif du Taillefer (Isère, France). *Géographie physique et Quaternaire*, 52, p. 209-218.

Brun C., 2007. *Archéophytes et néophytes. Pour une nouvelle détermination des marqueurs polliniques d'anthropisation. Le cas des milieux cultivés et rudéraux de Franche-Comté.* Laboratoire de Chrono-écologie UMR6565, Université de Franche-Comté. 298 p.

Brun C., Dessaint F., Richard H., Bretagnolle F., 2007. Arable-weed flora and its pollen representation: A case study from the eastern part of France. *Review of Paleobotany and Palynology*, 146, p. 29-50.

Brun J. J. Perrier T., 2001. La montagne, laboratoire pour la science ou laboratoire pour la société? *Revue de Géographie Alpine*, 2, p. 29-38.

Bunting M.J., 2002. Detecting woodland remnants in cultural landscapes: modern pollen deposition around small woodlands in northwest Scotland. *The Holocene,* 12, 291-301.

Bunting M.J., 2003. Pollen vegetation relationships in non-arboreal moorland taxa. *Review of Paleobotany and Palynology*, 125, p. 285-298.

Bunting M.J., Armitage R., Binney H.A., Waller M., 2005. Estimates of relative pollen productivity and relevant source area of pollen for major tree taxa in two Norfolk (UK) woodlands. *The Holocene,* 15, (3), p. 459-465.

Burney D. A., Robinson G.. S., Pigotte Burney L., 2003. Sporormiella and the late Holocene extinctions in Madagascar, *PNAS*, p.10800-10805.

Burnouf J., Muxart, T., Villalba B., Vivien F.D., 2003. Le passé a de l'avenir: premier bilan de l'appel d'offre "Histoire de l'interraction des sociétés-milieux" et perspectives de recherches. *Des milieux et des hommes, fragments d'histoires croisées*, Elsevier, p.

Cañellas-Boltà N., Rull V., Vigo J., Mercadé A., 2009. Modern pollen--vegetation relationships along an altitudinal transect in the central Pyrenees (Southwestern Europe). *The Holocene,* 19, p. 1185-1200.

Calmels A., Coste H., 1930. *L'Aubrac: géologie, orographie, hydrologie, climat, flore, forêts, préhistoire*. Carrère, Rodez, 215 p.

Carcaillet C., Bouvier M., Frechette B., Larouche AC., Richard P.J.H., 2001. Comparison of pollen slide and sieving methods in lacustrine charcoal analyses for local and regional fire history. *The Holocene,* 11, p. 467-476.

Carcaille**t** C**.,** Almquist, H., Asnong H., Bradshaw R.H.W., Carrion J.S., Gaillard M.J., Gajewski K.,Haas J.N., Haberle S.G., Hadorn P., Müller S.D., Richard P.J.H., Richoz I., Rösch M., Sanchez Goñi M.F., von Stedingk H., Stevenson A.C., Talon B., Tardy C., Tinner W., Tryterud E., Wick L.Y., Willis K.J., 2002. Holocene biomass burning and global dynamics of the carbon cycle. *Chemosphere,* 49, p. 845-863.

Carozza L., Bouby L., 2006. Un habitat du Bronze moyen à Cournon d'Auvergne (Puy-de-Dôme) : nouvelles données sur la dynamique de l'âge du Bronze moyen sur la bordure méridionale du Massif Central. Bulletin *de la Société Préhistorique Française*, T.103, (3), p. 535-584.

Carozza L., Galop D., 2008. Le dynamisme des marges. Peuplement et exploitation des espaces de montagne durant l'Age du bronze. In : *Villes, villages, campagnes de l'Age du bronze*. Guilaine J. (dir.), (Eds) Errance, Paris, p. 226-251.

Caseldine C., Fyfe R., Langdon C., Thompson G., 2007. Simulating the nature of vegetation communities at the opening of the Neolithic on Achill Island, Co. Mayo, Ireland—the potential role of models of pollen dispersal and deposition. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 144, p.135–144.

Chambers F.M., 1993. *Climatic change and human impact on the landscape*. Chambers F.M., Chapman & Hall (Eds.), London, 303 p.

Chapron E., Desmet M., de Putter T., Loutre M.F, Beck C., de Coninck J.F., 2002. Climatic variability in the northwestern Alps, France, as evidenced by 600 years of terrigenous sedimentation in Lake Le Bourget. *The Holocene,* 12, (2), p. 177-185.

Charman D., 2002. *Peatlands and environmental change*. John Wiley & Sons Ltd (Eds.), 300 p.

Clark J.S., Merkt I., Muller H., 1989. Post-Glacial fire, vegetation and human history of the northern Alpine Forelands, southwestern Germany. *Journal of Ecology,* 77, p. 897-925.

Clerc J., 1988. *Recherches pollenanalytiques sur la paléoécologie tardiglaciaire et holocène du Bas-Dauphiné*. Thèse de Science, Université d'Aix-Marseille III, 180 p.

CNRS, 1970-1986. *L'Aubrac: étude ethnologique, linguistique, agronomique et économique d'un établissement humain*. CNRS Recherche coopérative sur programme 28, Rivière G.H. (dir.), Paris, 8 vol.

Colombaroli D., Vannière B., Chapron E., Magny M., Tinner W., 2008. Fire—vegetation interactions during the Mesolithic—Neolithic transition at Lago dell'Accesa, Tuscany, Italy. *The Holocene*, 18, p. 679-692.

Correa-Metrio A., Bush Mark B., Pérez L., Schwalb A., Cabrera Kenneth R., 2011. Pollen distribution along climatic and biogeographic gradients in northern Central America. *The Holocene,* 21(4), p. 681-692.

Coste H. 1937. *Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes.* Albert Blanchard, Paris, 3, 1850 p.

Court-Picon M., Buttler A,. Beaulieu (de) J.L., 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, p. 13-39.

Court-Picon M., Buttler A., Beaulieu (de) J.L., 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.

Court-Picon M., 2007. *Mise en place du paysage dans un milieu de moyenne et haute montagne du Tardiglaciaire à l'époque actuelle*. Thèse de doctorat, Laboratoire de chrono-écologie, UMR 6565, Université de Franche Comté. 714 p.

Crubézy E., Ludes B., Gulaine J., 2005. Génétique et peuplements néolithiques. In : *Populations néolithiques et Environnments*. Séminaire du Collège de France, Guilaine J. (dir.), (Eds.) Errance, p. 43-60.

Cubizolle H., Tourman A., Argant J., Porteret J., Oberlin C., Serieyssol K., 2003. Origins of European biodiversity: palaeo-geographic signification of peat inception during the Holocene in the granitic eastern Massif Central (France). *Landscape Ecology*, 18, (3), p. 227-238.

Cubizolle H., George V., Argant J., 2004a. Changements environnementaux et sociétés humaines dans les moyennes montagnes granitiques du Massif Central oriental au cours de l'Holocène : les enregistrements tirés du croisement des données géomorphologiques, palynologiques et archéologiques. *Archéométrie*, 28, p. 57-70.

Cubizolle H., George V., Latour C., Serieyssol K., 2004b. Sociétés humaines pré-industrielles et hydrosystèmes palustres dans le Massif Central oriental au cours des quatre dernier millénaires: le rôle de la mise en place des aménagements hydrauliques dans le démarrage de la turfigenèse. In *: Fleuves et marais, une histoire au croisement de la nature et de la culture. Sociétés préindustrielles et milieux fluviaux, lacustres et palustres: pratiques sociales et hydrosystèmes*. Burnouf J. et Leveau P. (Eds.), Ministère de l'Education nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. Paris. p.57-69.

Cubizolle H., 2005. *Paléoenvironnement et turfigénèse. L'apport de l'étude des tourbières à la connaissance de l'évolution holocène des milieux montagnards du Massif Central oriental granitique. Volume 2, HDR*. Université Jean Monnet. 750 p.

Cubizolle H., Serieyssol K., Argant J., 2005. Holocene vegetation dynamics and human impac on the peatland of virennes (french Massif Central). *Diatoms Research*, 20, (2), p. 257-273.

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 deal with past pastoral activities. *Vegetation History and Archaeobotany*, 19, p. 391-408.

Cugny C., 2011. *Apports des microfossiles non-polliniques à l'histoire du pastoralisme sur le versant nord Pyrénéen. Entre référentiels actuels et reconstitution du passé*. Thèse de Géographie, Université Toulouse le Mirail, vol. 1 et 2, 273 p.

Cundill P.R., 1991. Comparisons of moss polster and pollen trap data : a pilot study. *Grana*, 30, p. 301-308.

Cushing E.J., 1963. *Late Wisconsin pollen stratigraphy in East Central Minnesota*. Thèse de Science, Université du Minnesota, 165 p.

Dapples F., Lotter A.F., van Leeuwen J., van der Knaap W.O., Dimitriadis S., Oswald D., 2002. Paleolimnological evidence for increased landslide activity due to forest clearing and land-use since 3600 cal. BP in the western Swiss Alps. *Journal of Paleolimnology*, 27, p. 239-248.

Daugas J.P. et Raynal J.P, 1991. L'Homme et les volcans : mésolithisation et néolithisation dans le Massif Central français. *Mésolithique et néolithisation en France et dans les régions limitrophes*, CTHS (Eds.), p. 127-146.

Daugas J.P, Genevrier J.L., Raynal J.P, Rous M.P, 1998. Découvertes d'industries du Paléolithique moyen et du Néolithique dans les environs de Dore-l'Eglise (Puy de Dôme). *Chroniques historiques d'Aubert et de son arrondissement*, p. 4-12.

Davasse B., Galop D., 1989. Le charbon de bois et le pollen : éléments pour une approche de l'évolution historique du paysage forestier dans les Pyrénées ariégeoises. *Acta biologica montana*,9, p. 333-340.

Davasse B., Galop D., 1990. Le paysage forestier du Haut Vicdessos : évolution d'un milieu anthropisé. *R.G.P.S.O*., 61, (4), p. 433-457.

Davasse B., Galop D., 1994. Impact des activités pastorales et métallurgiques sur les forêts d'altitude des Pyrénées ariégeoises (France). *Actes du Colloque International Ecologie et Biogeographie alpines. Revue. Vadôtaine d'Histoire Naturelle*, 48, p. 151-160.

Davis O. K., 1984. Pollen frequencies reflect vegetation patterns in a Great Basin (USA) mountain range. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 40, p. 295-315.

Davis O.K., 1987. Spores of the dung fungus *Sporormiella*: Increased abundance in historic sediment and before Pleistocene megafaunal extinction. *Quaternary Research*, 28, p. 290-294.

Davis B.A.S., Stevenson A.C., 2009. The 8.2 ka event and Early Mid-Holocene forests, fires and flooding in the Central Ebro Desert, NE Spain. *Quaternary Science Reviews*, 26, p. 1695-1712.

Delmas J., 1990. Les Ferrières du Haut-Bassin Rouergat du Lot (XIV^{ème}-XVI^{ème} siècles). *Revue du Rouergue*, 23, p. 405-421.

