



**HAL**  
open science

## First dating of protohistorical forest clearings on the Vosges grasslands (Rossberg, Haut-Rhin, France). A pedoanthracological study

Dominique Schwartz, Michel Thinon, Stéphanie Goepp, Christian Schmitt, Julien Casner, Thierry Rosique, Patrice Wuscher, Anne Alexandre, Etienne E. Dambrine, Charly Martin, et al.

### ► To cite this version:

Dominique Schwartz, Michel Thinon, Stéphanie Goepp, Christian Schmitt, Julien Casner, et al.. First dating of protohistorical forest clearings on the Vosges grasslands (Rossberg, Haut-Rhin, France). A pedoanthracological study. *Comptes Rendus Géoscience*, 2005, 337 (14), pp.1250-1256. 10.1016/j.crte.2005.06.004 . hal-01909687

**HAL Id: hal-01909687**

**<https://hal.science/hal-01909687v1>**

Submitted on 3 May 2019

**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.

Copyright



Géosciences de surface (Paléoenvironnement)

# Premières datations directes de défrichements protohistoriques sur les chaumes secondaires des Vosges (Rossberg, Haut-Rhin). Approche pédoanthracologique

Dominique Schwartz<sup>a,\*</sup>, Michel Thinin<sup>b</sup>, Stéphanie Goepf<sup>a</sup>, Christian Schmitt<sup>a</sup>,  
Julien Casner<sup>a</sup>, Thierry Rosique<sup>a</sup>, Patrice Wuscher<sup>c,1</sup>, Anne Alexandre<sup>d</sup>,  
Étienne Dambrine<sup>e</sup>, Charly Martin<sup>f</sup>, Bernard Guillet<sup>f,2</sup>

<sup>a</sup> Faculté de géographie et d'aménagement, 3, rue de l'Argonne, 67083 Strasbourg cedex, France

<sup>b</sup> IMEP-CNRS, faculté des sciences et techniques Saint-Jérôme, université Aix-Marseille-3, case 461, av. Escadrille-Normandie-Niemen, 13397 Marseille cedex 20, France

<sup>c</sup> Faculté d'histoire, université Marc-Bloch, 9, place de la République, 67084 Strasbourg cedex, France

<sup>d</sup> Cerege-CNRS, Europôle méditerranéen de l'Arbois, BP 80, 13545 Aix-en-Provence cedex 04, France

<sup>e</sup> « Cycles biogéochimiques », Inra-Nancy, 54280 Champenoux, France

<sup>f</sup> ISTO-Géochimie organique, BP 6759, 45067 Orléans cedex 02, France

Reçu le 29 novembre 2004 ; accepté après révision le 31 mai 2005

Disponible sur Internet le 10 août 2005

Présenté par Georges Pédro

## Résumé

L'âge des pâturages d'altitude des Vosges est encore très mal connu. Sur la base de l'analyse des archives historiques, il avait été proposé que les défrichements qui avaient abouti à leur installation fussent l'œuvre des moines qui avaient colonisé les vallées vosgiennes entre les VII<sup>e</sup> et VIII<sup>e</sup> siècles de notre ère. Notre étude pédoanthracologique remet en cause cette hypothèse, grâce à l'identification de charbons de genévrier (*Juniperus communis*) datés du II<sup>e</sup> ou du I<sup>er</sup> siècle av. J.-C. Cette espèce, caractéristique de milieux ouverts en voie d'enfrichements, prouve que des pâturages d'altitude existaient au moins 800 ans avant les dates les plus anciennes avancées, au moins depuis la fin de l'âge du fer. **Pour citer cet article : D. Schwartz et al., C. R. Geoscience 337 (2005).**

© 2005 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [schwartz@equinoxe.u-strasbg.fr](mailto:schwartz@equinoxe.u-strasbg.fr) (D. Schwartz).

<sup>1</sup> Adresse actuelle : Inrap-Méditerranée, 12, rue Régale, 30000, Nîmes, France.

