HAL
open science

Propositions méthodologiques pour l'étude des feux agro-sylvo-pastoraux en montagne pyrénéenne. Evaluation qualitative et quantitative des résidus d'incendies à partir des analyses pédo-anthracologiques

Marie-Claude Bal, Jean-Paul Métailié

To cite this version:

Marie-Claude Bal, Jean-Paul Métailié. Propositions méthodologiques pour l'étude des feux agro-sylvo-pastoraux en montagne pyrénéenne. Evaluation qualitative et quantitative des résidus d'incendies à partir des analyses pédo-anthracologiques. Anthropozoologica, 2005, 40-1, pp.81-93. halshs-00009119

HAL Id: halshs-00009119

https://shs.hal.science/halshs-00009119

Submitted on 9 Sep 2016

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

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

Propositions méthodologiques pour l'étude des feux agro-sylvo-pastoraux en montagne pyrénéenne. Évaluation qualitative et quantitative des résidus d'incendies à partir des analyses pédo-anthracologiques

Marie-Claude BAL, Jean-Paul MÉTAILIÉ
CNRS, UMR 5602,
Laboratoire GEODE,
Maison de la Recherche,
5 allées Antonio Machado, F-31058 Toulouse cedex 1 (France)
bal@univ-tlse2.fr
metailie@univ-tlse2.fr

Bal M.-C. & Métailié J.-P. 2005. – Propositions méthodologiques pour l'étude des feux agro-sylvo-pastoraux en montagne pyrénéenne. Évaluation qualitative et quantitative des résidus d'incendies à partir des analyses pédo-anthracologiques. *Anthropozoologica* 40(1) : 81-93.

RÉSUMÉ
Nous proposons dans cet article une réflexion méthodologique autour de la représentativité qualitative et quantitative des charbons dans les sols provenant de pratiques pastorales et agricoles du feu dans les Pyrénées. Nous exposons ici une méthode d'étude des charbons provenant des feux actuels et récents dans le but d'établir un référentiel permettant de clarifier la lecture des diagrammes anthracologiques. Aucun résultat n'est présenté ici car les analyses sont en cours, mais notre démarche vise à montrer l'importance de la connaissance des pratiques de feux pour mieux comprendre la représentation de leurs vestiges carbonés. Il est essentiel de partir de ce que l'on peut vérifier aujourd'hui afin d'interpréter les données paléo-environnementales. Chaque site d'étude, la forêt d'Antenac (Luchon, Haute-Garonne) et le Pays de Sault (Aude, Ariège), ont été sélectionnés en fonction des fréquences de feux connues pour le premier, et des travaux éco-historiques fournissant des cartes détaillées sur les formations forestières, les landes et les défrichements depuis la Réformation de 1669 jusqu'à l'actuel, pour le second. Chaque site a été traité selon un protocole expérimental spécifique présenté dans cet article.

MOTS CLÉS
Histoire des feux,
charbons,
référentiel,
activités agro-sylvo-pastorales,
Pyrénées.

ABSTRACT
Methodological proposals for the study of agricultural and pastoral fires in the Pyrenean mountain. A quantitative and qualitative evaluation of the remnants of fires starting from the pedoanthracological analyses

We propose in this article a methodological reflexion about the qualitative and quantitative representativeness of charcoals in the grounds from pastorales and agricultural practices of fire in the Pyrenees. We present a method of study of charcoals from current and recent fires in order to establish a reference frame allowing to clarify the reading of the anthracological diagrams. We do not have any result here because the analyses are in hand, but the aim is to show the importance of the knowledge of the practices of fires for better including/understanding the representation of their carbonaceous vestiges. It is essential to start from what one can check today in order to interpret the data palaeo-environmental. Each site of study, the forest of Antenac (Luchon) and the Pays de Sault were selected according to the frequencies of fires known for the first, and of historical works providing of detailed maps on the forest formations, the moors and the clearings since the Reformation of 1669 until the current one, for the second. Each site was treated according to a specific experimental protocol presented in this article.

KEY WORDS
Fire history, charcoal, reference frame, agricultural and pastorales activities, Pyrenees.

LE FEU : UNE PRATIQUE CLÉ POUR L'HISTORIQUE DU PASTORALISME ET DE L'AGRICULTURE

Il existe relativement peu de travaux sur les pratiques d'utilisation du feu dans les systèmes agro-sylvo-pastoraux traditionnels en Europe, comparativement à leur importance passée. Essartage et écobuage ont en effet constitué pendant très longtemps les principaux modes de mise en culture des milieux forestiers et des landes, et cela jusqu'à une époque récente dans certaines régions, principalement les moyennes montagnes siliceuses (Ardennes) et les pays nordiques (Sigaut 1975 ; Goldammer & Furyaev 1996).

L'essartage correspond à une culture sur brûlis avec jachère forestière, qui ne demande qu'un léger travail du sol avant le semis, sans labour[1]. Dans les Pyrénées, les toponymes se rapportant à cette pratique sont nombreux ; en domaine occitan, on retrouve *essart*, *eychart*, *issart* (ou *izard*), *usclat* (« le brûlé ») et surtout *artigue*, terme polysémique et assez obscur (Higounet 1949) mais qui est d'un emploi large du Moyen Âge au XIXe siècle (on dit *faire artigue*). En catalan (et en provençal), on parle de *tallades*, et en basque de *labakis*. Les archives et ouvrages anciens font fréquemment références à ces opérations agricoles (voir par ex. les lettres de De Froidour au XVIIe siècle[2]) et il semble que la période révolutionnaire ait représenté la dernière phase d'essartage ; peu après, l'imposition du Code Forestier entraîne le blocage des défrichements en forêt.

L'écobuage se pratiquait dans les landes et pelouses et demandait un gros travail de pelage de la couche superficielle des sols des landes et pelouses à l'aide d'une houe pesante, l'écobue ; les mottes de gazon étaient entassées en fourneaux pour être séchées, puis calcinées et les cendres répandues sur le sol. Ce type de pratique n'est guère mentionné dans les Pyrénées, pourtant il a existé

1. En anglais : *slash and burn cultivation,* ou *swidden cultivation* ; en espagnol : *roza y quema*. Sur ce sujet, et le débat concernant l'agriculture tropicale, *cf.* également : Barrau 1996 ; Grenand 1996.
2. Louis de Froidour fut le Réformateur des forêts de 1667 à 1684 dans la Grande Maîtrise de Toulouse (*cf.* de Casteran 1899 : 216).

et certains toponymes y font référence (Formiguères, Hourmigué, par ex., par analogie entre les fourneaux et les fourmilières). Si l'écobuage n'est pas repéré dans les Pyrénées pour les deux derniers siècles, il était encore pratiqué jusqu'au début du XXe siècle dans certaines régions du Massif central (monts de Lacaune) et jusque vers 1970 en Galice (Bouhier 1979).