Delhon C., Thiébault S., 2005. The migration of beech (*Fagus sylvatica* L.) up the Rhone : the Mediterranean history of a "mountains" species. *Vegetation History and Archaeobotany*, 14, (2), p. 119.

Delille T., 2010. *Détection des changements climatiques et environnementaux en Aubrac (Massif Central, Fance) à la fin de la dernière glaciation : approche faunique et floristique*. Master 2 Bioécologie, IMEP, UMR 6116, 43 p.

Deltour J.B., 1932. *Aubrac, son ancien hôpital, ses montagnes, sa flore*. Carrière, Rodez, 351 p.

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

Dobremez J.-F., 2001, La montagne du biologiste, *Revue de géographie alpine*, 89, (2), p. 93-100.

Dousson J., 1958. Sur la tourbière des Moussous, plateau de l'Aubrac. *Revue du Gévaudan*, p. 292-293.

Dousson J., 1960. Etude sur la région de Montgrousset et la cascade du Déroc (commune de Nasbinals), *Revue du Gévaudan*, p. 188-190.

Drescher-Schneider R., 1990. L'influsso unamo sulla vegetazione Neolitica nel territorio di Varese dedotto dai diagrammi pollinici. In Biagi P. (Ed.), *The neolithisation of the alpine region*. Monografie di Natura Bresciana, 13, p. 91-97.

Durand A., 1946. *La vie rurale dans les massifs volcaniques des Dores, du Cézallier, du Cantal et de l'Aubrac*. Imprimerie Moderne, Aurillac, 530 p.

Edwards K.J., Whitlington G., Robinson M., Richter D., 2005. Palaeoenvironments, the archaeological record and cereal pollen detection at Clickimin, Shetland. *Journal of Archaeological Science*, 32, p. 1741–1756.

Elenga H., Namur C.D., Vincens A., Roux M., Schwartz D., 2000. Use of plots to define pollen-vegetation relationships in densely forested ecosystems of Tropical Africa. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 112, (1-3), p. 79-96.

Ejarque Montolio A., 2009. *Génesis y configuration microrégional de un paisaje cultural pireinaico de alta montana durante el holoceno: estudio polinico y de otros indicatores paleo ambientales en el valle del madriu-perafita-claror (Andorra).* Tesis doctoral, Institut Català d'arquelogia classica, Universitat Rovira y Virgili. Tarragona, 348 p.

Faegri K., Iversen J., 1989. *Textbook of pollen analysis*. John Wiley & Sons, Chichester, 328 p.

Fau L., 2006. *Les monts d'Aubrac au Moyen Age. Génèse d'un monde agro-pastoral*. Editions de la Maison des sciences de l'homme (DAF), Paris, 213 p.

Fau L., Hamon E., 2007, Approche archéologique et historique de l'espace collectif sur les monts d'Aubrac : l'exemple de la montagne des Inguilhens (Condom d'Aubrac, Aveyron). *Les espaces collectifs dans les campagnes, XIème-XXIème siècles*, Charbonnier P., Couturier P., Follain A., Fournier P. (dir.), Presses Universitaires de Blaise Pascal, 7, p.149-160.

Fau L., Cantournet C., Crescentini D., Dieulafait C., Dieulafait F., Izac-Imbert, Pradalié G., 2010. Le lac de Saint-Andéol en Aubrac (Lozère) : essai d'interprétation de l'ensemble culturel. *Archéologie du midi Médiéval*, 28, p.3-32.

Faure E., Galop D., 2011. La fin du paradigme du désert landais : histoire de la végétation et de l'anthropisation à partir de l'étude palynologique de quelques lagunes de la Grande-Lande. In : *De la lagune à l'Airial : le peuplement de la Grande-Lande*. Merlet J.C., et Bost J.P.,(dir.), *Aquitania*, suppl. 24, Travaux et colloques scientifiques du PNRLG 6, APOL, Hors série 5, Bordeaux, p. 43-60.

Favre E., Escarguel G., Suc JP., Vidal G., Thévenod L., 2008. A contribution to deciphering the meaning of AP/NAP with respect to vegetation cover. *Review of Paleobotany and Palynology*, 148, p. 13-35.

Fiches J.L., 1996. *Le IIIe siècle en Gaule Narbonnaise : données régionales sur la crise de l'empire*. Actes de la table ronde du GDR 954. APDCA, Aix en Provence, La Baume, 15-16 septembre 1995, 404 p.

Firbas F., 1949. *Spät-und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen*, Fischer, Jena, 1.

Finsinger W., Tinner W., van der Knaap., W.O., Amman B., 2006. The expansion of hazel (*Corylus avellana* L.) in the Southern Alps : a key for understanding its early Holocene history in Europe ? *Quaternary Science Reviews*, 25, p. 612-631.

Finsinger W., Tinner W., 2007. Pollen and plant macrofossils at Lac de Fully (2135 m a.s.l.) : Holocene forest dynamics on a highland plateau in the Valais, Switzerland. *The Holocene*, 17, (8), p. 1119-1127.

Gaillard M.J, 1984. *Etude palynologique de l'évolution Tardi- et Postglaciaire de la végétation du Moyen-Pays romand (Suisse)*. Thèse. J. Cramer, Vaduz, 322 p.

Gaillard M.J., Birks H.J.B., Emanuelsson U., Berglund BE., 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, p. 3-17.

Gaillard M.J., Birks H.J.B., Emanuelsson U., Karlsson S., Lageras P., Olausson D., 1994. Application of modern pollen land-use relationships to the interpretation of pollen diagramms - reconstructions of land-use history in south Sweden, 3000-0 BP. *Review of Paleobotany an Palynology*, 82, p. 47-73.

Gaillard M.J., Birks H.J.B., Ihse M., Runborg S., 1998. Pollen/landscape calibration based on modern pollen assemblages from surface-sediment samples and landscape mapping - a pilot study in South Sweden. In. *Quantification of land surfaces cleared of forests during the Holocene. Paläoklimaforschung /Palaeoclimate Research*, Gaillard, M.-J. *et al.(*dir.), Stuttgart. p.31-52.

Gaillard M.J., 2007. Pollen methods and studies-archaeological aplications, en S.A. Elias (ed.) *Encyclopedia of Quaternary Science*. Elsevier, Amsterdam, p.2570-2595.

Gaillard M.J., Sugita S., Bunting M.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. y pollandcal members. 2008. The use of modelling and simulation approach in reconstructing past landscapes from fossil pollen data: a review and results from the POLLANDCAL network. *Vegetation History and Archaeobotany*, 17, p. 419-443.

Galop D., 1998. *La forêt, l'homme et le troupeau dans les Pyrénées. 6000 ans d'histoire entre Garonne et Méditerranée*. GEODE- Laboratoire d'écologie terrestre- FRAMESPA, Toulouse le Mirail. 285 p.

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

Galop D., Tual M., Monna F., Dominik J., Beyrie A., Marembert F., 2001. Cinq millénaires de métallurgie en montagne basque. Les apports d'une démarche intégrée alliant palynologie et géochimie isotopique du plomb. *Sud-Ouest Européen,* 11, p.3-15.

Galop D. Mazier F., Lopez-Saez J.A., Vannière B., 2003. Palynologie et histoire des activités humaines en milieu montagnard. Bilan provisoire des recherches et nouvelles orientations méthodologiques sur le versant nord des Pyrénées. *Archéologie du Midi-Médiéval*, 21, p. 159-170.

Galop D., Vaquer J., 2004. Regards croisés sur les premiers indices de l'anthropisation en domaine pyrénéen. In*: Néolithisation précoce. Premières traces d'anthropisation du couvert végétal à partir des données polliniques*, Richard H. (dir.), Besançon, p. 179-194.

Galop D., Rendu C., Barcet H., Buttler A., Campmajo P., Cugny C., Gauthier E., Legaz A., Lopez-Saez J.-A., Mazier F., Métailié J.-P., Dominique S. et Vannière B. 2004. *Paléoenvironement et archéologie pastorale. Propositions méthodologiques pour une approche intégrée des modalités de l'anthropisation en haute montagne pyrénéenne du Néolithique à l'actuel*. Besançon: UMR 6565 CNRS-Université de Franche-Comté, 70 p. (Projet Collectif de Recherche).

Galop D., 2005. La conquête de la montagne pyrénéenne au Néolithique. Chronologie, rythmes et transformation des paysages à partir des données polliniques. In : *Populations néolithiques et Environnments*. Séminaire du Collège de France, Guilaine J. (dir.), (Eds.) Errance, p. 279-295

Galop D., Carroza L., Marenbert F., Bal, M.C., 2007. Activités agropastorales et climat durant l'âge du Bronze dans les Pyrénées : l'état de la question à la lumière des données environnementales et archéologiques. In : *Environnements et cultures à l'âge du Bronze en Europe Occidentale*. Richard H., Magny M., Mordant C., (dir.), Acte des Congrès Nationaux des sociétés historiques et scientifiques, 129eme, Besançon, 2004, (Eds) CTHS, p. 108-119.

Gardner A.R., Willis K.J., 1999. Holocene comment and reply. Prehistoric farming and the postglacial expansion of beech and hornbeam : a comment on Küster. *The Holocene*, 9, (1), p. 119-121.

Gauthier E., 2001. *Evolution de l'impact de l'Homme sur la végétation du massif jurassien au cours des quatre derniers millénaires. Nouvelles données palynologiques*. Archéologie, Université de Franche-Comté. 250 p.

Gauthier E., Richard H., 2007. La forêt jurasienne au cours des deux derniers millénaires à la lumière de quelques diagrammes polliniques. In : Dupouey J.-L., Dambrine E., Dardignac C. et Georges-Leroy M. (Eds.), *La mémoire des forêts. Actes du colloque «Forêt, archéologie et environnement» 14-16 décembre 2004*. Nancy : ONF-INRA-DRAC, p. 57-67.

Gauthier E., Richard H., 2008. L'anthropisation du Massif jurassien : bilan des données palynologiques. In : Desmet M., Magny M., Mocci F. (Eds.), *Du climat à l'Homme. Dynamique holocène de l'environnement dans le Jura et les Alpes.* Le Bourget du Lac: Laboratoire EDYTEM, p. 273-280. (Collection EDYTEM, Cahiers de Paléoenvironnement ; 6).

Georgeon C., 1994. *De la néolithisation aux dernières manifestations du Chasséen en Auvergne, un bilan*. Mémoire de Maîtrise de l'Université de Clermont-Ferrand, 2t., 114 et 109 p.

Giesecke T., Hickler T., Kunkel T., Sykes MT., Bradschaw R.H.W., 2007. Towards an understanding of the Holocene distribution of *Fagus sylvatica* L. *Journal of biogeography*, 34, p. 118-131.

Giesecke T., Bennett K.D., Birks H.J.B., Bjune A.E., Bozilova E., Feurdean A., Finsinger W., Froyd C., Pokorný P., Rösch M., Seppä H., Tonkov S., Valsecchy V., Wolters S., 2011. The pace of Holocene vegetation change-testing for synchronous developments. *Quaternary Science Reviews*, 30, p.2805-2814.

