

RECONSTITUTION DES PALEO-INCENDIES DU MONT LOZERE (CEVENNES, FRANCE) DU TARDIGLACIAIRE A NOS JOURS

Fiona Cornet ¹, Adrien Wales ²

*Institut des Sciences de l'Evolution de Montpellier (UMR 5554)
Université de Montpellier, Place Eugène Bataillon, CC065, 34095 Montpellier cedex 05, France*

¹ fiona.cornet@etu.umontpellier.fr, ² adrien.wales@etu.umontpellier.fr,

Encadrement : Laurent Bremond

Citation : Cornet F. & Wales A. (2020). Reconstitution des paléo-incendies du Mont Lozère (Cévennes, France) du Tardiglaciaire à nos jours. *Orpalm Synthesis*, 13 (1) : 9-24.

Résumé : Les charbons sédimentaires sont des indicateurs écologiques et environnementaux très intéressants pour reconstruire l'histoire des paléo-incendies. Les mesures d'influx et le ratio largeur/longueur fournissent de précieuses informations quant à la récurrence des incendies, leur proximité ainsi que le type de combustible brûlé. L'analyse du dépôt de charbons d'une séquence sédimentaire tourbeuse prélevée dans la tourbière des Nassettes, confrontée aux reconstructions paléoenvironnementales publiées sur le Mont Lozère, contribue à reconstituer les incendies, pour la première fois depuis le Tardiglaciaire. Les résultats présentés révèlent l'impact des perturbations anthropiques, vecteur majeur des changements des végétations à l'Holocène.

Mots clés : charbon, tourbière, perturbations anthropiques, Mont Lozère, Tardiglaciaire

Abstract: *Paleo-fires reconstitutions of the Mont Lozère (Cévennes, France) from the Late Glacial Interstadial to the present day.* Sedimentary charcoals are really interesting as ecological and environmental indicators for reconstructing paleo-fire history. Influx measurements and the width/length ratio provide valuable information on the fire recurrences, their proximity and the type of fuel burned. Analysis of the charcoal deposit of a peat sedimentary sequence taken from the Nassettes peatland, confronted with paleoenvironmental reconstructions published on Mont Lozère area, contributes to reconstruct fires, for the first time from the Lateglacial. These results allow us to pinpoint anthropogenic disturbances as the main vector of vegetation changes during the Holocene.

Keywords: charcoal, peatland, anthropogenic disturbances, Mont Lozère, Lateglacial Interstadial

La “Révolution néolithique”, définie par Childe dans les années 1920 (Childe, 1936), a considérablement accéléré le processus de transformation des milieux, si bien que dans les régions de vieilles civilisations agraires telles que le Proche-Orient, la Chine centrale ou bien l'Europe Occidentale, les paysages

actuels n'ont plus rien de “naturel” (Cubizolle, 2009). Ils sont le produit d'une histoire plurimillénaire d'aménagement, de mise en valeur, et donc de modification de l'environnement principalement dû à l'Homme (Guilaine, 2000 ; Demoule, 2007). Les environnements montagnards n'échappent pas à ces pratiques anthropiques : depuis le

Néolithique, un grand nombre de ces paysages des Alpes, des Pyrénées et du Massif Central ont été façonnés par les conditions climatiques et la présence de l'Homme (Bal et al., 2015).

Au sud du Massif Central, une des pratiques bien étudiée sur le Mont Lozère, du fait de sa riche évidence archéologique est la métallurgie. En effet, environ 230 fours à charbons ont été relevés ainsi que 80 sites de fusion de minerai (Allée et al., 2010 ; Bailly-Maître, 2010 ; Ploquin et al., 2010). L'étude de la métallurgie a quelque peu fait de l'ombre à celle d'une autre pratique répandue de la région et ayant grandement contribué au modelage des paysages du Mont Lozère, l'agropastoralisme dont le rôle, localement et régionalement est historiquement bien attesté, ce qui vaut à cette région d'être inscrite au patrimoine mondial de l'UNESCO tel un « héritage du paysage pastoral » (Servera Vives et al., 2014).

Durant le Néolithique, les paysages du Mont Lozère semblent être dominés par des grandes étendues forestières (Reille, 1988). Pour s'implanter dans cette région, l'Homme a ainsi dû agencer le milieu en réduisant le territoire forestier. Pour ce faire, le feu, en agissant comme un puissant facteur abiotique (Moritz et al., 2012), a été utilisé par l'Homme et a façonné à la fois la distribution et la structure du biome. Ainsi, une manière de quantifier les répercussions des actions humaines, sur un site, au cours du temps, est d'étudier l'occurrence des incendies à travers le prisme des charbons résiduels des feux de végétation.

En effet, les travaux fondateurs de Clark (1988) stipulent que les particules de charbons sont de précieux outils pour « l'investigation » des paléo-incendies. L'étude de ces bioindicateurs apporte deux principales informations : (i) la quantité de biomasse brûlée (Marlon et al., 2006 ; Higuera et al., 2011) et (ii) l'occurrence des incendies (Gavin et al., 2006).

Le charbon est une matière ubiquiste qui résulte d'une combustion incomplète, principalement due à la pyrolyse (Goldberg, 1985 ; Orvis et al., 2005), lors de mécanismes

variés tels que les incendies (naturels et/ou anthropiques). D'autre part, leur résistance à la décomposition microbienne (Robin et al., 2018) concède au charbon, une grande capacité de conservation. Ses capacités à enregistrer fidèlement les fluctuations et la dynamique de la couverture végétale locale ainsi qu'à mesurer l'impact de l'Homme sur le paysage (agropastoralisme, métallurgie...) confère même au charbon d'être considéré comme la « boîte noire » de l'environnement passé (Durand & Terral, 2005). Dans ce dernier cas, encore faut-il qu'il soit d'une taille conséquente pour qu'il puisse être identifié par l'anthracologue et/ou que ses traits anatomiques (qualitatifs et quantitatifs) et sa composition en éléments minéraux puissent révéler des informations paléocéologiques (Bourquin-Mignot et al., 1999).

Depuis la fin de la dernière glaciation, les milieux tourbeux conservent les témoignages des différentes végétations. Les tourbières mettent ainsi en évidence les phases forestières successives et les modifications dues à l'Homme. En effet, à la suite d'un incendie puis apportés par le vent, le ruissellement ou encore les cours d'eau (Lynch et al., 2004 ; Peters & Higuera, 2007), les charbons se déposent sur la tourbière et restent enfouis dans la tourbe qui s'accumule. Ce sont donc des contextes à privilégier lors d'études paléoenvironnementales, qui permettent d'enrichir notre connaissance des civilisations passées (Manneville, 1999).

Les premières études palynologiques conduites sur les tourbières du Mont Lozère (Les Nassettes, Les Sagnes ou le Peschio) ont attesté de la présence d'activités agropastorales connu sous le nom de « landnam » (mot scandinave signifiant « prise de terre »), dans un premier temps sans conséquences sur le paysage forestier au cours du Néolithique (de Beaulieu & Gilot, 1972 ; de Beaulieu & Pons, 1979 ; Reille, 1988 ; Pulido Avila, 2006). Le développement de ces activités, du fait d'une agriculture sur brûlis et d'un fort déboisement, a eu par la suite des répercussions significatives sur le milieu (Reille, 1988).

La présente étude essaie ainsi de confronter l'occurrence des paléo-incendies et la présence de l'Homme pour comprendre les modifications des paysages du Mont Lozère (Cévennes, France) du Tardiglaciaire à nos jours.