<sup>2</sup> Adresse actuelle : 93, allée des Pépinières, 45160 Olivet, France.

## Abstract

**First dating of protohistorical forest clearings on the Vosges grasslands (Rossberg, Haut-Rhin, France). A pedoanthracological study.** The age of the upland grasslands of the Vosges Mountains is still not well known. On the basis of the study of historical archives, it was assumed that the forest clearings, which led to grasslands establishment, were done by the monks who colonized the Vosges valleys between the 7th and the 8th centuries. Our pedo-anthracological study raises questions about this hypothesis, based on the discovery of *Juniperus communis* charcoal in soils from the 2nd or 1st century BC. This plant species is characteristic of grasslands developing into fallows. The occurrence of *Juniperus communis* charcoals indicates that upland grasslands did exist at least 800 years earlier than it was expected before our study, i.e. at least since the late Iron Age. **To cite this article:** D. Schwartz et al., C. R. Geoscience 337 (2005).

© 2005 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

*Mots-clés* : Vosges ; Rossberg ; Hautes-Chaumes ; Pédoanthracologie ; Paléobotanique ; *Juniperus communis* ; Âge du fer ; Défrichement ; Pastoralisme ; France

*Keywords* : Vosges Moutains ; Rossberg ; Grasslands ; Pedoanthracology ; Paleobotany ; *Juniperus communis* ; Iron Age ; Forest clearing ; Pastoralism ; France

## Abridged English version

### 1. Introduction

The origin and the history of the upland grasslands of the Vosges Mountains are still not well known. Most of the grasslands result undoubtedly from forest clearings. As the area was sparsely populated before the Early Middle Age, it was assumed that forest clearings took place in the 7th and 8th centuries AD, as a consequence of the establishment of many abbeys in the Vosges valleys [2,3,7,10,12]. This assumption has never been proved, either by the study of the historical archives or by archaeological or palaeoenvironmental data. The present pedoanthracological study gives a more precise estimation of the age of the earlier forest clearings. The study was carried on soils of the Rossberg Massif (Haut-Rhin).

### 2. Material and methods

#### 2.1. Localisation

The Rossberg Massif is located in the south of the Vosges Mountains, between the valleys of Thann and Masevaux (Fig. 1). The main summits are the Rossberg (1191 m) and the Thanner Hubel (1189 m). The Grasslands cover most of the area above 900 m a.s.l. The other vegetation types consist in beech and mixed beech-fir forests.

#### 2.2. Sampling

Soils were sampled every 10 cm in depth. One sample consists in a 5-cm-thick layer of about 10 kg of soil. Up to now, only two soil profiles were analysed (ROSS 2 and ROSS 4). They are located at about 1060 m in altitude, on the southwestern (ROSS 2) and on the northeastern (ROSS 4) sides of the Thanner Hubel.

#### 2.3. Methods

After being dried and weighed, the soil samples were stirred to break the aggregates and then sieved at 5, 2 and 0.4 mm, as described by [14]. The charcoals of the finer fraction (< 0.4 mm) have a total weight that is negligible and are too small to be identified; therefore, this fraction has not been used in the study. In the fraction > 5 mm, the charcoal is visually located and picked. The 0.4–5-mm fraction is subdivided by sieving, then extracted by levigation, dried and weighed. We then determine the specific anthracomass, which is defined by the ratio between the charcoal mass of the 0.4–5-mm fraction (expressed in milligrams), and the total mass of soil < 5 mm (expressed in kilograms) [13]. The charcoals are identified with an incident light microscope improved by Nomarski differential interference contrast, using the key of determination developed by Thinon [14–17]. <sup>14</sup>C analyses were done in the R.J. Van de Graaf Laboratory at the Utrecht University using the AMS method. All <sup>14</sup>C dating measurements were carried on charcoal from the ROSS 2 profile.