Gournay (de) F., 2004. *Le Rouergue au tournant de l'an mil. De l'ordre carolingien à l'ordre féodal (IXe - XIIe siècle)*. Société des lettres, sciences et arts de l'Aveyron, CNRS - Université de Toulouse-Le Mirail, 512 p.

Grimm E., 1987. Coniss : A fortran 77 program for stratigraphically contrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares, *Computers & Geosciences*, 13, (1), p. 13-35.

Grimm E., 1991-1993. *Tilia and Tilia graph*. Illinois State museum, Illinois.

Groenman-van Waateringe W., 1993. The effects of grazing on the pollen production of grasses. *Vegetation History and Archaeobotany*, 2, p. 157-162.

Gruat P., 2003. *Du silex au métal, mines et métallurgie en Rouergue*. Guide d'archéologie, 9, Musée de Montrozier, 513 p.

Gruat P., 2007. L'archéologie des paysages, la lente conquête des terroirs. In *: Paysage de l'Aveyron. Portraits et enjeux*. Briane G. et Aussibal D. (dir.), Editions du Rouergue. Rodez. p.30-43.

Gruat P. et Izac-Imbert L., 2007. L'organisation du territoire des Rutènes durant les deux derniers siècles avant notre ère. In : *Les Rutènes – Organisation du territoire d'un peuple gaulois entre Languedoc et Massif Central*, catalogue d'exposition du musée du Rouergue de Montrozier, Agogue O. et Gruat P. (dir.), p. 16-29.

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

Guilaine J., 1994. *La mer partagée. La Méditerranée avant l'écriture 7000-2000 avant Jésus-Christ*. Hachette (Eds.), 453 p.

Guilaine J., 2003. De *la vague à la tombe, la conquête néolithique de la Méditerranée (8000-2000 av. J.-C*). Seuil (Eds.), 377 p.

Guyard H., Chapron E., Saint-Onge G., Anselmetti F., Arnaud F., Magan O., Francus P., Melieres M.A., 2007. Hight altitude varve records of abrupt environmental changes and mining activity over the last 4000 years in the Western French Alps (Lake Bramant, Grandes Rousses Massif). *Quaternary Sciences Reviews*, p. 2644-2660.

Haas J.N., 1996. Pollen and plant macrofossil evidence of vegetation at Wallisellen-Langachermoos (Switzerland) during the Mésolitic-Neolithic transition 8500 to 6500 years ago.*Dissertationes Botanicae*, Berlin, Suttgart, 267, 67 p.

Haas, J.N., Richoz, I., Tinner, W. y Wick, L. 1998. Synchronous Holocene climatic oscillations recorded on the Swiss Plateau and at timberline in the Alps. *The Holocene*, 8 (3), p. 301-309.

Haberle S.G., Bennett K.D., 2001. Modern pollen rain and lake mud–water interface geochemistry along environmental gradients in southern Chile. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 117, p. 93–107.

Hall S.A., 1989. Pollen analysis and palaeoecology of alluvium. *Quaternary Research*, 31, p. 435-438.

Hammon E., 1995. *L'Aubrac à la fin du Moyen Age: génèse et mise en place d'un système économique*. Mémoire de maîtrise, Université de Paris I. 159 p.

Hausmann S. Lotter A.F., van Leeuwen J.F.N., Ohlendorf C., Lemcke G., Grönlund E., Sturm M., 2002. Interactions of climate and land use documented in the varved sediments of Seebergsee in the Swiss Alps, *The Holocene*, 12, p. 279-289.

Heim J., 1970. *Les relations entre les spectres polliniques récents et la végétation actuelle en Europe occidentale*. Université de Louvain, 179 p.

Heiri O., Tinner W., Lotter A.F., 2004. Evidence for cooleur European summers during periods of changing meltwater flux to the North Atlantic. *Proceeding of the National Academy of Science*, 101, (15), p. 285-288.

Heiri C., Bugmann H., Tinner W., Heiri O., Lischke H., 2006. A model-based reconstruction of Holocene treeline dynamics in the Central Swiss Alps. *Journal of Ecology*, 94, p. 206-216.

Hicks S., Birks H.J.B., 1996. Numerical analysis of modern and fossil pollen spectra as a tool for elucidating the nature of fine-scale human activities in boreal areas. *Vegetation History and Archaeobotany*, 5, p. 257-272.

Hicks S., 1998. Fields, boreal forests and forest clearings as recorded by modern pollen deposition. In: *Quantification of land surfaces cleared of forests during the Holocene – Modern pollen/vegetation/landscape relationships as an aid to the interpretation of fossil pollen data*, (HRSG, Ed.) BFea, Stuttgart, p. 53-66.

Hicks S., Tinsley H., Huusko A., Jensen C., Hattestrand M., Gerasimides A. et Kvavadze E. 2001. Some comments on spatial variation in arboreal pollen deposition: first records from the Pollen Monitoring Programme (PMP). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 117 (1-3): 183-194.

Hicks S., Sunnari A., 2005. Adding precision to the spatial factor of vegetation reconstructed from pollen assemblages. *Plant Biosystems*,139, p.127–134.

Hicks S., 2006. When no pollen does not mean no trees. *Vegetation History and Archaeobotany*, 15, p. 253-261.

Hicks S., 2007. Pollen methods and studies - Surface Samples and Trapping. Encyclopedia of Quaternary *Science*, Amstersam, (Ed) Elsevier, p. 2529-2535.

Higuera P. E., Peters M. E., Brubaker L. B., Gavin D. G., 2007. Understanding the origin and analysis of sediment-charcoal records with a simulation model. *Quaternary Science Reviews* 26, p. 1790-1809.

Hjelle K.L., 1997. Relashionships between pollen and plants in human-influenced vegetation types using presence-absence data in western Norway. *Review of Paleobotany an Palynology*, 99, p. 1-16.

Hjelle K. L., 1998. Herb pollen representation in surface moss samples from mown meadows and pastures in Western Norway. *Vegetation History and Archaeobotany*, 7, (2), p. 79-96.

Hjelle K.L., 1999. Modern pollen assemblages from mown and grazed vegetation types in western Norway. *Review of Paleobotany an Palynology*, 107, p. 55-91.

Hoek W.Z., 2001. Vegetation response to the ~ 14.7 and ~ 11.5 ka cal. BP climate transitions: is vegetation lagging climate? *Global Planetary Change*, 30, p. 103-115.

Huntley B., Birks H.J.B., 1983. *An atlas of past and present pollen maps of Europe 0-13,000 years ago*. (Ed.). Cambridge University Press, Cambridge, 667 p.

Isarin R.F.B., Bohncke J.P., 1999. Mean July temperatures during the Younger Dryas in Northwestern and central Europe as inferred from climate indicator plant species. *Quaternary Research*, 51, p. 158-173.

Iversen J., 1973. The development of Denmark's nature since the Last Glacial. *Danmarks Geologiske Undersogelse Roekke*, V, 7C, p.1-126.

Jacobson G.L., Bradshaw R.H.W., 1981. The selection of sites for paleovegetational studies, *Quaternary Research*, 16, (80), p. 80-96.

Jalut G., 1974. *Evolution de la végétation et variations climatiques Durant les quinze derniers millénaires dans l'extrémité orientales des Pyrénées*. Thèse d'Etat, Université Paul Sabatier, Toulouse, 176p.

Jalut G., 1991. Le pollen, traducteur de paysage agraire. *Pour une archéologie agraire*, Guilaine J. (dir.), Armand Colin, Paris, p. 345-368.

Jalut G., Montserrat-Marti J., Fontugne M., Vilaplana J.M., Julia R., 1992. Glacial to interglacial vegetation changes in the northern and southern Pyrenees : deglaciation, vegetation cover and chronology. *Quaternary Science Review*, 11, p. 449-480.

Jalut G., 1995. Analyse pollinique de sédiments holocènes de l'2tang de Capestang (Hérault). *Temps et espaces dans le bassin de l'Aude du Néolithique à l'âge du Fer*, Guilaine J., (dir.), Centre d'Anthropologie, Toulouse, p. 293-303.

Janssen C. R., 1959. Alnus as a disturbing Factor in Pollen Diagrams. *Acta botanica* Neerlandia, 8, p. 55-58.

Jauzein P., 1995. *Flore des champs cultivés*. (Eds.) INRA, Paris, 898 p.

Jauzein P., 2001a. Biodiversité des champs cultivés : l'enrichissement floristique. *Dossiers de l'Environnement de l'INRA*, 21, p. 43-64.

Jauzein P., 2001b. L'appauvrissement floristique des champs cultivés. *Dossier de l'Environnement de l'INRA*, 21, p. 65-78.

Jensen C., Vorren K.D., Mørkved B., 2007. Annual pollen accumulation rate (PAR) at the boreal and alpine forest-line of northwestern Norway, with special emphasis on Pinus sylvestris and Betula pubescens. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 144, p.337–361.

Jest C., Lajoux J.D., 1970-1986. Evolution et fonctionnement des montagnes. In *: L'Aubrac: étude ethnologique, linguistique, agronomique et économique d'un établissement humain.* CNRS. Paris. p.23-64.

Joly C., Barillé L., Barrau M., Mancheron A., Visset L., 2007. Grain and annulus diameter as criteria for distinguishing pollen grains of cereals from wild grasses. *Review of Paleobotany and Palynology*, 146, p. 221-243.

Jouffroy-Bapicot I., Pulido M., Barons S., Galop D., Monna F., Lavoie M., Petit C. Beaulieu (de) J.L ; Richard H., 2007. Environmental impact of early palaemetallurgy : pollen and geochimical analysis. *Vegetation history and Archaeobotany*, 16, p. 251-258.

Jouffroy-Bapicot I., 2010. *Evolution de la végétation du massif du Morvan (Bourgogne, France) depuis la dernière glaciation à partir de l'analyse pollinique. Variations climatiques et impact des activités anthropiques*. Université de Franche-Comté. Archéologie, territoire et environnement. 373 p.
Julve P., 1998a. Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Version : 9 avril 2007. http://perso.wanadoo.fr/philippe.julve/catminat.htm.

Julve P., 1998b. Baseveg. Répertoire synonimique des unités phytosolciologiques de France. Version : 24 avril 2007. http://perso.wanadoo.fr/philippe.julve/catminat.htm.

Juvigné E., Milcamps V., Delibrias G., Evin J., 1988. Ages de traits polliniques et chronozonation du Tardiglaciaire final et de l'Holocene dans le Massif Central (France). *Mododelingen rijks geologische dienst*, 42, p. 33-50.

Kornaś J., 1990. Plant invasions in Central Europe : historical and ecological aspects. In. *Biological invasions in Europe and the Mediterranean Basin*. Di Castri, F. *et al* (Eds.), Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. p.19-36.

Khorola A., Vasko K., Toivonen H.T.T., Olander H., 2002. Holocene temperatures changes in the northern Fennoscandia reconstructed from chironomid using Bayesian modeling. *Quaternary Science Review,* 21, p. 1841-1860.

