



**HAL**  
open science

## Une possible paléo-forêt du Néolithique ancien à Joze (Puy-de-Dôme)

François Blondel, Didier Miallier

► **To cite this version:**

François Blondel, Didier Miallier. Une possible paléo-forêt du Néolithique ancien à Joze (Puy-de-Dôme). ARCADE Approche diachronique et Regards croisés: Archéologie, Dendrochronologie et Environnement, 2014, Aix-en-Provence, France. pp.51-58. hal-02143064

**HAL Id: hal-02143064**

**<https://hal.science/hal-02143064>**

Submitted on 5 Jun 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.

# Une possible paléo-forêt du Néolithique ancien à Joze (Puy-de-Dôme)

*François Blondel\* et Didier Miallier\*\**

---

## Résumé

Plusieurs bois subfossiles datés du Néolithique ancien ont été découverts dans les abords de la terrasse alluviale de l'Allier en rive gauche au niveau de la commune de Joze. La séquence sédimentaire et l'apport chronologique (radiocarbone, dendrochronologie) ainsi que la croissance des séries des bois recueillis permettent de renseigner l'évolution du cours de la rivière à travers des épisodes de crue et de son impact sur le couvert arbustif de ses abords.

**Mots-clés :** dendrologie, archéologie, Néolithique, forêt, paléoenvironnement.

## Abstract

Several subfossil woods dating from the early Neolithic period were discovered in the vicinity of the Allier river alluvial terrace on the left bank of the commune of Joze. The sedimentary sequence and the chronology (radiocarbon, dendrochronology) as well as the growth of the collected wood series allow to document the evolution of the river course through flood episodes and its impact on the tree cover in the surrounding area.

**Keywords:** dendrology, archeology, Neolithic, forest, paleoenvironment.

---

## 1. INTRODUCTION

Plusieurs troncs d'arbres gorgés d'eau ont été découverts en 1974 dans la berge de la rive gauche de l'Allier au niveau du lieu-dit « la Borde » sur la commune de Joze (Puy-de-Dôme) par D. Léger et Fernand Malacher<sup>1</sup> lors de travaux de drainages de la rivière. Un premier échantillonnage a été réalisé l'année suivante afin d'obtenir une identification anatomique des différents troncs. Deux essences ont été reconnues par Georges Noël Lambert, le chêne et l'aulne<sup>2</sup>. Enfin, en 1978, un sondage a été implanté sur le gisement afin de réaliser un relevé stratigraphique pour comprendre la dynamique sédimentaire du site et collecter de nouveaux échantillons en vue de datations par le radiocarbone et d'essais de datations par dendrochronologie.

En 1998, à proximité des premières découvertes de 1978, lors de l'exploitation d'une sablière, d'autres troncs ont été aperçus dans l'une des coupes latérales de la carrière ainsi que du mobilier archéologique (quelques tessons céramiques et deux meules dormantes). La stratigraphie a été rapidement enregistrée, mais peut être en partie complétée par les observations de 1978. Les troncs sortis de la coupe ont fait l'objet de prélèvements de section à la scie en vue de datations dendrochronologiques. Une analyse radiocarbone a également été réalisée sur l'un des bois pour rendre compte de la chronologie de cette découverte.

Cet article fait le point sur ces différentes découvertes localisées en rive gauche du cours de l'Allier dont les analyses permettent de mieux appréhender la dynamique du cours d'eau et son impact sur la végétation arbustive de ces berges. L'analyse dendrochronologique vise à caractériser les croissances des bois découverts et essayer l'acquisition de

---

1. Daugas *et al.* 1978, 59.

2. Lambert *et al.* 1980, 263-272.

---

\* UMR 6298 ARTEHIS, Université Bourgogne Franche-Comté, Dijon.

\*\* Laboratoire de physique de Clermont-Ferrand, IN2P3, Université Blaise-Pascal, Aubière, France.

datations couplées avec celles obtenues par le radiocarbone. Ce type d'étude a déjà été mené sur d'autres cours d'eau comme dans la région de la moyenne Durance<sup>3</sup> (Alpes-du-Sud) pour des périodes anciennes ou sur des peuplements actuels de chêne et de peuplier notamment sur les rives de la Saône<sup>4</sup>. L'approche dendrologique des arbres enfouis lors d'événement de crue permet de reconstituer l'histoire des paysages fluviaux, les arbres étant de bons marqueurs chronologiques, quand ces derniers sont datés, et permettant d'appréhender l'activité de la rivière.

## 2. ZONE D'ÉTUDE ET MATÉRIEL

Les deux sites pris en compte se situent en bordure du cours de l'Allier dans la terrasse alluviale sur la commune de Joze distante de 24 km au nord-ouest de Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme) aux lieux-dits de «la Borde» et de «Brias» (fig. 1). La carte géologique décrit un sol composé d'alluvions actuelles et subactuelles reposant sur le substratum oligocène marneux (Fy; Fz)<sup>5</sup>. Les deux découvertes sont très proches l'une de l'autre, séparées par un peu plus de 500 m. L'activité de la rivière a pu être importante à cet endroit de l'Allier<sup>6</sup>, ce qui se confirmera par la lecture stratigraphique des alluvions. En effet, à partir de Pont-du-Château, le cours de l'Allier s'étend et forme de larges méandres consécutifs d'une forte activité<sup>7</sup>.