### 3. Results

#### 3.1. Specific anthracomass

In comparison with soils of other areas [5,13], the specific anthracomass of ROSS 2 is very high. The average value is  $66 \text{ mg kg}^{-1}$ . It exceeds  $460 \text{ mg kg}^{-1}$  at 20–25-cm depth, and decreases with depth (Table 1). The specific anthracomass of ROSS 4 is lower ( $21 \text{ mg kg}^{-1}$  in average). Variations with depth are of the same type as in ROSS 2.

#### 3.2. Charcoal identification

Only a few charcoals have been identified so far. However, Angiosperm charcoals seem to be more numerous and varied than Gymnosperm ones. Only two Gymnosperm species were identified: *Abies pectinata* (Fir) and *Juniperus communis* (Juniper). Juniper is abundant in ROSS 2, whereas only one charcoal was found in ROSS 4. *Fagus silvatica* (beech) is the most abundant Angiosperm species. In ROSS 2, we also found *Acer pseudoplatanus* (maple), *Ilex aquifolium* (holly), *Populus* sp. (poplar) and *Tilia platyphyllos* (lime). In ROSS 4 we identified *Fraxinus excelsior* (ash) and *Acer pseudoplatanus*.

#### 3.3. $^{14}\text{C}$ dating

$^{14}\text{C}$  dates (Table 2) vary from 7900 to 1200 cal. BP. There are no relationships between the age of charcoal and depth (Fig. 2). This may result from the high rate of bioturbation in the soil profiles. Three dates are coupled ca. 2000 cal. BP (*Juniperus communis*, *Abies pectinata* and *Populus* sp.) and two ca. 1400–1200 cal. BP (*Abies pectinata*, *Fagus silvatica*).

### 4. Discussion and conclusion

All the species identified are common in the Vosges Mountains, except *Tilia platyphyllos*, which does not occur above 900 m in altitude at the present time [8]. Its occurrence at 1060 m a.s.l. 8000 years ago can be explained by a warmer climate at this period. The differences in the vegetation composition of the two sides of the Thanner Hubel seem to be linked to the exposition. So, *Fraxinus excelsior* did grow on the fresh northeastern slope, whereas Juniper is abundant on the warmer southwestern slope. Apart from *Juniperus*, all species are typical from forests, even though some of them (*Acer*, *Fagus*, more rarely *Abies*) can

also be found in grasslands as isolated trees. On the other hand, the presence of *Juniperus communis* charcoal is an undeniable evidence of the occurrence of open vegetation. It only grows on under-grazed pasture lands that are progressively becoming fallows. Nowadays, *Juniperus communis* does not grow in the forests of the Vosges Mountains. So, the occurrence of *Juniperus* charcoals from the late Iron Age indicates the forest encroachment on the pasture at this period. We can be sure that the first forest clearings in the area were not done by the monks in the 7th or 8th century AD, but occurred no later than the 2nd or the 1st century BC. This means that grasslands are at least 800 years older than commonly stated. On the other hand, the two dates around 1400–1200 BP could correspond to a second stage of forest clearing, linked to the creation of either the Masevaux or Murbach abbeys.

## 1. Introduction

Les chaumes sont des étendues de pâturages qui occupent la plupart des sommets vosgiens. Leur origine et leur histoire sont encore très mal connues. À la suite de Carbiener [4], on distingue des chaumes « primaires » et « secondaires ». Les premières occupent les rankers cryptopodzoliques des sommets situés à plus de 1250 m d'altitude, soit quelques centaines d'hectares, et seraient naturelles. De nouveaux travaux remettent toutefois en cause ce schéma et leur attribuent une origine anthropique [11,18]. En revanche, personne ne conteste le fait que les chaumes secondaires résultent de défrichements dont l'âge demeure cependant très hypothétique. Le secteur étant peu peuplé avant le haut Moyen Âge, un consensus s'est établi pour considérer que les défrichements seraient contemporains de la fondation d'abbayes dans les vallées, entre le VII<sup>e</sup> et le VIII<sup>e</sup> siècle de notre ère : Lure en 613, Remiremont vers 620, Saint-Dié et Munster vers 660, Saint-Marc près de Guebenschwihr en 676 (?), Sainte-Odile à la fin du VII<sup>e</sup> siècle, Murbach vers 728, Masevaux avant 780... Cette affirmation apocryphe figure dans de nombreuses publications [2,3,7,10,12]. Même s'il est certain que la colonisation des vallées vosgiennes par les puissances monastiques s'est accompagnée de changements importants dans le statut des forêts [6], cette assertion ne s'appuie sur aucun résultat scientifiquement éta-