Köhler E., Lange E., 1979. A contribution to distinguishing cereal from wild grass pollen grains by LM and SEM. *Grana*, 18, p. 133-140.

Kremer A., Petit R., 2001. Epopée des chênes européens. *Les dossiers de l'environnement de l'INRA*, 21, p. 133-138.

Kullman L., 1998. Non-ana1ogous tree flora in the Scandes Mountains, Sweden, during the early Holocene—Macrofossil evidence of rapid geographic spread and response to palaeoclimate. *Boreas*, 27, p. 153–161.

Küster H., 1988. The History of the Landscape around Auerberg, Southern Bavaria - A Pollen Analytical Study. In. *The Cultural Landscape : Past, Present and Future*. Birks H.H. *et al*. (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge. p.300-310.

Küster H., 1997. The role of farming in the postglacial expansion of beech and hornbeam in the oak woodlands of central Europe. *The Holocene*, 7, (2), p. 239-242.

Küster H., 1999. Prehistoric farming and the postglacial expansion of beech and hornbeam: a reply to Gardner and Willis. *The Holocene*, 9, (1), p. 121-122.

Lang G. et Trautman W., 1961. Zur spät-und nacheizeit-lichen Vegetationsgeschicte der Auvergne. *Flora*, 150, II (1), p.11-42.

Lang B., Bedford A., Brooks S.J., Jones R.T., Richardson N., Birks H.J.B., Marshall J.D., 2010. Early Holocene temperature variability inferred from chironomid assemblages at Hawes Water, northwest England. *The Holocene*, 20 (6), p. 943-954.

Lauber K., Wagner G., 2000. Flora Helvetica. Flore illustrée de Suisse. 1ère (en français), Berne-Stuttgart-Vienne, 1616 p.

Lauber K., Wagner G., 2000. Flora Helvetica. Flore illustrée de Suisse. Clef de détermination. 1ère (en français), Berne-Stuttgart-Vienne, 276 p.

Lavoie M., Pulido M., Baron S., Ploquin A., Beaulieu (de) J.L., Bailly-Maitre M.C., Carignan J., Allée Ph., Laurent S., Mahe le Carlier C., Peytavin J., 2006. Le plomb argentifère ancien du mont Lozère (Massif Central) : une approche historique, géologique et paléoenvironnementale. *In* Y. Miras et F. Surmely (coord.) *Environnement et peuplement de la moyenne montagne de Tardiglaciaire à nos jours*, PUFC, p. 135-144.

Le Glay M., 1975. La Gaule romanisée. Crises et mutations du IIIe et IVe siècles. In : *Histoire de la France rurale*. Duby G. et Wallon A. (Eds.), Seuil, Paris, p. 302-316.

Lémée G., 1944. Evolution forestière comparée de l'Aubrac et du Cézallier au Postglaciaire. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 218, p. 477-479.

Lémée G., 1953. L'évolution forestière du Massif Central depuis la dernière glaciation. *Mélanges géographiques* Ph. Arbos, Institut géographique, Clermont-Ferrand, p. 189-196.

Leps J., Smilauer P., 2003. *Multivariate analysis of ecological data using CANOCO*: Cambridge University Press, 282 p.

Lévêque C., Pavé A., Abladie I., Weille A., Vivien F.D., 2000. Les zones ateliers, des dispositifs pour la recherche sur l'environnement et les anthroposystèmes, *Nature Science et société*. 8, (4), p. 44-52.

Lévêque C., 2003. Quelles natures voulons-nous? Quelles natures aurons-nous? In*: Quelles natures voulons-nous? Pour une approche socio-écologique du champ de l'environnement*, Lévêque, C., Van der Leeuw, S. (dir. de), Paris, p. 13-22.

Lindbladh M., Niklasson M., Karlsson M., Björkman L., Churski M., 2008. Close anthropogenic control of *Fagus sylvatica* establishment and expansion in a Swedish protected landscape - Implications for forest history and conservation. *Journal of biogeography*, 35, p. 682-697.

Lisitsyna O.V., Hicks S., Huusko A., 2012. Do moss samples, pollen traps and modern lake sediments all collect pollen in the same way ? A comparison from the forest limit area of northernmonst Europe. *Vegetation history and Archaeobotany*, 21, p. 187-199.

Loison G., 2003. *L'âge du Bronze ancien en Auvergne*. Archives d'Ecologie Préhistoriques, 157p.

Lopez-Saez J.A., Lopez-Merino L., 2007. Coprophilous fungi as a source of information of anthropic activities during the Prehistory in the Amblès valley (Avila, Spain) : the archaeopalynological record. *Revista Espagnola de Micropaleontologia*, 38, (1-2), p. 49-75.

Lowe J.J., Rasmussen S.O., Björck S., Hoek W.Z., Steffensen J.P., Walker M.J.C., Wu Z.C., and the INTIMATE group 2008. Synchronisation of palaeoenvironmental events in the North Atlantic region during the Last Termination : a revised protocol recommended by the INTIMATE group. *Quaternary Science Reviews*, 27, p.6-17.

Magny M., 1995. Successive Oceanic and Solar Forcing Indicating by Younger Dryas and Early Holocene Climatic Oscillations in the Jura. *Quaternary Research*, 43, p. 279-285.

Magny M., 1999. Lake-level fluctuations in the Jura and French subalpine ranges associated with ice-rafting events in the north atlantic and variations in the polar atmospheric circulation. *Quaternaire*, 10, (1), p. 61-64.

Magny M., Guiot J., Schoellammer P., 2001. Quantitative reconstruction of Younger Dryas to mid-Holocene paleoclimates at Le Locle, Swiss Jura, using pollen and lake-level data. *Quaternary Research*, 56, p.170-180.

Magny M., Bégeot C., Guiot J., Peyron O., 2003. Contrasting patterns of hydrological changes in Europe in response to Holocene climate cooling phases. *Quaternary Science Reviews*, 22, p. 1589-1596.

Magny M., 2004. Holocene climate variability as reflectedby mid-European lake-level fluctuations and its probable impact on prehistoric human settlements. *Quaternary International*, 113, p. 65-79.

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), p. 423-430.

Magny M., 2007. Lake level Studies – West-Central-Europe. *Encyclopedia of Quaternary Science*, Amstersam, (Ed) Elsevier, p. 1389-1399.

Magny M. Vannière B., Beaulieu (de) J.L., Bégeot C., Heiri O., Millet L., Peyron O., Walter-Simonnet A.V., 2007. Early-Holocene climatic oscillations recorded by lake-level fluctuations in west-central Europe and in central Italy. *Quaternary Science Reviews*, 26, p. 1951-1964.

Magny M., Peyron O., 2008. Variations climatiques et histoire des sociétés à l'Age du bronze au nord et au sud des Alpes. In : Guilaine J. (Ed.) *Villes, villages, campagnes de l'Age du bronze.* Paris, Errance, p. 161-176.

Magny M., Peyron O., Gauthier E., Rouèche Y., Bordon A., Billaud Y., Chapron E., Marguet A., Pétrequin P., Vannière 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, p. 102-110.

Magri D., Vendramin GG., Comps B., Dupanlaup I., Geburek T., Gömöry D., Latalowa M., Litte T., Paule L., Roure J.M., Tantau I., Van Der Knaap W.O., Petit R.J., Beaulieu (de) J.L., 2006. A new scenario for the Quaternary history of European beech populations: palaeobotanical evidence and genetic consequences. *New Phytologist*, 171, p. 199-221.

Maillé M., 2010. Hommes et femmes de pierre. Statues-menhirs du Rouergue et du Haut-Languedoc. Toulouse, 538 p.

Marguerie D., 2009. *Interactions sociétés-milieux dans le nord-ouest de la France à l'Holocène récent : méthodologie et données archéobotaniques*. HDR. Université de Rennes 1 sous le sceau de l'Université Européenne de Bretagne, Rennes, 439 p.

Makohonienko M., Gaillard M.J., Tobolski K., 1998. Modern pollen/land-use relationships in ancient cultural landscapes of northwesternPoland, with an emphasis on mowing, grazing, and crop cultivation. In: *Quantification of land surfaces cleared of forestsduring the Holocene-Modern pollen/vegetation/landscape relationships as an aid to the interpretation of fossil pollen data*. Ed. (HRSG.) BFea, Stuttgart, p. 85-101.

Mauné, S., 1998. *Les campagnes de la cité de Béziers dans l'Antiquité (partie nord-orientale) : (IIe siècle av. J.-C./ VIe siècle ap. J.-C.)*. Mergoil, Montagnac, 532 p.

Mayewski P.A., Rohling E.E., Stager J.C., Karlen W., Massch K.A., Meeker L.D., Meyerson E.A., Gasse F., van Kreveld S., Holmgren K., Lee-Thorp J., Rosqvist G., Rack F., Staubwasser M., Schneider R.R., Steig E.J., 2004. Holocene climate variability. *Quaternary Research*, 62, p. 243-255.

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*. U.F.R des Sciences et Techniques, Université de Franche-Comté. 243 p.

Mazier F., Galop D., Brun C., 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, (1), p. 91-103.

Mazier F., Broström A., Gaillard M.J., Sugita S., Vittoz P. Y Buttler A., 2008. Pollen productivity estimates and relevant source area of pollen for selected plant taxa in a pasture woodland landscape of the Jura Mountains (Switzerland). *Vegetation History and Archaeobotany*, 17, p. 479-495.

Mazier F., Galop D., Gaillard M.J., Rendu C., Cugny C., Legaz A., Peyron O. and Buttler A., 2009. Multidisciplinary approach to reconstructing local pastoral activities : an example from the Pyrenean Mountains (Pays Basque). *The Holocene*, 19, (2), p. 171-188.

Melstov V. Poska A., Odgaard B.V., Sammul M., Kull T., 2011. Palynological richness and pollen sample evenness in relation to local floristic diversity in southern Estonia. *Review of Palaeobotany and Palynology* 166, p. 344-351.

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

Metailié J.P., 1981. *Le feu pastoral dans les Pyrénées centrales (Barousse, Oueil, Larboust)*. Thèse de Doctorat, CNRS, Paris, 195 p.

Meynier A., 1931. *A travers le Massif Central. Ségalas, Lévezou, Châtaigneraie*. U.S.H.A, Aurillac, 490 p.

Milcent P.Y., 2002. L'Auvergne à l'âge du Bronze. In : *L'identité de l'Auvergne (Auvergne-Bourbonnais-Velay), mythe ou réalité historique. Essai sur une histoire de l'Auvergne des origines à nos jours*. Martin D. (dir.), Nonette, Créer (Eds.), p. 65-70.

Milcent P.Y., Mennessier-Jouannet C., 2007. Entre déterminisme environnemental et processus historiques : formes et modalités d'occupation du sol en basse Auvergne du Bronze final au début du second Age du Fer. In : *Environnements et cultures à l'âge du Bronze en Europe Occidentale*. Richard H., Magny M., Mordant C., (dir.), Acte des Congrès Nationaux des sociétés historiques et scientifiques, 129eme, Besançon, 2004, (Eds) CTHS, p. 227-242.

