Geertrui BLANCQUAERT & François MALRAIN

Évolution des sociétés gauloises du Second âge du Fer, entre mutations internes et influences externes

Actes du 38e colloque international
de l'AFEAF - Amiens
du 29 mai au 1er juin 2014

REVUE ARCHÉOLOGIQUE DE PICARDIE

N° Spécial 30 -2016

Évolution des sociétés gauloises du Second âge du Fer, entre mutations internes et influences externes

Actes du 38e colloque international de l'AFEAF
Amiens
29 mai - 1er juin 2014

Sous la direction de

Geertrui BLANCQUAERT & François MALRAIN

Société archéologique de Picardie
Président : Philippe Racinet
Président d'Honneur : Jean-Louis Cadoux
Vice-Président : Daniel Piton
Vice-Président d'Honneur : Marc Durand
Secrétaire : Françoise Bostyn
Trésorier : Christian Sanvoisin
Membres de droit : Jean-Luc Collart,
Conservateur général du patrimoine,
conservateur régional de l'archéologie
Pascal Depaepe, INRAP
Daniel Piton

siège social
Laboratoire d'archéologie
Université de Picardie Jules Verne
Campus, chemin du Thil
F - 80 025 AMIENS CEDEX

adresse administrative
47 rue du Châtel
F - 60 300 SENLIS
rap.sanvoisin60@orange.fr (commandes - trésorerie)
rap.daniel.piton@orange.fr (publications- questions diverses)

cotisation
5 € de cotisation

abonnement 2016
2 numéros annuels 55 €
Attention, les règlements doivent être libellés à l'ordre de
Revue Archéologique de Picardie
La Poste Lille 49 68 14 K

site internet
http://www.revue-archeologique-picardie.fr

dépôt légal - mai 2016
N° ISSN : 1272-6117

Sommaire

REVUE ARCHÉOLOGIQUE DE PICARDIE . NUMÉRO SPÉCIAL 30 - 2016 .

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION
Daniel PITON
rap.daniel.piton@orange.fr

ADRESSE ADMINISTRATIVE ET COMMERCIALE
47 rue du Châtel
F - 60 300 SENLIS
rap.daniel.piton@orange.fr
(questions d'ordre général)
rap.sanvoisin60@orange.fr
(commandes - trésorerie)

LA REVUE ARCHÉOLOGIQUE DE PICARDIE
est publiée avec le concours de la Région de Picardie, des Conseils départementaux de l'Aisne, de l'Oise et de la Somme, du Ministère de la Culture (Sous-direction de l'Archéologie & SRA de Picardie). et avec le concours de l'Institut national de recherches archéologiques préventives.

COMITÉ DE LECTURE
Didier BAYARD, Tahar BENREDJEB, François BLARY, Adrien BOSSARD, Françoise BOSTYN,Nathalie BUCHEZ, Jean-Louis CADOUX, Benoît CLAVEL, Jean-Luc COLLART, Bruno DESACHY, Sophie DESENNE, Jean-Pierre FAGNART, Jean-Marc FÉMOLANT, Gérard FERCOQ DU LESLAY, Nathalie GRESSIEZR, Lamys HACHEM, Vincent LEGROS, Jean-Luc LOCHT, NOËL MAHEO, François MALRAIN, Daniel PITON, Philippe RACINET, Marc TALON

COUVERTURE
- Évocation d'un paysage à l'époque gauloise (© B. CLARYS).
- Évocation du site de Poulainville à La Tène finale (© S. LANCELOT/Inrap).

IMPRIMERIE : GEERS OFFSET
Eekhoutdriesstraat 67
9041 Gand
www.geersoffset.com

SITE INTERNET
http://www.revue-archeologique-picardie.fr

9 • Préface par Jean-Luc COLLART, conservateur régional de l'archéologie.

11 • Préface par Dominique GARCIA, Président de l'Inrap.

13 • L'Association Française pour l'Étude de l'Âge du Fer.

15 • Le mot des organisateurs.

THÈME I
FORMES D'OCCUPATION ET D'ORGANISATION TERRITORIALE

17 • *Origines protohistoriques des voies de grands parcours antiques en territoires Carnute, Senon et Parisii. Éléments fournis par l'archéologie préventive et l'archéogéographie* par Jean BRUANT avec la collaboration de Régis TOUQUET.

35 • *Le Mesnil-Aubry / Le Plessis-Gassot (Val-d'Oise) "Carrière REP/Véolia" : exemple de structuration du territoire au second âge du Fer au nord du Bassin parisien. Étude de cas et apport de l'archéogéographie* par Caroline TOUQUET LAPORTE-CASSAGNE & Fanny TROUVÉ.

49 • *Premières réflexions sur l'organisation des territoires dans le Nord-Ouest de la Gaule à la fin du second âge du Fer : Les Aulerques Cénomans* par Julie RÉMY.

61 • *Genèse d'un réseau de fermes du second âge du Fer en Plaine de Caen* par Chris-Cécile BESNARD-VAUTERIN *et al.*

83 • *La basse vallée de la Seine : une zone d'interfaces en marge des réseaux d'échanges de la fin de l'âge du Fer ?* par Célia BASSET.

95 • *Contraintes, transformations et héritages. Cinq siècles d'évolution d'un paysage rural aux portes de* Samarobriva *: la ZAC de "La Croix de Fer", près d'Amiens (Somme)* par Stéphane GAUDEFROY.

113 • *Héritage et évolution des implantations foncières chez les Rèmes dans le nord-Laonnois entre le IIIe s. av. J.-C. et le IIIe s. ap. J. C.L'exemple du pôle d'activités du Griffon, à Barenton-Bugny, Chambry et Laon (Aisne)* par Alexandre Audebert *et al.*

133 • *L'occupation du second âge du Fer à Brebières (Pas-de-Calais), un habitat rural standardisé ?* par Agnès Lacalmontie.

147 • *Les alentours des sites centraux : le développement et la structuration du territoire dans la vallée du Danube en Basse-Bavière à l'époque de La Tène* par Claudia Tappert.

167 • *Les mutations territoriales et sociales en Europe Centrale entre les IIIe et Ier siècles avant J.-C.* par Jan Kysela, Jiří Militký, Alžběta Danielisová.

179 • *Réflexions sur l'évolution des formes d'appropriation de la terre à Nîmes (de la fin du VIe siècle au changement d'ère)* par Pierre Séjalon.

199 • Ὤικουν δὲ κατὰ κώμας ἀτειχίστους. *Sources historiographiques et nouvelles acquisitions archéologiques à propos des sociétés gauloises en Cisalpine du IVe au Ier siècle av. J.-C.* par Marco Cavalieri.

223 • *Mutations urbaines à Boviolles/*Nasium *(Meuse, Lorraine)* par Bertrand Bonaventure, Guillaume Encelot *et al.*

241 • *Le territoire et la propriété au deuxième âge du Fer en Champagne* par Bernard Lambot.

253 • *Propositions interprétatives sur l'organisation spatiale et politique de la société Aisne-Marne (V^e - IIIe s. av. notre ère) à partir des pratiques mortuaires* par Lola Bonnabel.

THÈME 1 - POSTERS

263 • *Du bornage des champs à la fin du second âge du Fer : le dépôt céramique de Rumilly (Haute Savoie)* par Christophe Landry.

273 • *La filiation des établissements de la protohistoire récente à l'établissement gallo-romain précoce sur la plate-forme aéro-industrielle de Méaulte (Somme)* par Nathalie Descheyer, Laurent Duvette & Richard Rougier.

281 • *Villeneuve-d'Ascq, "La Haute Borne" : L'évolution d'un terroir ménapien de La Tène finale au Haut-Empire...* par Carole Deflorenne & Marie Derreumaux.

287 • *Les établissements ruraux fossoyés de la fin de l'âge du Fer en Languedoc occidental (Aude, Tarn, Tarn-et-Garonne et Haute-Garonne)* par Christophe Ranché & Frédéric Sergent.

297 • *De la période laténienne à l'époque romaine en territoire éduen : permanence et ruptures dans les réseaux d'occupation rurale* par Pierre Nouvel & Matthieu Thivet.

Thème II
Morphologie des sites, architecture et matériaux

303 • *Thézy-Glimont (Somme), du site au territoire* par Yves Le Béchennec.

317 • *La délimitation rituelle de l'espace habité à l'âge du Fer* par Caroline Von Nicolai.

333 • *The internal structure of late La Tène settlement of Bratislava* par Andrej Vrtel.

343 • *Le "Camp César" de la Chaussée-Tirancourt (Somme)* oppidum *gaulois ou camp romain ?* par Didier Bayard & Stéphan Fichtl.

363 • *Structuration et planification des agglomérations laténiennes en Basse-Autriche* par Peter Trebsche.

377 • *La pérennisation d'une tradition gauloise : l'ordonnancement des fermes : l'exemple du site de Poulainville (Picardie, Somme)* par François Malrain & Estelle Pinard.

393 • *À l'origine des grandes* villae *: la résidence aristocratique de Batilly-en-Gâtinais (Loiret)* par Stéphan Fichtl.

403 • *Évolution architecturale et chronologie des bâtiments à pans coupés à travers quelques exemples champenois* par Sidonie Bündgen.

417 • *Les influences romaines dans l'emploi des matériaux de construction dans l'Est de la Gaule du IIe siècle avant J.-C. au Ier siècle après J.-C. (Éduens, Lingons, Séquanes, Rèmes, Tricasses et Sénons)* par Florent Delencre & Jean-Pierre Garcia.

Thème II - Posters

433 • *Les habitats ruraux enclos à cours multiples dans le Nord de la France : réflexions sur leur morphologie et sur leur chronologie* par Alexandra Cony.

441 • *Reinach-Nord (BL, Suisse). Une ferme gauloise à l'aube de l'époque romaine* par Debora C. Tretola-Martinez.

447 • *Influences et modèles dans l'organisation et l'architecture de quelques sanctuaires laténiens et gallo-romains du Centre-Est de la Gaule* par Philippe Barral, Martine Joly, Pierre Nouvel & Matthieu Thivet.

THÈME III
PRODUIRE ET CONSOMMER

453 • *Rome et le développement d'une économie monétaire en Gaule interne* par Stéphane MARTIN.

465 • *Géographie des lieux de production de sel en Gaule Belgique à la fin du second âge du Fer et au début de la période romaine* par Armelle MASSE & Gilles PRILAUX.

477 • *Entre Méditerranne et Atlantique : évolution céramique au IIe siècle av. J.-C. sur le site de la ZAC Niel à Toulouse* par Guillaume VERRIER.

495 • *Chronologie des faciès mobiliers du Cambrésis de La Tène moyenne au début de l'époque romaine* par David BARDEL, Alexia MOREL, Sonja WILLEMS avec la collaboration de Bertrand BÉHAGUE.

521 • *Parure et soins du corps : entre tradition locale et influence italique* par Clémentine BARBAU.

531 • *Les processus de romanisation à Lyon au second âge du Fer. Entre traditions indigènes et influences méditerranéennes* par Guillaume MAZA & Benjamin CLÉMENT *et al.*

555 • *Facteurs internes-facteurs externes de l'économie de la fin de l'âge du Fer : la mutation du IIIe siècle avant J.-C. à l'origine du développement économique du IIe siècle avant J.-C. ?* par Stéphane MARION.

565 • *L'alimentation carnée dans le sud du Bassin parisien à l'âge du Fer : traditions, particularismes et influences externes* par Grégory BAYLE, Ginette AUXIETTE *et al.*

583 • *L'élevage du porc : un savoir-faire gaulois ? Apport croisé des études isotopique et ostéométrique des os de cochon* par Colin DUVAL, Delphine FRÉMONDEAU, Sébastien LEPETZ & Marie-Pierre HORARD-HERBIN.