bli, en raison de la rareté des archives historiques et de l'absence de datations directes par des approches archéologiques. Quant aux quelques études paléoenvironnementales ([9] en particulier), elles ne permettent pas davantage de préciser ce point.

Afin d'apporter une première réponse aux interrogations soulevées ci-dessus, nous avons entrepris une étude paléoenvironnementale sur plusieurs sites des hautes Vosges. Nous en présentons ici une analyse pédoanthracologique préliminaire, effectuée sur des sols d'une zone-test : le massif du Rossberg (Haut-Rhin).

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Localisation

Le massif du Rossberg occupe l'extrémité sud-est d'une crête secondaire des Vosges séparant les vallées de Thann et de Masevaux (Fig. 1). Les points les plus hauts en sont le Rossberg (1191 m) et le Thanner Hubel (1189 m). Les sols sont des sols bruns acides, bruns ocreux et bruns andiques [1]. Les chaumes occupent

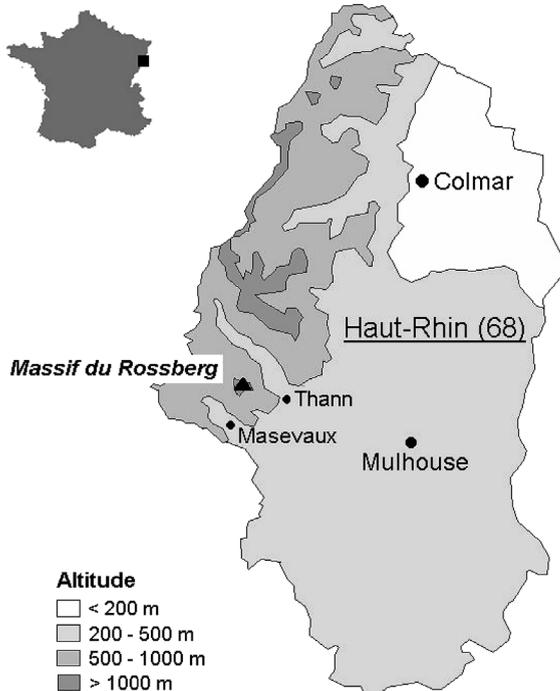


Fig. 1. Carte de localisation de la zone d'étude.

Fig. 1. Location map of the study area.

l'essentiel de l'espace au-dessus de 900 m, où elles cohabitent avec des hêtraies et hêtraies-sapinières. Leur flore, très variée, est dominée par les Poacées, dont la plus abondante est *Nardus stricta*.

### 2.2. Échantillonnage

Quatre sols ont été échantillonnés tous les 10 cm, à raison d'environ 10 kg de sol sur une tranche de 5 cm. Tous les profils sont riches en charbons, souvent visibles à l'oeil nu. Pour l'instant, seuls deux profils ont été partiellement analysés : ROSS 2 et ROSS 4, situés à environ 1060 m d'altitude, sur les versants sud-ouest (ROSS 2) et nord-ouest du Thanner Hubel (ROSS 4). Ce sont ces résultats qui seront présentés ici.