### 2.1. Indices stratigraphiques et archéologiques

Pour mieux comprendre la stratigraphie, l'enfouissement des bois et les autres vestiges archéologiques découverts, plusieurs séquences ont été réalisées entre 1978 et 1998<sup>8</sup>. Dans le cadre de la première découverte, un sondage au lieu-dit «la Borde» a été réalisé pour avoir une lecture stratigraphique la plus complète possible et réaliser la collecte d'autres échantillons de bois ainsi que de tourbes pour analyse pollinique<sup>9</sup>. En 1998, la stratigraphie a été rapidement relevée sur la grande coupe latérale est de la carrière au lieu-dit «Brias» et complète ainsi les premiers enregistrements sédimentaires de 1978<sup>10</sup> (fig. 2). Les mêmes observations ont été faites et il est possible d'établir des liens stratigraphiques entre ces différentes découvertes pour appréhender les événements d'enfouissement de ces bois.

La première couche (01) sommitale correspond à une épaisseur de 0,50 m de colluvions de sable et de limon argileux avec la présence de quelques galets. Une seconde couche, d'une épaisseur identique se compose de colluvions sableuses avec une présence plus importante de galets. C'est dans ce niveau stratigraphique équivalent aux deux sites qu'un foyer a été observé sur le site de «Brias». La structure était déjà un peu endommagée par les terrassements. Il s'agit d'une structure de combustion globalement circulaire, de 50 cm de diamètre, formée d'un empierrement de galets reposant sur un sol légèrement rubéfié sans doute du fait du rayonnement de la combustion du foyer. Entre les galets, il a été recueilli huit fragments de céramique, de gros charbons de bois ainsi que deux meules dormantes en gneiss. Aucune observation n'a été faite sur l'installation du foyer et sur le niveau d'occupation. L'étude non exhaustive de la céramique livre une fourchette de datation entre le Néolithique final et le Bronze ancien<sup>11</sup>. Le foyer reposait sur une couche (03) équivalente aux deux sites d'une épaisseur d'environ 1,30 m. Il s'agit d'une alternance d'alluvions constituée de lits sableux et de lits de graviers. La dernière couche (04) correspond à des graves grossières. Cette même couche a été plus détaillée dans la coupe du sondage de «la Borde». Elle a été observée sur 2,10 m d'épaisseur et se différencie en trois couches. La première (04 a) se compose de Graviers roux dans une matrice sableuse (0,50 m). La deuxième (04 b) de 0,60 m est un limon tourbeux avec des débris végétaux. Une analyse pollinique a été réalisée dans sa partie tourbeuse<sup>12</sup>. La troisième couche (04 c) est identique à la première. C'est dans cette dernière couche que les troncs fossiles ont été observés sur les deux sites. La base du dépôt n'a pas été atteinte et se prolonge très certainement.

Une autre structure non datée avec précision a été mise au jour sur le site de «Brias». Il s'agit d'un tuyau de terre cuite de forte section, trouvé lors des terrassements réalisés dans la partie sud de la parcelle exploitée. Seul un tronçon de la canalisation a été recueilli, mais d'autres fragments ont été découverts et certains possédaient un joint en plomb assurant le lien entre les tuyaux pour leur étanchéité. Ces découvertes seraient d'époque gallo-romaine, attestant d'une occupation à cette période en abord du cours de l'Allier.