597 • *Les productions des "grands bœufs" dans l'Est de la Gaule : entre évolutions gauloises et influences romaines* par Pauline NUVIALA.

611 • *Les pratiques sacrificielles entre l'âge du Fer et la période romaine : entre mutations internes et influences extérieures* par Patrice MÉNIEL.

623 • *Vers une agriculture extensive ? Étude diachronique des productions végétales et des flores adventices associées, au cours de la période laténienne, en France septentrionale* par Véronique ZECH-MATTERNE & Cécile BRUN.

639 • *Des cernes de bois à l'histoire de la conjoncture de la construction et à l'évolution de la pluviométrie en Gaule du Nord entre 500 BC et 500 AD* par Willy Tegel, Jan Vanmoerkerke, Dietrich Hakelberg & Ulf Büntgen.

Thème III - Posters

655 • *Le modèle romain a-t-il influencé l'élevage en Gaule ? De nouvelles perspectives ouvertes par la morphométrie géométrique et l'observation des formes dentaires du cochon* par Colin Duval, Thomas Cucchi, Marie-Pierre Horard-Herbin & Sébastien Lepetz.

663 • *Évolution de la vaisselle céramique entre la fin de La Tène finale et le début de la période augustéenne à Besançon* par Fiona Moro & Grégory Videau.

669 • *Métallurgies extractives à l'âge du Fer sur le Massif armoricain* par Nadège Jouanet-Aldous & Cécile Le Carlier de Veslud.

675 • *Le commerce de vin méditerranéen à Lyon et le long de la moyenne vallée du Rhône au V e siècle avant notre ère* par Guillaume Maza, Stéphane Carrara, Éric Durand *et al.*

685 • *L'évolution des pratiques de dépôt de petit mobilier dans les sanctuaires du Centre-Est de la Gaule à partir de quelques exemples* par Philippe Barral, Stéphane Izri, Rebecca Perruche *et al.*

Conclusion

691 par Anne-Marie Adam, professeur émérite à l'université de Strasbourg

L'excursion

695 • *Le programme expérimental de reconstitution du bateau fluvial antique de Fontaine-sur-Somme (Picardie, Somme)* par Stéphane Gaudefroy.

703 • *SAMARA* par Ludovic Moignet (Directeur du Parc).

705 • *Une nouvelle maison gauloise pour SAMARA* par Stéphane Gaudefroy.

709 • *Les apports et les limites de l'archéologie expérimentale, le cas de la reconstitution du fourneau à sel gaulois de Gouy-Saint-André (62)* par Armelle Masse, Gilles Prilaux & Christine Hoët-van Cauwenberghe.

712 • *L'atelier du verrier celte. Expérimentation des techniques de fabrication des bracelets en verre celtique à partir d'un bloc de verre antique provenant de l'épave des Sanguinaires A* par Joëlle Rolland *et al.*

715 Liste des participants

DES CERNES DE BOIS À L'HISTOIRE DE LA CONJONCTURE DE LA CONSTRUCTION ET À L'ÉVOLUTION DE LA PLUVIOMÉTRIE EN GAULE DU NORD ENTRE 500 BC ET 500 AD

Willy TEGEL, Jan VANMOERKERKE, Dietrich HAKELBERG & Ulf BÜNTGEN

INTRODUCTION

Des analyses dendrochronologiques de restes de bois d'origine archéologique peuvent livrer des informations précises, à l'année près, renseignant sur les modalités des occupations humaines ainsi que sur les exploitations forestières passées (Billamboz & Köninger 2008). Ces séries de cernes émanant de bois archéologiques sont aussi susceptibles de renseigner sur les conditions climatiques anciennes. La productivité agricole était alors bien plus dépendante des conditions climatiques que ne l'est notre agriculture industrielle. Pour les historiens, il est de ce fait important de savoir si la variabilité climatique s'est répercutée sur les développements économiques et sociétaux et, si oui, selon quelles modalités. De telles interrogations requièrent aussi bien des reconstitutions climatiques fiables qu'une approche critique des réactions très diversifiées de l'homme face à ces changements climatiques.

Pour reconstituer les conditions climatiques antérieures aux 150 dernières années, pour lesquelles on dispose d'enregistrements météorologiques, on fait appel à des données indirectes aussi qualifiées de données proxy. Il s'agit d'indicateurs susceptibles de nous renseigner sur les états passés de l'atmosphère et du climat. Certaines données proxy socio-culturelles sont déduites des sources historiques. Parmi les données proxy naturelles les plus importantes figurent, outre les séries dendrochronologiques, d'autres séries telles que les teneurs isotopiques livrées par les carottages de glace, les sédiments lacustres ainsi que les pollens (Jones *et al*. 2009). Des paramètres dendrochronologiques tels que l'espacement des cernes, des caractéristiques de l'anatomie du bois ou encore sa densité sont autant d'indicateurs ayant fait leurs preuves, car livrant des informations d'une grande résolution spatiale et temporelle, puisque datables à l'année près. Ils constituent le fondement renseignant sur la paléoclimatologie avec une grande résolution pour les derniers siècles voire millénaires (Pages 2k Consortium 2013).

À ce jour, les recherches dendroclimatiques menées en Europe se sont focalisées sur les reconstitutions des courbes de température, essentiellement sur la base de conifères prélevés au sein des étages supérieurs de végétation dans les Alpes (Büntgen *et al*. 2005, Büntgen *et al*. 2011), les Pyrénées (Büntgen *et al*. 2008), les Carpates (Büntgen *et al*. 2013) ainsi que dans la ceinture boréale de la Scandinavie (Esper *et al*. 2012).

En revanche, les feuillus des zones de plaine, dont la croissance est pourtant plus sensible aux conditions hydriques, n'ont guère fait l'objet d'investigations (Kelly *et al*. 2002, Büntgen *et al*. 2010, Čufar *et al*. 2008). Pour reconstituer les conditions de pluviosité en Europe Centrale, nous avons surtout pris en considération des séries dendrochronologiques issues de chênes. La restitution de la pluviosité concerne une période de 2 500 ans pour l'Europe Centrale, cette essence ayant fait l'objet d'un grand nombre d'analyses dendroarchéologiques (Büntgen *et al*. 2011). De nombreuses séries de cernes émanent de datations effectuées durant des décennies par une multitude de laboratoires de dendrochronologie. Des milliers d'ouvrages en bois ont ainsi été datés de manière très précise. Ces datations laissent entrevoir de fortes modifications de la conjoncture du bois au cours du temps, modifications attribuées à des changements environnementaux et socio-économiques (Billamboz 2006, Büntgen *et al*. 2011). Les bois de construction d'origine archéologique constituent une source d'informations multicouches qui, combinées aux travaux archéologiques, peuvent contribuer à solutionner des questions historiques encore ouvertes. Des reconstitutions dendrochronologiques livrent des éclairages encore trop méconnus pour la période romaine, alors que leurs apports n'ont rien à envier en précision et qualité aux sources numismatiques et épigraphiques.

La présente étude synthétise les acquis de deux décennies de recherches dendrochronologiques dans le Nord-Est de la France, pour la fin de l'âge du Fer et l'époque romaine.

Les fluctuations enregistrées dans les activités de construction et les valeurs extrêmes de pluviosité y sont appréhendées et discutées.

AIRE D'ÉTUDE ET PROVENANCE DES ÉCHANTILLONS DE BOIS ANALYSÉS

Le climat des régions du Nord-Est de la France (48,50°–50,11°N ; 3,40°–7,80°E, 100–600 m AMSL. fig. 1) est de type semi-continental. En Champagne-Ardenne (série de données Ouest), ce sont les tendances océaniques marquées par de plus faibles amplitudes thermiques (Troyes : 3–19 °C ; 620 mm/an) et des hivers relativement doux qui dominent, alors qu'en Lorraine (Série de données Centre), sous influence continentale plus marquée, les hivers sont relativement froids (Nancy : 1–18 °C ; 760 mm/an). Quant à l'Alsace (série de données Est), au vu de sa latitude, son climat jouit d'une certaine influence méditerranéenne, qui s'exprime par une pluviosité relativement faible et des températures plus élevées (Colmar : 2–20 °C ; 530 mm/an).

Dans ces régions, depuis trente ans, le SRA de Lorraine, puis de Champagne-Ardenne, ont progressivement mis en place une politique visant non plus seulement à obtenir des datations mais aussi à exploiter tout le potentiel dendrologique des bois, dans toutes leurs composantes et pour toutes les époques. Cela concerne bien évidemment les bois trouvés sur les sites archéologiques, mais aussi les bois dits « naturels », provenant d'anciens chenaux, de zones humides ou de structures particulières telles que les dolines, les bois des constructions historiques, et les bois des forêts sub-actuelles. En effet les bois naturels, présents partout en grand nombre mais difficiles à détecter et à récupérer, sont d'un intérêt fondamental pour la dendrologie. Ils concernent non seulement les périodes anciennes, depuis le tardiglaciaire, mais aussi des époques peu documentées par l'archéologie. Ils permettent surtout de constituer des référentiels non anthropisés qui peuvent être importants pour la provenance du bois ou pour la reconstitution de l'environnement.

Un élément-clé de cette approche consiste à récupérer tous les bois archéologiques, ce

