

Identification de brai de bouleau sur quatre vases du site rubané de Fexhe-le-Haut-Clocher «Podri l'Cortri». Premiers résultats

Dominique BOSQUET, Martine REGERT, Nicolas DUBOIS & Ivan JADIN

1. Introduction

Le site de Fexhe-le-Haut-Clocher au lieu-dit «Podri l'Cortri» a été repéré lors d'une évaluation par sondages systématiques en janvier 1997, sur un tronçon du TGV oriental compris entre l'E40 Bruxelles-Liège et la route de remembrement reliant Kemexhe à Freloux (fig. 1). Le décapage réalisé a mis au jour 410 structures, dont 7 unités d'habitation (Bosquet *et al.*, 1998). Le site s'inscrit dans le contexte plus large des fouilles de sauvetage effectuées entre 1996 et 2000 sur 6 villages rubanés sur le tracé du TGV, entre la rive orientale du Geer à hauteur de Waremmes et Liège (Bosquet & Fock, 1996; Bosquet & Preud'homme, 1998; Bosquet *et al.*, 1997, 1998 et à paraître; Goffioul *et al.*, 1999; Preud'homme *et al.*, 1997). Ces travaux, entrepris par la Direction de l'Archéologie de la Région wallonne en collaboration

avec l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, représentent un apport considérable de données nouvelles sur le Rubané de la région, sur le Haut Geer et la Mehaigne. Parmi les données récoltées depuis 1996, on retiendra la découverte de deux nouvelles enceintes (Bosquet *et al.*, 1997; Bosquet & Preud'homme, 1998; Goffioul *et al.*, 1999), la mise en évidence de maisons isolées des villages (Bosquet & Preud'homme, 1998; Bosquet *et al.*, 1998) et la présence récurrente de motifs décoratifs plus anciens que ceux qui caractérisent les sites du Haut Geer et de la Mehaigne. Ces divers éléments, parmi d'autres, accroissent les possibilités de comparaisons régionales et laissent entrevoir la possibilité d'avancer quelque peu dans la reconstitution du mode de fonctionnement social et économique des groupes humains du Rubané du Nord-Ouest, de même que dans la compréhension de leur évolution régionale jusqu'au déclin final.