### 2.3. Méthodes analytiques

Après séchage et pesée, les échantillons de sols subissent une agitation rotative pour briser les agrégats. Ils sont ensuite tamisés à 5, 2 et 0,4 mm. La fraction < 0,4 mm est éliminée, car ces charbons ont une masse totale négligeable et sont trop petits pour être identifiés. Dans la fraction > 5 mm, les charbons sont repérés et prélevés visuellement. La fraction 0,4–5 mm est subdivisée par tamisage, puis les charbons sont extraits par lévigation, séchés et pesés. On détermine alors l'anthracomasse spécifique, définie comme étant le rapport de la masse de charbons de bois de la fraction 0,4–5 mm (en milligrammes), rapportée à la masse de sol < 5 mm (en kilogrammes) [13]. Les charbons sont identifiés sous microscope épiscopique en contraste interférentiel à l'aide de la clef de détermination mise au point par Thinon [14–17]. Les datations  $^{14}\text{C}$  ont été effectuées au laboratoire R.J. Van de Graaf (université d'Utrecht) par la méthode AMS. Nous avons concentré toutes les datations  $^{14}\text{C}$  sur un seul profil, ROSS 2, afin de pouvoir au mieux cerner la variabilité des dates.

## 3. Résultats

### 3.1. Anthracomasse spécifique

Comparée à celle de sols étudiés dans d'autres régions (par exemple, [5,13]), l'anthracomasse spécifique du profil ROSS 2 est très élevée. Elle dépasse

Tableau 1  
Valeurs des anthracomasses spécifiques des profils ROSS 2 et ROSS 4

Table 1  
Values of the specific anthracomass in ROSS 2 and ROSS 4 profiles

| Échantillon | Profondeur (cm) | Poids total de l'échantillon (g) | Éléments < 5 mm (g) | Poids des charbons (g) | Anthracomasse spécifique (mg kg <sup>-1</sup> ) |
|-------------|-----------------|----------------------------------|---------------------|------------------------|---|
| ROSS2-III   | 20–25           | 5720                             | 4330                | 2,0127                 | 465   |
| ROSS2-VI    | 50–55           | 10 510                           | 8270                | 0,4383                 | 53  |
| ROSS2-VIII  | 70–75           | 11 325                           | 8345                | 0,0415                 | 5   |
| ROSS2-X     | 90–95           | 10 350                           | 6670                | 0,0025                 | 0,4   |
| ROSS2-XI    | 100–120         | 17 080                           | 10 230              | 0,005                  | 0,5   |
|             |                 |                                  | $T = 37 845$        | $T = 2,5$              | $m = 66$  |
| ROSS4-III   | 20–25           | 5940                             | 4890                | 0,5647                 | 115   |
| ROSS4-VI    | 50–55           | 8960                             | 7410                | 0,15                   | 20  |
| ROSS4-VIII  | 70–75           | 9090                             | 6805                | 0,0115                 | 2   |
| ROSS4-IX    | 90–100          | 9080                             | 7150                | 0,0017                 | 0,2   |
| ROSS4-X     | 110–130         | 11 900                           | 8300                | 0,0038                 | 0,5   |
|             |                 |                                  | $T = 34 555$        | $T = 0,7317$           | $m = 21$  |

Tableau 2  
Identification et datation <sup>14</sup>C des charbons (profil ROSS 2)

Table 2  
Identification of charcoals and <sup>14</sup>C dating (ROSS 2 profile)

| Échantillon | Prof. (cm) | Identification             | Âge <sup>14</sup> C (BP) | Âge calibré (cal BP) | Réf. labo |
|-------------|------------|----------------------------|--------------------------|----------------------|-----------|
| ROSS 2 III  | 20–25      | <i>Abies pectinata</i>     | 1494 ± 30                | 1409–1346            | UtC 11527 |
| ROSS 2 III  | 20–25      | <i>Juniperus communis</i>  | 2113 ± 35                | 2145–2010            | UtC 11539 |
| ROSS 2 VI   | 50–55      | <i>Acer pseudoplatanus</i> | 3030 ± 60                | 3337–3082            | UtC 11528 |
| ROSS 2 VIII | 70–75      | <i>Populus sp.</i>         | 1968 ± 32                | 1948–1878            | UtC 11529 |
| ROSS 2 VIII | 70–75      | <i>Tilia platyphyllos</i>  | 6970 ± 60                | 7910–7698            | UtC 11530 |
| ROSS 2 XI   | 100–120    | <i>Abies pectinata</i>     | 1930 ± 60                | 1984–1818            | UtC 11531 |
| ROSS 2 XI   | 100–120    | <i>Fagus sylvatica</i>     | 1301 ± 45                | 1282–1180            | UtC 11538 |