3. Miramont, Sivan 2006, 71-72.

4. Astrade, Bégin 1997, 232-239.

5. Carte géologique de France, BRGM.

6. Larue 1982, 365-384.

7. Cournez 2015, 14-15.

8. Daugas *et al.* 1978, 59-60; Coquilé 1997, 1-4; Surmely 1998.

9. Daugas *et al.* 1978, 59-60.

10. Surmely 1998.

11. Informations orales René Liabeuf.

12. Daugas *et al.* 1978, 59-60.

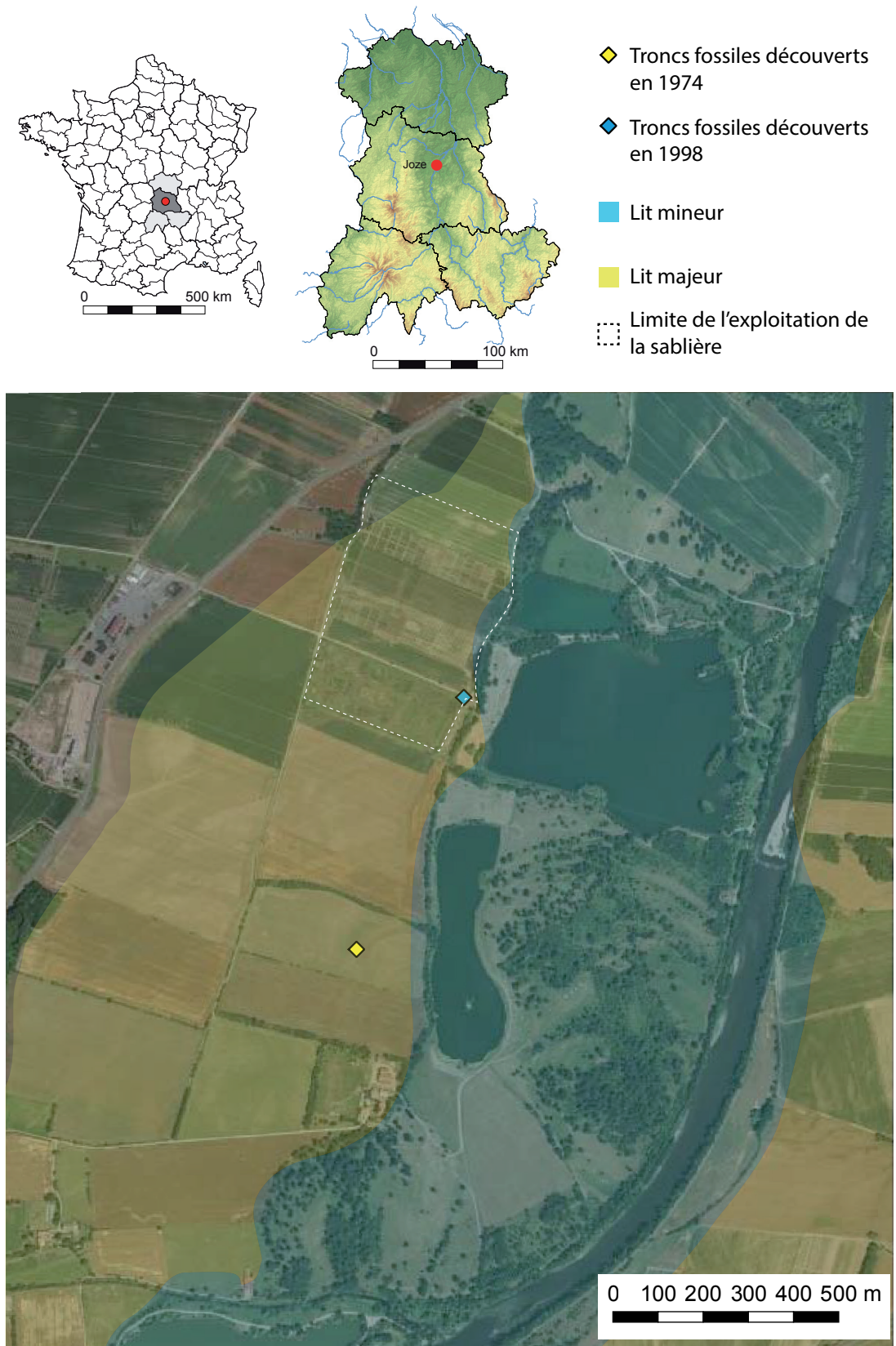


Fig. 1 – Localisation des deux sites ayant livré des troncs gorgés d'eau ainsi que le détail du lit mineur et majeur du cours de l'Allier (photographie aérienne: IGN; DAO: F. Blondel).

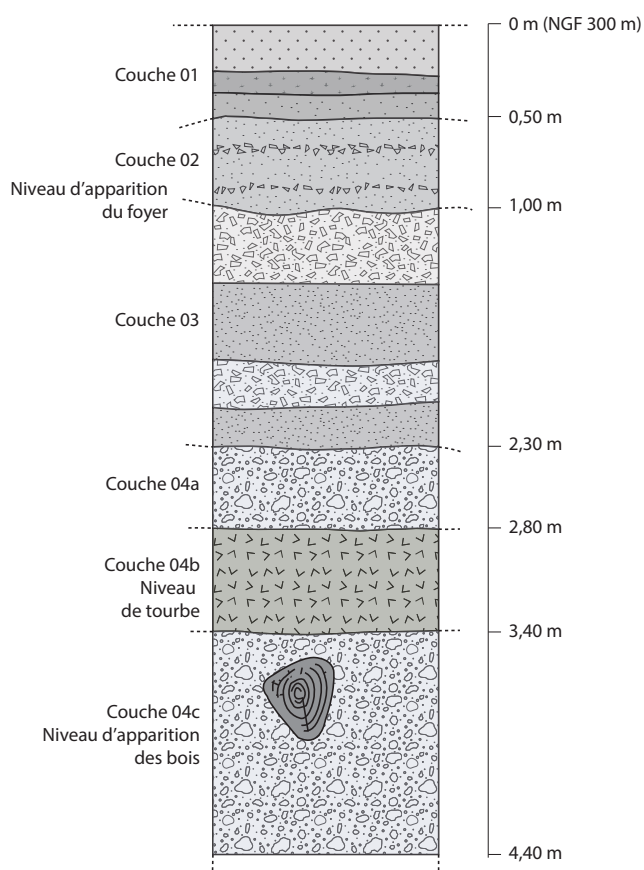


Fig. 2 – Coupe stratigraphique relative du site de la Borde équivalent également à celui de Brias (d'après le relevé de J.-P. Dugas et P.-P. Raynal) (DAO : F. Blondel).