MATERIEL ET METHODES

1- Contexte géographique et écologique de la zone d'étude

Le Mont Lozère se situe dans les Cévennes (Sud de la France) au sud-est du Massif Central et à la limite nord des plaines du Languedoc (Fig. 1, haut). Il constitue un relief granitique qui s'étire sur 30 km, orienté Nord-Ouest - Sud-Est, de 900 m à 1700 m d'altitude (Bal et al., 2015).

Culminant à 1320 m d'altitude (Reille, 1990 ; Pulido Avila, 2006), la tourbière des Nassettes (Fig. 1) est soumise à un climat montagnard, caractérisé par une saisonnalité marquée comprenant des hivers longs et froids et des été chauds mais humides. Une des particularités de ce climat est d'avoir des précipitations régulières tout au long de l'année d'une moyenne de 1500 mm avec des pics de précipitations au printemps ainsi qu'à la fin de l'été. La température moyenne annuelle est d'environ 6,5°C (Santa Regina et al., 1999). La tourbière est située sur le flanc nord-ouest du Mont Lozère dans le parc National des Cévennes (Pulido Avila, 2006). Cette dépression est drainée dans sa pente méridionale (Pulido Avila, 2006) et fait temporairement office de prés pâturés. Elle est dominée par une végétation spécifique, riche en Bryophytes, en sphaignes (e.g. *Sphagnum capillifolium*, *Sphagnum fallax*), de butte à callune (*Calluna vulgaris*), de Cyperaceae (*Carex limosa*, *Eriophorum vaginatum*), de Poaceae (*Agrostis capillaris*) (Pulido Avila, 2006) ainsi que d'espèces protégées telles que la drosera (*Drosera rotundifolia*), ce qui leur confère un intérêt patrimonial de niveau international (Julve, 1994).

La tourbière est entourée d'une hêtraie-sapinière (*Fagus sylvatica* et *Abies alba*)

caractéristique du climat montagnard ainsi que d'une lande arbustive constituée, entre autres, du genévrier commun (*Juniperus communis*), de callune (*Calluna vulgaris*), du genêt purgatif ou cytise oroméditerranéen (*Cytisus oromediterraneus*) et d'un petit genêt épineux (*Genista anglica*). Outre la hêtraie-sapinière, la végétation actuelle est principalement dominée, dans sa strate arborée par le pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) très présent aux abords de la tourbière, le pin à crochets (*Pinus uncinata*), et le pin noir d'Autriche (*Pinus nigra* subsp. *nigra*) avec quelques occurrences de bouleau (*Betula verrucosa*) (Annexe 1).

Enfin, les prairies sur lesquelles paissent les troupeaux en période d'estive sont probablement issues des pratiques agraires dont les origines remonteraient au milieu du Néolithique-Chalcolithique (de Beaulieu & Gilot, 1972).

2- Méthodes

Relevés topographiques de la tourbière

Une succession de relevés de profondeur sur des transects Nord-Sud ont, dans un premier temps, été réalisés tous les 20 m, avec une tige en métal. Ces opérations ont permis de sonder l'ensemble de la tourbière et mettre en évidence la zone la plus profonde (i.e., probablement les dépôts les plus anciens) (Fig. 1, bas).

Prélèvements de séquences sédimentaires

Les sédiments ont été prélevés en septembre 2019, avec un carottier russe d'un mètre de long (Jowsey, 1966), dans la partie la plus profonde de la tourbière (Fig. 1, bas). Trois carottages en quinconce d'un mètre chacun ont donc été réalisés dans cette zone (Table 1) afin d'obtenir un échantillon complet de 239 cm de sédiment. Chaque carotte a ensuite été emballée dans du cellophane pour conserver l'humidité, transportée soigneusement dans des gouttières en PVC puis placée dans un réfrigérateur dès notre retour au laboratoire afin d'éviter toute dégradations des restes organiques fossiles.

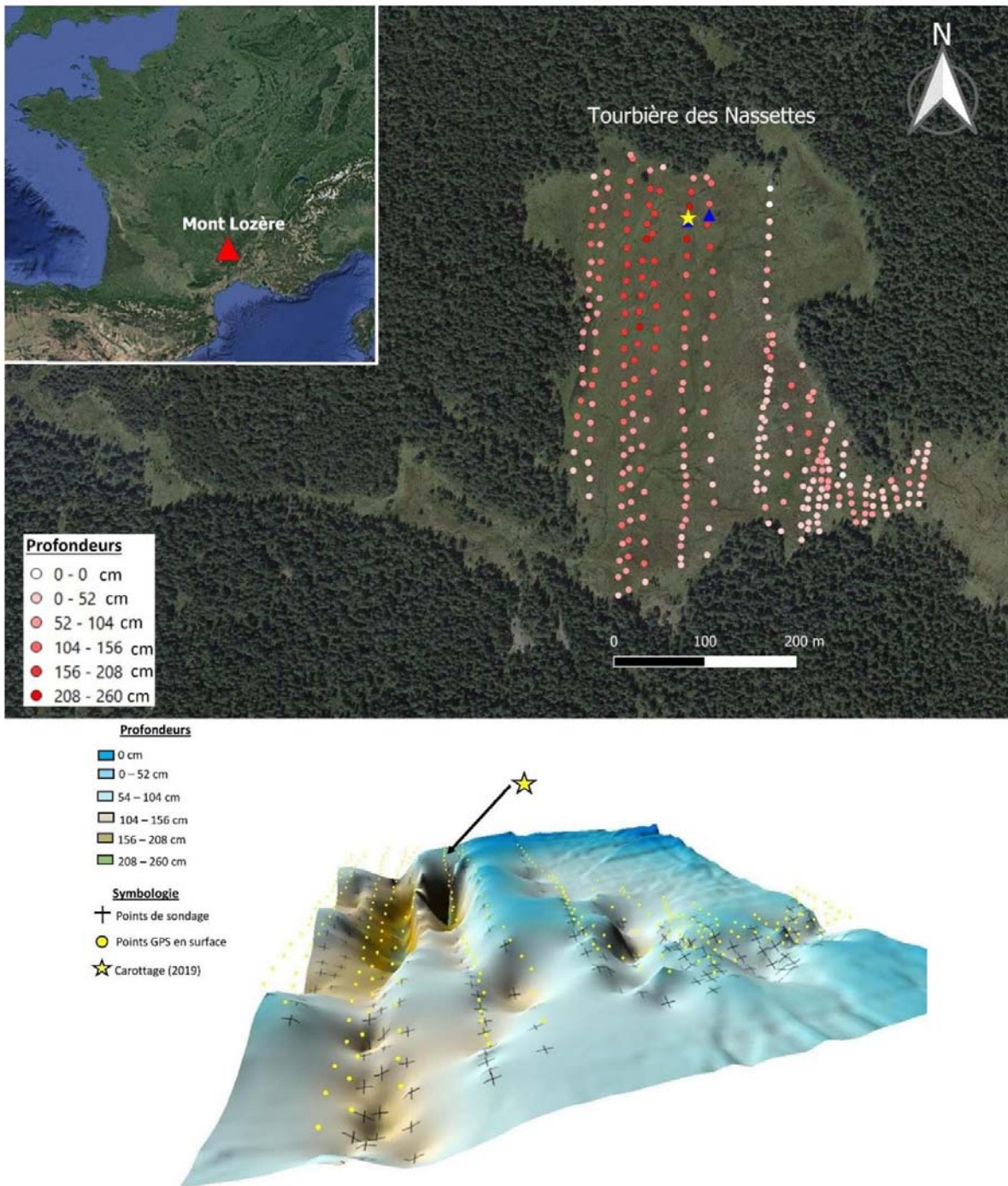


Figure 1. Haut : localisation du Mont Lozère (triangle rouge), du site d'échantillonnage (tourbière des Nassettes). Bas : topographie basale de la tourbière des Nassettes, amplifiée d'un facteur 10. Les points de profondeur sont représentés avec un gradient de couleur. Les points de carottages sont représentés par un triangle (2018 ; *Serrano Anazco & Chaigneau, 2018*) et une étoile (2019).