460 mg kg<sup>-1</sup> à 20–25 cm de profondeur et est en moyenne de 66 mg kg<sup>-1</sup> sur les cinq niveaux de sols analysés. Elle décroît assez régulièrement avec la profondeur (Tableau 1). Celle du profil ROSS 4 est moins élevée (21 mg kg<sup>-1</sup> en moyenne), mais présente le même type de variations avec la profondeur.

### 3.2. Identification des charbons

Compte tenu du faible nombre de charbons analysés, la signification statistique des résultats est réduite. Nous n'en donnons donc pas de tableau quantitatif. Toutefois, les charbons d'Angiospermes sont plus nombreux et variés que ceux de Gymnospermes, qui se réduisent à deux espèces : le sapin *Abies pectinata* et le genévrier commun *Juniperus communis*. Le genévrier est abondant sur ROSS 2, alors qu'il n'est

représenté que par un charbon sur ROSS 4. La flore d'Angiospermes est dominée par le hêtre *Fagus sylvatica*. Elle comprend, en outre, les espèces suivantes pour ROSS 2 : *Acer pseudoplatanus* (érable plane), *Ilex aquifolium* (houx), *Populus sp.* (un peuplier), *Tilia platyphyllos* (tilleul à grandes feuilles). Sur ROSS 4, on note *Fraxinus excelsior* (frêne) et *Acer pseudoplatanus*.

### 3.3. Datations <sup>14</sup>C–AMS

Les âges <sup>14</sup>C, donnés en fonction de la profondeur (Tableau 2), sont très dispersés : ils s'échelonnent de 7900 à 1200 cal BP. Les deux dates les plus anciennes sont isolées, tandis que trois dates sont regroupées vers 2000 cal BP et deux autres vers 1400–1200 cal BP. Aucune relation ne se dégage entre l'âge des charbons

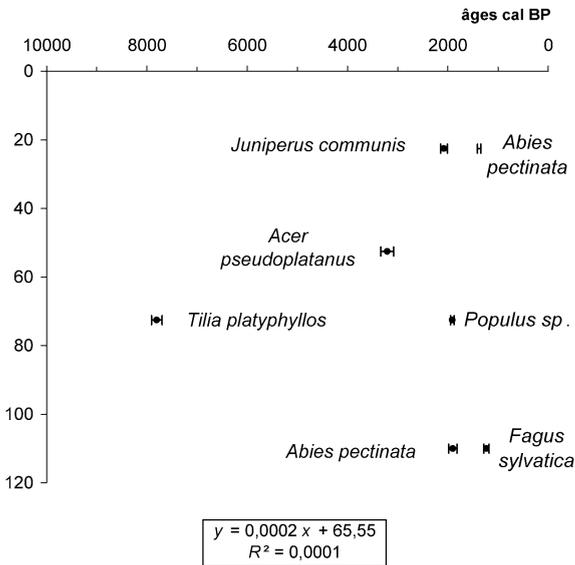


Fig. 2. Répartition des âges  $^{14}\text{C}$  des charbons avec la profondeur.

Fig. 2. Distribution of the  $^{14}\text{C}$  dates with depth.

et la profondeur d'enfouissement (Fig. 2), ceci s'expliquant certainement par un remaniement des microcharbons lié à la forte activité biologique de ces sols, en particulier le brassage du matériau par les lombricidés et les micromammifères (bioturbation).