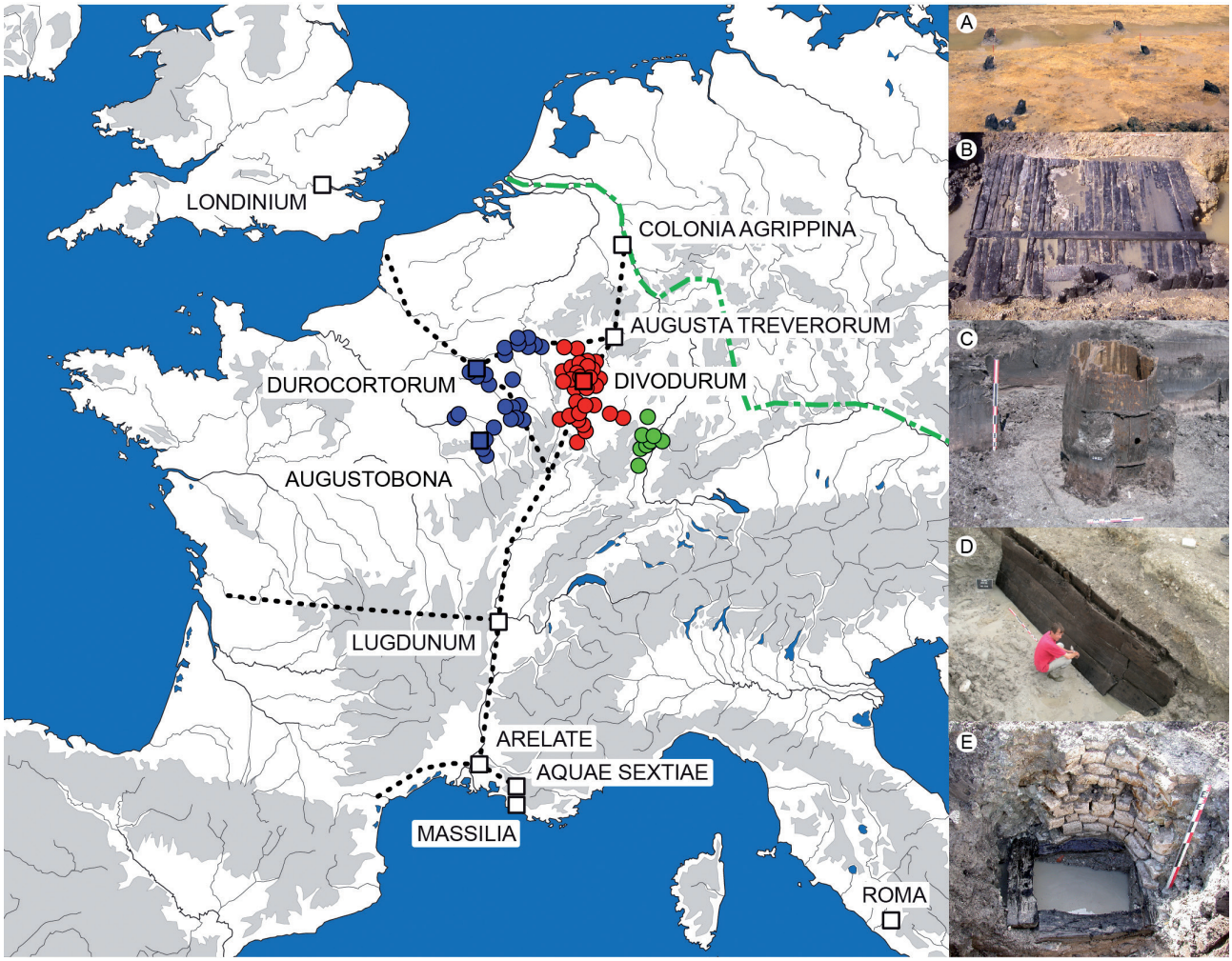

Fig.1 - (a) Représentation des sites d'études ainsi que des principales voies romaines de la période augustéenne (d'après Drinkwater 1983) et du *Limes* romain (traits pointillés en vert). Bleu : Collectif Ouest ; Rouge : Collectif Centre ; Vert : Collectif Est. Vestiges en bois caractéristiques pour la zone d'étude: (b) Fondation d'un bâtiment de La Tène Final de Vendresse (Dép. Ardennes) ; (c) Plancher d'un bassin romain de Vendresse (Dép. Ardennes) ; (d) Fondation de pieux d'un mur romain à Reims (Dép. Marne); (e) renforcement de berge d'origine romaine à Reims (Dép. Marne) ; (f) fondation d'un puits romain à Troyes (Dép. Aube).

qui est n'est pas évident. En effet, les terrains soumis à diagnostic et fouille contiennent, selon une fréquence souvent sous-estimée, des bois archéologiques, et cela même sur les plateaux, sur des sites réputés secs. Mais paradoxalement la fréquence des découvertes est surtout fonction des méthodes et techniques de fouille, et notamment de la mécanisation, beaucoup plus que de la nature des sites. En effet, les bois archéologiques sont souvent conservés dans des structures profondes, peu ou pas lisibles au niveau du décapage : le nombre de bois archéologiques récupérés sur ces opérations croît exponentiellement, dès lors que les fouilles sont mécanisées, que toutes les anomalies sont testées par coupes débordantes et que toutes les structures sont fouillées intégralement. Il ne s'agit pas seulement d'installations liées à l'eau (puits, bassin, moulins, etc.) mais aussi de pieux de fondation, de mardelles et dolines, voire de bois dont l'origine, naturelle ou anthropique, n'est pas toujours évidente au premier abord.

Dater, ou à tout le moins mesurer, tous les bois archéologiques est un autre élément-clé de cette politique. Deux pratiques récurrentes sont à proscrire. Premièrement, celle qui consiste à ne sélectionner que quelques échantillons sur une série de bois révèle une méconnaissance de la dendrologie et a des conséquences néfastes. Non seulement la chance d'obtenir des datations est diminuée mais surtout, cela entrave tout futur travail statistique sur les référentiels et anéantit les potentiels de recherche qui en découlent.

Les multiples bois isolés, dont le contexte est mal connu, soulèvent un second problème. Souvent dépourvus d'indication de datation qui aurait pu être notée au moment de leur découverte, et en l'absence de lien avec d'autres structures qui pourraient pallier ce manque, ils sont souvent délaissés par les responsables d'opération, ou leur institution, qui ne se sentent pas très motivés pour engager une datation. Pourtant l'expérience démontre que ces bois remontent à des époques souvent peu représentées en dendrologie, ou en général, et qu'il convient donc de les faire mesurer et dater systématiquement (Tegel & Vanmoerkerke 2011).

La prise en compte de ces mesures a permis de constituer une base de données dendrochronologiques d'une grande validité et remontant, d'un point de vue statistique, jusqu'à il y a 2500 ans (Büntgen *et al*. 2011, Tegel & Peytreman 2011). Celle-ci ne recèle pas moins de 9 000 séries de cernes documentant un total de 522 sites (Tegel 2013).

Le matériel d'étude est fort hétérogène et comporte surtout des bois de construction provenant de contextes archéologiques. Des pieux, poteaux, poutres et autres planches ont servi à aménager des habitations, étayer des fondations de murs ou renforcer des niveaux de berges, construire des puits ou des ponts (fig. 2). Le chêne étant le bois de construction privilégié en milieu humide, cette essence est la plus fréquente au sein du spectre des bois d'origine archéologique. Les espèces de chênes les mieux représentées au sein de la zone d'étude sont le chêne rouvre (*Quercus petraea Liebl*.) et le chêne pédonculé (*Quercus robur L*.). Ces deux taxons ne peuvent cependant pas être différenciés par l'anatomie de leurs bois.

L'intense activité de construction relevée au cours de l'Âge du Fer et pendant la période romaine a légué une grande quantité de vestiges en bois (Rohmer & Tegel 1999, Tegel & Yupanqui-Werner 1999, Billamboz 2009, Büntgen *et al*. 2011). La présente étude s'appuie sur des séries de cernes provenant de 1702 échantillons de chênes issus de 76 sites (fig. 1 et 3).

MÉTHODES

Les analyses ont été compilées dans une banque de données relationnelles. Des séries temporelles de séquences de cernes (mesures brutes exprimées en 1/100 mm), des particularités anatomiques du bois et d'autres paramètres dendrochronologiques

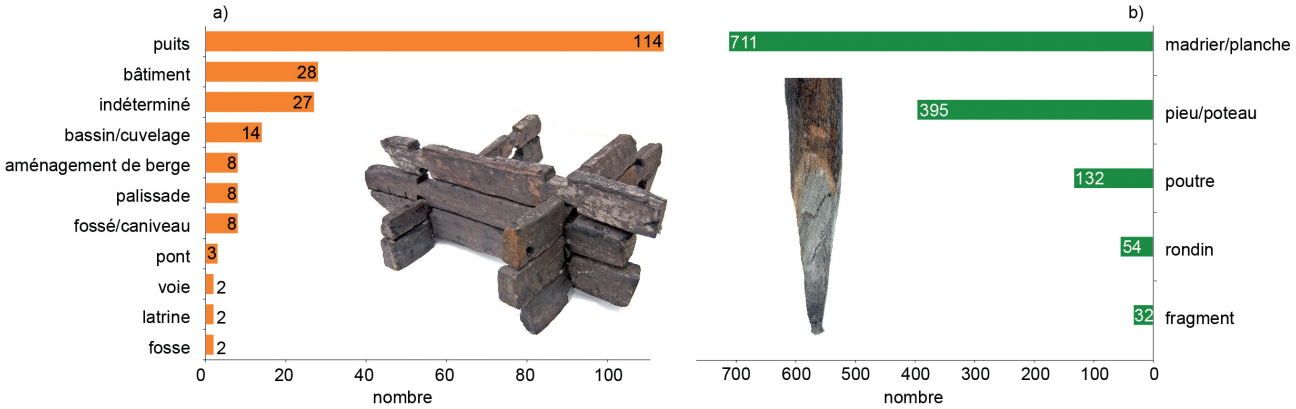

Fig. 2 - Répartition des échantillons (a = ouvrages en bois) et des types de bois (b) utilisés.

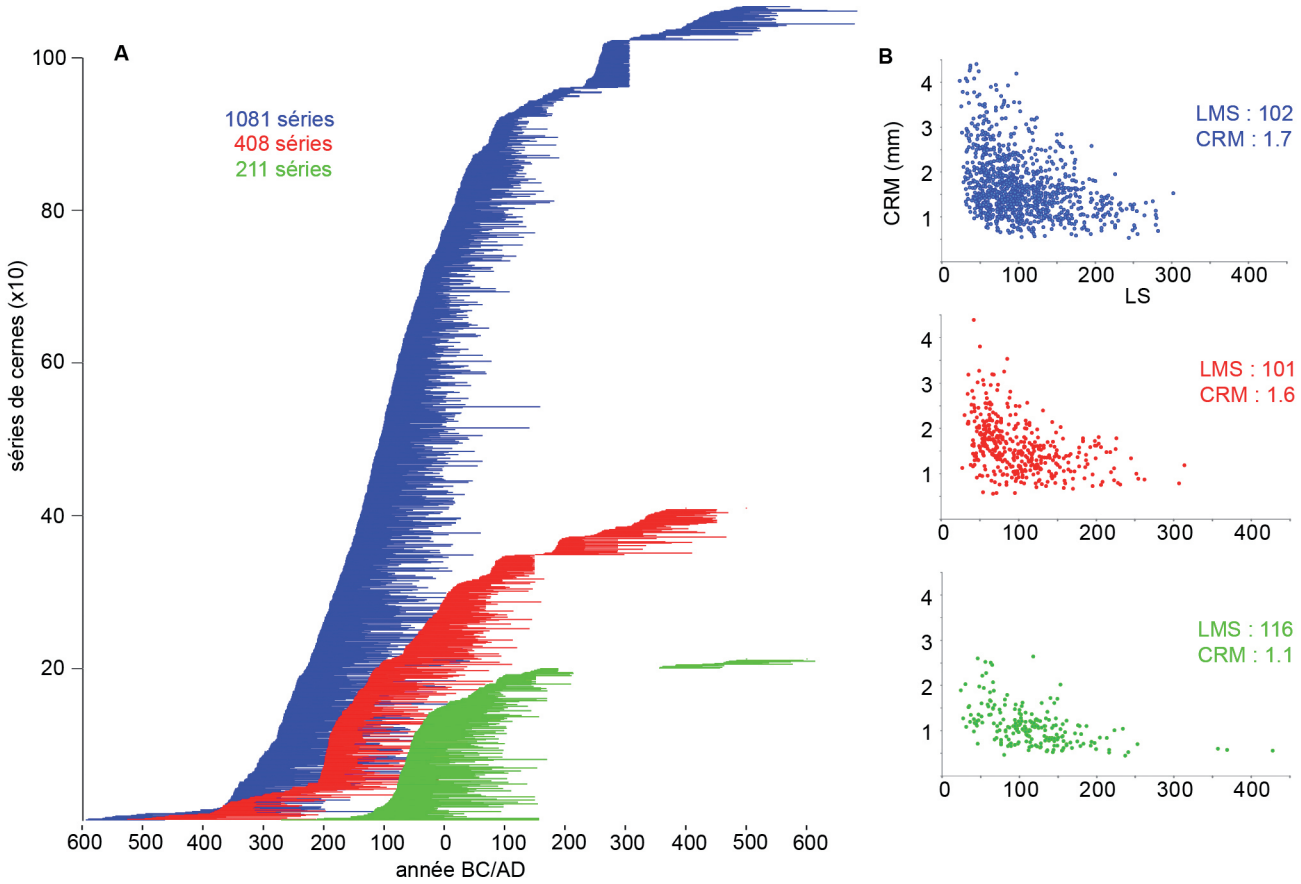

Fig. 3 - Collectif et propriétés de séries dendrochronologiques. Bleu : collectif Ouest ; rouge : Centre; vert : Est. (a) Représentation de la longueur des différentes séquences de cernes selon une chronologie absolue; (b) croissance annuelle moyenne (CRM, en mm) en fonction du nombre de cernes (LMS = longueur moyenne des segments, en années).

tels que la présence ou l'aspect du duramen, le cambium, le nombre de cernes d'aubier, la forme et les dimensions de l'objet en bois constituent les métadonnées regroupées pour chaque site (par ex. coordonnées géographiques, altitude AMSL, bassin versant), avec les types de construction impliqués (par ex. puits, ponts) et des informations techniques sur le bois (par ex. planche, pieux, poutre, fig. 2).