Table 1. Datation de la base de la carotte prélevée aux Nassettes

N° échantillon	Prof. (cm)	Age BP	Age cal. BP	Latitude	Longitude
Poz-117080	204	11550 ± 60	13265-13489	44,46985904	3,624358987

Réalisation du modèle d'âge de la carotte

L'unique datation radiocarbone (^{14}C) a été réalisée sur 1 cm^3 de matière organique à la base des sédiments de la tourbière (échantillon prélevé 2 mois avant cette étude). Par ailleurs, trois dates calibrées, sur la base de l'expansion pollinique de *Fagus* et *Corylus*, nous ont été fournies par [Bonnet et al. \(2020\)](#). L'étalonnage des dates radiocarbone est réalisé à l'aide de *Rstudio* avec le package Clam© ([Blaauw, 2010](#)) en utilisant la méthode « smooth » (lissage de 0,29 degrés). Les dates générées sont en années étalonnées (cal. BP). Enfin, nous avons recensé les datations précédemment réalisées sur les tourbières du Mont Lozère. Ces données nous ont ensuite servi à bâtir des modèles d'âge propres à chaque tourbière. Ces derniers ont été confrontés à celui établi pour Les Nassettes afin de détecter une potentielle tendance régionale de sédimentation (Annexe 2). Ce modèle a également été discuté sur la base du taux d'accumulation sédimentaire (TAS) de la tourbière, confronté aux concentrations polliniques (CP) générées par [Bonnet et al. \(2020\)](#).

Extraction et analyse des charbons sédimentaires

Les carottes NAS#2019-09-A1, NAS#2019-09-A2 et NAS#2019-09-B1 ont fait l'objet de prélèvement continu, tous les 1 cm, d'un volume constant de 1 cm^3 avec un emporte-pièce circulaire. Les 204 échantillons ont ensuite été plongés individuellement dans une solution composée d'hydroxyde de potassium (KOH), de métaphosphate (NaPO_3) et de javel permettant de dissoudre la matière organique. Ces solutions ont ensuite été filtrées à travers un maillage de $160\ \mu\text{m}$ pour ne recueillir que les macro-charbons ([Carcaillet et al., 2001a](#)) afin d'enregistrer essentiellement le signal produit par les incendies locaux (i.e. rayon de 10 km autour de la zone d'étude) ([Lynch et al., 2004](#) ; [Higuera et al., 2007](#)).

La quantification et les mesures des charbons ont été réalisées par les deux opérateurs sous microscope équipé d'une caméra connectée au logiciel d'analyse d'images : *Winseedle PRO 2016*. Ce logiciel permet de compter

visuellement les charbons qui se distinguent des autres matières du tamis, par leur géométrie et leur contraste de couleur. Il mesure également les dimensions (longueur, largeur) et la surface de chaque particule sélectionnée.

Par la suite, le rapport largeur/longueur (l/L) nous a permis de déterminer le type de particules carbonisées. Un rapport $l/L > 0,5$ révèle des charbons de type ligneux, tandis que $l/L < 0,5$ est plutôt associé aux charbons de type herbacé ([Aleman et al. 2013](#)). L'ensemble de ces résultats ont été traités à l'aide de *Rstudio*.

RESULTATS

1- Datations et modèle d'âge de la carotte

La partie basale de notre carotte située à 204 cm de profondeur minimum mais qui pouvait varier jusqu'à atteindre 239-240 cm au gré des fluctuations de la nappe d'eau au niveau de l'acrotelme, est datée à 11550 ± 60 BP (Poz-117080) soit 13265-13489 cal. BP.

Le modèle d'âge tenant compte de la date présentée précédemment et des inférences d'âges calibrés obtenues sur la base de données palynologiques ([Bonnet et al., 2020](#)) couvre une période de 13265-13489 cal. BP à l'actuel (-65 cal. BP) ([Fig. 2](#)).

Lorsque l'on compare ce modèle d'âge à ceux des tourbières régionales, il semble suivre la tendance de sédimentation régionale caractérisée par une faible pente pour les plus anciennes dates, qui tend à augmenter très fortement pour les premiers centimètres de tourbes (i.e. les dates les plus récentes). À l'image des tourbières de la région, la courbe du modèle d'âge ainsi que le taux d'accumulation sédimentaire (TAS) ($0,15\text{ cm.an}^{-1}$) sont constants entre 2000 et 13489 cal. BP. Ainsi, 50 cm de tourbe entre 100 et 150 cm de profondeur, conservent plus de 4000 ans d'histoire. Les 50 premiers centimètres de tourbe conservent, quant à eux, relativement peu d'histoire (ici plus de 1500 ans). Ces résultats concordent avec l'important taux d'accumulation sédimentaire

(TAS), autour de $0,3 \text{ cm.an}^{-1}$, mesuré à cette profondeur (Fig. 3).

La Figure 3 expose les tendances antagonistes du TAS et de la CP au cours du temps. Le TAS diminue de façon constante en fonction

de la profondeur de la carotte (donc du temps) contrairement à la CP qui présente une forte variation en oscillant entre 20000 et 13000 grains de pollen. cm^{-3} .

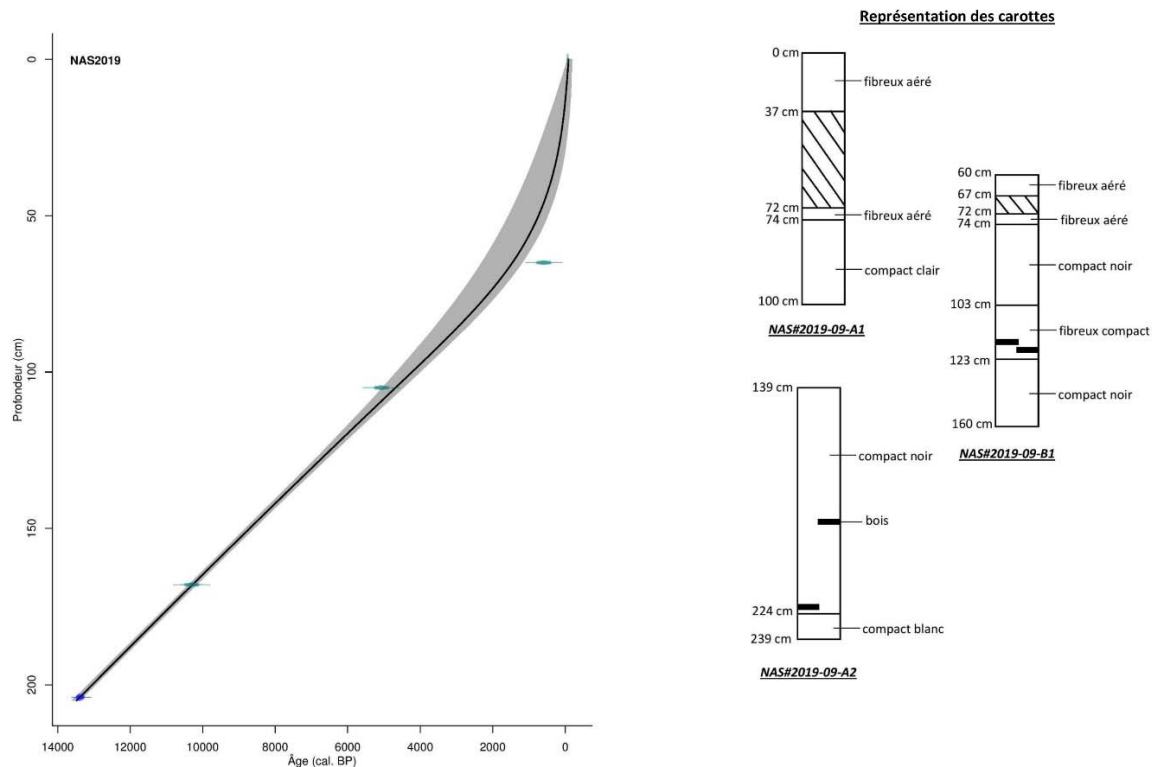


Figure 2. Modèle d'âge proposé pour la tourbière des Nassettes dont le profil synthétique de la séquence sédimentaire est présenté.