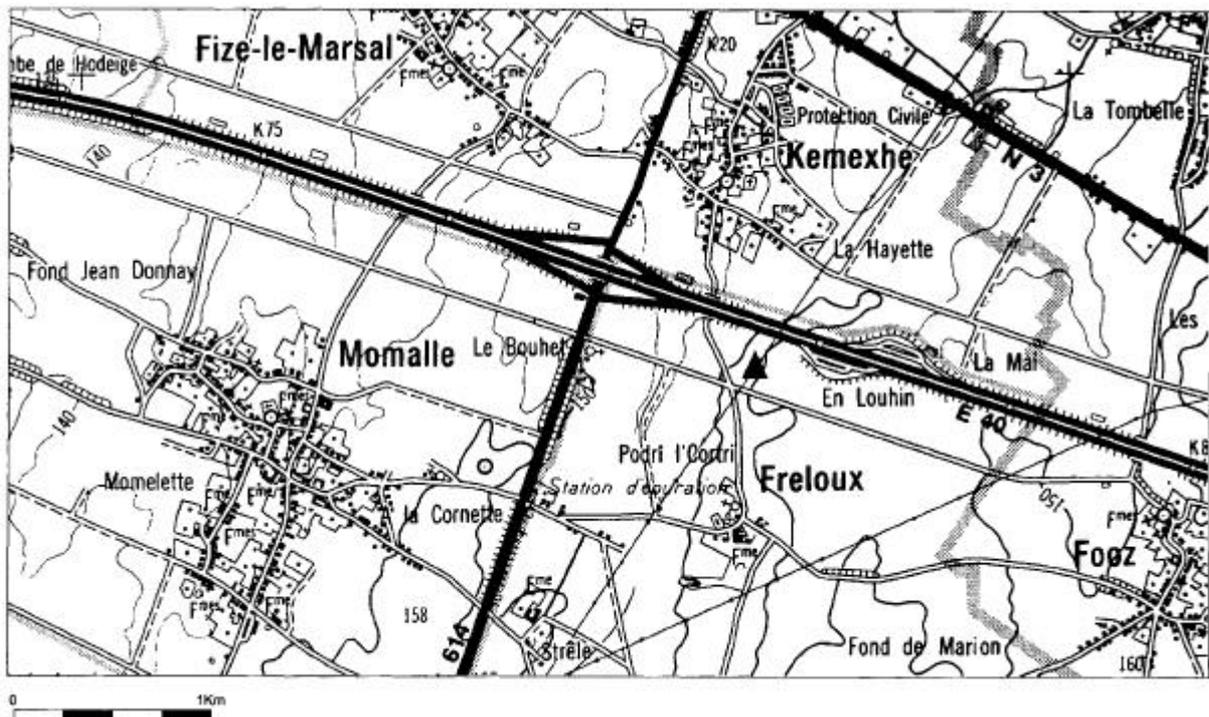


Fig. 1 - Fexhe-le-Haut-Clocher «Podri l'Cortri» : situation topographique (▲).



Fig. 2 - Fexhe-le-Haut-Clocher «Podri l'Cortri» : plan de situation de la fosse 314.

C'est dans ce contexte qu'ont été découverts sur le site de «Podri l'Cortri», mais aussi sur d'autres gisements (Remicourt «En Bia Flo» II, Bosquet *et al.*, 1997; Bosquet & Preud'homme, 1998 et Remicourt «Tombe de Hodeige», Preud'homme *et al.*, 1997), des résidus bruns à noirs, amorphes, vraisemblablement d'origine organique, adhérant à des récipients en céramique.

Afin de caractériser ces matériaux, mais aussi d'obtenir des informations sur leur fonction et sur l'utilisation des céramiques, nous avons entrepris de les analyser par des techniques relevant de la chimie organique analytique.

Les premiers résultats obtenus sont présentés dans cet article.

2. Contexte de découverte, description et localisation des échantillons

Les 10 échantillons analysés à l'heure actuelle, tous prélevés sur des tessons, proviennent de la fosse 314 du site de «Podri l'Cortri» (fig. 2). En plan, la structure est grossièrement ovale (378 cm x 240 cm), tandis que la coupe, réalisée selon un axe est-ouest, révèle un profil en cuvette décentrée à l'est qui atteint une profondeur maximum de 134 cm sous le décapage. Les rejets détritiques domestiques concernent essentiellement la moitié supérieure de la structure. Il est probable cette fosse puisse être attribuée à une habitation dont ne subsistent que quelques trous de poteau, délimitée, outre la fosse 314, par les fosses 180 et 35 (fig. 2). Cette structure a livré une quantité

assez importante de matériel lithique et céramique. Ce n'est qu'au moment de nettoyer ce matériel que plusieurs tessons, représentant 8 individus au total, de même que quelques objets lithiques, ont été isolés en raison de la présence de résidus supposés organiques sur leurs surfaces, les bords de cassures et les trous de réfection. Ces résidus peuvent être classés à l'œil nu en deux catégories : des coulures noires et brillantes et des agrégats bruns mats. Ces matériaux sont situés à différents endroits sur les vases. Sur les individus 3 et 6 (tabl. 1 et fig. 3a et b), des agrégats bruns mats sont appliqués sur les cassures et débordent sur les faces interne et/ou externe des vases. Sur l'individu 2 (tabl. 1 et fig. 4b et c), des agrégats bruns mats sont présents dans les trous de réfection et à proximité de ceux-ci sur la face interne et/ou externe du récipient. Enfin, les coulures noires sont présentes sur la seule face externe de la panse de l'individu 1 (tableau 1 et fig. 2a). Si la fonction des coulures noires est difficile à évaluer après une simple observation à l'œil nu et en l'absence de la caractérisation du matériau, il semble d'ores et déjà possible d'affirmer que les résidus bruns mats, en raison de leur situation sur les vases à proximité des fractures et des trous de réfection, soient des adhésifs liés à la réparation des récipients.

3. Méthode de prélèvement et conditionnement

Une fois les premières traces de résidus repérées, le nettoyage à l'eau a été interrompu et, après un examen minutieux de tous les objets récoltés sur le