## 2.2. Les datations radiocarbone (l'apport chronologique)

Deux datations ont été réalisées, sur les différents bois fossiles collectés, par le Centre de datation par le radiocarbone (Université Claude Bernard Lyon 1), la première sur un fragment des bois recueillis en 1978 sur lequel une analyse dendrochronologique a également été menée sans résultat. La date obtenue est de 7020 +/- 180 BP (Ly-1704) (fig. 3). La seconde datation a été réalisée sur l'une des sections prélevées en 1998 (Boi54) et livre un résultat de 6925 +/- 50 BP (Ly-8938). Les fourchettes de datation se chevauchent, mais il reste difficile de confirmer leur contemporanéité pour le moment par manque de synchronisme entre les différentes séries de croissance des bois prélevés autant en 1978 qu'en 1998.

## 2.3. Description des bois

Les bois découverts en 1998 ont été dégagés de la coupe et ont été regroupés par les exploitants de la sablière (fig. 4). Il n'y a donc pas eu d'observations des bois *in situ*. Par contre des « poches » de sédiments contenant beaucoup

de matières organiques ont été reconnues dans la coupe permettant d'envisager la couche précise de découverte des troncs. Quelques macro-restes ont également été recueillis dans cette couche organique, dont une noisette reconnaissable facilement. Le prélèvement d'une section a donc été réalisé sur chacun des bois permettant de renseigner le diamètre minimum des différents arbres enfouis. Au total, douze sections ont été réalisées à la scie. Leur diamètre minimum varie entre 25 et 50 cm. Tous n'avaient pas leur aubier de conservé, il faut donc envisager des diamètres plus importants pour au moins huit des douze bois. Les bois ont été conditionnés dans des sacs plastiques et déposés dans un dépôt du SRA Auvergne, dans un endroit frais et obscur en attendant d'être étudiés. Plus de dix ans se sont écoulés avant leur étude et ils étaient toujours dans un bon état de conservation.

Autre information intéressante sur ces bois, un insecte xylophage presque entier de la famille des coléoptères a été recueilli dans l'un des troncs (Bois 59), ce qui peut attester de leur enfouissement rapide, lors d'une crue par exemple. La perte de cet insecte ne permet malheureusement pas l'identification précise de ce xylophage qui aurait permis de mieux comprendre l'état des bois lors de leur enfouissement (bois mort, bois vert, bois flotté, etc.).

## 3. DONNÉES DENDROCHRONOLOGIQUES

Des mesures des largeurs de cerne ont été réalisées sur onze des douze bois, le douzième s'étant mal conservé (défillement des fibres) du fait d'un mauvais conditionnement (sac éventré) (fig. 5). Seulement quatre des onze bois avaient encore de l'aubier de conservé. Deux moyennes dendrochronologiques ont pu être générées par synchronisation des séries de croissance. La première moyenne compte trois bois (52, 59 et 61) et couvre une séquence de 118 années. Tous les bois de cette moyenne présentent de l'aubier conservé. Leur coefficient de corrélation est élevé, surtout entre les bois 59 et 61 où la forte valeur du coefficient de corrélation ( $r$  de 0,844) ainsi que la ressemblance des courbes permettent d'envisager une origine très proche, sans doute d'un seul et même arbre. La fragmentation des bois lors du prélèvement de section permet de supposer cette éventualité.

L'autre moyenne regroupe plus de bois. Six composent cette deuxième moyenne et couvrent une chronologie plus longue, de 198 années. Aucun aubier n'est par contre présent sur les six séries. Les coefficients de corrélation sont très satisfaisants, compris entre 0,47 et 0,7, et vont en parfaite adéquation avec la ressemblance graphique des courbes de croissance (fig. 5).



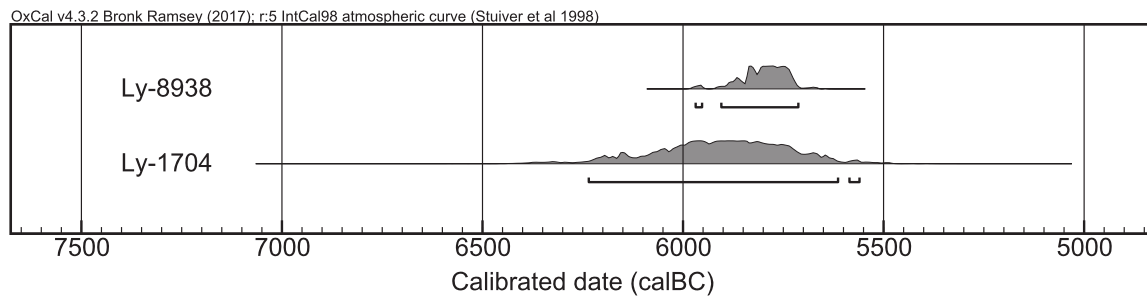


Fig. 3 – Multiple plots des deux radiocarbone réalisés sur les bois gorgés d'eau de 1978 et 1998.