Les séries de cernes ainsi mesurées ont été datées grâce au logiciel PAST 4.3 (<www.sciem.com>) et regroupées par chronologies de valeurs moyennes. La standardisation des données sur les cernes a été effectuée à l'aide du logiciel ARSTAN (*AutoRegressive STANdardization* ; Cook & Krusic 2008).

DATATIONS

Les datations dendrochronologiques peuvent donner lieu à des degrés de précision variables. Le cas idéal d'une datation à l'année près se présente lorsque le dernier cerne d'arbre est encore en place sur l'échantillon (datation sur cambium).

En présence de bois déjà dégradé ou de billes ayant été initialement travaillées (équarrissage), et bien que des cernes fassent défaut, il est dans une certaine mesure encore possible de restituer leur séquence (datations sur aubier ; Hollstein 1980). Les chênes développent entre 10 et 30 cernes d'aubier et de ce fait, un intervalle théorique d'abattage de 20 ± 10 ans pour l'aubier peut être avancé avec une précision de ± 10 ans. Dans l'illustration graphique de la figure 5b un degré de tolérance de ± 10 ans a été négligé. Une fourchette de probabilité figure dans les datations de l'anneau périphérique d'aubier listées dans le tableau 2.

Lorsque l'aubier est complètement absent, c'est le dernier cerne encore en place qui sert alors de référence pour la datation. Dans ce cas, il s'agit d'une datation sur bois de cœur susceptible d'indiquer la date d'abattage la plus précoce. Ne permettant dans le meilleur des cas, que d'avancer un *terminus post quem*, ces données n'ont pas été utilisées pour la reconstitution des dates de construction dans la figure 5b.

En règle générale, on utilise pour celle-ci le bois frais, ou mis à sécher pendant une courte durée (Hollstein 1980). De ce fait, l'année d'utilisation du bois correspond plus ou moins à son année d'abattage. Dans la figure 5 et le tableau II ne sont présentées que les années correspondant à la construction ou au renouvellement des ouvrages en bois, donc en l'occurrence la date d'abattage la plus récente, voire la datation sur aubier la plus jeune d'un ouvrage en bois.

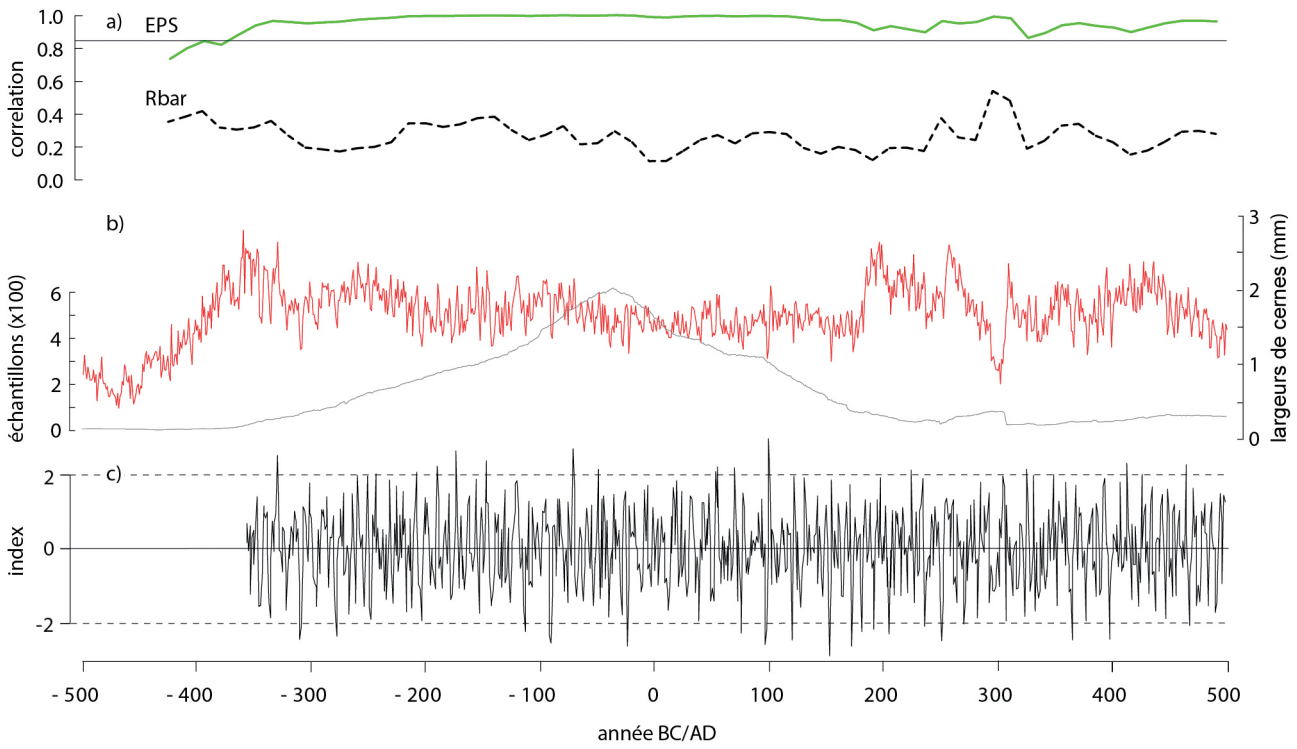

Fig. 4 - Représentation chronologique des largeurs moyennes des cernes. (a) EPS (*expressed population signal*), comme mesure restituant la variabilité commune entre les séries de cernes en fonction de la taille de l'échantillon (Valeur seuil de 0,85 ; d'après Briffa & Jones 1990) et RBar, comme corrélation moyenne entre les séries de cernes calculée pour une fenêtre temporelle de 50 ans, décalée de 25 ans vers l'arrière, (b) Courbe moyenne des séries de données brutes et taille de l'échantillonnage pour chaque année; (c) tendances corrigées des chronologies de cernes avec comme valeurs seuil le double de l'écart type. Les années situées hors de ces fourchettes sont considérées comme années extrêmes.

ensemble de données	test *t* (Baillie / Pilcher 1973)	test *t* (Hollstein 1980)	coefficient de coïncidence (%)	coefficient de corrélation (r)	chevauchement (ans)
OUEST / CENTRE	20,4	20	71,5	0,54	997
EST / OUEST	11,5	10,8	63,4	0,46	485
EST / CENTRE	12,6	11,8	65,5	0,5	485

Tab. I - Corrélations documentés pour les collectifs de données régionales.

STANDARDISATION

En observant les composantes de tendances moyennes et de basse fréquence dans la répartition des cernes de chênes, il est possible d'appréhender par décades, voire sur des périodes de plusieurs siècles, les fluctuations climatiques. De telles tendances relevées dans la croissance des arbres peuvent avoir été générées par la superposition de divers facteurs tels des modifications à long terme des conditions stationnelles (climat, sols, modifications intervenant avec le vieillissement de l'arbre ou encore des effets de concurrence au sein des peuplements), ce qui ne permet pas d'incriminer de manière tranchée une seule cause.

Des travaux sur les utilisations historiques et préhistoriques des forêts ont permis d'établir des cadres interprétatifs qui nous aident à appréhender les fluctuations dans les courbes de croissance ; ces réflexions portent notamment sur la nature des stations forestières et les conditions de croissance qui y prévalent (Billamboz 2011). C'est ainsi qu'ont pu être mis en évidence divers modes de gestion des forêts, comme par exemple le taillis. Des bois de chênes provenant de différentes périodes affichent des ruptures de croissance cycliques qui ont pu être mises en relation avec des pullulations de hannetons (Christensen 1987, Billamboz & Tegel 1998, Rohmer & Tegel 1999, Kolář *et al.* 2012). De telles informations sont primordiales pour une restitution précise des conditions climatiques basée sur des données dendrochronologiques, car elles peuvent contribuer à éliminer ou minimiser des tendances ou autres perturbations, non imputables au climat.

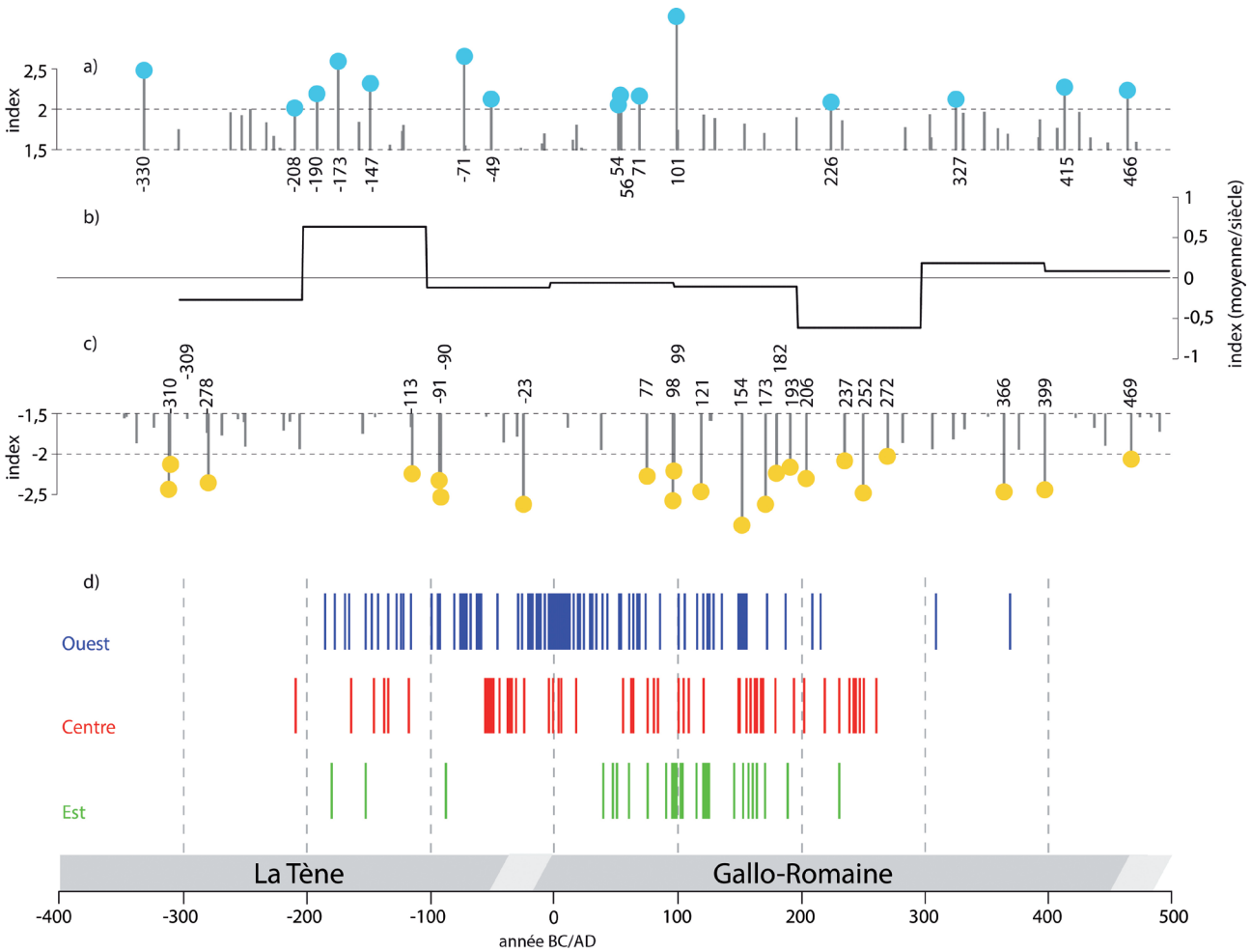

Fig. 5 - Représentation des extrêmes hydroclimatiques. (a) Extrêmes positifs supérieurs de 1,5 à 2 fois l'écart type. Les extrêmes supérieurs de 2 fois l'écart type sont représentés par des cercles ; (b) Valeur moyenne des extrêmes négatifs et positifs pour chaque siècle ; (c) extrêmes négatifs ; (d) Ouvrages datés de l'âge du Fer et de l'époque romaine pour les trois collectifs de données Ouest, Centre et Est.