Aujourd'hui, les pratiques du feu dans les Pyrénées sont exclusivement à but pastoral : la plupart des pâturages pyrénéens sur substrats acides sont en fait des landes à bruyères, genêts, fougères, ajoncs, et les brûlages visent à débroussailler les pâturages pour favoriser la pousse de l'herbe[3]. Dans le système traditionnel, la fréquence des mises à feu oscille, selon les milieux, entre tous les 3-4 ans (en basse montagne) et 8-10 ans (dans les estives), avec une répartition de petits feux dans tout l'espace (pelouses, landes mais aussi forêts pastorales). L'évolution contemporaine de l'exploitation pastorale et des milieux (abandon, sous-exploitation, enfrichement) a entraîné une évolution significative du « système feu » : brûlages irréguliers, moins nombreux et de plus en plus vastes, de moins en moins contrôlés et ayant des impacts accrus sur les forêts (Métailié 1981 ; Faerber 1995 ; Métailié & Faerber, 2003). Malgré tout, ces pratiques ont gardé une grande continuité avec ce qui se faisait dès les origines du pastoralisme : dans la mesure où les milieux sont similaires, la logique, le mode opérationnel et les impacts sur le milieu restent identiques, même si l'on rajoute des outils modernes (*drip torch*, battes à feu...) pour en faire un « brûlage dirigé ». Il est donc possible d'analyser *in vivo* le comportement et les impacts des brûlages, dont le fonctionnement est maintenant bien connu pour la plupart des milieux pyrénéens. Tout cela permet la constitution facile de référentiels contemporains ; en particulier, les « débordements » fréquents des feux dans les peuplements forestiers offrent la possibilité de comparer les impacts actuels avec ceux des anciens feux de déboisement pastoral[4].

LES ACQUIS DES RECHERCHES PALÉO-ENVIRONNEMENTALES SUR LE FEU

L'étude de l'histoire des feux intéresse plusieurs domaines et concerne diverses zones géographiques (Australie, Inde, Espagne, Suède…) comme le montre S. J. Pyne (1997). Les recherches portent aussi bien sur l'histoire du feu et ses impacts sur des populations de gastéropodes en région méditerranéenne (Kiss *et al.* 2004) que sur les variations du stock de C liées aux fréquences d'émissions de feu (Harden *et al.* 2000 ; Carcaillet 2002 ; Litton *et al.* 2003). Ces dernières sont dans certains cas confrontées à un essai de modélisation (Li 2002). Dans les Alpes françaises ou encore en Angleterre, les interactions entre l'homme, le feu et le climat (Carcaillet 1998 ; Moore 2000) sont au cœur de l'étude de l'histoire des feux. Ces derniers ne sont pas uniquement considérés comme des catastrophes biologiques et permettent de réaliser un éclairage social indispensable sur les pratiques (Pyne 1997). Des recherches révèlent les impacts du feu sur le peuplement forestier en utilisant des méthodes d'observations des cicatrices sur les troncs laissées par les passages successifs du feu durant trois siècles (Kipfmueller *et al.* 2000). Cette technique est parfois couplée à la dendrochronologie pour apporter plus de précisions sur

3. Le terme populaire généralisé pour les feux courants est aujourd'hui « écobuage », bien que le sens initial soit complètement différent comme on l'a vu. Ce glissement de sens a été l'œuvre des forestiers du XIXe siècle, qui ne possédaient pas de mot précis en français pour désigner les feux pastoraux et ont utilisé le terme qui leur semblait le plus proche. Au début du XIXe siècle, écobuage est employé uniquement dans le sens premier ; vers 1840, on lit « écobuage à feu courant » dans les rapports et dès les années 1860, le terme écobuage s'est imposé à tous pour désigner le seul feu pastoral. Dans le domaine occitan pyrénéen, il n'y a pas vraiment de terme spécifique : on parle du feu, *lo fuoc*, ou bien de l'*usclat*, l'*usclade*, mot qui désigne aussi une pratique agricole. À noter : en Provence, une *tallade* (essartage) qui échappait à son auteur devenait une *usclade* (Amouric 1992).

4. L'épisode de sécheresse de février 2002, qui a été générateur de nombreux feux incontrôlés et destructeurs, a laissé des traces encore fraîches et faciles à retrouver sur le terrain.

l'âge des peuplements (Guyette *et al.* 2002). Ce type d'information est même spatialisé par un Système d'Information Géoréférencé (Kulakowski 2002). L'histoire des feux peut être abordée de différentes manières en fonction des techniques employées et des réponses attendues.

L'ensemble de ces travaux se base sur des données quantitatives des charbons de bois afin de reconstituer l'histoire des feux. Par ailleurs, ces travaux ne proposent pas d'étalonner les données paléo-environnementales sur la base de référentiels contemporains, qui permettraient de s'appuyer sur l'étude de l'actuel afin d'interpréter les données anciennes.

Les références exposées ici se concentrent essentiellement sur les feux dans le Sud de l'Europe pour plus de cohérence avec les terrains d'étude sélectionnés dans les Pyrénées.

Les pratiques *agricoles* du feu ont disparu dans les Pyrénées depuis au moins 150 ans et ne peuvent être étudiées que par les archives (peu abondantes sur ce thème) et par les sources paléo-environnementales, en particulier par l'analyse des charbons de bois provenant de tourbières, de formations lacustres et de sols (Thinon 1992 ; Talon 1997 ; Carcaillet 2001). Les recherches paléo-environnementales et archéologiques dans les Pyrénées (Davasse, Galop & Rendu 1997 ; Galop 1998 ; Davasse 2000) attestent ainsi que l'usage du feu est intimement lié aux pratiques agro-pastorales depuis au moins le Néolithique. La montagne pyrénéenne est encore pauvre en études sur les feux et leurs impacts sur le long terme. Les premières analyses croisées de la palynologie et du signal incendie[5] sur une carotte de tourbe provenant du site de Cuguron (Hautes-Pyrénées) ont mis en évidence trois phases importantes d'incendie en relation avec les pratiques agricoles (Galop, Vannière & Fontugne 2002). La même méthode employée en Cerdagne (Pyrénées-Orientales) a confirmé l'utilisation du feu dans les défrichements culturaux au Néolithique, et probablement des usages du feu différents au cours de l'Antiquité (Vannière, Galop, Rendu & Davasse 2001). Ainsi, ce type de confrontation disciplinaire (palynologie et signal incendie) semble apporter des éléments quant à l'intensité des feux et leurs conséquences sur la dynamique de la végétation. Toutefois, on peut se poser un certain nombre de questions face à cette démarche. L'étude du signal incendie apparaît dépendant d'une discipline paléo-environnementale (ici, la palynologie) lui fournissant d'une part une liste d'essences identifiées dans la carotte sédimentaire et d'autre part les grandes phases de défrichement. L'intensité importante du signal incendie donne ainsi l'occasion à la palynologie d'affirmer que la régression de plusieurs essences dans un même niveau est liée à une déforestation par le feu. Dans ces deux exemples, l'étude du signal incendie est uniquement basée sur l'interprétation quantitative de l'accumulation des micro-charbons dans une séquence tourbeuse. Elle ne renvoie donc pas l'image taxonomique de la végétation incendiée. S'ajoutent à cela les problèmes de dispersion pollinique rencontrés en palynologie qui donnent une information spatiale régionale peu précise. L'histoire des feux est renseignée par les occurrences du feu à intensités différentes mais qu'en est-il de la réalité de la paléo-végétation incendiée ? Quelles informations locales avons-nous sur les taxons brûlés ?