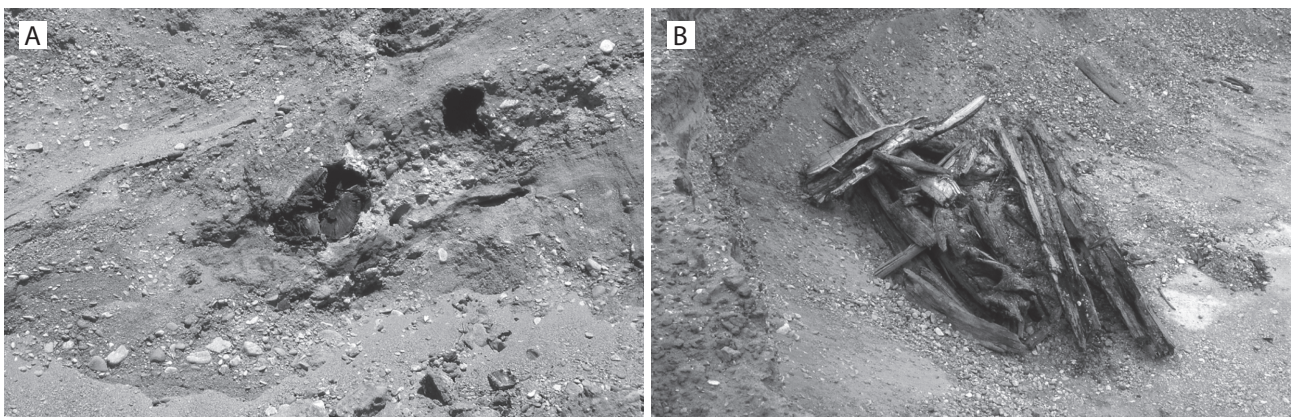


Fig. 4 – Photographies d'un bois encore en place dans la coupe latérale Est de la sablière en 1998 (A), ainsi que des bois recueillis par les exploitants avant d'avoir fait l'objet de prélèvements de section (B) (clichés: D. Miallier).

Enfin, deux patrons de croissances ne synchronisent ni avec l'une des deux moyennes ou entre eux. Malheureusement le bois ayant fait l'objet d'une des datations radiocarbone, fait partie de ces deux séries, rendant impossible l'attribution d'une contemporanéité à l'ensemble. La série de ce dernier n'est pas complète en raison d'une fragmentation le long d'un de ces cernes (roulure?). Sans corrélation avec les autres bois, il n'a pas été possible d'assembler les séries du début et de fin de croissance de cet individu et d'estimer le nombre de cernes perdu. Il est d'autant plus dommage que ce dernier a son aubier de conservé et compte un nombre important de cernes (245 cernes). L'autre bois sans synchronisation compte malgré tout 89 cernes.

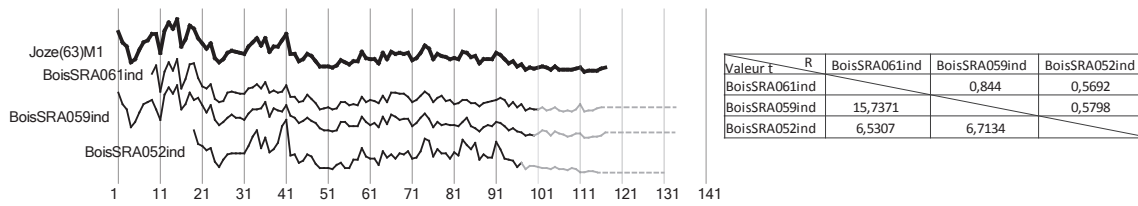
Enfin, la dernière série correspond au premier bois découvert en 1978. Il a un total de 78 cernes, sans aubier conservé. Il n'avait pas été daté à l'époque. Seul l'apport du radiocarbone permet de l'attribuer à une période globalement équivalente correspondant au Néolithique ancien. Il ne se synchronise pas avec aucune des deux moyennes ou bois isolés évoqués précédemment. Il peut correspondre à une période antérieure ou postérieure sans chevauchement possible avec les autres bois.

Le manque de référentiels locaux ou régionaux pour cette période ne permet pas l'acquisition d'une datation par dendrochronologie. En effet les référentiels ne remontent pas au-delà du V<sup>e</sup> millénaire avant notre ère pour cette partie du territoire. Les datations radiocarbone oscillent entre 6219 à 5557 avant notre ère. Les fourchettes larges de ces datations avec un manque de référentiel ne permettent aucune attribution chronologique par dendrochronologie pour le moment. L'échange avec des laboratoires et universités hors du territoire français (Allemagne, Suisse, Autriche) pourrait permettre d'obtenir de meilleurs résultats. Les seules données exploitables à partir de ces bois sont pour le moment d'ordre paléoenvironnemental.