Pour l'identification, l'amplification ou encore l'élimination de signaux indésirables dans la croissance des arbres, on s'appuie sur des approches statistiques faisant appel à un grand nombre de procédés de standardisation (Fritts 1976, Cook & Kairiukstis 1990). Toutes ces méthodes reposent sur des fonctions de rééquilibrage des moyennes et de filtrage permettant de conserver des signaux externes communs, relatifs au climat, tant dans le spectre des hautes que des moyennes et basses fréquences.

Pour appréhender des années extrêmes, le signal haute fréquence dans les variations interannuelles est mis en exergue, alors que les fluctuations dans le long terme sont extraites des séries. L'étude du degré d'importance et de la fréquence des années extrêmes a fait ici l'objet des approches suivantes : 1) Une « *power transformation* » ajustée aux données (Cook & Peters 1997) ; 2) l'application pour le lissage d'un filtre spline sur une longueur d'onde de 30 ans (Cook & Peters 1981), estimée au moyen d'une fonction spline cubique de lissage et 3) l'évaluation de l'écart type après une stabilisation de variance (Frank *et al.* 2007). Cette évaluation de l'écart type permet d'identifier des extrêmes négatifs ou positifs au sein de la croissance de l'arbre. Comme valeur seuil pour des années extrêmes (Battipaglia *et al.* 2010), on a défini et représenté deux niveaux correspondant pour le premier à 1,5 x l'écart type et pour le second à 2 x l'écart type (fig. 5a, b, c).

RÉSULTATS

CHRONOLOGIE DES CERNES

Les séries de données pour l'Ouest, le Centre et l'Est comportent respectivement 1 081, 408 et 211 séquences de cernes (fig. 3a). Les caractéristiques de ces séries présentent une certaine similitude entre les données Ouest et Centre, comme l'attestent les longueurs moyennes des séries (LMS), de respectivement 101 et 102 ans, alors que les croissances radiales moyennes (CRM) affichent des valeurs de 1,7 mm/an et de 1,6 mm/an (fig. 3b). En revanche la série de données « Est » se démarque

OUEST	IIe BC	Ier BC	Ier AD	IIe AD	IIIe AD	IVe AD
Autrecourt-et-Pourron	144 ± 10 / 124 ± 10	69 ± 10 / 48				
Champfleury		après 62				
Dampier-le-Château		73				
Isle-sur-Marne				171 ± 10		
Jussecourt-Minecourt				186 ± 10		
Juvigny				148 ± 10		
La Saulsotte			2			
Loisy-sur-Marne				171 ± 10		
Mairy			après 76			
Matignicourt-Goncourt			51 ± 10			
Mouzon						368
Novy-Chevrières		1 ± 10	99 ± 10			
Plichancourt				122 ± 10		
Pont-sur-Seine	après 190					
Reims		13 / 9 / 4 / 4 ± 10 / 1 ± 10 après 61 / après 9	2 / 3 / 7 / 8 / 9 / 9 / 9 / 73 1 ± 10 / 11 ± 10 / 18 ± 10 19 ± 10 / 2 ± 10 / 20 ± 10 31 ± 10 / 66 ± 10 après 20 / après 37 après 52 / après 58 après 60 / après 67 après 96	105 / 124 / 127 / 151 119 ± 10 / 134 ± 10 155 ± 10 / après 106 après 109 / après 119 après 125 / après 130 après 146 / après 151 après 164 / après 169 après 188 / après 189	207 ± 10 après 298	307
Rosnay-l'Hôpital			8			
Saint-Dizier				150		
Sillery			38 ± 10 / après 35	152 ± 10 / après 143 après 155		
Sivry-Ante				114 ± 10		
Troyes	après 156 après 116	22 / 20 / 28 ± 10 / 19 ± 10 15 ± 10 / 6 ± 10 / 5 ± 10 après 70 / après 55 après 43 / après 37 après 12 / après 10	3 / 15 / 17 / 28 / 31 / 33 59 / 63 / 6 ± 10 / 17 ± 10 23 ± 10 / 53 ± 10 / 85 ± 10 après 1 / après 2 après 46	après 150 après 188		
Vendresse	ap. 214 / 182 ± 10 170 / 167 / 152 148 / ap. 148 ap. 146 / ap. 144 117 / 135 / 127 ± 10	96 / 94 / 82 / 78 / 77 75 / 74 / 73 / 72 / 64 62 / 60 / 43 / 31 / 30 22 / 14 / 12 ± 10 / 5	2 ± 10 / 5 / 6 / 7 après 16 / 37 / 60			
Villechetif					215	
Vrigne-aux-Bois	-21 ± 10					
Warcq	-178 ± 10					

Tab. II - Datations dendrochronologiques de bois de chêne en provenance du N-E de la France. Collectif de données Ouest (Champagne). Pour chaque siècle sont présentées en premier les dates d'abattage, et ensuite les datations d'aubier et celles de bois de cœur.

par une plus forte proportion d'arbres plus âgés affichant des croissances plus faibles (LMS : 116 Jahre, CRM : 1,1 mm/an). Une chronologie de valeurs moyennes a pu être établie pour chaque région (fig. 3). La chronologie régionale « Ouest » couvre ainsi toute la période de 500 BC à 500 AD. Les séquences de cernes de la série de données Centre couvrent la période de 427 BC à 500 AD, alors que celles de la série Est portent sur les périodes de 272 BC à 213 AD ainsi que 355 à 500 AD. Se fondant sur des chronologies régionales présentant une forte concordance, on a pu établir une chronologie des valeurs moyennes pour la période de 385 BC à 500 AD, avec un minimum de 10 échantillons par année (fig. 4a et b ; tab. I). La plus forte densité d'échantillons (n = 618) est disponible pour l'année 36 BC (fig. 4b).

L'ACTIVITÉ DE CONSTRUCTION

Pour la période de 500 BC à 500 AD il a été possible d'identifier avec précision les années de construction et de réparation de 216 ouvrages en bois (fig. 2 et 5). Pour ces périodes, une compilation des années de construction permet de mesurer quantitativement l'importance de ces activités pour chacun des trois séries de données Ouest, Centre et Est fig. 5 ; tab. II, III et IV).

Malgré le nombre important de fouilles d'habitats et de nécropoles du Premier âge du Fer et du début du Second âge du fer, les données dendrochronologiques restent rares (Dumont *et al.* 2000, Laurelut *et al.* 2007). Ce décalage semble surtout lié à l'implantation préférentielle des

CENTRE	IIIe BC	IIe BC	Ier BC	Ier AD	IIe AD	IIIe AD
Arlon					154 ± 10 / 193 ± 10	229 ± 10 / 249 ± 10
Art-sur-Meurthe		146	57			
Atton		158 ± 10				
Basse-Ham				après 68		
Bayon						
Boust						
Bouxières-aux-Chênes			39 ± 10 / 25 ± 10			
Ecrouves				après 61		
Ennery						
Fameck				75 ± 10		
Flavigny-sur-Moselle						
Flevy		166	56 / 55/ 54 / 52 / 51 / 50 46 / 38 / 37 / 36 / 33 / 32			
Florange			6 / 3 ± 10	3 ± 10		
Grigny					158 / 161 ± 10 / 162 ± 10 après 139 / après 168 après 179 / après 139	201 241
Illange		119				
Jarny			après 45			
Lamath						201 ± 10
Lucy			3	4 / 15 / 54 / 61 62 / 80 / 82		
Ludres						242
Mageroy					147 / 105 ± 10 105 ± 10 / 166 ± 10	238 ± 10 259 ± 10
Metz-Amphithéâtre					249	
Metz-Boulevard Paixhans					119 / 168 / 177	249
Metz-Rue Taison (Neyses 1990)		110	55			
Ste-Marie-aux-Chênes			après 2			
Sarrebourg-Parcour de Canoë						246
Sarrebourg-Ilot de la Paix				82 / 83 / 100	108	
Sarrebourg-Rue du Sauvage						218 ± 10
Semècourt-La Fontaine Chaudron					148 ± 10	
Tragny					après 167	
Trémery	211 ± 10	136				
Vaucouleurs						après 252
Vittel		139				

Tab. III - Datations dendrochronologiques de bois de chêne en provenance du N-E de la France. Collectif de données Centre (Lorraine). Pour chaque siècle sont présentées en premier les dates d'abattage, et ensuite les datations d'aubier et celles de bois de cœur.

EST	IIIe BC	IIe BC	Ier BC	Ier AD	IIe AD	IIIe AD
Bernolsheim		180 / 156				
Arlon				après 24		
Erstein				49 / 33 ± 10 46 ± 10		
Horbourg-Wihr				68 90 97 96 après 91 95	101 / 102 / 103 / 144 151 / 156 / 159 / 163 170 / 188 / 114 ± 10 120 ± 10 / 121 ± 10 122 ± 10 / après 124 après 159	230 ± 10 après 220
Offenburg				74 ± 10	123 ± 10	
Sand					après 137	
Saverne		89 ± 10				

Tab. IV - Datations dendrochronologiques de bois de chêne en provenance du N-E de la France. Collectif de données Est (Alsace). Pour chaque siècle sont présentées en premier les dates d'abattage, et ensuite les datations d'aubier et celles de bois de cœur.

habitats sur des positions topographiques sèches, et probablement aussi aux gabarits de bois plus modestes utilisés dans la construction ; ils sont moins enclins à se conserver, en raison de leur faible diamètre, et ce même en contexte humide.

Ce n'est qu'à partir de la fin du troisième siècle que des constructions en bois sont documentées, comme l'atteste la datation d'un puits laténien à Trémery (211 ± 10 BC), que précède une période d'environ 250 ans de très faible activité de construction documentée par du bois conservé.