L'étude taxonomique des charbons de bois est indispensable dans la reconstitution de l'histoire des feux. La pédo-anthracologie couplée aux datations ^{14}C informe sur les paléo-végétations ligneuses incendiées. Elle renseigne sur la présence d'un taxon à l'échelle du versant pour une époque donnée, elle permet également de réaliser des assemblages de taxons en comparaison avec les paysages incendiés actuels et ainsi d'étudier d'une façon générale les dynamiques paysagères (Thinon 1992). Les charbons identifiés ont tous une taille supérieure à 400 µ et sont par conséquent plus difficilement transportables par voie aérienne (Carcaillet *et al.*

5. L'analyse du signal incendie se fait sur la base d'un comptage sur lame et préparation de type pollinique avec une observation en lumière réfléchie (Vannière 2001). La technique repose entre autre sur la différenciation entre les particules minérales opaques et les vestiges végétaux carbonisés. L'occurrence des micro-charbons de bois permet de mettre en évidence les grandes phases d'incendies.

2002)[6]. Les problèmes de transport des charbons de cette taille seront essentiellement liés à l'érosion et/ou au colluvionnement des sols (Thinon 1992). L'information est spatialement plus locale que celle obtenue par l'étude de micro-charbons contenus dans les préparations polliniques.

Des travaux pédo-anthracologiques sont en cours au laboratoire GEODE[7] sur l'étude des traces d'agriculture en Cerdagne (Pyrénées-Orientales)[8] et sur l'histoire du pastoralisme en montagne basque[9]. La pédo-anthacologie s'associe aux autres disciplines (palynologie, archéologie) afin de préciser les liens pouvant existés entre les vestiges carbonés retrouvés dans les sols et les pratiques agro-sylvo-pastorales propres à chaque terrain d'étude. La zone atelier choisie, pour l'étude de l'histoire de la montagne d'Iraty, présente un ensemble de bois de hêtre *(Fagus sylvatica)* avec quelques occurrences de sapin *(Abies alba)* dans un milieu pastoral très ouvert. La palynologie a mis au jour plusieurs phases de déforestation en relation avec le pastoralisme (Galop 2000). Elle a également identifie la présence du chêne *(Quercus robur pedonculata)* qui n'apparaît aujourd'hui, dans la zone d'étude que sous forme d'individus isolés dont l'écorce est éclatée par les passages successifs du feu. Le rôle de la pédo-anthracologie dans ce contexte était dans un premier temps de reconstituer les paysages fossiles à l'échelle du versant, deuxièmement, retrouver si possible la présence spatialement plus précise du chêne et enfin raccorder ces informations aux pratiques sylvo-pastorales de la montagne basque sur la longue durée. Les deux fosses pédo-anthracologiques réalisées en milieu pastoral (Iraty) révèlent la présence de charbons de bois dans les sols. La distribution de ces charbons est assez diffuse sur l'ensemble du profil, aucune concentration de résidus carbonés n'est observée. Les charbons sont de tailles relativement petites (0,4 et 0,8 mm) ; seulement cinq fragments de charbons de bois sont supérieurs à deux millimètres pour les deux fosses. Les résultats anthracologiques montrent la présence du chêne *(Quercus robur pedonculata)* depuis l'Âge du Bronze dans des proportions plus marquées à la base des profils (Bal, en cours). Dans les Pyrénées-Orientales, les versants de la montagne d'Enveitg sont recouverts de terrasses de culture de 1 600 à 1 900 m d'altitude. En mai 2003, un « chantier terrasses » (Bal *et al.*, à paraître) a mis au jour des systèmes de terrasses emboîtées. L'analyse anthracologique des horizons organiques des paléosols[10] des terrasses enfouies a montré l'emploi de l'essartage dès l'Âge du Bronze ancien. Les charbons de bois de ces horizons sont extrêmement nombreux par rapport aux charbons de bois des autres niveaux prélevés, et par rapport aux charbons provenant d'autres sites hors contexte géo-archéologique. Leur taille est pour le plus grand nombre supérieure à deux et à cinq millimètres. Ils ne présentent pas de coupures récentes. Les petits ligneux identifiés confirment la présence de phases d'ouverture du milieu. Les études pédo-anthracologiques de ces deux sites donnent l'exemple de résultats anthracologiques quantitativement et qualitativement différents selon les pratiques agro-sylvo-pastorales à l'origine de la production de ces charbons de bois. Ainsi, les recherches sur la représentativité des anthracomasses face à la végétation incendiée deviennent plus qu'indispensables afin de comparer les résultats avec ceux obtenus dans d'autres zones géographiques comme le Pays de Sault et le luchonnais.

PROPOSITION POUR UNE MÉTHODE D'ÉTUDE DES CHARBONS DE BOIS PROVENANT DES FEUX ACTUELS ET ANCIENS

Le prélèvement de charbons dans les tourbières ou les lacs limite le choix des sites d'étude puisqu'il est

6. Il faut cependant noter que lors des grands incendies méditerranéens, générateurs de puissants effets tourbillonnaires, il est fréquent d'assister à la dispersion d'escarbilles, voire de branchettes, sur des kilomètres.
7. GEODE, UMR 5602 (Géographie de l'Environnement), Maison de la Recherche, UTMirail, Toulouse.
8. Programme Collectif de Recherche mené par C. Rendu.
9. Programme Collectif de Recherche mené par D. Galop.
10. Horizons à la surface au moment du fonctionnement des terrasses enfouies.

dépendant de la présence de ce type de milieu. En revanche, il est possible de trouver des charbons de bois dans la quasi-totalité des sols, ce qui permet d'augmenter les sites de recherche en rapport avec l'histoire du feu. Ainsi, la pédo-anthracologie semble être une discipline appropriée à l'étude des espaces pastoraux des Pyrénées et des zones intermédiaires de montagne dans le but de reconstituer les dynamiques de végétation liées aux activités agro-pastorales. Un état des lieux critique des diverses études sur l'histoire des feux ainsi que la mise au point des différentes incertitudes méthodologiques de la pédo-anthracologie, permet d'élaborer une problématique de recherche. Cette dernière est fondée sur une réflexion méthodologique initiée par M. Thinon (1992) dans sa thèse. Il pose les premières questions sur les relations entre la phytocénose et l'anthracocénose en cherchant une éventuelle distorsion floristique entre les deux. Il compare également les indices d'« abondance-dominance-sociabilité » avec les fréquences d'apparition des taxons dans sa liste d'identification des charbons. Cependant, ce travail ne fait pas apparaître les anthracomasses (rapport entre les mg de charbons extraits et les kg de terre sèche prélevée, exprimé en ppm) habituellement utilisées en pédo-anthracologie.