#### 4. Discussion

Sur un plan écologique, les espèces identifiées sont banales dans les Vosges. Tout au plus notera-t-on que *Tilia platyphyllos* n'est actuellement pas signalé au-dessus de 900 m d'altitude [8]. Sa présence à plus de 1000 m, il y a 8000 ans, s'explique par le climat plus chaud de cette époque. Les différences observées d'un versant à l'autre sont liées à l'exposition : *Fraxinus*, qui aime les terrains frais, se retrouve en exposition nord-est. À l'inverse, le genévrier préfère les situations ensoleillées et semble plus abondant sur le versant sud-ouest. À l'exception de *Juniperus*, toutes les espèces caractérisent un milieu forestier, même si certaines d'entre elles (*Acer*, *Fagus*, plus rarement *Abies*) se rencontrent aussi de nos jours à l'état isolé dans les chaumes. En revanche, la présence du genévrier constitue un indicateur incontestable de l'existence de milieux ouverts : *Juniperus* est totalement absent des forêts des Vosges ; il ne se développe que sur

les chaumes sous-pâturées ou en voie d'enfrichement. Le massif du Petit-Ballon, à 10 km au nord-ouest de Guebwiller, offre un exemple particulièrement significatif de cette situation.

L'origine naturelle (orages) des feux ayant produit les charbons nous semble peu probable au vu des conditions climatiques qui règnent dans ces zones de montagne à l'échelle régionale, ce qui nous amène à privilégier l'hypothèse de leur origine anthropique. L'interprétation doit encore rester nuancée, en raison de la grande dispersion des dates. Au regard de l'âge très élevé du charbon de tilleul, il est difficile pour l'heure de lui attribuer une signification autre que celle d'un événement très ponctuel. Le doute est également permis pour le charbon d'érable daté de cal 3300–3100 BP. En revanche, la présence du genévrier témoigne indubitablement de l'existence, au moins depuis le premier siècle BC, de pâturages sur le massif du Rossberg. Ceci implique, de fait, l'existence préalable de défrichements, à une date indéterminée, dont il est pour l'instant impossible de savoir si elle précède de près ou de loin la fermeture partielle du milieu, à la fin de l'âge du fer. Les charbons de genévriers attestent également que ces chaumes ont fait l'objet d'une tentative de réouverture, brève si on se réfère à la présence d'essences forestières dans le premier siècle de notre ère. Pour leur part, les deux âges vers cal 1400–1200 BP pourraient correspondre à de nouveaux défrichements du secteur sur initiative de l'abbaye de Masevaux, propriétaire du versant sud-est du Thanner Hubel. Ils sont tout au moins compatibles avec la date de fondation de cette abbaye.

#### 5. Conclusion

Les résultats présentés ici sont encore préliminaires et doivent, de ce fait, être maniés avec prudence. La présence du genévrier vers 2100–2000 BP constitue toutefois une preuve incontestable permettant de dater au minimum de l'âge du fer ces chaumes secondaires, auparavant estimées médiévales. Ces formations ont donc au moins 700 à 800 ans de plus que ce que l'on pensait. Elles dénotent une utilisation intensive du milieu à une époque bien plus précoce que ce que l'on imaginait, il y a encore peu de temps, dans les Vosges. Ceci n'est guère surprenant au vu de ce que l'on sait sur les autres régions montagnardes françaises, mais

restait à démontrer dans le contexte régional. Les travaux actuels (Goepp, thèse en cours) permettront sans aucun doute de préciser et généraliser le schéma qui commence à se dégager et les chronologies qui en résultent quant aux stades de l'occupation des sols. D'ores et déjà il semble, au vu des premiers résultats, que l'étude du défrichement du massif vosgien échappe au domaine purement historique pour s'ancrer – au moins pour les périodes anciennes – dans celui des approches paléoenvironnementales et/ou archéologiques.

### Remerciements

Ces travaux ont été financés par les programmes PNSE (INSU) et Eclipse (CNRS). Le Parc naturel régional des Ballons des Vosges a facilité les démarches nécessaires à nos recherches dans une zone protégée. Nous remercions Émilie Grand-Clément, doctorante à l'université de Reading (G.B.), pour l'aide apportée à la réalisation de la version anglaise de cet article et les responsables du Ski Club Rossberg Thann, qui ont mis leur chalet à notre disposition.