Miquel C., 1973. *La forêt domaniale d'Aubrac*. Mémoire de maîtrise, Université de Toulouse le Mirail. 133 p.

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

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 agro-pastoraux et évolution des territoires ruraux*. Laboratoire de Chrono-écologie UMR6565, Université de Franche Comté. 300 p.

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

Miras Y., Surmely F., Guenet P., Vannière B., Walter-Simonnet A.V., Tzortzis S., 2006. Dynamiques d’occupation et histoire de l’environnement d’un terroir de moyenne montagne : la tourbière de Peyre (Lacapelle-Barrès, Cantal, Massif central) et ses alentours. Premiers résultats. In *: Environnement et peuplement de la moyenne montagne, du Tardiglaciaire à nos jours, Actes de la table ronde de Pierrefort, juin 2003*. Miras Y. et Surmely F. (dir.), Presses universitaires de Franche-Comté. Besançon. p.157-182.

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. In : R. Desbrosse & A. Thévenin (Eds), *Arts et cultures de la Préhistoire*. Paris, Editions du CTHS, Documents préhistoriques, 24, p. 319-332.

Miras Y., Guenet P., H. Richard., 2010. La genèse du paysage culturel du Plateau de Millevaches (Limousin, Massif central, France) : plus de 200 and d’histoire révélés par l’analyse pollinique. In : P. Grandcoing (Eds), *Paysage et environnement en Limousin, de l’Antiquité à nos jours*, Presses Universitaires de Limoges. p. 99-121.

Moe D., Rackam O., 1992. Pollarding and a possible explanation of the Neolithic elmfall. *Vegetation History and Acheobotany*, 1, p.63-68.

Moore P.D., 1984. Hampstead Hetah clue to historical decline of elms. *Nature*, 312, p.103.

Moore P.D., Webb J.A., Collinson M.E., 1991. *Pollen Analysis*. (Eds) BlackWell Scientific Publications (2nd), Oxford-London-Edinburgh-Malden-Victoria-Paris, 216 p.

Moore P.D., 1993. The origin of blanket mire, revisited. In: *Climate change and human impact on the landscape*. Chambers F.M., Chapman & Hall (Eds.), London, p. 217-225.

Muxart T., Vivien F.D., Villalba B., Burnouf J., 2003. *Des milieux et des hommes: Fragments d'histoires croisées* Elsevier (Eds.).

Nesje A., Dahl S.O., 2003. The « Little Ice Age » - only temperature?. *The Holocene*, 13, (1), p. 139-145.

Nielsen A.B., 2004. Modelling pollen sedimentation in Danish lakes at C. AD 1800: an attempt to validate the POLLSCAPE model. *Journal of Biogeography*, 31, p.1693-1709.

Odgaard B., 1994. The use of spheroidal carbonaceous particles for quantifying modern pollen deposition rates. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 82, p. 157-164.

Oeggl K., 1994. The palynological record of human impact on highland zone ecosystems. *Monografie di "Natura Bresciana"*, 20, p. 107-122.

Osborne C.P., Chuine I., Viner D., Woodward F.I., 2000. Olive phenology as a sensitive indicator of future climatic warming in the Mediterranean. *Plant, Cell and Environment*, 23, p. 701-10.

Ouzoulias P., Pellecuer C., Raynaud C., van Ossel P., Garmy P., 2001. *Les campagnes de la Gaule à la fin de l’Antiquité.* Antibes, APDCA (IVème colloque de l’Association AGER)

Palmé A.E., Vendramin G.G., 2002. Chloroplaste DNA variation, postglacial recolonization and hybridization in hazel, *Corylus avellana. Molecular ecology*, 11, p. 1769-1779.

Parain C., 1971. Fondements d'une ethnologie historique de l'Aubrac In : L'Aubrac: *étude ethnologique, linguistique, agronomique et économique d'un établissement humain. T2, Ethnologie historique, transhumance ovine.* CNRS. Paris. p.23-116.

Patzelt G., 1977. Der zeiliche Ablauf und das Ausmass postglazialer klimaschwankungen in den Alpen. *Dendrochronologie und postglaziale* klimaschwankungen in Europa, Erdwissenschaftliche Forschung, 13, Frenzel B., (Eds), p.249-259.

Peglar S.M., Birks H.J.B, 1993. The mid-Holocene Ulmus fall at Diss Mere, South-East England - Disease and human impact ? *Vegetation History and Archaeobotany*, 2, p. 61-68.
Pèlachs A., Pérez-Obiol R., Ninyerola M., Nadal J., 2009. Landscape dynamics of Abies and Fagus in the southern Pyrenees during the last 2200 years as the result of anthropogenic impacts. *Review of palaeobotany and palynology*, 156, p. 337-349.

Pesson P., Louveaux J., 1984. *Pollinisation et production végétale*. (Eds.) INRA, 640 p.

Peteet D., 2000. Sensitivity and rapidity of vegetational response to abrupt climate change. *Geology*, 97, p. 1359–1361.

Peterken G.F., Mountford E.P., 1996. Effects of drought on beech in Lady Park Wood, an unmanaged mixed deciduous woodland. *Forestry*, 69, (2), p.125-136.

Petit R.J., Brewer S., Bordacs S., Burg K., Cheddadi R., Coart E., Cottrell J., Csaukil U.M., van Dam B.C., Deans J.D., Fineschi S., Fikeldey R., Glaz I., Goicoechea PG., Jensen J.S., König A.O., Lowe A.J., Madsen S.F., Màtyàs G., Munro R.C., Popescu F., Slade D., Tabbener H., De Vries S.M.G., Ziegenhagen B., Beaulieu (de) J.L., Kremer A., 2002. Identification of refugia and post-glacial colonization routes of European white oaks based on chloroplast DNA and fossil polle evidence. *Forest ecology and management*, 156, p. 49-74.

Petit C., 2004. Les charbonniers d'Aurelle (XIV^{ème}-XX^{ème}siècle). *Etudes Aveyronnaises*, p. 143-160.

Philibert M., 1986. Indices d'installation d'altitude au Paléolithique moyen et au Néolithique moyen en Margeride (Massif Central). *Revue Archéologique du Centre*, 25, (2), p. 145-154.

Philibert M., 1991. Sites de hauteur et sites d'altitude au Néolithique dans le Massif Central. *Etudes Archéologiques Régionales*, p. 3-33.

Planchais N., 1985. Analyse pollinique du remplissage Holocène de la lagune de Canet (plaine du Roussillon, département des Pyrénées-Orientales). *Ecologie Mediterranea*, 11, p. 117-127.

Poska A., Pidek I.A., 2010. Pollen dispersal and deposition characteristics of Abies alba, Fagus sylvatica and Pinus sylvestris, Roztocze region (SE Poland). *Vegetation History and Archaeobotany*, 19, p.91-101.

Power M.J., Marlon J., Ortiz N., Bartlein P.J., Harrison S.P., Mayle F.E., Ballouche A., Bradshaw R.H. W., Carcaillet C., Cordova C., Mooney S., Moreno P.I., Prentice I.C., Thonicke,K., Tinner W., Whitlock C., Zhang Y., Zhao Y., Ali A.A., Anderson R.S., Beer R., Behling H., Briles C., Brown K.J., Brunelle,A., Bush M., Camill P., Chu G.Q., Clark J., Colombaroli D., Connor S., Daniau AL., Daniels M., Dodson J., Doughty,E., Edwards M.E., Finsinger W., Foster D., Frechette J., Gaillard MJ., Gavin D. G., Gobet E., Haberle S., Hallett DJ., Higue ra P., Hope G., Horn S., Inoue J., Kaltenrieder P., Kennedy L., Kong ZC., Larsen C., Long CJ., Lynch J., Lynch EA., McGlone M., Meeks S., Mensing

S., Meyer G., Minckley T., Mohr J., Nelson DM., New J., Newnham R., Noti R., Oswald W., Pierce J., Richard PJH., Rowe C., Sanchez-Goni MF., Shuman BN., Takahara H., Toney J., Turney C., Urrego-Sanchez DH., Umbanhowar C., Vandergoes M., Vannière B., Vescovi E., Walsh M., Wang X., Williams N., Wilmshurst J., Zhang JH., 2008. Changes in fire regimes since the Last Glacial Maximum: an assessment based on a global synthesis and analysis of charcoal data. *Climate Dynamics*, 30, p. 887-907.

Prat B., 2006. *Systèmes agropastoraux et milieux périurbains en Basse Auvergne au cours des trois derniers millénaires : contribution de l'analyse palynologique à l'étude des interactions sociétés-milieux*. Thèse de Doctorat, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, 368 p.

Pradalié G., Hamon E., 2006. L'Aubrac à l'époque de la domerie. In *: Les Monts d'Aubrac au Moyen Age. Génèse d'un monde agro-pastoral*. Fau L. (dir.), Editions de la Maison des sciences de l'homme (DAF). Paris. p.61-88.
Pradalié G., Petit C., Colin M.G., Gratuz B., 2006. L'artisanat et la protoindustrie. In *: Les Monts d'Aubrac au Moyen Age. Génèse d'un monde agro-pastoral*. Fau L. (dir.), Editions de la Maison des sciences de l'homme (DAF). Paris. p.174-193.

Prentice I. C., 1985. Pollen representation, source area, and basin size: Toward a unified theory of pollen analysis. *Quaternary Research*, 23, (1), p. 76-86.

Prentice I.C., Bartlein P.J., Webb T., 1991. Vegetation and climate change in eastern North America since the last glacial maximum. *Ecology*, 72, p. 2038–2056.

Preston C.D., Pearman D.A., Hallar AR., 2004. Archaeophytes in Britain. *Botanical journal of the Linnean Society*, 145, p. 257-294.

Proctor M., Yeo P., Lack A., 1996. The Natural History of Pollination. Londres. Harper Collins Publishers, 479 p.

Puertas O., 1997. *Evolution de la végétation depuis le Dryas récent dans la plaine littorale de Montpellier (Hérault, France) à partir de l'analyse pollinique. Dynamique naturelle et anthropisation du milieu*. Thèse, Université de Franche-Comté. 337 p.

Puertas O., 1998. Evolution holocène de la végétation en bordure de l'étang de Méjean : analyse pollinique du sondage d'Embouchac (Lattes, Férault, France). *Quaternaire*, 9, (2), p. 79-89.

Pulido M., 2006. *Conséquences de l'anthropisation sur la dynamique postglaciaire de la végétation dans le sud du Massif Central (France)*. Faculté des sciences et techniques, Université de Paul Cézanne. 308 p.

Rameau J. C., Mansion D., Dumé G., 1993. *Flore forestière française, tome 2, Montagnes*. IDF (Eds.), 2421p.