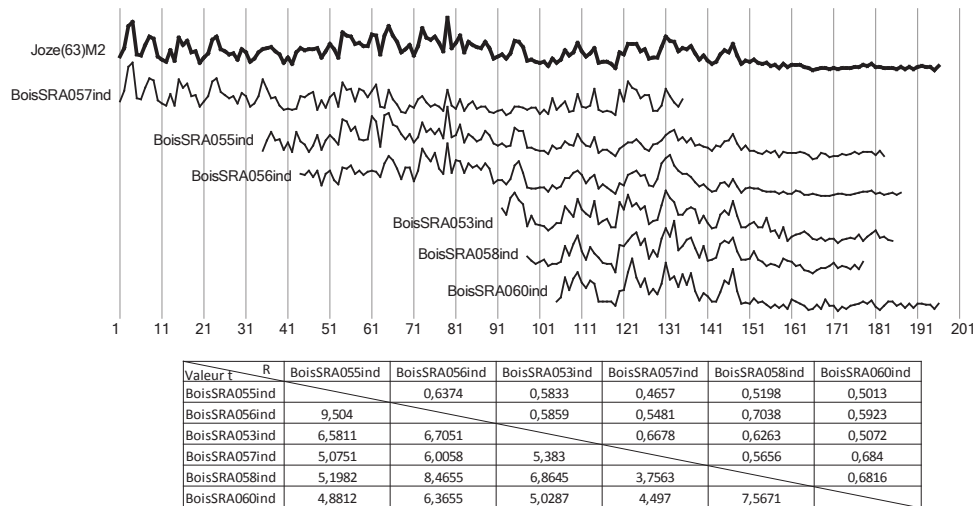
#### 4. INTERPRÉTATIONS PALÉOENVIRONNEMENTALES

Le manque de corrélation entre les deux moyennes et les séries isolées sans synchronisme de 1978 et 1998 complique grandement les interprétations. Il faut donc envisager au moins deux groupes homogènes d'arbres ayant évolué dans un même environnement commun, mais potentiellement à deux périodes différentes. Pour les bois isolés, ils peuvent avoir été charriés lors d'une crue ou être également de

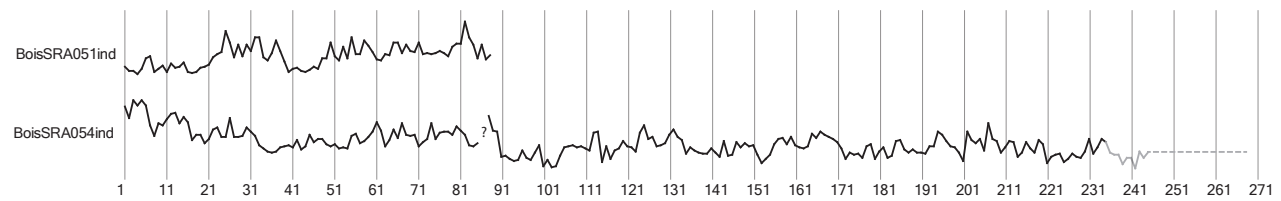
A. Moyenne 01



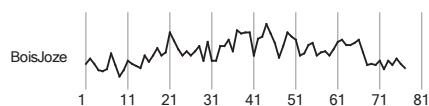
B. Moyenne 02



C. Bois non synchronisés



D. Bois découverte en 1978



**Fig. 5** – Courbe de croissance des différents bois regroupés par synchronisation (Moyenne 01 et 02) et sans synchronisme (DAO : F. Blondel).

périodes différentes. L'amplitude des fourchettes de datations par le radiocarbone va d'ailleurs dans ce sens. Toute la difficulté de l'interprétation des troncs recueillis se caractérise par l'absence d'observations stratigraphiques des bois *in situ* et de leur orientation (verticale : en place avec système racinaire, horizontale : charrié par le courant et déposé après retrait d'une crue). Ne pouvant pas interpréter les bois du point de vue archéologique, il est possible d'avoir une réflexion concernant leur type de croissance. En effet, en comparant les courbes de croissances d'après les moyennes dendrochronologiques et les bois isolés avec des peuplements connus (futaie, haie, taillis, taillis sous futaie), il est possible de caractériser les types de peuplement d'ori-

gine auxquelles se rattachent les troncs. Le nombre d'individus composant les moyennes étant limité, les croissances sont très peu lissées par rapport aux différents peuplements renseignés. Les écarts entre les cernes minces et larges sont donc très marqués, rendant parfois difficiles les comparaisons graphiques (fig. 6). Les moyennes 01 et 02, ainsi que le Bois54 ont des croissances bien supérieures à des futaies ou des taillis. En revanche, la croissance du Bois51 est très faible jusqu'à ses vingt premières années ; au-delà, elle est plus rapide. D'ordre général, les différents types de croissance des troncs se rapprochent de celle de peuplement de haie, mais restent tout de même avec des écarts de largeur de cernes très importants. Ces arbres auraient