La démarche proposée déborde donc du cadre pédo-anthracologique classique. L'objectif est de préciser les relations entre la phytocénose (végétation incendiée) et l'anthracocénose (les résidus des incendies). Dans quelle mesure les charbons des sols sont-ils représentatifs de la végétation incendiée ? Il s'agit ici de s'appuyer sur le fonctionnement vivant ou sub-actuel du feu[11] pour reconstituer les formes anciennes des brûlages agro-sylvo-pastoraux et évaluer leurs impacts. Les premières étapes d'une étude sur la représentativité des anthracomasses par rapport à la biomasse incendiée, en parallèle à une étude sur l'analyse taxonomique sont aujourd'hui exposées dans cet article.

La détermination du référentiel contemporain s'appuie sur deux types de recherches, développées depuis plus d'une vingtaine d'années au sein du laboratoire GEODE. Ce sont d'une part les travaux sur les brûlages pastoraux et les incendies dans les formations forestières pyrénéennes (Métailié 1981 ; Faerber 1995 ; Métailié & Faerber 2003), qui offrent un choix important de sites susceptibles de servir de zone test à notre problématique, et dont l'histoire récente est bien connue. D'autre part, les travaux éco-historiques (essentiellement basé sur les archives forestières) renseignent sur les formations végétales touchées par les derniers défrichements entre le XVIIe et le XIXe siècle, notamment dans le Pays de Sault avec la thèse de C. Fruhauf (1980). D'autres sites ont été repérés, notamment en vallée de Bethmale ou en haute Ariège.

La méthode développée dans cet article est appliquée à deux zones d'étude sélectionnées à partir de ces travaux :

– le Pays de Sault (Aude, Ariège), bien connu grâce au travail archivistique et à la cartographie réalisés par C. Fruhauf dans le cadre de sa thèse (1980). Les zones de défrichements successifs d'après les Réformations de 1669 et 1740 ont pu ainsi être précisément localisées.

– la forêt domaniale d'Antenac (canton de Luchon, Haute-Garonne), fréquemment parcourue par le feu dans les dernières décennies, et dont l'histoire des incendies est bien connue[12].

Chaque site a été traité selon un protocole expérimental spécifique. Dans le cas des feux en forêt du Luchonnais, il faut d'emblée préciser qu'il ne s'agit pas *d'incendies de forêts*, tels qu'on peut les rencontrer dans les vallées méditerranéennes ; en contexte de montagne atlantique, les vrais incendies de forêts sont rares et il s'agit plutôt de feux courants, *d'incendies de sous-bois provoquant la mort des arbres sans les brûler*. D'autres expérimentations seront nécessaires pour comparer ces

11. Par sub-actuel nous entendons la période récente des trois derniers siècles, correspondant à des pratiques facilement identifiables tant dans la documentation que sur le terrain. L'actuel représente les cinquante dernières années.

12. Nos remerciements à Jérôme Coy, chef de district ONF de St Béat, pour les informations fournies et son aide dans ce travail.

données avec les feux en montagne méditerranéenne. En ce qui concerne le Pays de Sault, on est par contre dans des sites d'anciens essartages, répétés de surcroît, où les défricheurs avaient recherché une combustion complète des arbres après abattage. Les deux types de feux ne fournissent donc pas les mêmes quantités de charbons.

LES TERRAINS D'ÉTUDE

CHOIX DES SITES

Les sites sélectionnés répondent à un certain nombre d'exigences :
– les zones choisies doivent présenter une diversité taxonomique d'au moins trois taxons ;
– connaissant des problèmes de transport (Thinon 1992 ; Talon 1997) des charbons, il est intéressant de réaliser, pour cette étude, des prélèvements selon un transect altitudinal sur un versant à forte pente ;
– en ce qui concerne l'évaluation des vestiges des feux de défrichement, nous devons posséder des données historiques contemporaines sur les pratiques du feu ainsi qu'une cartographie détaillée de la végétation en place et des zones de défrichement si possible depuis la Réformation ;
– il faut écarter les zones de charbonnage (nombreuses dans les Pyrénées) où les sols sont saturés en charbons et correspondent à un autre type de pratiques lié à la production de charbons ;
– nous devons également connaître les dates des derniers parcours du feu sur les zones boisées afin de prévoir les prélèvements de charbons pour l'étude des feux courants.

LES FEUX DE DÉFRICHEMENTS AGRICOLES : LE CAS DU PAYS DE SAULT

Le Pays de Sault est situé au nord-est de la chaîne pyrénéenne, dans le sud du département de l'Aude, il déborde également sur le département de l'Ariège (Fig. 1). Il est constitué par un ensemble de plateaux calcaires entaillés par les gorges du Rebenty au sud et par la vallée de l'Aude à l'est. Le climat est montagnard avec une importante humidité et des brouillards fréquents permettant le développement du hêtre et du sapin. Les stations sélectionnées se situent dans la partie la plus occidentale du Pays de Sault, délimitées au sud-ouest par la vallée de l'Ariège, au nord par Montségur et à l'est par les gorges de la Frau et la vallée de l'Hers.
Le travail de C. Fruhauf (1980) apporte les fondations nécessaires à notre recherche sur les feux de défrichements liés aux activités agro-sylvo-