2- Influx de charbons

Un pic de charbons caractérise un événement local (ou une occurrence locale) d'incendie (Lynch et al., 2004 ; Higuera et al., 2007). Nos résultats (Fig. 4.a) (les données brutes sont accessibles sur demande auprès des auteurs et de l'encadrant) présentent ainsi cinq pics de charbons (influx $> 0,1 \text{ mm}^2.\text{cm}^{-2}.\text{an}^{-1}$) entre 13265 et -65 cal. BP (actuel) sur le site des Nassettes. L'intervalle de l'influx de charbon estimé dans la tourbière, durant cette période, s'étend de $0,1$ à $1,8 \text{ mm}^2.\text{cm}^{-2}.\text{an}^{-1}$. Ces résultats montrent ainsi une faible occurrence d'incendies locaux mais une augmentation constante de leur impact et de leur fréquence, au cours du temps.

Le plus ancien incendie des Nassettes semble s'être produit vers 11000 cal. BP, soit au Préboréal, selon la zonation pollinique de Firbas (Firbas, 1950). L'influx enregistré est faible ($0,1 \text{ mm}^2.\text{cm}^{-2}.\text{an}^{-1}$) mais les incendies semblent avoir été répétés (plusieurs influx enregistrés). S'ensuit d'un seul événement de feu durant l'Atlantique (vers 7300 cal. BP) d'influx moyen ($0,4 \text{ mm}^2.\text{cm}^{-2}.\text{an}^{-1}$).

Le Subboréal, quant à lui, présente deux occurrences de feux. La première serait vers 5000 cal. BP avec un seul événement de feu de faible influx ($0,2 \text{ mm}^2.\text{cm}^{-2}.\text{an}^{-1}$). Le second enregistrement de charbons à cette période, vers 4000 cal. BP, commence à présenter un influx élevé ($>0,5 \text{ mm}^2.\text{cm}^{-2}.\text{an}^{-1}$) associé à quelques occurrences d'incendies.

Enfin, le dernier enregistrement d'incendie, se situe à partir de 2000 cal. BP soit au cours du Subatlantique. Cette perturbation se distingue des précédentes de par sa forte variation

d'influx qui s'étend entre 0,2 et 1,8 mm².cm⁻².an⁻¹ en un peu plus de 1500 ans.

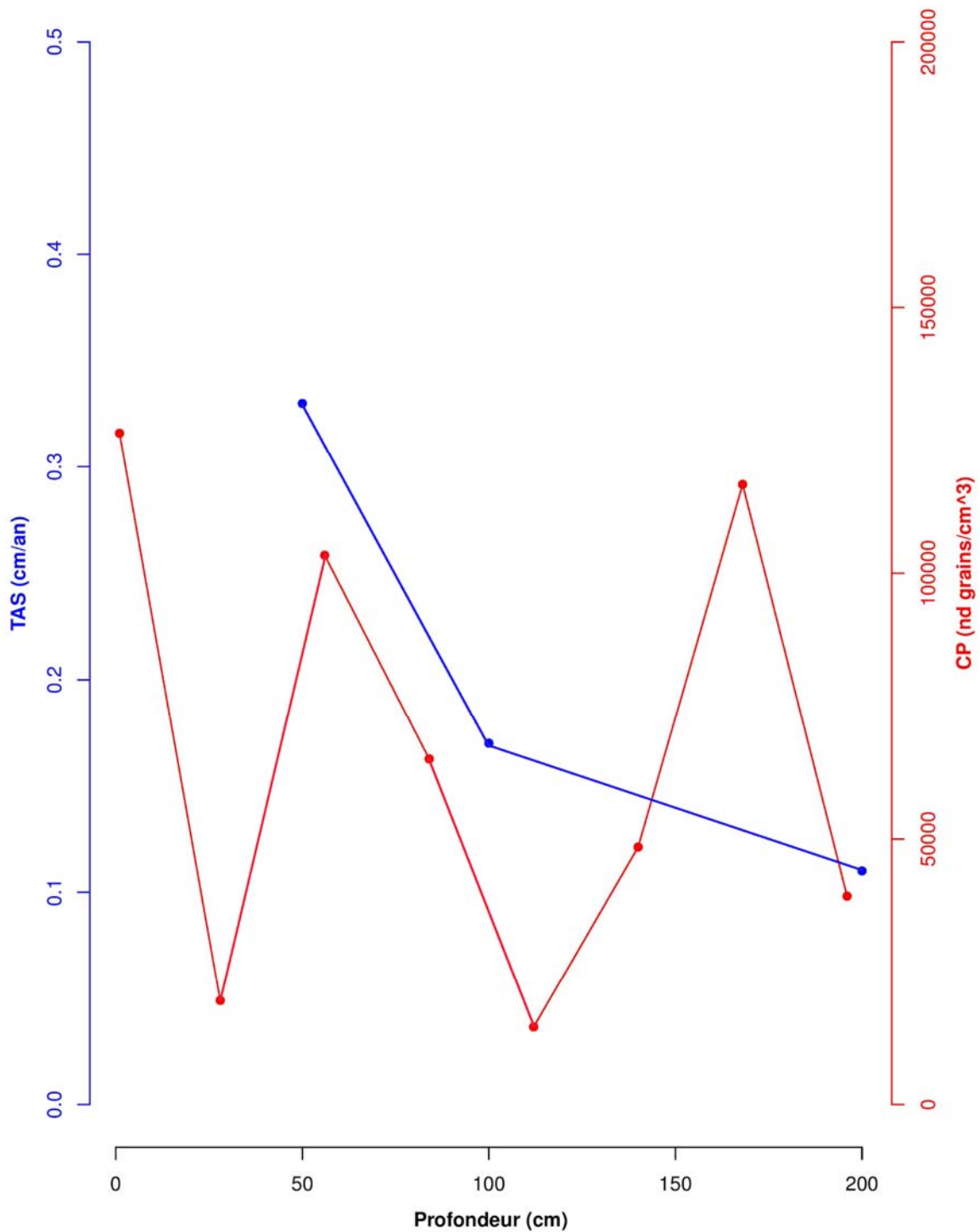


Figure 3. Représentation du Taux d'Accumulation Sédimentaire (TAS) et de la Concentration Pollinique (CP) (d'après Bonnet et al., 2020) en fonction de la profondeur de prélèvement dans la carotte sédimentaire.

3- Morphologie des particules de charbon sédimentaire

L'étude du rapport largeur/longueur (l/L) des charbons est un puissant outil pour les analyses de paléo-incendies car il renseigne sur le type de combustible (Umbanhowar & Mcgrath, 1998 ; Aleman et al., 2013). La Figure 4.c témoigne d'une forte variation de la forme des charbons (i.e. longs ou larges) au cours du temps. Étudié conjointement, le rapport ligneux/herbacés (PA/PNA) (Fig. 4.b), issus des résultats de Bonnet et al. (2020), nous a permis de distinguer trois grandes phases dans la dynamique de la végétation.