Le second siècle avant J.-C., avec 27 datations, est particulièrement bien représenté dans les séries Ouest (tab. II) et Centre (tab. III). Parmi celles-ci, 12 datations se rapportent au site de Vendresse (*cf*. fig. 1b) et s'inscrivent dans le créneau 182 à 117 BC. Les séries Est (tab. IV), n'ont quant à elles livré que 3 datations, dont deux dates d'abattage pour Bernolsheim (180 et 156 BC) et une datation d'aubier pour Saverne (89 ± 10 BC). Les activités de construction connaissent un véritable essor sous le règne de l'Empereur Auguste. Cet essor perdure dans la région Ouest jusque vers le milieu du premier siècle de notre ère. À l'échelle régionale, les plus anciennes cités romaines dont il a été possible de dater certaines constructions sont les villes de Troyes (*Augustobona*) et de Reims (*Durocortorum*), qui ont livré comme dates les années 22 et 13 BC. Si pour la cité romaine de *Divodurum* (Metz) il n'existe aucune donnée remontant au règne d'Auguste, des datations ciblant les fortifications de l'*oppidum* laténien y ont livré comme dates de construction les années 110 BC et 55 BC (Faye *et al*. 1990).

La série de données Est rend compte d'activités de construction qui ne s'affirment que dans la première partie du premier siècle BC, comme en témoignent les datations livrées par les sites de Dambach, Erstein et Horbourg-Wihr. Le règne d'Auguste a été marqué dans le Rhin Supérieur par l'édification des fortifications romaines de Strasbourg (*Argentorate*) et de Biesheim (*Argentovaria*) (Girardclos & Petit 2007). Des indices dendrochronologiques d'habitations civiles font défaut pour la durée d'environ un siècle qui sépare les deux datations d'aubier livrées par les sites de Saverne (89 ± 10 BC) et d'Erstein (33 ± 10 AD).

Pour les trois séries de données, on observe que les activités de construction connaissent un déclin vers la moitié du IIIe siècle AD, avec une nette rupture à partir de la seconde partie de ce siècle. Les dates de construction les plus tardives du IIIe siècle AD correspondent à des dates d'abattage documentées pour 246 AD à Sarrebourg et 249 AD pour Metz alors qu' en Belgique, des datations d'aubier ont été enregistrées pour 249 ± 10 AD à Arlon et 259 ± 10 AD pour Mageroy en Wallonie. Les séries de données Ouest et Est n'ont restitué que 3 datations pour la première partie du IIIe siècle AD, à savoir Reims 207 ± 10 AD ; Villechetif 215 AD ; Horbourg-Wihr 230 ± 10 AD). Les dates d'abattage les plus récentes documentées pour des puits romains du IIIe siècle AD en rive droite du Rhin proviennent de la cité romaine de Rainau-Buch (254 AD) en Baden-Wurttemberg. D'autres datations « récentes » sont uniquement issues des sites alémaniques, vers 300 AD (fig. 5d, B-W ; Billamboz 2009).

La période suivante, s'étendant jusqu'au VIe siècle AD, n'a en revanche livré que deux datations concernant des pieux pour Reims (307 AD, fig. 1d) et Mouzon (368 AD). Les datations dendrochronologiques font totalement défaut pour le Ve siècle dans les trois régions concernées. Une datation sur bois de cœur postérieure à 461 AD à Bayon provient d'une pirogue dont la construction est probablement intervenue au cours du VIe siècle AD. Des constructions en bois commencent à nouveau à se multiplier à partir du VIe siècle dans les trois régions (Tegel & Peytreman 2011).

EXTRÊMES DE PLUVIOSITÉ

Nous avons observé l'intensité et la répartition chronologique de 113 années extrêmes mises en évidence par la croissance de chênes du Nord-Est de la France au sein d'une période comprise entre 350 BC et 500 AD (fig. 5). Ont été considérées comme années extrêmes 59 années pour lesquelles les pluviosités étaient inférieures de deux écarts types par rapport à la moyenne, et 54 autres années pour lesquelles la pluviosité était supérieure de deux écarts types à la moyenne (fig. 4c). De la sorte on disposait d'un effectif bien équilibré d'années extrêmes, étalé sur une période de 850 ans. Comme années d'extrêmes absolus on peut noter que l'an 154 AD fut nettement le plus sec, alors que l'année la plus pluvieuse intervint en 101 AD. On relève aussi au sein des chronologies régionales Ouest, Centre et Est les années 91 et 90 BC comme années consécutives ayant affiché une très faible croissance, tout comme les années 23 BC et 98 AD.

On note encore que les extrêmes positifs (humides, *cf*. ci-dessous) sont relativement plus fréquents au cours de la première moitié du second siècle BC ainsi que vers la fin du premier siècle AD (fig. 5a). Par la suite, on assiste au cours du siècle qui a suivi à une nette augmentation des années à extrêmes négatifs (c'est-à-dire secs, *cf*. ci-dessous). Entre 272 AD et 500 AD n'ont enregistrés que 3 extrêmes négatifs et trois extrêmes positifs.

Des analyses portant sur des chênes contemporains d'Europe de l'Ouest ont montré que les flux d'Ouest en provenance de l'Atlantique Nord s'accompagnent d'une plus grande humidité du sol, ce qui contribue en période de végétation

à « booster » la croissance des arbres (Kelly *et al*. 2002). Toute sécheresse en début de période végétative a pour effet de freiner fortement la croissance (Büntgen *et al*. 2011, Kelly *et al*. 2002). Les extrêmes documentés pour l'ensemble du Nord-Est de la France ont également été enregistrés dans bien d'autres régions d'Europe Occidentale. C'est ainsi que l'été très sec de 1976 s'est traduit par une croissance très faible dans pratiquement tous les peuplements situés au Nord des Alpes. En revanche l'été caniculaire 2003, considéré comme le plus sec de tout le siècle, n'a pas laissé de signature dendrochronologique très marquée, car le printemps qui le précédait était assez arrosé (pour les mois de mai et juin). Les extrêmes négatifs de la période romaine qui sont présentés ci dessous sont indicateurs d'une grande sécheresse printanière, alors que les extrêmes positifs sont révélateurs d'excédents de pluviosité durant les premiers mois de démarrage de la végétation.

DISCUSSION

Les années de construction restituées grâce à la dendrochronologie peuvent être considérées comme des indicateurs fiables de l'activité de construction dans la zone d'étude. On ne peut cependant exclure que des données importantes fassent défaut dans les 1702 séries sur lesquels se base la présente étude.

Au second siècle BC, on a assisté à un changement fondamental dans l'habitat, devenant véritablement permanent. Cette période a été marquée par de nouvelles agglomérations et établissements ruraux qui auront une durée de vie de plusieurs générations (par exemple Vendresse) et dans lesquels les constructions seront reconstruites au même endroit. Dans le même temps de nouvelles pratiques économiques, notamment agricoles, vont requérir d'autres infrastructures pour le stockage des céréales ; les greniers sur poteaux se multiplient (*cf*. Gransar 2000 dans Marion & Blancquaert 2000). Cela se traduit par la multiplication de sites qui livrent des ouvrages en bois à partir du second siècle avant J.-C. (Laurelut *et al*. 2002a). C'est d'ailleurs aussi dans la première moitié du second siècle avant notre ère que deux ponts, respectivement sur la Meuse (Warcq) et la Seine (Pont-sur-Seine) sont construits.

Avec l'avènement de l'Empire sous Auguste la romanisation des campagnes va s'imposer dans l'Est de la France, comme le montrent les changements intervenus sur le plan architectural

À en croire certains archéologues, l'emprise romaine sur la Gaule à partir de 58 – 52 BC n'aurait pas eu d'effets négatifs sur le développement de l'occupation humaine et les activités économiques, bien au contraire (Rieckhoff 2012).

Pour la région Champagne-Ardenne (Collectif de données Ouest) on observe néanmoins que la Guerre des Gaules s'est traduite par un recul des activités de construction. Mais les constats diffèrent pour l'Alsace et le Bade-Wurtemberg (Billamboz 2009) où on assiste à un essor des constructions, juste après l'an 200 BC, sans pour autant que cette tendance perdure jusqu'au règne d'Auguste. Pour le siècle précédant notre ère, les dates d'abattage font quasiment défaut, suggérant une occupation humaine peu prononcée

Le premier et le second siècle de notre ère ont livré un excellent matériel dendrochronologique pour l'ensemble du secteur géographique étudié, avec des données de bien meilleure qualité que celles obtenues ultérieurement pour les époques médiévale et moderne. Un net recul de l'activité de construction est mis en évidence grâce aux données, à partir du milieu du IIIe siècle (fig. 5). Ce constat ne doit sans doute rien au hasard, eu égard à la crise qui a marqué cette époque dans les provinces romaines du Nord de la Gaule (Christie 2011, 14–20). La question de l'ampleur de cette crise et de sa portée au sein de l'Empire Romain fait débat (Witschel 1999, Ruffing 2008, Körner 2011, 92). Mais les symptômes d'une instabilité croissante, tant sur le plan politique que militaire dans les zones limitrophes sont une réalité. Affaiblies par des conflits permanents, guerres civiles et usurpations des droits spécifiques aux peuples gaulois, ces provinces romaines ont ainsi créé un terrain favorable aux invasions barbares qui surviennent à partir de 260 AD, alors que l'inflation et des exodes n'ont fait que parachever cette situation de crise larvée. Comme le suggère Christian Witschel, s'il est bien des régions affectées par une crise abrupte, ce sont celles du Nord de la Gaule et des Provinces limitrophes, qui furent durement touchées (Witschel 1999, 331–335).

Cette crise et les invasions qui lui sont associées se sont diversement répercutées sur les occupations humaines des campagnes selon les régions. Il n'existe que peu de vestiges relatifs à ces destructions qui d'évidence n'ont affecté qu'une partie des sites. Si pour le Nord de la Gaule on connaît quelques destructions massives d'habitations datées de la seconde partie du IIIe siècle, il est un fait que près de la moitié des habitats documentés n'ont subi aucune destruction. Des *villae* ont pu être abandonnées pour un certain temps ; des habitats ont parfois été reconstruits. Cela incite à considérer que s'il y a certes eu une certaine rupture dans l'activité de construction sans que pour autant on puisse parler d'une véritable désertion des zones alors habitées (Van Ossel 1992, 173, carte XXVI).

Les résultats des fouilles de grands sites romains et autres structures d'habitations réalisées

récemment donnent lieu à une image différenciée. Des villes n'ont ainsi pas systématiquement été désertées, mais leurs zones habitées ont souvent été réduites. En revanche des habitations en pleine campagne ont pu être complètement abandonnées.

L'insécurité qui régnait dans les campagnes, l'exode rural et la destruction des infrastructures agricoles (Witschel 1999, 333 ; Haas 2006, 101) ont du rendre plus compliqués l'abattage et le ravitaillement en bois.

L'absence de données d'abattage dans le secteur géographique à partir du milieu du IIIe siècle peut donc être une illustration dendrochronologique de la crise qui a secoué ce siècle. Un regain d'activité de construction ne s'est pas exprimé après ce IIIe siècle, ce qui est étonnant, car au même moment la capitale seconde de la Gaule Belgique, Trêves, connaissait son apogée de fin d'Antiquité (Christie 2011, 127–129). Il faut d'ailleurs aussi souligner que les deux seules dates proviennent de Reims et d'une probable fortification (Mouzon).

La période chaude aussi qualifiée d'Optimum de l'époque romaine est largement reconnue et attestée par diverses études (Mc Cormick *et al*. 2012, Ge *et al.* 2003; PAGES 2k Consortium 2013). On considère que dans l'ensemble, la période s'échelonnant de la fin de l'âge du Fer jusqu'à la fin de l'Antiquité jouissait de conditions climatiques très favorables en Europe. Dans les Alpes, les glaciers se sont retirés alors que la forêt atteignait des étages altitudinaux encore plus élevés qu'actuellement (Nicolussi 2009). Un rafraîchissement des étés est intervenu à partir du milieu du IIIe siècle AD qui s'est traduit par des fluctuations de la pluviosité bien plus marquées, et faisant transition vers des périodes plus sèches et plus fraîches au VIe siècle, donc au Haut Moyen Âge (Büntgen *et al*. 2011).