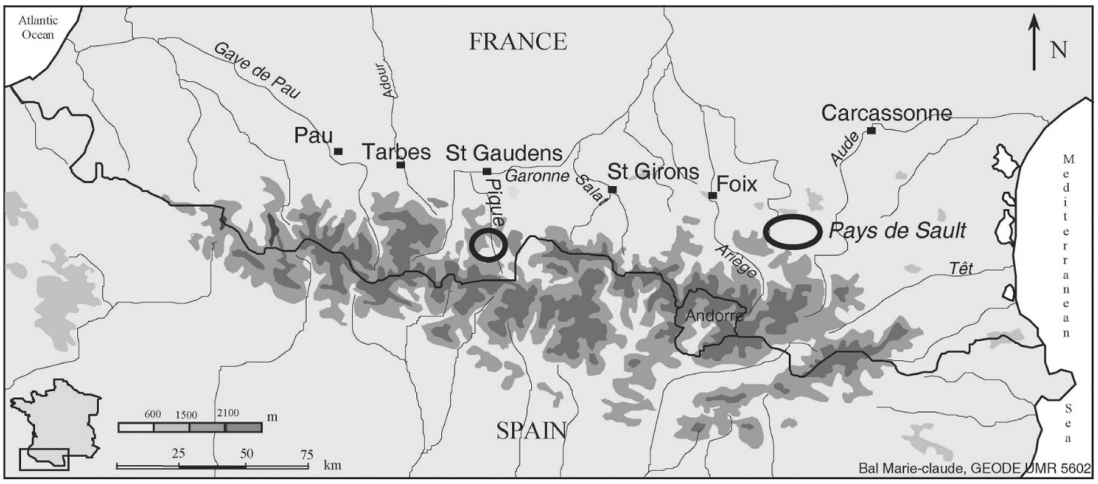

FIG. 1. – Localisation des sites du Pays de Sault et de la vallée de Pique sur la chaîne pyrénéenne. Dessin : M.-C. Bal.

pastorales. En effet, il met à disposition des cartes de formations végétales du Pays de Sault élaborées à partir d'une interprétation des procès verbaux de la Réformation de 1669, d'un nouvel arpentage en 1740 et d'une étude de terrain sur l'actuel. À partir de ces cartes et de leurs commentaires, nous pouvons situer avec précision les formations forestières (sapin, hêtre, chêne, noisetier) et les formations dégradées comme les broussailles, les landes et les défrichements. Ce travail fournit également des informations sur les changements d'exploitation forestière au cours de trois siècles : du XVIIe au XIXe.

Jusqu'à la Réformation de 1669, l'ensemble des forêts du Pays de Sault était essentiellement composé d'un mélange de peuplements denses et bienvenants de hêtre et de sapin (Fruhauf 1980). Le hêtre est aussi bien représenté que le sapin. Entre 1670 et 1740, la sylviculture favorise le sapin pour la Marine, le hêtre régresse, et dans la même période, la pression agraire s'intensifie sur les forêts. Deux exemples viennent illustrer cette nouvelle exploitation forestière dans notre secteur d'étude : la forêt du Basquy et le bois de Bramefam sont en effet passés d'un mélange de peuplements relativement dense et bienvenant de sapin et de hêtre en 1670 à un peuplement clairsemé et dégradé de sapin dans lequel le hêtre ne figure plus en 1740. La forêt de Prades quant à elle, signalée par les arpenteurs de 1670 comme un mélange de peuplements relativement dense et bienvenant de sapin et de hêtre, est transformée en un mélange de peuplement bienvenant de sapin et de taillis ou de broussailles de hêtre en 1740 (Figs 2 ; 3). L'auteur précise qu'au XIXe siècle la forêt redevient pour l'essentiel une hêtraie-sapinière.

Aujourd'hui, la forêt est le reflet de trois siècles d'activités agro-pastorales et forestières en Pays de Sault. En effet, l'altitude ne semble plus avoir d'influence sur la répartition des essences puisque l'on retrouve à la fois le hêtre et le sapin dans les basses vallées et en altitude. Le sapin se renouvelant très bien sous la hêtraie claire.

L'interprétation très précise de C. Fruhauf nous permet de sélectionner des formations ouvertes, qualifiées de défrichements en 1740, dans des secteurs encore à l'état de forêt en 1670. Certains défrichements étaient cultivés, le plus souvent, ils servaient de pâturage. C'est le cas des stations localisées au pied des grandes forêts de Prades, le long de la Frau et au-dessus de ces forêts, à l'Ourza, la partie défrichée le long du Basquy était également une zone de culture où l'on trouve aujourd'hui quelques terrasses (Fruhauf 1980). La clairière entourée par le bois de Bramefam (Figs 2 ; 3) est le résultat de défrichements survenus entre 1670 et 1740, éliminant ainsi une partie de la forêt composée alors d'un mélange relativement dense et bienvenant de sapin et de hêtre. Une autre zone, le long du bois du Bac de l'Ourza, défrichée en 1740 formait la même structure forestière que la précédente en 1670. Ces deux stations présentent outre une histoire des pratiques agro-sylvo-pastorales connues, des replats intéressants permettant de réaliser des prélèvements pédo-anthracologiques. L'exemple du Pays de Sault est intéressant puisqu'il est marqué par les derniers feux de défrichement dans les Pyrénées. Ainsi, ces stations correspondent tout à fait au souhait d'établir des relations entre la phytocénose et l'anthracocénose en contexte « archéologique » et permettent pour la première fois de comparer les charbons des sols identifiés à une description précise des essences en place avant brûlage, au XVIIe siècle dans les Pyrénées.

Les feux courants pastoraux :

C'est avec l'aide des forestiers de l'Agence Interdépartementale de la Haute-Garonne et du Gers, que nous avons sélectionné la forêt domaniale d'Antenac (Fig. 4). Elle se situe au sud-ouest du département de la Haute-Garonne, en partie limitrophe avec le département des Hautes-Pyrénées. Cette partie de la forêt est sur la rive gauche de la *Pique,* sur un versant abrupt surmonté de pâturages. La parcelle forestière n° 11 sélectionnée est caractérisée par un mélange d'essences comme le hêtre, le bouleau et le chêne plus en contrebas de la parcelle. La pente est de 25 à 30°. Les prélèvements respectent un transect altitudinal. Comme on l'a signalé plus haut, la forêt, au sens strict, brûle rarement, c'est ce que l'on constate pour la parcelle n° 11 après le passage du

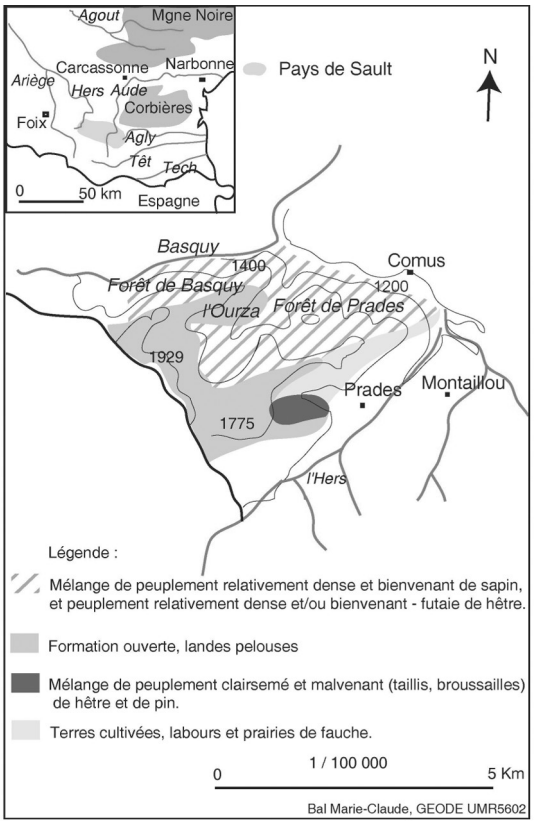

FIG. 2. – Détail de la partie ouest du Pays de Sault, réalisé à partir de la carte des formations forestières du Pays de Sault vers 1670 (Fruhauf 1980). Dessin : M.-C. Bal.