Lors du premier incendie, au Préboréal (11000 cal. BP) (Fig. 4.a), une faible variation du ratio l/L est enregistrée avec relativement peu de charbons relevés. La densité l/L (Fig. 4.d), environ égale à 0,5 signifie que les combustibles étaient aussi bien herbacés que ligneux (Aleman et al., 2013). C'est à ce moment qu'un remplacement de végétation s'opère, passant d'une végétation herbacée (ratio PA/PNA inférieur à 50), caractéristique du Tardiglaciaire, à une végétation majoritairement ligneuse (ratio PA/PNA supérieur à 50).

Au cours de l'Atlantique (7300 cal. BP), soit le deuxième incendie local enregistré, le ratio l/L relève de faibles variations mais un grand nombre de charbons ont été récoltés. La densité l/L, autour de 0,45, indique qu'une majorité d'herbacées ont été brûlées, quant au rapport PA/PNA d'environ 60, il soulève la prépondérance de ligneux à cette période.

Le Subboréal présente un PA/PNA supérieur à 50 lors des deux occurrences d'incendies, ce qui signifie que la végétation locale était plutôt ligneuse. De nombreux charbons ont été retrouvés et la densité l/L montre une évolution des combustibles avec, à 5000 cal.

BP, une prédominance d'herbacées brûlées (0,4) jusqu'à ce que ce ratio s'équilibre (0,5) vers 4000 cal. BP ainsi, les herbacées comme les ligneux brûlaient.

Enfin, l'événement de feu au Subatlantique, souligne une nouvelle transition végétale avec le passage d'une végétation autrefois dominée par les ligneux à un remplacement par les herbacées. C'est à partir de ce moment que la variation de ce ratio s'accroît en oscillant entre 0,4 et 0,5 en moins de 100 ans.

DISCUSSION

1- Méthodologie de la topographie

Les résultats de cette étude montrent que les sédiments les plus anciens de la tourbière des Nassettes datent du Tardiglaciaire, ce qui contribue à une meilleure estimation de la période de formation de cette dépression. En effet, seules deux études ont précédemment été réalisées sur cette tourbière (Reille, 1988 ; Pulido Avila, 2006). Les plus anciennes datations ne correspondaient qu'à la période Préboréale, voire même à la seconde moitié du Préboréal du fait d'une expansion du noisetier (*Corylus*) et du chêne (*Quercus*) enregistrée par les analyses polliniques (Servera Vives, 2014).

En ce sens, sonder l'ensemble de la tourbière (à la différence de Pulido Avila (2006) qui n'a réalisé qu'un seul transect orienté sud-sud-ouest) en amont des prélèvements sédimentaires, nous permet d'échantillonner une plus grande profondeur de tourbe, donc remonter à des périodes plus anciennes. Cette méthode, certes chronophage, apporte de réels bénéfices aux études sur les tourbières. Elle prend alors de l'intérêt si l'on souhaite apporter une dimension historique au site étudié.

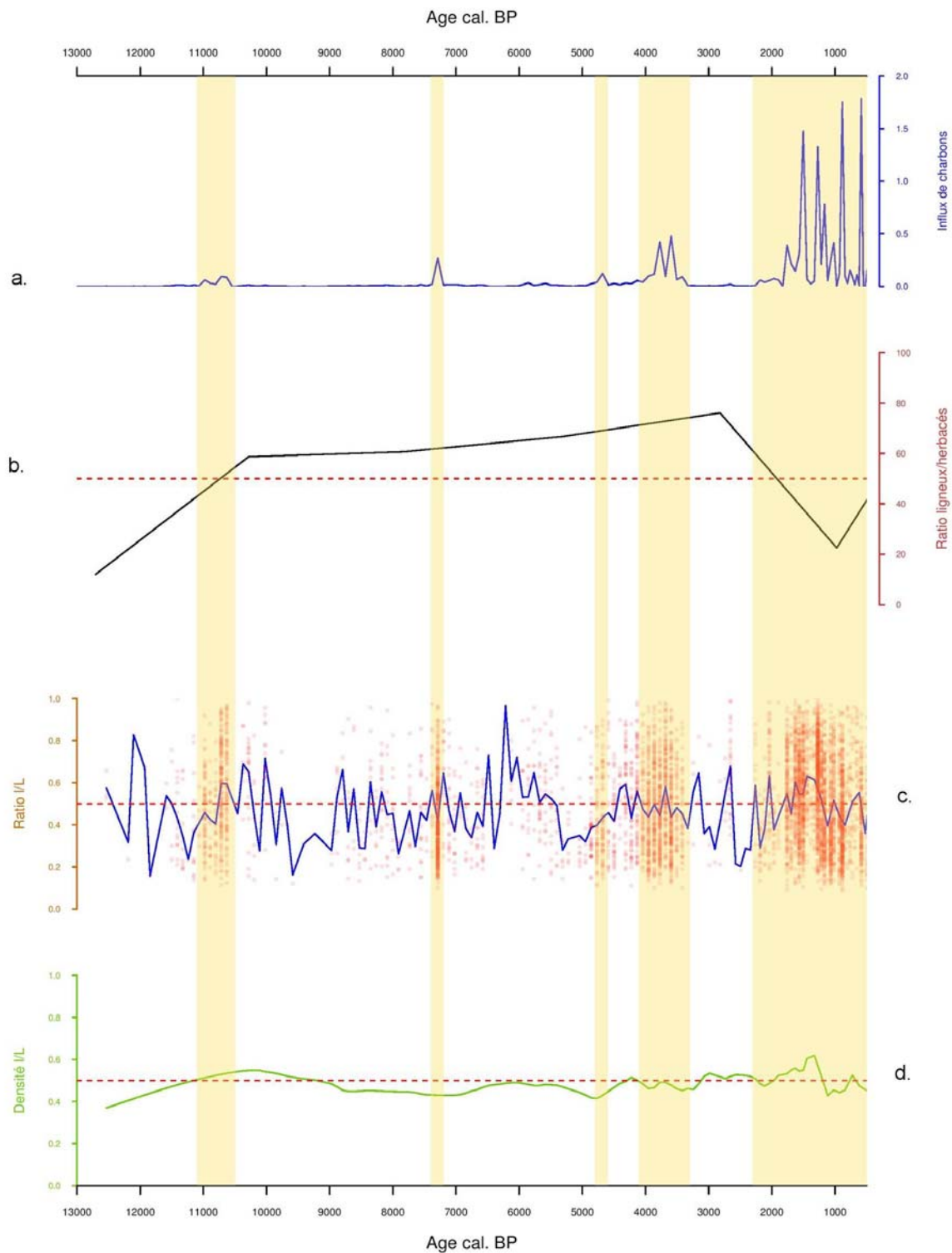


Figure 4. (a) Influx de charbons présents dans la tourbière des Nassettes, en fonction de l'âge en cal. BP. (b) Rapport du pollen de ligneux (PA) sur le pollen d'herbacées (PNA) réalisé par Bonnet et al. (2020). (c) Ratio l/L (largeur/longueur) des charbons des Nassettes au cours du temps (en cal. BP). Les points rouges sont les valeurs de chaque ratio l/L (sans unité) et la courbe bleue représente le ratio moyen de l/L (sans unité) des charbons. (d) Densité du ratio l/L des charbons. Les droites horizontales, en pointillés rouges, séparent les valeurs plutôt associées aux ligneux de celles des herbacées.