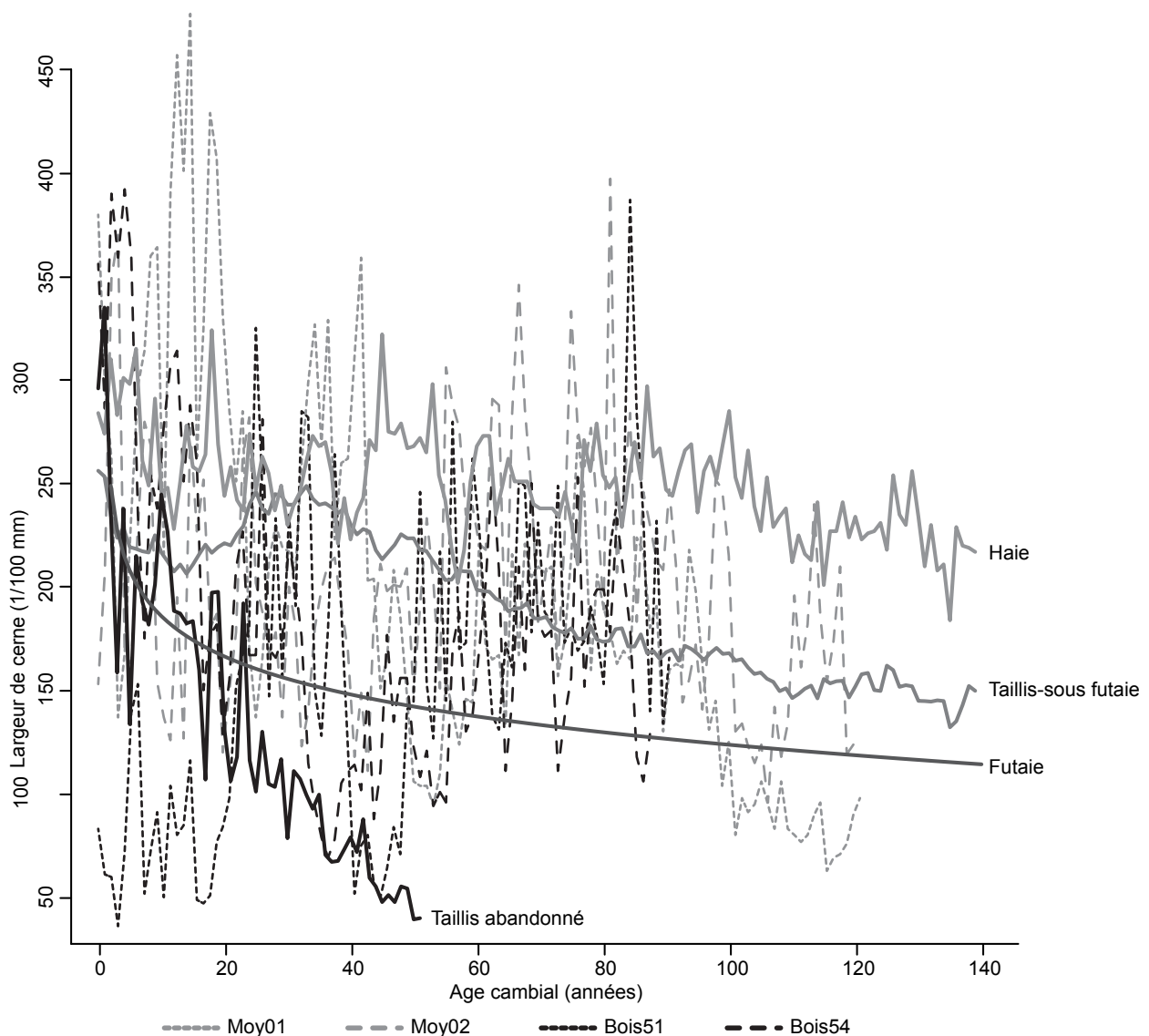


Fig. 6 – Comparaison des différents types de croissance rencontrés dans cette étude avec des croissances de peuplement connus (DAO : F. Blondel).

donc plutôt évolué dans un milieu ouvert, mais avec de fortes contraintes. Il faut sans doute évoquer la possibilité d'arbres ayant poussé proches du cours de la rivière et souvent perturbés par des crues ou des phénomènes analogues. En effet, les apports en eau du cours d'eau deviennent prépondérants sur les précipitations<sup>13</sup>. La croissance des arbres enregistre donc moins les variations climatiques, rendant difficile, voire impossible, leur datation.

En recoupant ces informations avec l'analyse pollinique réalisée en 1978 par Marie-Madeleine Paquereau, il est possible d'étendre ces premières interprétations. Le spectre pollinique révèle un taux de boisement élevé correspon-

dant à un stade relativement dense dominé par la chênaie mixte où le tilleul, l'orme, le noisetier et l'aulne sont bien représentés<sup>14</sup>. Lors des premières découvertes de bois gorgés d'eau entre 1974 et l'année suivante, de l'aulne et du chêne avaient déjà été identifiés par Georges-Noël Lambert parmi les bois recueillis<sup>15</sup>. Le développement important de cette essence indique un environnement local humide. La présence du tilleul plaide également dans ce sens ainsi que la flore herbacée principalement dominée par les Graminées, les Cypéracées et les hygrophiles. Il faut donc bien envisager des chênes poussant dans un environnement humide impactant fortement leur croissance.