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

Räsänen S., Hicks S.Y Odgaard B.V., 2004. Pollen deposition in mosses and in a modified 'Tauber trap from Hailuoto, Finland : what exactly do the mosses record? *Review of Palaeobotany and Palynology*, 129, p. 103-116.

Rasmussen P., 1989. Leaf-foddering of Livestock in the Neolithic : Archeobotanical evidence from Weier, Switzerland. *Journal of Danish Archeology*, 8, p. 51-71.

Rasmussen P., 1990. Leaf-foddering in the earliest Neolithic agriculture. Evidence from Switzerland and Denmark. *Acta Archeologica*, 60, p. 71-86.

Rasmussen S.O., Andersen K.K., Svensson A.M., Steffensen J.P., Vinthaer B.M., Clausen H.B., Siggaard-Andersen M.L., Johnsen S.J., Larsen L.B., Dhl-Jensen D., Bigler M., Röthlisberger R., Fischer H., Goto-Azuma K., Hansson M.E., Ruth U., 2006. A new Greenland ice chore chronology for the last glacial termination. *Journal of Geophysical Research*, 111, p. 1-15.

Reed J.M., Stevenson A.C., Juggins S., 2001. A multi-proxy record of Holocene climate change in southwestern Spain : the Laguna de Medina, Cadiz. *The Holocene*, 11, (6), p. 707-719.

Reille M., Beaulieu (de) J.L., Pons A., 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), p. 209-270.

Reille M., 1992. *Pollens et spores d'Europe et d'Afrique du Nord*. Atlas photographique, Laboratoire de Botanique historique et palynologique, URA1152 CNRS, Marseille, 520 p.

Reille M., Lowe J.J., 1993. A re-evaluation of the vegetation history of the eastern Pyrenees (France) from the end of the last glacial to the present. *Quaternary Science Reviews*, 12, p. 47-77.

Reille M., Andrieu V., 1995. The late Pleistocene and Holocene in the Lourdes basin, Western Pyrenees (France) : new pollen analytical and chronological data. *Vegetation History and Archeobotany*, 4, p. 1-21.

Rendu C., 2003. *La montagne d'Enveig. Une estive pyrénéenne de longue durée*. Trabucaire (Eds.), Canet en Roussillon, 606 p.

Renssen H., Seppa H., Heiri O., Roche D. M., Goosse H., Fichefet T., 2009. The spatial and temporal complexity of the Holocene thermal maximum. *Nature Geoscience*, 2, p. 411-414.

Richard H., 1995a. Indices d'anthropisation dans les diagrammes polliniques du massif jurassien. *Palynosciences*, 3, p.37-49.

Richard H., 1995b. Analyses de l'anthropisation du milieu à partir de quelques exemples d'arbres et d'arbustes. *Les XV^{ème} rencontres internationales d'Archéologie et d'histoire d'Antibes*. Antibes APDCA, p. 143-159.

Richard H., 2001. L'introduction de l'agriculture dans la montagne jurassienne. Plus d'un millénaire de succès et d'échecs apparents. *Etudes Rurales*, 153/154, p. 115-125.

Richard H., 2004. *Néolithisation précoce. Premières traces d'anthropisation du couvert végétal à partir des données polliniques. Introduction.* Richard H. (dir.), Presses Universitaires Franc-Comtoises, Besançon, p. 7-10.

Richard H., Ruffaldi P., 2004. Premières traces polliniques d'influence de l'Homme sur le couvert végétal de l'Est de la France. In : *Néolithisation précoce. Premières traces d'anthropisation du couvert végétal à partir des données polliniques*. Richard H. (dir.), Presses Universitaires Franc-Comtoises, Besançon, p. 117-125.

Rigal J.L., Verlaguet P.A., 1913-1926. *Notes pour servir à l'histoire du Rouergue*. Rodez, Carrère, 250 p.

Rius D., 2010. *Reconstitution et évolution des régimes de feux holocènes dans les Pyrénées, entre contrôles bioclimatique et anthropique*. Thèse, Laboratoire Chrono-Environnement, UMR 6249 CNRS, U.F.R. des Sciences et Techniques de l'Université de Franche-Comté. 190 p.

Rius D., Vannière B., Galop D., Richard H., 2011. Holocene fire regime changes from multiple-site sedimentary charcoal analyses in the Lourdes basin (Pyrenees, France). *Quaternary Science Reviews*, 30, (13-14), p. 1696-1709.

Rouche M., 1979. *L'Aquitaine des Wisigoths auw Arabes, 418-781: naissance d'une région*. EHESS, Paris, 776 p.

Schaub M., Büntgen U., Kaiser K.F., Kromer B., Talamo S., Andersen K.K., Rasmussen S.O., 2008. Lateglacial environmental variability from Swiss tree rings, *Quaternary Science Reviews*, 27, p. 29-41.

Schmidt R., Koinig K.A., Thompson R., Kamenik C., 2002. A multi-proxy core study of the last 7000 years of climate and alpine land-use impacts on an Austrian mountain lake (Unterer Landschitzee, Niedere Tauern). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 187, p. 101-120.
Seppä H., Birks H.J.B., Giesecke T., Hammarlund D., Alenius T., Antonsson K., Bjune A.E., Heikkila M., MacDonald G.M., Ojala A.E.K., Telford R.J., Veski S., 2007. Spatial structure of the 8200 cal yr BP event in northern Europe. *Climate of the Past*, 3, p. 225-236.

Servelle C., Dieulafait F., Pradalié G., 2006. L'Aubrac avant l'arrivée des moines. In *: Les monts d'Aubrac au Moyen Age. Génèse d'un monde agro-pastoral*. Fau L. (dir.), Editions de la Maison des sciences de l'homme (DAF). Paris, p.39-49.

Servelle C. et Galop D., 2006. Présentation géographique et géomorphologique. In : *Les Monts d'Aubrac au Moyen Age. Génèse d'un monde agro-pastoral*. Fau L. (dir.), Edition de la Maison des sciences de l'homme (DAF), Paris, 17-36 p.

Sjögren Per, van der Knaap W.O., Kaplan Jed O, Van Leeuwen Jacqueline F.N and Ammann Brigitta 2008. A pilot study on pollen representation of mountain valley vegetation in the central Alps. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 149, p. 208-218.

Stockmarr J., 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores*, 13, p. 615-621.

Sugita S., 1993. A model of pollen source area for an entire lake surface. *Quaternary Research*, 39, p. 239-244.

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

Sugita S., Gaillard M.J., Broström A., 1999. Landscapes openness and pollen records: a simulation approach, *The Holocene*, 9, (4), p. 409-421.

Surmely F., Goer de Hervé (de) A., Murat R., Liabeuf R., 1996. Apports de l'étude de la localisation des monuments mégalithiques à la compréhension du phénomène mégalithique : exemple de la Planèze de St Flour (Cantal) et des environs de Clermont-Ferrand (Puy de Dome). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 3, p. 434-441.

Surmely F., Miras Y., Guenet P., Nicolas V., Savignat A., Vannière B., Walter-Simonnet A.V., Servera G., Tzortzis S., 2009. Occupation and land use history of a medium mountain from the Mid-Holocene: A multidisciplinary study performed in the south Cantal (French Massif Central). CR Palevol. *Human paleontology and prehistory*, 8, p. 737-748.

Tallantire P. A., 2002. The early-Holocene spread of Hazel (*Corylus avellana* L.) in Europe north and west of the Alps: an ecological hypothesis. *The Holocene*, 12, p. 81-96.

Tauber H., 1965. Investigation of the mode of pollen transfert in forested areas, Review of Palaeobotany *and Palynology*, 3, p. 277.

Team R Development Core, 2010. *A langage and environment for statistical computing. R foundation for Statistical Computing.* Vienne.

Ter Braak C.J.F., 1986. Canonical correspondance analysis : a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67, (5), p. 1167-1179.

Ter Braak C.J.F., Smilauer P., 1998. *CANOCO Reference Manual. User's Guide to Canoco for Windows. Software for Canonical Community Ordination (version 4).* Wageningen, 352 p.

Thauvin-Boulestin E., 2003. La production métallique à l'âge du Bronze dans les Grands Causses aveyronnais. In : *Du silex au métal, mines et métallurgie en Rouergue*, Gruat P. (dir.), p. 181-191.
Thiébault S., Delhon C., Fabre L., 2003. Evolution de la végétation d'après l'anthracologie : du Tardiglaciair au Moyen Age. In : *Histoire des paysages et du climat de la fin des temps glaciaires à nos jours en moyenne vallée du Rhône d'après les données des travaux archéologiques du TGV-Méditerranée*, Berger J.F., Brochier J.L. (Eds.). Provisional document, p. 77-108.

Tinner W., Lotter A.F., 2001. Central European vegetation response to abrupt climate change at 8.2 ka. *Geology*, 29, p. 551-554.

Tinner W., Lotter A.F., Ammann B., Conedera M., Hubschmid P., van elluwen 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, (14), p. 1447-1460.

Tinner W., Conedera M., Ammann B., Lotter A. F., 2005. Fire ecology north and south of the Alps since the last ice age. *The Holocene*, 15, p. 1214-1226.

Tinner W., Lotter A.F., 2006. Holocene expansion of *Fagus sylvatica* and *Abies alba* in Central Europe : where are we after eight decades of debate ? *Quaternary Science Reviews*, 25, p. 526-549.

Tinner W., Nielsen E.H., Lotter A.F., 2007. Mesolithic agriculture in Switzerland ? A critical review of the evidence. *Quaternary Science Reviews*, 26, (9-10), p.1416-1431.

Tinner W., Nielsen E.H., Lotter A.F., 2008. Evidence for Late-Mesolithic agriculture ? A reply to Karl-Ernst Behre. *Quaternary Science Reviews*, 27, (13-14), p. 1468-1470.

Tonkov S., Hicks S., Bozilova E., Atanassova J., 2001. Pollen monitoring in the central Rila Mountains, Southwestern Bulgaria : comparisons between pollen traps and surface samples for the period 1993-1999. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 117, p.167-182.

Tourman A., 2007. *Fonctionnement, dynamique et intéret paléoenvironnemental des tourbières du plateau volcanique du Devès (Velay, Massif Central français)*. Laboratoire du CRENAM, UMR 5600 Université Jean Monnet. 373 p.

Trément F., 2002. Le peuplement des campagnes d'Auvergne à l'époque romaine. In : *L'identité de l'Auvergne, mythe ou réalité historique. Essai sur une histoire de l'Auvergne des origines à nos jours.* Martin D. (Ed.), Nonette, p. 83-111.

Trément F., 2007. Un ancien lac au pied de l'oppidum de Gergovie (Puy-de-Dôme). Interaction sociétés-milieux dans le bassin de Sarlième à l'Holocène. *Galia*, 64, p. 289-351.

Triat-Laval H., 1978. *Contribution pollenanalytique à l'histoire tardi et postglaciaire de la basse vallée du Rhône.* Université Aix-Marseille III, 343 p.

Tweddle J.C., Edwards K.J., Fieller N.R.J., 2005. Multivariate statistical and other approaches for the separation of cereal from wild Poaceae pollen using a large Holocene dataset. *Vegetation history and archaeobotany*, 14, p. 15-30.