2- Datations des tourbières du Mont Lozère et de celle des Nassettes

La confrontation entre les taux d'accumulation sédimentaires (TAS) et les concentrations polliniques (CP) (Fig. 3), calculés grâce aux échantillons prélevés sur la carotte est censée, à condition que chacun des comptages soient bien réalisés, affirmer ou dans le cas contraire, infirmer la cohérence du modèle d'âge proposé. Dans notre cas, ces données n'ont pas apporté l'aide espérée car une telle variation de CP semble peu probable. En effet, après avoir comparé succinctement les CP obtenues par S.D. Muller (*com. pers.*), lors de ses calculs sur la même carotte, nous avons pu relever un sous-échantillonnage constant de Bonnet et al. (2020), probablement dû à un légitime manque d'expérience dans ce domaine. Une infime erreur de comptage lors d'une analyse d'échantillons, se trouve alors très amplifiée et engendre de grandes conséquences, comme il a été le cas dans cette étude. Seule la littérature nous a aidés à sélectionner le modèle le plus vraisemblable.

Le modèle d'âge avec un lissage le plus proche des dates, révélées au regard de la CP, a donc été privilégié dans notre cas, car il tient compte de la CP mesurée par Bonnet et al. (2020) et, de fait, influence nos résultats concernant l'influx pollinique. Le modèle d'âge fortement lissé ne révélait plus aucune occurrence d'incendies à partir 2000 cal. BP jusqu'à l'âge actuel, ce qui semble surprenant aux vues de la littérature qui atteste justement la présence de l'Homme durant le Subatlantique (Reille, 1988 ; Pulido Avila, 2006).

Notre modèle a néanmoins été réalisé à partir d'une seule datation radiocarbone donc il est à prendre avec précaution.

3- Reconstitution des paléo-incendies et changements de combustibles fossiles

D'après nos résultats, aucun incendie local, ne se serait produit pendant le Tardiglaciaire cependant les rares charbons relevés autour de

cette période sont plutôt de type herbacé. Le ratio PA/PNA, conforme à la dynamique générale commune aux cycles climatiques (Muller, 2005), atteste d'un milieu steppique aride et froid (i.e. dominé par les herbacées) (Reille, 1988). Le premier incendie local semble être enregistré au cours du Préboréal (11000 cal. BP). Il est associé à un changement de végétation aussi bien présente sur le site (pollen) que brûlée (charbons), passant d'une majorité d'herbacés à une dominance de ligneux.

Un incendie court mais plus intense que le précédent, semble s'être produit durant l'Atlantique (7300 cal. BP). La végétation est alors dominée par des ligneux mais les combustibles sont dans l'ensemble herbacés. Un incendie d'herbacées a donc pu se produire de façon brève, sans impacter les ligneux, ce qui expliquerait pourquoi nous n'observons pas de trace de combustibles ligneux. Ces deux premiers incendies sont probablement naturels car les précédentes études autour du Mont Lozère énoncent les premières phases d'anthropisation à la période du Subboréal (5000 cal. BP) (de Beaulieu, 1974 ; Reille, 1988 ; Pulido Avila, 2006).

Nos résultats décèlent une augmentation progressive de l'influx de charbons à partir de 4700 cal. BP et ce, jusqu'à 3030 cal. BP, soit la fin du Néolithique et l'Âge du Bronze (ou « âge des Métaux »). Ces derniers témoignent ainsi d'évènements de feux sur le site des Nassettes. Le relatif faible influx de charbons ainsi que la présence de combustibles aussi bien ligneux qu'herbacés coïncide avec le faible impact que l'Homme a pu avoir sur la biomasse forestière des sites montagnards aux altitudes considérées proposé par de Beaulieu (1974). Reille (1988) et Pulido Avila (2006) nomment alors respectivement cet évènement de « landnam » ou « d'essartage ». Sur la base de l'observation d'une concentration élevée de « sites à scories », Bailly-Maitre (2010), suggère que l'Homme occupait des zones à des altitudes légèrement plus élevées (1360 – 1430 m) que celle de la tourbière des Nassettes. Ces observations seraient le résultat d'activités métallurgiques faisant suite aux importantes avancées à la fois

technologiques et sociales de l'époque (INRAP, <https://multimedia.inrap.fr/archeologie-preventive/chronologie-generale#.XhVo8UdKhPY>).

Le ratio PA/PNA, à 4000 cal. BP, renseigne sur la présence de végétation ligneuse (i.e. > 50). Il atteint son maximum à 3000 cal. BP puis diminue fortement jusqu'à passer sous la barre des 50 (i.e. majorité d'herbacées) à environ 2000 cal. BP (soit durant l'âge du Fer). Ces résultats peuvent être expliqués par l'établissement à la fin du Subboréal, de pratiques agricoles comme l'atteste la présence de pollen de céréales (Pulido Avila, 2006). Des pratiques agraires, de type culture sur brûlis, sont associées au recul de *Fagus* et *Abies*, ce qui est concomitant avec l'extension des formations herbacées de cette période (Pulido Avila, 2006 ; Servera Vives, 2014).

L'âge du Bronze moyen et final (~3700 cal. BP) présentent des dynamiques d'occupation du site et de gestion des milieux hétérogènes caractérisé par une fluctuation d'influx de charbons (Servera Vives, 2014). Les pratiques d'anthropisation (du Néolithique jusqu'à l'âge du Bronze) se caractérisent par un impact modéré sur les Nassettes (Servera Vives, 2014) comme le suggère le relatif faible influx de charbons qui leur est associé.

C'est autour de 2000 cal. BP que les incendies réapparaissent, au point d'atteindre leur point culminant. Le paysage est alors dominé par les herbacés et la densité I/L suggère qu'un grand nombre de ligneux sont brûlés. En effet, ces résultats sont contemporains avec la mise en place d'importantes phases de déforestation du Mont Lozère à partir de l'âge du Fer (Servera Vives, 2014) affectant *Fagus*, *Quercus* ainsi qu'*Abies* (Pulido Avila, 2006). Les pratiques se diversifient également avec l'expansion de l'agropastoralisme ainsi que le charbonnage et la métallurgie (Servera Vives, 2014). Cette phase de déforestation et d'expansion des pratiques agropastorales est bien connue dans d'autres secteurs de Massif Central tels que l'Aubrac (de Beaulieu et al., 1982) ou les Monts de Lacaune et de l'Espinouse (Pulido Avila, 2006). L'influx de charbons reste très élevé jusqu'à environ 950 cal. BP, qui correspond à la régression

sociétale initiée par la transition entre le Haut Moyen-Âge et le Moyen-Âge féodal (S.D. Muller, *com. pers.*). Il y a alors peu de cultures et le ratio PA/PNA augmente, ce qui permet aux ligneux de recoloniser le milieu. Servera Vives (2014) propose que cette régression de pression agropastorale soit associée au développement de la métallurgie. Cette période n'est que de courte durée car un nouvel influx apparaît autour de 500 cal. BP signifiant la reprise de l'agropastoralisme (Servera Vives, 2014) avec une période d'anthropisation maximale (Pulido Avila, 2006). La disparité entre ces forts influx à la période moderne et les influx quasiment nuls à la période contemporaine (300 cal. BP) peut être expliquée par déprise agropastorale datant de la seconde moitié du 19^{ème} siècle, associée au reboisement du Mont Lozère (de Beaulieu & Pons, 1979 ; Bal et al., 2015).