14. Daugas *et al.* 1978, 60-61.

15. Daugas, Tixier 1977, 203-235.

13. Willms *et al.* 1998, 215-223; Astrale, Dufour 2010, 131-140.



## 5. CONCLUSION

Malgré l'impossibilité de datation par dendrochronologie pour ces bois et le manque de données précises sur leur découverte stratigraphique, quelques hypothèses peuvent être avancées. La localisation de ces bois en bordure de la terrasse alluviale de l'Allier présuppose que cette partie de la rivière était souvent en eau ou sujette à des épisodes de crue. Les résultats polliniques présentent également un environnement humide avec une végétation adaptée. La croissance des bois, même s'il n'a pas été possible de certifier la contemporanéité entre tous les individus, possède des tendances d'âge proches de peuplement de haie, mais avec des écarts très importants entre les cernes minces et larges. Cette forte variation conforte également un environnement contraint où l'apport continu en eau peut expliquer ces croissances. Même s'il est difficile de confirmer que ces bois ont tous été enfouis *in situ* lors d'une crue, ils ont au moins tous évolué dans un environnement impacté par leur proximité avec le cours de la rivière. Il est possible d'envisager que les arbres appartenaient à une ou plusieurs paléo-forêts et qu'ils ont été enfouis lors de crues, probablement à différentes périodes. Les séries de croissance des différentes moyennes attestent plusieurs individus ayant évolué dans un même milieu. Les séries sans synchronismes évoquent soit des périodes différentes, soit des bois ayant été ramenés par la rivière d'un autre environnement, soit des bois enfouis, à des périodes différentes de ceux précédemment cités. L'apport d'autres datations radiocarbone, au moins réalisées sur les cernes les plus récents des bois des deux moyennes, aidera sans doute à différencier plusieurs périodes d'enfouissement. L'échange avec d'autres universités ou laboratoires possédant des références remontant jusqu'au Néolithique ancien permettra sans doute de nouvelles possibilités. Enfin, la surveillance des autres carrières des environs de Joze serait également nécessaire pour étendre les données dendrologiques à travers les découvertes d'autres bois échoués ou ensevelis lors d'épisodes de crue.

### Remerciements

Les auteurs remercient René Liabeuf et Frédéric Surmely (SRA-DRAC Auvergne, Clermont-Ferrand) pour avoir échantillonné les bois et communiqué leurs données.

## Bibliographie

- Astrade, Dufour 2010** : L. Astrale, S. Dufour, 2010, Dendrochronologie en ripisylve - des cernes aux changements hydro-morphologiques dans les systèmes fluviaux, *in* : L. Astrale, C. Miramont (dir.), *Panorama de la dendrochronologie en France*, Éditions Laboratoire EDYTEM, Le Bourget-du-Lac, coll. 11, 2010, 131-140.
- Astrade, Bégin 1997** : L. Astrale, Y. Bégin, 1997, Tree-ring response of *populus tremula* L. and *Quercus robur* L. to recent spring floods of the Saône river, France, *Ecoscience*, 4, 2, 1997, 232-239.
- Coquide 1997** : C. Coquide, 1997, Étude d'impact sur 5 hectares de gravière (basse terrasse) : étude morphologique, protohistoire colluviée, site antique mineur en place, Sondages et rapport d'impact, AFAN/Service Régional d'Archéologie d'Auvergne, Clermont-Ferrand, 1997, 4 p.
- Cournez 2015** : E. Cournez, 2015, *Sur les traces de l'Allier, Histoire d'une rivière sauvage*, Tomacon, Cesset, 2015, 14-15.
- Daugas et al. 1978** : J.-P. Daugas, J. Evin, M.-M. Paquereau., J.-P. Raynal, L. Tixier Luc., 1978, Éléments de datation pour la basse terrasse de l'Allier à Joze (Puy-de-Dôme). Nouvelles archéologiques du Museum d'Histoire Naturelle de Lyon, fasc. 16, suppl., 1978, 59-61.
- Daugas, Tixier 1977** : J.-P. Daugas, L. Tixier, 1977, Variations paléoclimatiques de la Limagne d'Auvergne. *Approche écologique de l'homme fossile*, supplément au bulletin AFEQ, 47, Paris, 1977, 203-235.
- Lambert et al. 1980** : G.-N. Lambert, C. Orcel, J.-P. Daugas, J.-P. Raynal, 1980, Premiers résultats dendrochronologiques pour le Massif central français obtenus sur un bois fossile de la basse terrasse de l'Allier, à Joze (Puy-de-Dôme), *Compte rendu de l'Académie des Sciences de Paris*, tome 290, 1980, 263-272.
- Larue 1982** : J.-P. Larue, 1982, L'évolution morphologique des terrasses alluviales : les enseignements apportés par l'étude des nappes de La Loire et de ses affluents, *Norais*, 115, 1982, 365-384.
- Miramont, Sivan 2006** : C. Miramont, O. Sivan, 2006, Les paléoenvironnements fluviaux dans les Alpes du Sud : un exemple d'étude dendro-géomorphologique, *in* : A. Dumont (dir.), *Archéologie des lacs et des cours d'eau*, Éditions Errance, Paris, 2006, 71-72.
- Surmely 1998** : F. Surmely, 1998, Brias (Joze, Puy-de-Dôme) - Carrière Guittard, Rapport de sauvetage, Service Régional d'Archéologie d'Auvergne, Clermont-Ferrand, 1998, 2 p.
- Willms et al. 1998** : J. Willms, S.-B. Rood, W. Willms, M. Tyree, 1998, Branch growth of riparian cottonwoods: a hydrologically sensitive dendrochronological tool, *Trees*, 12, 1998, 215-223.