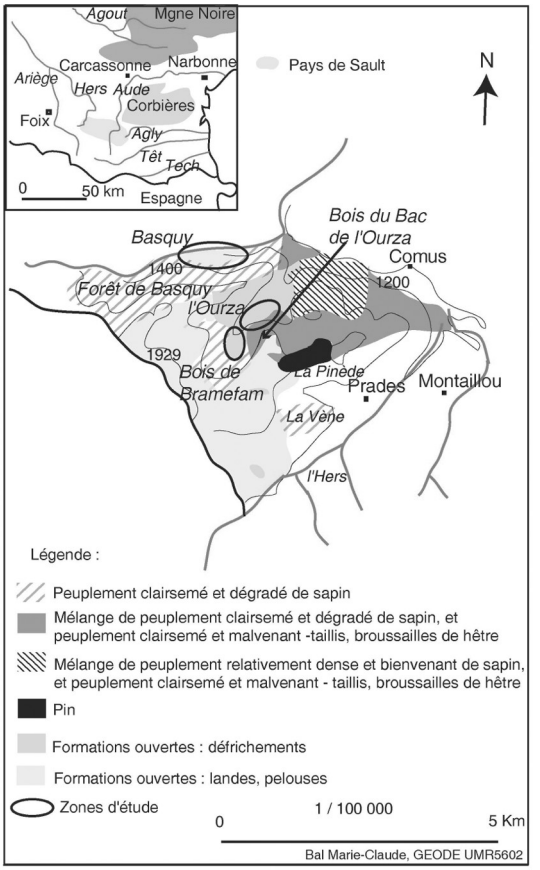

FIG. 3. – Détail de la partie ouest du Pays de Sault, réalisé à partir de la carte des formations forestières du Pays de Sault vers 1740 (Fruhauf 1980). Dessin : M.-C. Bal.

dernier feu en date de l'année 2000. En effet, les arbres même lorsqu'ils sont tués restent sur pied ; le feu a détruit quelques branches basses et le sous-bois. Ce sont surtout les nombreuses cicatrices à la base des troncs, provoquées par les passages successifs des feux que l'on remarque sur cette parcelle. Les feux provoquent des blessures en forme de triangle laissant voir le cœur de l'arbre brûlé. La partie de la parcelle la plus élevée en altitude est dominée par le hêtre, ce dernier, de part la fragilité de son écorce, montre le plus souvent ces traces de feu. La mortalité des arbres est due à un feu violent, rapide avec des flammes hautes qui ont chauffé les troncs sur toute leur longueur et les branches. Les arbres morts, encore sur pied, laissent passer la lumière plus facilement et permettent donc le développement rapide d'une strate herbacée sur l'ensemble de la parcelle.

LE PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL : DE L'ÉCHANTILLONNAGE À L'IDENTIFICATION

L'ÉCHANTILLONNAGE DANS LA FORÊT D'ANTENAC

Dans la parcelle n° 11, les trois stations mesurent 25 m de côté ; pour chacune, la dbh totale est déduite de la dbh mesurée par taxon. Cinq prélèvements anthracologiques de surface sont réalisés par station en délimitant un carré de 50 cm de côté. Différents paramètres sont ici pris en

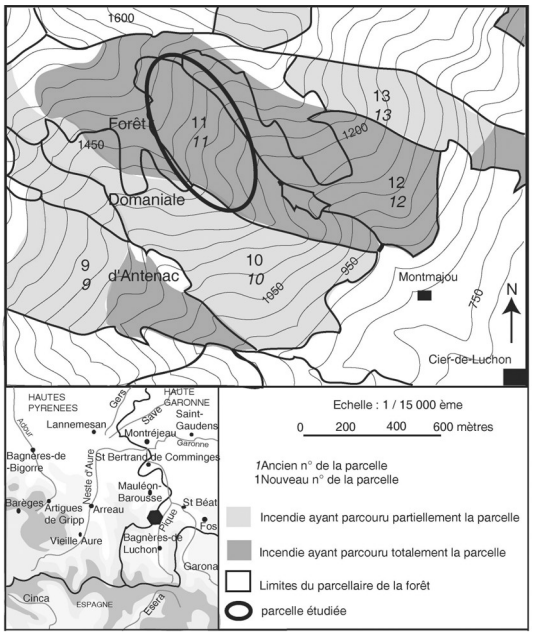

FIG. 4. – Localisation de la zone d'étude (parcelle n° 11) dans la forêt domaniale d'Antenac. À partir de la carte d'aménagement forestier 2005-2019, ONF – Direction Territoriale Sud-Ouest. UST Toulouse. Dessin : M.-C. Bal.

compte comme la pente, l'exposition, l'altitude. Les stations sont choisies dans le souci de suivre un transect altitudinal entre 1 300 et 1 500 m. La partie supérieure du sol a été prélevée, c'est-à-dire dans les deux à trois premiers cm. Les prélèvements sont stockés dans des sacs à gravats avec un identifiant précisant le lieu, le niveau et l'altitude.

L'ÉCHANTILLONNAGE DANS LE PAYS DE SAULT

Dans le secteur de l'Ourza, les stations sélectionnées ne présentent pas de forte dénivelée. Le premier prélèvement a été réalisé au cœur de la clairière de Bramefam et un deuxième plus proche de la lisière actuelle. Les stations situées le long du Bac du Bois de l'Ourza et au pied de la forêt du Basquy, actuellement en formation ouverte de type lande, ont fait chacune l'objet de deux prélèvements pédo-anthracologiques. Afin d'établir un échantillonnage permettant de retrouver la végétation en place avant le défrichement de 1740, il est indispensable de prendre en compte les différents processus susceptibles de modifier les assemblages anthracologiques. L'eau et le vent sont les premiers responsables d'une dispersion rapide des charbons à la surface du sol juste après un feu. S'ajoutent à ce phénomène la bioturbation réalisée d'une part par la mésofaune et d'autre part par les racines qui traversent les charbons et provoquent leur fragmentation et leur enfouissement dans le sol (Thinon 1992). De plus, nous ne connaissons pas les phénomènes d'érosion et/ou de comblements qui ont peut-être existé dans cette zone depuis 1740. Dans ce cas, une fosse pédologique d'environ 40 cm de profondeur permet d'effectuer deux niveaux de prélèvements, l'un dans les 10 premiers centimètres, l'autre plus en profondeur au-delà des 10 cm. L'objectif est de tester la profondeur à laquelle il est possible de mettre en évidence les traces des essartages à l'échelle de deux siècles et demi. Les mêmes conditions de stockage et d'identification des sédiments que précédemment, sont utilisées ici.