CONCLUSION

Les résultats de cette étude, au regard de l'histoire du site, révèlent une remarquable cohérence entre la présence de l'Homme et l'augmentation des charbons dans la séquence sédimentaire. Les pratiques anthropiques, attestées historiquement sur le Mont Lozère à partir de 4000 cal. BP, ont semble-t-il fortement modelé la végétation environnante des Nassettes. Ces pratiques ont cependant été instaurées de manière graduelle dans la région. Les modalités d'occupation des Nassettes et de la construction paysagère présentent une forte variabilité temporelle, principalement du Tardiglaciaire jusqu'à l'âge du Fer, période depuis laquelle une plus grande homogénéité semble se mettre en place. L'approche microrégionale, un des thèmes d'étude de Servera Vives (2014), serait également très intéressante à étudier. Elle permettrait de se rendre compte, avec une plus grande précision, de l'histoire de l'anthropisation du Mont Lozère.

Le modèle d'âge, établi sur la base d'une seule datation radiocarbone, a montré tout son intérêt dans notre étude. Il nous a permis, dans un premier temps, de mettre en lumière la période du Tardiglaciaire, qui jusqu'ici était encore inconnue des tourbières régionales.

Mais également amender la résolution temporelle (améliorable en augmentant le nombre de datations radiocarbone) des différents événements d'incendies locaux enregistrés dans notre séquence sédimentaire. Il serait ensuite propice d'utiliser le logiciel *CharAnalysis*

(<https://sites.google.com/site/charanalysis/>)

afin de dissocier les réels influx de charbons du bruit qui leur est associé. Nous pourrions ainsi tester statistiquement les différences d'influx dans le but de dater les impacts anthropiques avec une plus grande précision.

Enfin, les charbons sédimentaires, semblent être des indicateurs fiables dans la reconstruction des paléo-incendies, qui plus est lorsque les résultats sont replacés dans un contexte historique. Les paléoenvironnements et leurs perturbations peuvent ensuite être révélés lorsque les charbons sont corrélés à d'autres restes, aussi bien macro- que micro-restes (artefacts soulignant la présence de l'homme, pollen...). Ainsi, ces charbons relictuels permettent, en partie, de décrire les vicissitudes historiques de la transformation des paysages.

REFERENCES

- Aleman J.C., Blarquez O., Bentaleb I., Bonté P., Brossier B., Carcaillet C., Gond V., Gourlet-Fleury S., Kpolita A., Lefèvre I., Oslisly R., Power M.J., Yongo O., Bremond L. & Favier C. (2013). Tracking land-cover changes with sedimentary charcoal in the Afrotropics. *The Holocene*, 23 (12) : 1853-1862.
- Allée P., Paradis S., Boumédiène F. & Rouaud R. (2010). L'exploitation médiévale du plomb argentifère sur le Mont Lozère. Archéologie spatiale d'un territoire proto-industriel montagnard. *ArcheoSciences. Revue d'archéométrie*, 34 : 177-186.
- Bal M.C., Allée P. & Liard M. (2015). The origins of a *Nardus stricta* grassland through soil charcoal analyses: Reconstructing the history of a mountain cultural landscape (Mont Lozère, France) since the Neolithic. *Quaternary International*, 366 : 3-14.
- Bailly-Maître M.-C. (2010). Le plomb et l'argent dans le Gévaudan médiéval. *ArcheoSciences. Revue d'archéométrie*, 34 : 137-148.
- de Beaulieu J.-L. & Gilot E. (1972). Végétations holocènes du Mont Lozère : Analyses polliniques et datages. *Comptes Rendues Académie des Sciences*, 274 : 1641-1644.
- de Beaulieu J.-L. (1974). Évolution de la végétation sur la bordure montagneuse cévenole au postglaciaire, d'après les pollens. *Bulletin de la Société Languedocienne de géographie*, 8 (3-4).
- de Beaulieu J.-L. & Pons A. (1979). Recherches pollen-analytiques sur l'histoire de l'action humaine dans la région du Parc National des Cévennes. *Annales du Parc National des Cévennes*, 1 : 101-128.
- de Beaulieu J.-L., Pons A. & Reille M. (1982). Recherches pollen analytiques sur l'histoire de la végétation de la bordure nord du Massif du Cantal (Massif Central, France). *Pollen et Spores*, 24 : 251-300.
- Blaauw M. (2010). Methods and code for "classical" age-modelling of radiocarbon sequences. *Quaternary Geochronology*, 5 : 512-518.
- Bonnet C., Filaiti E. & Garcia F. (2020). Histoire et contexte des dynamiques végétales de la tourbière des Nassettes (Mont Lozère, France) depuis le Tardiglaciaire. *Orpalm Synthesis*, 13 (1) : 25-46.
- Bourquin-Mignot C., Brochier J. E., Chabal L., Crozat S., Fabre L., Guibal F., Marinval P., Richard H., Terral J.-F. & Théry-Parisot I. (1999). *La Botanique*. Collection « Archéologiques » dirigée par A. Ferdière. Editions Errance.
- Carcaillet C., Bouvier M., Fréchette B., Larouche A.C. & Richard P.J.H. (2001a). Comparison of pollen-slide and sieving methods in lacustrine charcoal analyses for local and regional fire history. *The Holocene*, 11 (4) : 467-476.
- Childe G. (1936). *Man Makes Himself*. Oxford university press.
- Clark J.S. (1988). Particle motion and the theory of charcoal analysis: source area, transport, deposition and sampling. *Quaternary research*, 30 : 67-80.
- Cubizolle H. (2009). *Paléoenvironnements*.

- Collection U, Géographie. Armand Colin, Paris, 271 p.
- Demoule J.-P. (2007). *La révolution néolithique en France*. Édition La découverte, coll. "Essais", Paris, 648 p.
- Durand A. & Terral J.-F. (2005). Regarder autrement le charbon de bois archéologique : l'exemple de l'irrigation des plantations d'oliviers en France méridionale et en Catalogne (IXe-XVe siècle). *Archéologie du Midi médiéval*, 23-24 : 75-92.
- Firbas F. (1950). The Late-glacial vegetation of Central Europe. *New Phytologist*, 49 (2) : 163-173.
- Gavin D.G., Hu F.S. & Lertzman K. (2006). Weak climatic control of stand-scale fire history during the late holocene. *Ecology*, 87 (7) : 1722-1732.
- Goldberg E.D. (1985). *Black carbon in the environment*. Wiley, New York, 198 p.
- Guilaine J. (2000). *Premiers paysans du monde. Naissance des agricultures*. Séminaire du Collège de France, Paris, Errance, 320 p.
- 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 : 1790-1809.
- Higuera P.E., Whitlock C. & Gage J. (2011). Linking tree-ring and sediment-charcoal records to reconstruct fire occurrence and area burned in subalpine forests of Yellowstone National Park, USA. *Holocene*, 21 (2) : 327-341.
- Jowsey P.C. (1966). An Improved Peat Sampler. *New Phytologist*, 65 (2) : 245-248.
- Julve P. (1994). Les tourbières de France : répartition, caractères biogéographiques, fonctionnement écologique et dynamique, valeur patrimoniale. *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 71 (3) : 287-293.
- Lynch J.A., Clark J.S. & Stocks B. (2004). Charcoal production, dispersal, and deposition from the Fort Providence experimental fire: interpreting fire regimes from charcoal records in boreal forests. *Canadian Journal of Forest Research*, 34 : 1642-1656.
- Manneville O. (1999). *Le monde des tourbières et des marais : France, Suisse, Belgique et Luxembourg*. Delachaux & Niestlé, Paris, 319 p.
- Marlon J., Bartlein P.J. & Whitlock C. (2006). Fire-fuel-climate linkages in the northwestern USA during the Holocene. *The Holocene*, 16 (8) : 1059-1071.
- Moritz M.A., Parisien M.A., Batllori E., Krawchuk M.A., Van Dorn J., Ganz D.J. & Hayhoe K.K. (2012). Climate Change and Disruptions to Global Fire Activity. *Ecosphere*, 3 (6) : 49.
- Muller S.D. (2005). Pléistocène et Holocène, des glaciations à aujourd'hui. *La Garance Voyageuse*, 71 : 63-69.
- Orvis K.H., Lane C.S. & Horn S.P. (2005). Laboratory production of vouchered reference charcoal from small wood samples and nonwoody plant tissues. *Palynology*, 29 : 1-11.
- Peters M.E. & Higuera P.E. (2007). Large palynomorphs and debris. *Fossil Plants and Spores: Modern Techniques*. Geological Society, Jones, T.P., Rowe, N.P. (Eds.). London, pp. 20-25.
- Ploquin A., Allée P., Bailly-Maître M.-C., Baron S., de Beaulieu J.-L., Carignan J., Laurent S., Lavoie M., Carlier C., Paradis-Grenouillet S., Peytavin J. & Pulido Avila M.G. (2010). *ArchéoSciences*, 34 : 99-114.
- Pulido Avila M.G. (2006). *Conséquences de l'anthropisation sur la dynamique post-glaciaire de la végétation dans le sud du massif central, France*. Thèse de doctorat. Université d'Aix Marseille, 308 p.
- Reille M. (1988). Analyse pollinique de la tourbière des Nassettes, Mont Lozère (France). Réponse à quelques questions biogéographiques. *Revue du Gévaudan* (2).
- Reille M. (1990). *Leçons de palynologie et d'analyse pollinique*. CNRS, Paris, 206 p.
- Robin V., Nelle O., Talon B., Poschold P., Schwartz D., Bal M.C., Allée P., Vernet J. L. & Dutoit T. (2018). A comparative review of soil charcoal data: Spatiotemporal patterns of origin and long-term dynamics of Western European nutrient-poor grasslands. *Holocene*, 28 (8) : 1313-1324.
- Santa Regina I., Leonardi S., Hanchi A., Tarazona T. & Rapp M. (1999). Production and turnover of organic matter in three