Les années extrêmes restituées à partir des séries de cernes livrent de précieux éclairages quant aux pluviosités extrêmes au sein de ce secteur géographique, lesquelles renseignent indirectement sur les rendements agricoles. La période comprise entre le milieu du IIIe siècle avant J.-C. et le milieu du siècle suivant s'est ainsi distinguée par une grande fréquence d'extrêmes positifs. On ne peut cependant en conclure que cela a vraiment contribué à une hausse des rendements. Mais il est un fait que cette période a connu un net essor des activités de construction et autres activités humaines (fig. 5; Laurelut *et al*. 2002b).

Une période climatique favorable pour le second siècle BC se démarque dans la courbe des valeurs moyennes évaluées à partir des extrêmes positifs et négatifs, alors qu'une phase défavorable se dégage pour les second et troisième siècles AD (fig. 5b). Il apparaît également que la fin de l'Antiquité est largement dépourvue d'extrêmes hydroclimatiques. Les années extrêmes documentées suggèrent que l'agriculture de la Gaule était confrontée à de grandes sécheresses, au moment même où l'Empire Romain connaissait son apogée.

CONCLUSION

Les résultats de cette politique volontariste n'ont rien de miraculeux dans leur application mais sont l'exemple d'une démarche sur la très longue durée. Dès lors que les premiers référentiels sont établis, chaque nouvelle découverte les affine encore et augmente exponentiellement le potentiel d'exploitation. Cette politique nécessite, de la persévérance constante sur plusieurs décennies, afin de dépasser les objectifs à court terme trop souvent mis en avant par les diverses institutions. Signalons aussi que l'investissement est extrêmement modeste par rapport à celui nécessité par d'autres approches

Trente ans après, ces régions réputées sèches sont devenues de fait celles où les référentiels sont les plus avancés sur le plan statistique, et cela à l'échelle européenne. Les référentiels se sont construits et continuent d'être alimentés à un rythme inégal, mais chaque année une ou plusieurs séries de bois archéologiques et quelques dizaines de bois subfossiles viennent les renforcer. Beaucoup d'échantillons mesurés restent « en attente » parmi ces bois subfossiles mais chaque nouvelle découverte augmente les chances de débloquer leur datation. En fonction des périodes, les progrès réalisés dans le nombre d'échantillons disponibles et le nombre de cernes mesurés permettent de passer, soit à une première datation, soit à un premier référentiel, soit à une première exploitation statistique pour le paléo-climat, voire à une première analyse de l'activité de construction.

L'état actuel de ces référentiels permet aujourd'hui de dater la majeure partie des bois archéologiques. À court ou moyen terme, même des bois individuels ou possédant des séries de cernes assez courtes pourront être datés. Notons aussi que la datation de fragments de charbon de bois, qui ont souvent quelques dizaines de cernes, peut être envisagée grâce à un bon référentiel local.

D'autres thématiques de recherche que celles développées ici (gestion de la forêt, insectes, activité fluviale, transport du bois, etc.), encore sous-estimées et sous-exploitées, accroissent leur potentiel au fur à mesure que ces référentiels se développent.

Il faut néanmoins souligner que ce travail est en grande partie dépendant de l'exploitation des gravières. Dans les deux prochaines décennies, celle-ci va progressivement disparaître dans bon nombre de vallées et il est donc fondamental d'accélérer ces programmes avant qu'il ne soit définitivement trop tard.

BIBLIOGRAPHIE

BAILLIE Michael G.L. & PILCHER Jonathan R. (1973) - « A simple crossdating program for tree-ring research ». *Tree-Ring* Bull. 33, p. 7-4.

BATTIPAGLIA Giovanna, FRANK David, BUENTGEN Ulf, DOBROVOLNÝ Petr, BRÁZDIL Rudolf, PFISTER Christian & ESPER Jan (2010) - « Five centuries of Central European temperature extremes reconstructed from tree-ring density and documentary evidence ». *Global and Planetary change* 72, p. 182–191.

BILLAMBOZ André (2006) - « Dendroarchäologische Untersuchungen in den neolithischen Ufersiedlungen Hornstaad-Hörnle » dans B. DIECKMANN, A. HARWATH, J. HOFFSTADT (Hrsg.), *Hornstaad-Hörnle IA*. Siedlungsarchäologie im Alpenvorland 9 ; Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 98 (Stuttgart 2006) p. 297–414.

BILLAMBOZ André & KÖNINGER Joachim (2008) - « Dendroarchäologische Untersuchungen zur Besiedlungs- und Landschaftsentwicklung im Neolithikum des Ouestlichen Bodenseegebietes » dans W. DÖRFLER/J. MÜLLER (Hrsg.), *Umwelt – Wirtschaft. Siedlungen im dritten vorchristlichen Jahrtausend Mitteleuropas und Südskandinaviens*. Offa 84, p. 317–333.

BILLAMBOZ André (2009) - « Der Stand der Dendrochronologie für die Römerzeit in Baden-Württemberg » dans J. BIEL, J. HEILIGMANN, D. KRAUSSE (Hrsg.), *Landesarchäologie*. Festschrift für Dieter Planck zum 65. Geburtstag. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 100 (Stuttgart), p. 655–676.

BILLAMBOZ André (2011) - « Applying dendro-typologie to large timber series » dans P. FRAITURE (Hrsg.), *Tree Rings, Art, Archaeology*. Proceedings of an international Conference. Brussels, 10–12 February 2010 (Brussels), p. 177–188.

BILLAMBOZ André & TEGEL Willy (1998) - « Die dendrochronologische Datierung der keltischen Brunnenschächte von Riedlingen „Klinge", Kreis Biberach », *Archäologische Ausgrabungen in Baden Württemberg* 1997, p. 73–76.

BRÁZDIL Rudolf, PFISTER Christian, WANNER Heinz, VON STORCH Hans & LUTERBACHER Jürg (2005) - « Historical climatology in Europe », *The State of the Art. Climatic Change* 70, p. 363-430.

BRIFFA Keith & JONES Philip (1990) - « Basis chronology statistics and assessment » dans E. R. COOK und L. A. KAIRIUKSTIS (Hrsg.), *Methods of Dendrochronology: Applications in the Environmental Sciences* (Dordrecht) p. 137–162.

BÜNTGEN Ulf, ESPER Jan, FRANK David C., NICOLUSSI Kurt & SCHMIDHALTER Martin (2005) - « A 1052-year tree-ring proxy for Alpine summer temperatures ». *Climate Dynamics* 25, p. 141–153.

BÜNTGEN Ulf, FRANK David C. & GRUDD Hakan, ESPER Jan (2008) - « Long-term summer temperature variations in the Pyrenees », *Climate Dynamics* 31, p. 615–631.

BÜNTGEN Ulf, FRANKE Jörg, FRANK David C., WILSON Rob, GONZALES-ROUCO Fidel, ESPER Jan (2010) - « Assessing the spatial signature of European climate reconstructions », *Climate Research* 41, p. 125–130.

BÜNTGEN Ulf, TEGEL Willy, NICOLUSSI Kurt, MCCORMICK Michael, FRANK David C., TROUET Valerie, KAPLAN Jed, HERZIG Franz, HEUSSNER Uwe, WANNER Heinz, LUTERBACHER Jürg, ESPER Jan (2011) - « 2500 years of European climate variability and human susceptibility », *Science* 331, p. 578–582.

BÜNTGEN Ulf, KYNCL Tomas, GINZLER Christian, JACKS David S., ESPER Jan, TEGEL Willy, HEUSSNER Karl U., KYNCL Josef (2013) - *Filling the Eastern European gap in millennium-long temperature reconstructions*. Proceedings of the National Academy of Sciences, USA. <doi:10.1073/pnas.1211485110>

CHRISTENSEN Kjeld (1987) - « Tree rings and insects: the influence of cockchafer on the development of growth ring in oak trees », dans R. G. W. WARD (Hrsg.), *Applications of tree-ring studies*. BAR 333 (Oxford), p. 142–154.

CHRISTIE Neil (2011) - *The Fall of the Ouestern Roman Empire. An archaeological and historical Perspective* (London).

COOK Edward R. & KAIRIUKSTIS Leonardas A. (1990) - *Methods of dendrochronology: Applications in environmental science* (Dordrecht).

COOK Edward R. & KRUSIC Paul. J. (2008) - *Program ARSTAN. A Tree-Ring Standardization Program Based on Detrending and Autoregressive Time Series Modeling, with Interactive Graphics* [ARSreadme.doc] <www.ldeo.columbia.edu/tree-ring-laboratory/resources/software>

COOK Edward R. & PETERS Kenneth (1981) - « The smoothing spline : A new approach to standardizing forest interior tree-ring width series for dendroclimatic studies », *Tree-Ring* Bull. 41, 1981, 45–53.

COOK Edward R. & PETERS Kenneth (1997) - « Calculating unbiased tree-ring indices for the study of climatic and environmental change », *The Holocene* 7, p. 361–370.

ČUFAR Katarina, DE LUIS Martin, ECKSTEIN Dieter, KAJFEŽ-BOGATAJ Lučka (2008) - « Reconstructing dry and wet summers in SE Slovenia from oak tree-ring series » *Int J Biometeorol* 52, p. 607–615.

DRINKWATER John F. (1983) - *Roman Gaul. The three provinces, 58 BC–AD 260* (Ithaca, New York).

DUMONT Annie, TEGEL Willy & TREFFORT Jean-Michel (2000) - « Neue dendrochronologische Datierungen hallstattzeitlicher Hölzer aus Hattstatt „Ziegelscheuer" im Elsaß », *Nachrichtenblatt Arbeitskreis Unterwasserarchäologie* 7, 84–88.

ESPER Jan, FRANK David C., TIMONEN Mauri, ZORITA Eduardo, WILSON Rob J.S., LUTERBACHER Jürg, HOLZKÄMPER Steffen, NIEVERGELT Daniel, VERSTEGE Anne, BÜNTGEN Ulf (2012) - *Orbital forcing of tree-ring data*. Nature Climate Change 2, 862–866. <doi: 10.1038/NCLIMATE1589>

FAYE Olivier, GEORGES Muriel &, THION Pierre (1990) - « Des fortifications de La Tène à Metz (Moselle) », *Trierer Zeitschrift* 53, 55–125.

FRANK David, ESPER Jan, COOK Edward R. (2007) - *Adjustment for proxy number and coherence in a large-scale temperature reconstruction*. Geophys. Res. Lett. 34,, L16709. doi:10.1029/2007GL030571

FRIEDRICHS Dagmar, BÜNTGEN Ulf, ESPER Jan,

FRANK David, NEUWIRTH Burkhard, LÖFFLER Jörg, (2009) - « Complex climate controls on 20th century oak growth in Central-West Germany », *Tree Physiology* 29, p. 39-51.

FRITTS Hal (1976) - *Tree-Rings and Climate* (London u.a.).

GE Quansheng, ZHENG Jingyun, FANG Xiuqi, MAN Zhimin, ZHANG Xueqin, ZHANG Piyuan, WANG Wei-Chyung (2003) - « Winter half-year temperature reconstruction for the middle and lower reaches of the Yellow River and Yangtze River, China, during the past 2000 years », *The Holocene* 13, p. 933–940.