Valsecchi V., Finsinger W., Tinner W., Ammann B., 2008. Testing the influence of climate, human impact and fire on the Holocene population expansion of *Fagus sylvatica* in the southern Prealps (Italy). *The Holocene*, 18, (4), p. 603-614.

van der Linden M., van Geel B., 2006. Late Holocene climate change and human impact recorded in a south Swedish ombrotrophic peat bog. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 240, (3-4), p. 649-667.

van Geel B., 1978. A palaeoecological study of Holocene peat bog sections in Germany and the Netherlands, based on the analysis of pollen, spores and macro- and microscopic remains of fungi, algae, cormophytes and animals. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 25, p. 1-120.

van Geel B., Buurman J., Waterbolk H.T., 1996. Archaeological and palaeoecological indications of an abrupt climate change in the Netherlands and evidence for climatological teleconnections around 2650 BP. *Journal of Quaternary Science*, 11, (6), p. 451-460.

van Geel B., Raspopov O.M., Renssen H., van der Plicht J., Dergachev V.A, Meijer H.A.J., 1999. The role of solar forcing upon climate change, *Quaternary Science Reviews*, 18, p. 331-338.

van Geel B., 2001. Non-pollen palynomorphs. In: *Tracking environmental change using lake sediments. Volume 3: Terrestrial, algal, and siliceous indicators.* Smol, J. P. *et al.* (Eds.), Kluwer. Dorderecht. p.99-119.

van Geel B., Aptroot A. 2006. Fossil ascomycetes in Quaternary deposits. *Nova Hedwigia*, 82, p. 313-329.

Vannière B., 2001. *Feu, agro-pastoralisme et dynamiques environnementales en France durant l'Holocène. Analyse du signal incendie, approches sédimentologiques et études de cas en Berry, Pyrénées et franche-Comté.* Thèse de doctorat, INA-PG, 327 p.

Vannière, B., Power, M.J., Roberts, N., Tinner, W., Carrión, J., Magny, M., Bartlein, P., Colombaroli, D., Daniau, A-L., Finsinger, W., Gil-Romera, G., Kaltenrieder, P.,Magri, D.,. Pini, R., Sadori, L., Turner, R., Valsecchi, V., and Vescovi, E., 2011. Circum-Mediterranean fire activity and climate changes during the mid-Holocene environmental transition (8500-2500 cal.BP). *The Holocene*, 21, p. 53-73.

Veleschi V., Finsinger W., Tinner W., Ammann B., 2008. Testing the influence of climate, human impact and fire on the Holocene population expansion of Faus sylvatica in the southern Prealps (Italy). *The Holocene*, 18, (4), p. 603-614.

Veski S., Seppä H., Ojala A.E.K., 2004. Cold event at 8200 yr B.P. recorded in annually laminated lake sediments in eastern Europe, *Geology*, 32, p. 681–684.

Visset L., L'Helgouac'h J., Bernard J., 1996. La tourbière submergée de la pointe de Kerpenhir à Locmariaquer (Morbihan). Étude environnementale et mise en évidence de déforestations et de pratiques agricoles néolithiques. *Revue Archéologique de l'Ouest*, 13, p. 79-87.

Voeltzel D., 1987. *Recherches pollenanalytiques sur la végétation holocène de la plaine alluviale de l'estuaire de la Loire et des coteaux environnants*. Thèse de doctorat, Université de Nantes, Laboratoire d'Ecologie et de Phytogéographie, Nantes.

von Grafenstein U., Erlenkeuser H., Müller J., Jouzel J., Johnsen S., 1998. The cold event 8200 years ago documented in oxygen isotope records of precipitation in Europe and Greenland. *Climate dynamics*, 14, p.73-81.

Vorren K., Morkved B., Bortenschlager S., 1993. Human impact on the Holocene forest line in the central Alps. *Vegetation History and Archaeobotany*, 2, p.145-156.

.

Vuorela I., 1973. Relative pollen rain around cultivated fields. *Acta Botanica Fennica*, 102, p. 3-27.

Walter F., 1994. L'historien et l'environnement: vers un nouveau paradigme. *Nature Sciences Sociétés*, 2, (1), p. 31-39.

Whitlock C., Larsen C., 2001. Charcoal as a fire proxy. In. Smol J. P., Birks H. J. B., Last W. M. (Eds.). *Tracking environmental change using lake sediments. Terrestrial, algal and siliceous indicators*. Kluwer. Dordrecht. p.75-97.

Wiersema A.P., Renssen H., 2006. Model-data comparison for the 8.2 ka. BP event : confirmation of a forcing mechanism by catastrophic drainage of Laurentide Lakes. *Quaternary Science Reviews*, 25, p. 63-88.

Wildi O., Orloci L., 1996. *Numerical exploration of community patterns*. 2nd, Amsterdam, 171 p.

Yu S.Y.,. Colman S.M., Lowell T.V., Milne G.A., Fisher T.G., Breckenridge A., Boyd M., Teller J.T., 2010. Freshwater Outburst from Lake Superior as a Trigger for the Cold Event 9300 years ago. *Science, 328*, p. 1262-1266.

Zoller H., 1977. Les oscillations du climat et des glaciers pendant le Tardi- et le Postglaciaire dans les Alpes de la Suisse. *Approche écologique de l'homme fossile. Supplément du Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire*, Laville H., Renault-Miskovsky J., (Eds.), p. 297-301.

Zohary D., Hopf M., 2000. *Domestication of plants in the Old World. The origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe and the Nile Valley*. Oxford : University Press, 316 p.

Liste des figures

Figure 1: Carte de localisation du Massif Central et des zones d'étude 11
Figure 2 : Croquis régional et images du massif de l'Aubrac 13
Figure 3 : Croquis régional et images du massif du Lévezou 19
Figure 4 : Carte de localisation des différentes études initiées dans le Massif Central 23
Figure 5 : Tracé de la voie romaine de St Bertrand-de-Comminges à Lyon en passant par l'Aubrac (Fau 2006) 27
Figure 6 : Représentation de la domerie d'Aubrac (Deltour 1932) 28
Figure 7 : Principales voies de transhumance (Fau 2006) 30
Figure 8 : Sites de protoindustrie (Aubrac) (Fau 2006) 31
Figure 9 : Carte des sites sondés sur le massif de l'Aubrac et le Lévezou 32
Figure 10 : Relation entre la taille d'un site et son contenu sporo-pollinique (d'après Jacobson et Bradschaw 1981) 40
Figure 11 : Comptage et détermination de grains de pollen au microscope 42
Figure 12 : Les indicateurs polliniques d'anthropisation (d'après Behre 1981) 50
Figure 13 : Flore des milieux cultivés 51
Figure 14 : Localisation des relevés effectués dans le cadre du référentiel actuel et sites sondés (1 : Vergne Noire, 2 : Trois Airelles, 3 : Lac de Born, 4 : Roustières, 5 : Plaine des Rauzes, 6 : Mauriac) 54
Figure 15 : Organigramme des applications réalisées sur les données de végétation avec le logiciel Mulva 5 (Wildi et Orloci 1996), (Buttler non publié) 68
Figure 16 : Représentation du rapport AP/NAP des pourcentages polliniques et de la structure de la végétation (AP/NAP = % de recouvrement de la strate arborée + strate arbustive/ % de recouvrement de la strate herbacée) au niveau local (10x10m autour du site de prélèvement pollinique) puis dans un rayon de 200, 600 et 1000 mètres du point de prélèvement. 71
Figure 17 : Diagramme pollinique des 30 échantillons du référentiel actuel ordonnés selon les groupes de la typologie de végétation (arbres, arbustes et herbacées) 74
Figure 18 : Diagramme pollinique des 30 échantillons du référentiel actuel ordonnés selon les groupes de la typologie de végétation (herbacées, hygrophiles, aquatiques et microfossiles non polliniques). 75
Figure 19 : Dendrogramme de classification ascendante hiérarchique effectué sur le jeu de données polliniques. 78
Figure 20 : Analyse en composantes principales (ACP) indiquant la relation entre les indices de Davis calculés (flèches) et les taxons polliniques (points). A = association, U = sous- représentation, O = sur-représentation. Les modes de pollinisation (d'aprèsTableau 5) sont reportés sur le graphe. 79

Figure 21 : Analyse en composantes principales (ACP) sur une matrice de 27 sites et 60 espèces. 87

Figure 22 : Analyse de redondance (RDA) sur une matrice de 27 sites et 60 espèces. a) Représentation du plan des axes 1 et 2 des spectres polliniques actuels et des variables explicatives, b) Représentation des axes 1 et 2 des taxons polliniques actuels et des variables explicatives..... 90

Figure 23 : Présentation de la tourbière de la Vergne Noire 103

Figure 24 : Modèle Age/Profondeur de la Vergne Noire 105

Figure 25 : Diagramme pollinique complet de la Vergne Noire (arbres et arbustes)..... 107

Figure 26 : Diagramme pollinique complet de la Vergne Noire (herbacées)..... 108

Figure 27 : Diagramme pollinique complet de la Vergne Noire (herbacées)..... 109

Figure 28 : Diagramme simplifié des concentrations polliniques absolues de la Vergne Noire.. 110

Figure 29 : Diagramme pollinique synthétique de laVergne Noire..... 114

Figure 30 : Présentation de la tourbière des Trois Airelles 128

Figure 31 : Modèle Age/Profondeur des Trois Airelles 130

Figure 32 : Diagramme pollinique complet des Trois Airelles (arbres, arbustes, herbacées) 133

Figure 33 : Diagramme pollinique complet des Trois Airelles (herbacées)..... 134

Figure 34 : Diagramme pollinique complet des Trois Airelles (herbacées, hygrophiles, aquatiques) 135

Figure 35 : Diagramme simplifié des concentrations polliniques absolues des Trois Airelles.... 136

Figure 36 : Diagramme pollinique synthétique des Trois Airelles..... 141

Figure 37 : Présentation du lac de Born 153

Figure 38 : Modèle Age/Profondeur du Lac de Born..... 155

Figure 39 : Diagramme pollinique complet du Lac de Born (arbres, arbustes) 158

Figure 40 : Diagramme pollinique complet du Lac de Born (herbacées) 159

Figure 41 : Diagramme pollinique complet du Lac de Born (herbacées, hygrophiles, aquatiques) 160

Figure 42 : Diagramme pollinique synthétique du Lac de Born 163

Figure 43 : Présentation de la tourbière des Roustières 172

Figure 44 : Modèle Age/Profondeur des Roustières 174

Figure 45 : Diagramme pollinique complet des Roustières (arbres, arbustes, herbacées) 177

Figure 46 : Diagramme pollinique complet des Roustières (herbacées, hygrophiles, aquatiques) 178