### Références

- [1] D. Aran, Andosolisation dans les hautes Vosges. Conditions de développement et comparaison avec les autres processus de pédogenèse, thèse, université Nancy-1, 1998, 202 p. + annexes.
- [2] J.-P. Boudot, Chaumes (Hautes). 2. Végétation et sols, in : Encyclopédie de l'Alsace, vol. 3, Publitotal, Strasbourg, 1983, pp. 1646–1650.
- [3] P. Boyé, Les hautes chaumes des Vosges. Étude de géographie et d'économie historiques, Berger-Levrault, Paris, Nancy, 1903, 431 p.
- [4] R. Carbiener, La détermination de la limite naturelle de la forêt par des critères pédologiques et géomorphologiques dans les hautes Vosges et le Massif central, C. R. Acad. Sci. Paris 258 (1964) 4136–4138.
- [5] C. Carcaillet, M. Thinon, Pédanthracologique contribution to the study of the evolution of the upper treeline in the Maurienne valley (North French Alps); methodology and preliminary data, Rev. Palaeobot. Palynol. 91 (1996) 399–416.
- [6] E. Garnier, Terre de conquête. La forêt vosgienne sous l'ancien régime, Fayard, Paris, 2004, 620 p.
- [7] L. Hergès, Chaumes (hautes). 3. Occupation par les marcaires alsaciens, in : Encyclopédie de l'Alsace, vol. 3, Publitotal, Strasbourg, 1983, pp. 1650–1652.
- [8] E. Issler, E. Loyson, E. Walter, Flore d'Alsace, Soc. Étude Flore Alsace, Strasbourg, 1965, 637 p.
- [9] C.R. Janssen, E.L. Janssen-Kettlitz, A post-atlantic pollen sequence from the tourbière du Tanet (Vosges, France), Pollens et Spores, 1972, pp. 67–77 + tabl. annexes.
- [10] H. Nonn, Déboisements, in : Encyclopédie de l'Alsace, vol. 4, Publitotal, Strasbourg, 1983, pp. 2284–2287.
- [11] D. Schwartz, T. Rosique, A. Alexandre, B. Guillet, M. Thinon, E. Dambrine, T. Adam, J. Casner, S. Goepp, C. Schmitt, Premiers résultats sur l'histoire des hautes chaumes primaires et secondaires vosgiennes : une origine anthropique commune, des évolutions contrastées, Colloque Eclipse (Environnement et CLImat du Passé : hiStoire et Évolution), Paris, 2002, 2 p.
- [12] Y. Sell, J.-P. Berchtold, Y. Callot, M. Hoff, J.-C. Gall, J.-M. Walter, L'Alsace et les Vosges. Géologie, milieux naturels, flore et faune, Delachaux et Niestlé, Lausanne, 1998, 352 p.
- [13] B. Talon, C. Carcaillet, M. Thinon, Études pédanthracologiques des variations de la limite supérieure des arbres au cours de l'Holocène dans les Alpes françaises, Géogr. Phys. Quat. 52 (1998) 195–208.
- [14] M. Thinon, L'analyse pédanthracologique : Aspects méthodologiques et applications, thèse, université Aix-Marseille-3, 1992, 317 p.
- [15] M. Thinon, Un système rationnel d'identification des charbons de bois pour la pédanthracologie et l'archéanthracologie, in : Hommage scientifique à G. Clauzade, Bull. Soc. linn. Provence 45 (1994) 105–117.
- [16] M. Thinon, Description codifiée des caractères anatomiques des bois carbonisés des angiospermes dicotylédones et des gnétales, in : Hommage scientifique à G. Clauzade, Bull. Soc. linn. Provence 45 (1994) 119–164.
- [17] M. Thinon, Description codifiée des caractères anatomiques des bois carbonisés des conifères et des gingkoales, in : Hommage scientifique à G. Clauzade, Bull. Soc. linn. Provence 45 (1994) 165–185.
- [18] M. Thinon et al., Les chaumes « primaires » des hautes Vosges : des espaces défrichés à l'âge du fer (en préparation).