- southern European *Fagus sylvatica* L. stands. *Pirineos*, 153-154 : 3-19.
- Serrano Anazco Y. & Chaigneau B. (2018). Étude paléogéographique des feux de la tourbière des Nassettes, Mont Lozère. *Pachamama*, 1 (1).
- Servera Vives G., Miras Y., Riera S., Julian R., Allee P., Orengo H., Paradis-Grenouillet S. & Maria Palet J. (2014). Tracing the land use history and vegetation dynamics in the Mont Lozere (Massif Central, France) during the last 2000 years: The interdisciplinary study case of Countrasts peat bog. *Quaternary International*, 353 : 123-139.
- Umbanhowar C. & Mcgrath M. (1998). Experimental production and analysis of microscopic charcoal from wood, leaves and grasses. *Holocene*, 8 : 341-346.

ANNEXE 1. Inventaire floristique de la tourbière des Nassettes (Mont Lozère) réalisé le 5 sept. 2019.

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Famille
<i>Agrostis capillaris</i> L.	Agrostide capillaire	Poaceae
<i>Ajuga reptans</i> L.	Bugle rampante	Lamiaceae
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	Flouve odorante	Poaceae
<i>Aulacomnium palustre</i> (Hedw.) Schwägr.	-	Aulacomniaceae
<i>Avenella flexuosa</i> (L.) Drejer	Foin tortueux	Poaceae
<i>Bistorta officinalis</i> Delarbre	Langue de Bœuf	Polygonaceae
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	Callune	Ericaceae
<i>Campanula rotundifolia</i> L.	Campanule à feuilles rondes	Campanulaceae
<i>Cardamine pratensis</i> L.	Cardamine des prés	Brassicaceae
<i>Carex echinata</i> Murray	Laîche étoilée	Cyperaceae
<i>Carex limosa</i> L.	Laîche des tourbières	Cyperaceae
<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard	Laîche vulgaire	Cyperaceae
<i>Cerastium fontanum</i> Baumg.	Céraiste commune	Caryophyllaceae
<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.	Cirse des marais	Asteraceae
<i>Comarum palustre</i> L.	Potentille des marais	Rosaceae
<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Soó	Orchis tacheté	Orchidaceae
<i>Drosera rotundifolia</i> L.	Rossolis à feuilles rondes	Droseraceae
<i>Epikeros pyrenaicus</i> (L.) Raf.	Sélin des Pyrénées	Apiaceae
<i>Epilobium palustre</i> L.	Épilobe des marais	Onagraceae
<i>Equisetum fluviatile</i> L.	Prêle des eaux	Equisetaceae
<i>Eriophorum angustifolium</i> Honck.	Linaigrette à feuilles étroites	Cyperaceae
<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	Linaigrette vaginée	Cyperaceae
<i>Festuca microphylla</i> (St.-Yves) Patzke	Fétuque à petites feuilles	Poaceae
<i>Galium saxatile</i> L.	Gaillet du Harz	Rubiaceae
<i>Galium uliginosum</i> L.	Gaillet aquatique	Rubiaceae
<i>Genista anglica</i> L.	Genêt d'Angleterre	Fabaceae
<i>Juncus bulbosus</i> L.	Jonc couché	Juncaceae
<i>Juncus effusus</i> L.	Jonc épars	Juncaceae
<i>Juniperus communis</i> L.	Genévrier commun	Cupressaceae
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	Gesse des prés	Fabaceae
<i>Lotus pedunculatus</i> Cav.	Lotus des marais	Fabaceae
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	Trèfle d'eau	Menyanthaceae
<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench	Molinie bleue	Poaceae
<i>Myosotis scorpioides</i> L.	Myosotis des marais	Boraginaceae
<i>Nardus stricta</i> L.	Nard raide	Poaceae
<i>Pinus sylvestris</i> L.	Pin sylvestre	Pinaceae
<i>Pleurozium schreberi</i> (Willd. ex Brid.) Mitt.	Red-stemmed Feather-moss	Hylocomiaceae
<i>Poa chaixii</i> Vill.	Pâturin de Chaix	Poaceae
<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	Common Haircap	Polytrichaceae
<i>Polytrichum strictum</i> Menzies ex Brid.	Strict Haircap	Polytrichaceae
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.	Potentille tormentille	Rosaceae
<i>Ranunculus acris</i> L.	Bouton d'or	Ranunculaceae
<i>Ranunculus flammula</i> L.	Renoncule flammette	Ranunculaceae
<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	Grande pimprenelle	Rosaceae
<i>Sphagnum capillifolium</i> (Ehrh.) Hedw.	-	Sphagnaceae
<i>Sphagnum fallax</i> (H.Klinggr.) H.Klinggr.	-	Sphagnaceae
<i>Sphagnum papillosum</i> Lindb.	-	Sphagnaceae
<i>Succisa pratensis</i> Moench	Succise des prés	Caprifoliaceae
<i>Vaccinium microcarpum</i> (Turcz. ex Rupr.) Schmalh.	Canneberge à petits fruits	Ericaceae
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	Myrtille	Ericaceae
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	Airelle rouge	Ericaceae
<i>Veronica officinalis</i> L.	Véronique officinale	Plantaginaceae
<i>Veronica scutellata</i> L.	Véronique à écus	Plantaginaceae
<i>Viola canina</i> L.	Violette des chiens	Violaceae
<i>Viola palustris</i> L.	Violette des marais	Violaceae

ANNEXE 2. Modèles d'âge proposés dans la littérature concernant les tourbières de la région du Mont Lozère (d'après de Beaulieu & Gilot, 1972 ; de Beaulieu, 1974 ; Baron et al., 2005 ; Pulido Avila, 2006 ; Servera Vives, 2014). Celui de la tourbière des Nassettes est représenté en rouge.