Figure 47 : Diagramme pollinique synthétique des Roustières..... 182

Figure 48 : Présentation de la tourbière de la Plaine des Rauzes 190

Figure 49 : Modèle Age/Profondeur de laPlaine des Rauzes 192

Figure 50 : Diagramme pollinique complet de la Plaine des Rauzes (arbres, arbustes, herbacées) 194
Figure 51 : Diagramme pollinique complet de la Plaine des Rauzes (herbacées, hygrophiles, aquatiques) 195
Figure 52 : Présentation de la tourbière de Mauriac..... 206
Figure 53 : Modèle Age/Profondeur de Mauriac 207
Figure 54 : Diagramme pollinique complet de Mauriac (arbres, arbustes, herbacées) 210
Figure 55 : Diagramme pollinique complet de Mauriac (herbacées, hygrophiles, aquatiques, microfossiles non polliniques 211
Figure 56 : Diagramme simplifié des concentrations polliniques absolues de Mauriac 212
Figure 57 : Diagramme pollinique synthétique de Mauriac 216
Figure 58 : Chronologie et corrélation des zones d'assemblage pollinique des sites de l'Aubrac224
Figure 59 : Dynamique des principaux taxons forestiers de l'Aubrac 226
Figure 60 : Chronologie et dynamique spatiale de *Fagus* dans le Massif Central 233
Figure 61 : Diagramme pollinique d'anthropisation de la Vergne Noire..... 236
Figure 62 : Diagramme pollinique d'anthropisation des Trois Airelles..... 237
Figure 63 : Diagramme pollinique d'anthropisation de Born..... 238
Figure 64 : Diagramme pollinique d'anthropisation des Roustières 239
Figure 65 : Diagramme pollinique d'anthropisation de Mauriac 240
Figure 66 : Chronologie des dynamiques d'anthropisation dans le massif de l'Aubrac et du Lévezou 244
Figure 67 : Diffusion des indices palynologiques d'activités agro-pastorales durant le Néolithique 249
Figure 68 : Diffusion et expansion de Fagus. Mise en confrontation avec les dynamiques d'anthropisation et les variations des niveaux lacustres..... 251

Liste des tableaux

Tableau 1 : Descriptif des 30 sites inventoriés pour l'étude du référentiel actuel..... 55

Tableau 2 : Inventaire des espèces présentes dans les relevés floristiques mais absentes des données polliniques. (Fréquences relatives exprimées sur la base de 30 relevés)..... 61

Tableau 3 : Tableau des espèces absentes des relevés floristiques mais présentes dans les analyses polliniques. Fréquence relative dans les analyses polliniques. (Taxons ordonnés de manière décroissante)..... 62

Tableau 4 : Tableau de correspondance entre les taxons polliniques et les plantes inventoriées dans la végétation sur au moins une placette. La présence simultanée du taxon dans l'analyse pollinique et botanique est indiquée..... 64

Tableau 5 : Indices d'associations (A), de sous et sur-représentation (U et 0) calculés pour les types polliniques présents à la fois dans la végétation et la pluie pollinique de nos placettes échantillonnées basée sur la classification de Bunting (2003) et de Hjelle (1997). Sont également indiqués les modes de pollinisation (Pesson et Louveaux, 1984, Julve 1988a, 1988b), Proctor *et al.* (1996). Nos résultats sont comparés à ceux de Hjelle (1997), Bunting (2003), Mazier (2006), Court-Picon (2007), Brun (2007)..... 77

Tableau 6 : Tableau diagonalisé synthétique de l'abondance/dominance des principales essences floristiques inventoriées sur chacune des placettes. Les principales espèces sont surlignées en gris et chaque groupe correspond à un habitat. Le groupe 1 : prairies cultivées, groupe 2 : prairies améliorées, groupe 3 : pâturages et prairies de fauche, groupe 4 : prairies humides et tourbières, groupe 5 : forêts caducifoliées, groupe 6 : bocage. 85

Tableau 7 : « Forward selection » des variables explicatives. Résultat des tests de permutation de Monte Carlo (999 permutations) pour les variables sélectionnées..... 89

Tableau 8 : Sélection des taxons indicateurs d'anthropisation à partir de l'étude sur la pluie pollinique/végétation/variables environnementales. Les taxons en gris clair correspondent aux taxons considérés comme des indicateurs culturaux et les taxons gris foncés à ceux correspondant aux apophytes dans les diagrammes d'anthropisation présentés chapitre 4) 100

Tableau 9 : Datations radiocarbones AMS réalisées sur la séquence sédimentaire de la Vergne Noire..... 104

Tableau 10 : Tableau descriptif des assemblages polliniques de la VergneNoire..... 106

Tableau 11 : Datations radiocarbone AMS réalisées sur la séquence des Trois Airelles..... 129

Tableau 12 : Tableau descriptif des assemblages polliniques des Trois Airelles..... 132

Tableau 13 : Datations radiocarbone AMS réalisées sur la séquence sédimentaire du lac de Born 155

Tableau 14 : Tableau descriptif des assemblages polliniques du Lac de Born 157

Tableau 15 : Datations radiocarbone AMS réalisées sur la séquence sédimentaire des Roustières 173
Tableau 16 : Tableau descriptif des assemblages polliniques des Roustières 176
Tableau 17 : Datations radiocarbones AMS réalisées sur la séquence sédimentaire de la Plaine des Rauzes. 191
Tableau 18 : Tableau descriptif des assemblages polliniques de la Plaine des Rauzes 193
Tableau 19 : Datations radiocarbones AMS réalisées sur la séquence sédimentaire de la tourbière de Mauriac 207
Tableau 20 : Tableau descriptif des assemblages polliniques de Mauriac 209

Annexe

Nom complets des taxons correspondant aux codes de l'ACP et de la RDA (chapitre 2)

Amary : Amaryllidaceae
Apiace : Apiaceae
Artemi : Artemisia
Astero : Asteroideae
Brassi : Brassicaceae
Callun : Calluna
Campan : Campanulaceae
Carpin: Carpinus
Caryo : Caryophyllaceae
Cen.cya: Centaurea cyanus
Castan : Castanea
Cer.typ: Cerealia-type
Chenop: Chenopodiaceae
Cichor: Cichorioideae
Coryl: Corylus
Dipsac: Dipsacaceae
Ericac: Ericaceae
Euphor: Euphorbiaceae
Fabace: Fabaceae
Filipen: Filipendula
Fraxin: Fraxinus
Gentia: Gentiana
Helian: Helianthemum
Juglan: Juglans
Labiat: Lamiaceae
Planta: Plantago
Pla.lan: Plantago lanceolata
Pla.med: Plantago major/media
Poac: Poaceae
Polygo: Polygonum
Pol.bis: Polygonum bistorta
Potent: Potentilla-t
Querc: Quercus
Rosac : Rosaceae
Rubiac : Rubiaceae
Ranun: Ranunculaceae
Rum.ace: Rumex acetosa/acetosella
San.min : Sanguisorba minor
Scabio : Scabiosa
Scroph: Scrophulariaceae
Thalic : Thalictrum
Verbasc: Verbascum
Urtica: Urticaceae

« Hautes terres ». L'anthropisation des monts d'Aubrac et du Lévezou (Massif Central, France) durant l'Holocène.

Approche palynologique des dynamiques socio-environnementales en moyenne montagne.

L'étude des interactions sociétés-milieux sur la longue durée, à l'origine de la construction des paysages de l'Aubrac et du Lévezou, a été menée à partir d'une démarche largement pluridisciplinaire dans laquelle la palynologie constitue l'outil principal. La constitution d'un référentiel actuel a conduit, dans un premier temps, à discriminer les principaux taxons polliniques représentatifs des activités humaines et d'en préciser la représentativité spatiale et fonctionnelle. L'étude multi-proxy de six séquences sédimentaires, étayées par 24 datations radiocarbones, a, dans second temps, permis de retracer l'histoire de la végétation et de l'anthropisation, notamment par l'identification des rythmes, des seuils et des ruptures durant l'Holocène. L'évolution des paysages en lien avec le développement des déboisements et des activités agricoles a pu être appréhendée à une échelle locale grâce aux apports combinés des pollens, des macrocharbons, des microfossiles non polliniques, de la confrontation avec les données archéologiques disponibles et de l'examen des sources archivistiques. Les premiers indices tangibles de fréquentation du massif de l'Aubrac apparaissent au cours du Néolithique moyen et les pratiques semblent se généraliser au Néolithique final sur l'Aubrac et le Lévezou. L'âge du Fer et le début de l'Antiquité marquent les premiers déboisements importants sur le plateau de l'Aubrac, concomitants d'une hausse de la pression agropastorale observée dans tous les sites. Enfin, les périodes médiévales et modernes contribuent à ancrer les formes du paysage esquissées aux époques plus anciennes. L'ensemble de ces dynamiques suggère avant tout l'importance des variabilités territoriales qui renvoient à des modes d'occupation temporaires jusqu'à l'âge du Bronze et à une grande mobilité des pratiques. Ces territoires présentent également des tendances communes qui répondent pour une part aux grandes trajectoires de colonisation des espaces montagnards. A l'examen de ces dynamiques d'anthropisation, le forçage climatique ne semble pas avoir été un facteur limitant et pourrait constituer un stimulus positif favorisant le développement de nouvelles stratégies adaptatives.

Mots clés : palynologie, anthropisation, histoire de la végétation, pratiques agropastorales, paléoenvironnement, analogues actuels, Holocène, Aubrac, Lévezou, Massif Central.

"Highlands". Anthropisation of Aubrac and Levezou (Massif Central, France) during Holocene

Palynological approach of socio-environmental dynamics in a middle mountain range

Based upon a multidisciplinary approach centred on palynology, the aim of our study was to better understand the long-term interaction in human/vegetation processes in the Aubrac and Levezou mountainous regions (Massif Central, France). In a first step, the relationships between present pollen deposition, vegetation and land-uses have been studied using a comparative approach. The main pollen taxa representative of human activities have been isolated and their spatial and functional representativeness have been assessed. Secondly, six sedimentary records, supported by 24 radiocarbon dates, have been studied with a multi-proxy approach combining pollen, macrocharcoals, non-pollen palynomorphs, archeological and historical data. The analysis has allowed us to characterize vegetation history and local human impact on the landscape, in particular rhythms, breaks and thresholds concerning anthropisation's dynamics According to our analysis, the first signs of human impact on the vegetation appear in Aubrac during the middle Neolithic period, while evidence of human activities seem to extent during the Late Neolithic. The Iron Age and early Antiquity periods are characterized by a large scale deforestation correlated to the increase of the agro-pastoral pressure. Our analysis further suggests that the medieval and modern periods consolidate the types of landscape that have been created in earlier periods. The dynamics that have been highlighted in this study suggest an important degree of spatial variability of land use. The analyzed territories present common trends that correspond to colonization trajectories generally encountered in mountain areas. Relative to anthropisation's dynamics, climate forcing seems to have not been a limiting factor for human settlements and may even have been a positive stimulus promoting the development of new adaptative land use strategies.

Kew words: palynology, anthropisation, vegetation history, agropastoral activities, palaeoenvironment, modern analogs, Holocene, Aubrac, Levezou, Massif Central.