GIRARDCLOS Olivier, PETIT Christophe (2007) - « Dendro-archaeological contribution to the history of forest exploitation. The case of the Gallo-Roman settlement of Oedenburg (Alsace, France) between 10 and 180 AD », dans Pascal FRAITURE (Hrsg.) - *Tree Rings, Art*, Archaeology. Proceedings of an international Conference. Brussels, 10–12 February 2010 (Brussels 2011), p. 77–95.

HAAS Jochen (2006) - *Die Umweltkrise des 3. Jahrhundert n. Chr. im Nordwesten des Imperium Romanum. Interdisziplinäre Studien zu einem Aspekt der allgemeinen Reichskrise im Bereich der beiden Germaniae sowie der Belgica und der Raetia.* Geographica historica 22 (Stuttgart).

HOLLSTEIN Ernst (1980) - *Mitteleuropäische Eichenchronologie*. Trierer Grabungen und Forschungen XI, 274 (Mainz).

KELLY Michael, LEUSCHNER Hanns Hubert, BRIFFA Keith R., HARRIS Ian C. (2002) - « The climatic interpretation of pan-European signature years in oak ring-width series », *The Holocene* 12.6, p. 689–694.

KOLÁŘ Tomás, RYBNÍČEK Michal, TEGEL Willy (2012) - « Dendrochronological evidence of cockchafer (Melolontha sp.) outbreaks in subfossil tree-trunks from Tovačov (CZ Moravia) », *Dendrochronologia* 31, 2013, p. 29–33.

KÖRNER Christian (2011) - « Transformationsprozesse im Römischen Reich des 3. Jahrhunderts n. Chr. », *Millennium* 8, p. 87–123.

LAURELUT Christophe, TEGEL Willy, VANMOERKERKE Jan (2002a) - « Repères dendrochronologiques et aspects de la technologie du bois pour le fin de l'âge du fer dans les bassins de la Meuse et de la Moselle », Société Archéologique Champenoise, Mémoire n° 16, Supplément. Actes du XXVe Colloque de l'AFEAF. *Repas des vivants et nourriture pour les morts en Gaule* (Charleville-Mézières 2001) 15–22.

LAURELUT Christophe, TEGEL Willy, VANMOERKERKE Jan (2002b) - « Archäodendrologische Untersuchungen späteisenzeitlicher Bauholzbefunde aus den Regionen Lothringen und Champagne-Ardennen », *Nachrichtenblatt Arbeitskreis Unterwasserarchäologie* 9, p. 35–42.

LAURELUT Christophe, TEGEL Willy, VANMOERKERKE Jan (2007) - « Les IVe et IIIe siècles avant notre ère en Champagne-Ardenne : l'apport de la chronologie absolue » dans C. MENNESSIER-JOUANNET, A.-M. ADAM et P.-Y. MILCENT (Hrsg.) - *La Gaule dans son contexte Européen aux IVe et IIIe s. av. n. e.* Actes du XXVIIe colloque international de l'Association Française pou l'Étude de l'âgege du Fer, Clermont-Ferrand 2003 (Lattes) p. 237–240.

MARION Stéphane & BLANCQUAERT Geertrui (2000) - *Les installations agricoles de l'âge du fer en France septentrionale*. Études d''histoire et d'archéologie 6 (Paris).

MC CORMICK Michael, BÜNTGEN Ulf, CANE Mark A., COOK Edward R., HARPER Kyle, HUYBERS Peter, LITT Thomas, MANNING Sturt W., MAYEWSKI Paul Andrew, MORE Alexander F.M., NICOLUSSI Kurt, TEGEL Willy (2012) - « Climate Change during and after the Roman Empire : Reconstructing the Past from Scientific and Historical Evidence », *Journal of Interdisciplinary History* 43, p. 169–220.

NICOLUSSI Kurt (2009) - « Alpine Dendrochronologie – Untersuchungen zur Kenntnis der holozänen Umwelt- und Klimaentwicklung », dans R. SCHMIDT, C. MATULLA, R. PSENNER (Hrsg.) - *Klimawandel in Österreich. Alpine Space - man & environment* 6 (Innsbruck), p. 41–54.

PAGES 2k Consortium (2013) - D. S. KAUFMAN *et al.*, *Continental-scale temperature variability during the past two millennia*. Nature Geoscience 6, 2013, 339–346. http://dx.doi.org/10.1038/ngeo1797

REDDE Michel 2011 - « Vetera et nova » dans REDDE Michel, BARRAL Philippe, FAVORY François, Guillaumet Jean-Paul, JOLY Martine, MARC Jean-Yves, NOUVEL Pierre, NUNINGER Laure, PETIT Christophe (eds.), *Aspects de la Romanisation dans l'Est de la Gaule* 2. Bibracte 21 (Glux-en-Glenn), p. 929–936.

RIECKHOFF Sabine (2012) - « Zusammenprall der Kulturen? Kelten, Römer, Germanen » *dans Die Welt der Kelten. Zentren der Macht – Kostbarkeiten der Kunst* (Stuttgart), p. 434–442.

ROHMER Pascal & TEGEL Willy (1999) - « Aménagements en bois dans un ancien lit de la Seille (Metz, Boulevard Paixhans). Étude d'un ouvrage en milieu fluvial et aspects dendroécologiques du bois d'œuvre », *Nachrichtenblatt Arbeitskreis Unterwasserarchäologie* (NAU) 6, (Freiburg), p. 21–25.

RUFFING Kai (2008) - Die Wirtschaft. In: K.-P. Johne, U. Hartmann, K. Gerhardt (Hrsg.): Die Zeit der Soldatenkaiser. Krise und Transformation des Römischen Reiches im 3. Jahrhundert n. Chr. (235–284) (Berlin 2008) 817–841.

TEGEL Willy (2013) - *Jahrringe, Klima und Gesellschaft. Beiträge zur Rekonstruktion holozäner Klima- und Kulturgeschichte in Mitteleuropa* (Diss. Freiburg 2013).

TEGEL Willy & PEYTREMAN Edith (2011) - « Une référence pour les datations dendrochronologiques dans le nord-est de la France. Les puits à eau du premier moyen âge de Sermersheim (F-Bas-Rhin) » dans CATTEDU Isabelle, P. de Vingo, Nissen Aubert Anne (Hrsg.) - *On the road again – L'Europe en mouvement*. Archaology and rural landscape. Rural settlements in their natural, economical ans social environment. 4e Congrès international d'archéologie médiévale et moderne, Paris (France) 3-8 septembre 2007 (Genoa), p. 125–136.

TEGEL Willy, VANMOERKERKE Jan & BÜNTGEN Ulf (2011) - « Updating historical tree-ring records for climate reconstruction », *Quaternary Science Reviews* 29, p. 1957–1959.

TEGEL Willy & YUPANQUI-WERNER Manuel (1999) - « Neue römische Bauholzfunde aus Offenburg. Römische Brücke, Hafen oder Uferverbauungen? », *Nachrichtenblatt Arbeitskreis Unterwasserarchäologie* 5, p. 59–61.

VAN OSSEL Paul (1992) - *Établissements ruraux de l'Antiquité tardive dans le nord de la Gaule*. Gallia, Supplement 51 (Paris).

WITSCHEL Christian (1999) - *Krise – Rezession – Stagnation?* Der Westen des römischen Reiches im 3. Jahrhundert n. Chr. (Frankfurt/M. 1999).

Les auteurs

Willy TEGEL
Institut für Forstwissenschaften/Waldwachstum (IWW)
Universität Freiburg
D - 79106 Freiburg

Jan VANMOERKERKE
Archäologischer Dienst Champagne-Ardenne (DRAC/S.R.A.)
F - 51037 Châlons-en-Champagne

Dietrich HAKELBERG
Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL)
CH - 8903Birmensdorf

Ulf BÜNTGEN
Oeschger Centre for Climate Change Research (OCCR)
Universität Bern
CH - 3012 Bern

Résumé

Les bois archéologiques restituent grâce à leurs séries de cernes des informations précises sur l'histoire du climat et d'autres éléments tels que les techniques de construction. Les analyses présentées ci-dessous se réfèrent à une étude dendrochronologique de 1 702 séries de cernes de chênes émanant de vestiges de bois collectés dans le Nord-Est de la France, précisément dans les régions de Champagne-Ardenne, de Lorraine et d'Alsace. Ces trois régions connaissent un développement soutenu des activités de construction à partir du second siècle av. J.-C, qui perdure jusque vers la fin du IIIe siècle. Les circonstances de cet essor, ses fluctuations qu'il enregistre et son déclin font l'objet d'une discussion, dans le contexte chronologique de la fin de l'âge du Fer et de l'Époque romaine. Ces séries de cernes ont permis de reconstituer les valeurs extrêmes de précipitations au printemps. Il apparaît que les printemps étaient relativement bien arrosés au cours du second siècle av. J.-C,, ainsi qu'au cours du premier siècle de notre ère. En revanche, de grandes sécheresses ont régulièrement affecté la période comprise entre la fin du premier siècle de notre ère et la seconde moitié du IIIe siècle.

Mots clés : bois, chêne, datation, dendrologie, dendrochronologie, climat, précipitations, construction, âge du Fer, époque romaine.

Abstract

The tree-rings observed in wood recovered from archaeological excavations can yield precise information on the history of the climate, as on other elements such as building techniques. The analyses described below are related to the dendrochronological study of 1702 ring series of oaks coming from the remains of wood collected in North Eastern France, more precisely in the regions of Champagne-Ardenne, Lorraine and Alsace. In these three regions, one observes a constant expansion of building activity from the 2nd century B.C., up until around the end of the 3rd century A.D. The circumstances of this rapid growth, its fluctuations and decline, are discussed within the chronological framework of the Late Iron Age and the Roman period. These ring series make it possible to chart the highest and lowest values of spring rainfall. It appears that during the 2nd century B.C., as well as during the 1st century A.D., spring rainfall was relatively heavy. On the other hand, severe droughts regularly affected the period between the end of the 1st century A.D. and the second half of the 3rd century.

Keywords : wood, oak, dating, dendrology, dendrochronology, climate, rainfall, construction, La Tène, Roman period.

Traduction : Margaret & Jean-louis CADOUX

Zusammenfassung

Dank seiner Jahresringe liefert archäologisches Holz präzise geschichtliche Informationen z.B. zum Klima oder anderen Elementen wie den Bautechniken. Die nachstehend präsentierten Analysen beziehen sich auf die dendrochronologische Studie von 1702 Bohrkernen von Eichenholzobjekten aus Nordostfrankreich, genauer gesagt den Regionen Champagne-Ardenne, Lothringen und dem Elsass. In diesen drei Regionen ist ab dem 2. Jh. v. Chr. und bis Ende des 3. Jh. n. Chr. ein stetiger Aufschwung der Bautätigkeit zu verzeichnen. Die Umstände dieses Aufschwungs, die Schwankungen, denen er unterliegt und sein Niedergang werden im chronologischen Kontext der späten Eisenzeit und der römischen Zeit diskutiert. Diese Jahresringreihen ermöglichten es die extremen Daten der Frühlingsniederschläge zu rekonstruieren. Sie ergaben, dass die Frühlinge im 2. Jh. v. Chr. und im 1. Jh. n. Chr. relativ feucht waren. Zwischen dem Ende des 1. und der zweiten Hälfte des 3. Jh. n. Chr. waren dagegen regelmäßig große Dürreperioden zu verzeichnen.

Schlagwörter : Holz, Eiche, Datierung, Dendrologie, Dendrochronologie, Klima, Niederschläge, Konstruktion, Eisenzeit, römische Zeit.

Traduction : Isa ODENHARDT-DONVEZ (isa.odenhardt@gmail.com).

55 euros