LE TRAVAIL DE LABORATOIRE

Cette partie du travail est réalisée selon les indications de M. Thinon (1992). Elle comprend plusieurs phases.

Le tamisage se fait sur des prélèvements préalablement séchés à l'air libre dans des bacs afin de diminuer la fragmentation des charbons[13] lors du tamisage à l'eau. La bétonnière entraîne un mouvement de brassage dans l'eau qui permet de briser les mottes et de réduire les agrégats. Les racines et les charbons les plus légers se retrouvent à la surface. Le surnageant est récupéré sur un tamis à 0,315 mm de diamètre. Le culot de la cuve est versé sur une colonne de tamis à quatre mailles différentes : 5 mm, 2 mm, 0,8 mm et 0,4 mm. La masse du refus du tamis à 5 mm de maille est soustraite de la quantité totale de sédiment tamisé. Les refus des trois autres tamis sont délicatement nettoyés à l'aide d'un pinceau à

13. Les charbons à l'état humide sont plus fragiles.

poils souples, sous un courant d'eau. L'opération est répétée jusqu'à ce que les derniers agrégats disparaissent. Chaque refus de tamis est à nouveau rincé puis séché avant d'être trié. Le tri des charbons commence par la séparation des racines et des sables. Les charbons sont parfois pris dans les racines, la séparation est faite à l'aide d'un pinceau fin à poils souples. Le tri des sables et des racines se fait sous une binoculaire en respectant les classes de tailles (5 ; 2 ; 0,8 et 0,4 mm). Le nettoyage consiste à enlever la partie argileuse qui recouvre les charbons, cela à l'aide d'un appareil aux ultrasons. Cette opération se réalise sous une binoculaire. Les charbons sont ensuite séchés avant l'identification. Cette dernière demande un travail de préparation des charbons qui consiste à les découpés selon les trois plans de l'espace (transversal, tangentiel et radial) à l'aide d'un scalpel à lame fine sous la binoculaire. Ils sont ensuite placés dans une coupelle contenant des graines de pavots ou du sable de Fontainebleau. L'observation se fait à partir d'un microscope aux grossissements 10×, 20×, 50× et oculaires 10×. L'identification des charbons s'appuie sur la consultation d'ouvrages d'anatomie du bois (Jacquiot *et al.* 1973 ; Schweingruber 1990). Le bois subit des retraits lors de la carbonisation, c'est pour cela que l'identification doit également se faire à partir de nombreuses observations de bois carbonisés de la collection de référence (Anthracothèque[14] du laboratoire GEODE). Ce travail d'identification est en cours.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES DE LA MÉTHODE

Ce travail en cours est un premier essai pour déterminer la représentativité des anthracomasses face au diagramme anthracologique. Ce dernier apportait jusqu'à présent des informations qualitatives indispensables à la reconstitution des paléo-paysages. L'objectif de la méthode proposée est d'évaluer l'impact des *pratiques*, des *modes de brûlage*, sur la constitution du stock de charbons dans les sols, et ainsi reconstituer la végétation passée avec plus de fiabilité. Les résultats obtenus en Cerdagne et en montagne Basque encouragent cette démarche puisqu'une telle recherche permettra de clarifier la lecture des diagrammes anthracologiques et d'éviter les surinterprétations et hypothèses abusives.

La permanence des feux pastoraux et agricoles dans la chaîne pyrénéenne depuis les origines de l'installation agro-pastorale oblige à s'intéresser à ces deux pratiques (Bal et *al.*, à paraître). La faisabilité de la mise en place d'un référentiel actuel dans les Pyrénées est liée d'une part à la bonne connaissance des pratiques actuelles de brûlage pastoral, et d'autre part à l'abondance de données éco-historiques sur les forêts et les défrichements depuis au moins le XVIIe siècle (ainsi que sur le charbonnage, ce qui permet d'éliminer les occasions de faux-sens). Les données pourront être comparées aux analyses anthracologiques réalisées sur plusieurs autres sites, en contexte archéologique ou paléo-environnemental.

Cette démarche méthodologique en est donc dans sa phase initiale, mais la question des pratiques est centrale dans la reconstitution des environnements agro-sylvo-pastoraux passés, et demande d'être analysée de manière approfondie. Nous avons en perspective un projet de recherche interdisciplinaire qui serait centré sur le rôle des pratiques et pourrait avoir deux axes :

– Extension du référentiel contemporain à d'autre régions de montagnes atlantiques où l'on trouve des traces vivantes ou récentes (50 dernières années) de feux pastoraux et surtout agricoles. Les sites potentiels se trouvent en Galice, dans les montagnes Cantabriques, dans le Massif central et les Ardennes. Enfin, il serait également nécessaire d'établir des comparaisons avec la montagne méditerranéenne : les Pyrénées catalanes représentent sur le plan éco-historique une région tout aussi bien connue que les Pyrénées centrales.

– Réalisation d'une expérimentation grandeur nature d'essartage, pour suivre de façon précise la

14. Anthracothèque concernant les espèces pyrénéennes.

constitution et la dégradation du stock de charbon lors d'une de ces opérations. Cette expérimentation demandera une enquête préalable pour rechercher et interroger les personnes ayant été témoins ou participants lors des ultimes essartages connus. Un protocole de mesures est à élaborer pour suivre la mise à feu et l'évolution ultérieure du milieu.

Ce projet demandera la mise en place d'une coopération interdisciplinaire, associant géographes, archéologues, historiens, ethnologues, chimistes, etc., indispensable pour aborder la complexité de la gestion du feu par les sociétés agro-pastorales.

RÉFÉRENCES

AMOURIC H. 1992. — *Le feu à l'épreuve du temps.* Narration, Aix.

BAL M.-C., HARFOUCHE R, POUPET P., RENDU C. & P. CAMPMAJO à paraître. – Archaeo- environment studies of culture terraces in Enveitg's mountain (Cerdagne, Pyrenees West, France), *in* THIÉBAULT S. (ed.), *Third International Meeting of Anthracology june 2004, Lecce*. Archeopress, Oxford.

BARRAU J. 1996. — Vous avez dit « essart » ? *Jour. d'Agric. Trad. et de Bota. Appl*. XXXVIII(1) : 55-58.

BOUHIER A. 1979. – *La Galice, essai géographique d'analyse et d'interprétation d'un vieux complexe agraire*. Tome II. Imprimerie Yonnaise, La-Roche-sur-Yon.

CARCAILLET C. 1998. — A spatially precise study of holocene fire history, climate and human impact within the Maurienne valley, North French Alps. *Journal of ecology* 86 : 384-396.

CARCAILLET C. 2001. — Soil particles reworking evidences by AMS 14C dating of charcoal. *Earth and Planetary sciences* 332 : 21-28.

CARCAILLET C. *et al.* 2002. — Holocene biomasse burning and global dynamics of the carbon-cycle. *Chemosphere* 49 : 845-863.

CASTERAN P. DE 1899. — *Lettres écrites par M. de Froidour à M. de Héricourt et à M. de Meudon*. Imp. Foix, Auch.

DAVASSE B. 2000. — *Forêts, charbonniers et paysans dans les Pyrénées de l'Est du Moyen-âge à nos jours. Une approche géographique de l'histoire de l'environnement.* Thèse de doctorat. GEODE, Toulouse.

DAVASSE B., GALOP D. & RENDU C. 1997. — Paysages du Néolithique à nos jours dans les Pyrénées de l'Est d'après l'écologie historique et l'archéologie pastorale, *in* BURNOUF J., BRAVARD J.-P. & CHOUQUER G. (eds), *La dynamique des paysages protohistoriques, antiques, médiévaux et modernes. XVIIe Rencontre Internationale d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes.* APDCA, Sophia-Antipolis : 577-599.

FAERBER J. 1995. — *Le feu contre la friche. Dynamiques des milieux, maîtrise du feu et gestion de l'environnement dans les Pyrénées centrales et occidentales*. Thèse de doctorat. Université Toulouse-le Mirail, Toulouse.

FRUHAUF C. 1980. — *Forêt et société, de la forêt paysanne à la forêt capitaliste en Pays de Sault sous l'ancien régime (vers 1670 – 1791)*. Éditions du CNRS, Paris.

GALOP D. 1998. — *La forêt, l'homme et le troupeau dans les Pyrénées, 6 000 ans d'histoire de l'environnement entre Garonne et Méditerranée.* Thèse de doctorat. GEODE ; Laboratoire d'Écologie Terrestre ; FRAMESPA, Toulouse.

GALOP D., VANNIÈRE B. & FONTUGNE M. 2002. — Human activities and fire history since 4500 BC on the northern slope of the Pyrenees: a record from Cuguron (central Pyrenees, France), *in* THIÉBAULT S. (ed.), *Nouvelles approches méthodologiques, histoire de la végétation et des usages du bois depuis la Préhistoire*. Second Colloque international d'Anthracologie, Paris, 13-16 septembre 2000. BAR inter- national series 1063. Archeopress, Oxford : 43-51.

GOLDAMMER J.G. & FURYAEV V.V. (eds). 1996. – *Fire in ecosystems of boreal Eurasia. Forestry sciences*. Vol. 48. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht.

GRENAND F. 1996. — L'abattis contre l'essart. *Jour. d'Agric. Trad. et de Bota. Appl*. XXXVIII(1) : 19-53.

GUYETTE R.P., SPETICH M.A. 2002. — Fire history of oak-pine forests in the Lower Boston Mountains, Arkansas, USA. *Forest Ecology and Management* 180 : 463-474.

HARDEN J.W., TRUMBORE S.E., STOCKS B.J., HIRSCH A., GOWER S., O'NEILL K.P. & KASISCHKE E.S. 2000. — The role of fire in the boreal carbon budget. *Global Change Biology* 6(Suppl. 1) : 174-184.

HIGOUNET Ch. 1949. — Les artigues des vallées luchonnaises. *in France méridionale et pays ibériques. Mélanges géographiques offerts en hommage à M. D. Faucher*. Tome 2. ÉTI, Toulouse : 555-582.

JACQUIOT C, TRENARD Y & DIROL D. 1973. — *Atlas d'anatomie des bois des Angiospermes (essences feuillues)*. Centre technique du bois, Paris.

KIPFMUELLER K.F. & BAKER W.L. 2000. — A fire history of a subalpine forest in south-eastern Wyoming, USA. *Journal of Biogeography* 27 : 71-85.

KISS L., MAGNIN F. & TORRE F. 2004. — The role of landscape history and persistent biogeographical patterns in shaping the responses of Mediterranean land snail communities recent fire disturbances. *Journal of Biogeography* 31: 145-157.

KULAKOWSKI D. 2002. — Influences of fire history and topography on the pattern of a severe wind blowdown in a Colorado subalpine forest. *Journal of Ecology* 90 : 806-819.

LI C. 2002. — Estimation of fire frequency and fire cycle: a computational perspective. *Ecological Modelling* 154 : 103-120.

LITTON C.M., RYAN M., KNIGHT D.H. & STAHL P.D. 2003. — Soil-surface carbon dioxide efflux and microbial biomass in relation to tree density 13 years after a stand replacing fire in a lodgepole pine ecosystem. *Global Change Biology* 9 : 680-696.

MÉTAILIÉ J.-P. 1981. — *Le feu pastoral dans les Pyrénées Centrales (Barousse, Oueil, Larhoust).* Éditions du CNRS, Paris.

MÉTAILIÉ J.-P. & J. FAERBER 2003. — Quinze années de gestion des feux pastoraux dans les Pyrénées : du blocage à la concertation. *Sud-Ouest Européen* 16 : 37-51.

MOORE J. 2000. — Forest fire and human interaction in the early holocene woodlands of Britain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 164 : 125-137.

PYNE S. J. 1997. — *World Fire, The Culture of Fire on Earth*. University of Washington Press, Seattle; London.

SCHWEINGRUBER F.H. 1990. — *Anatomie europaïscher Hölzer. Anatomy of european woods. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf.* Haupt, Bern; Stuttgart.

SIGAUT F. 1975. — *L'agriculture et le feu, rôle et place du feu dans les techniques de préparation du champ de l'ancienne agriculture européenne*. Mouton, Paris.

TALON B. 1997. — *Évolution des zones supra-forestières des Alpes sud-occidentales françaises au cours de l'Holocène. Analyse pédo-anthracologique.* Thèse de doctorat. Université d'Aix-Marseille III, Marseille.

THINON M. 1992. — *L'analyse pédoanthracologique, aspects méthodologiques et applications*. Thèse de doctorat., Université d'Aix-Marseille III, Marseille.

VANNIÈRE B., GALOP D., RENDU C. & DAVASSE B. 2001. — Feu et pratiques agro-pastorales dans les Pyrénées-Orientales : le cas de la montagne d'Enveitg (Cerdagne, Pyrénées-Orientales, France). *Sud Ouest Européen* 11 : 29-42.

Soumis le 16 novembre 2004;
accepté le 5 avril 2005.