Indiv.	N° pce (réf. labo)	Fosse	Aspect du résidu	Nature	Emplacement	Période*
1	7 (MR0807)	314	coulure noire brillante	brai de bouleau	ext.panse	non décorée
	8 (MR0808)	314	coulure noire brillante	brai de bouleau	ext.panse	non décorée
2	3 (MR0803)	314	agrégat brun mat	brai de bouleau	ext.panse, au bord d'un trou de rép.	lId
	5 (MR0805)	314	agrégat brun mat	brai de bouleau	ext.& int.panse au bord d'un trou de rép.	lId
	6 (MR0806)	314	agrégat brun mat	brai de bouleau	dans un trou de réparation	lId
3	1 (MR0801)	314	agrégat brun mat	brai de bouleau	ext.panse & sur cassure	lIc et lId
	2 (MR0802)	314	agrégat brun mat	brai de bouleau	ext.& int.panse & sur cassure	lIc et lId
	4 (MR0804)	314	agrégat brun mat	brai de bouleau	sur cassure	lIc et lId
	9 (MR0809)	314	agrégat brun mat	brai de bouleau	int.panse & sur cassure	lIc et lId
	10	314	agrégat brun mat		int.panse & sur cassure	lIc et lId
5	13	314	agrégat brun mat		ext.panse au bord d'une cassure	Id à lId
6	16 (MR0816)	314	agrégat brun mat	brai de bouleau	ext.& int.panse & sur cassure	lIa à lId
7	12	314	croûte noire		ext.panse	non décorée
8	14	35	croûte noire		ext.panse	non décorée
4	11	31	croûte noire		int.panse	non décorée
	17	31	croûte noire		int.panse	non décorée

*Modderman P. J. R., 1970. Linearbandkeramik aus Elsloo und Stein, *Analecta Praehistorica Leidensia* III (3 vol.), Leiden.

Tabl. 1 - Fexhe-le-Haut-Clocher «Podri l'Cortri» : inventaire des vases portant des traces de résidus organique.

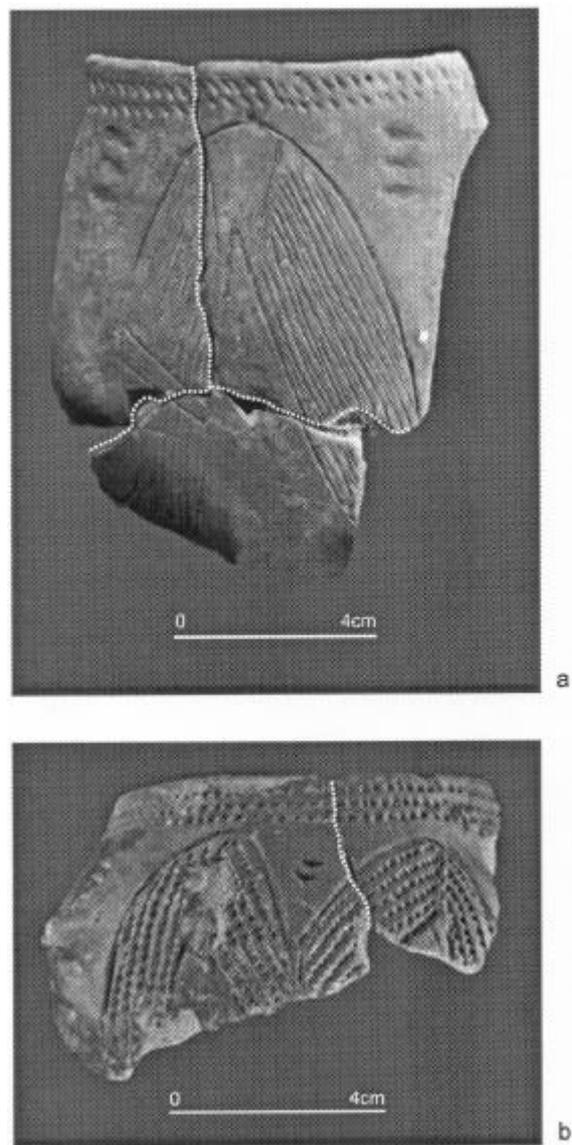


Fig. 3 - Fexhe-le-Haut-Clocher «Podri l'Cortri» : individu 3 (a) et individu 6 (b). Le pointillé blanc indique les cassures couvertes de brai de bouleau.

site, ceux comportant des traces de résidus ont été isolés et numérotés individuellement. Il faut insister ici sur le fait que, dans bien des cas, la distinction entre les résidus organiques et les sédiments plaqués par endroits sur l'artefact n'était pas évidente. Ainsi, par prudence, les cas douteux ont été traités de la même façon que les cas avérés. Des photos de détail ont été prises de tous les résidus et les objets ont ensuite été conditionnés dans des sacs plastiques individuels. Une fois au laboratoire, les prélèvements nécessaires à l'analyse ont été situés sur les clichés des artefacts, puis effectués à l'aide d'une lame de scalpel stérile, pour être finalement stockés au frigo dans des tubes de verre, en attendant l'analyse.

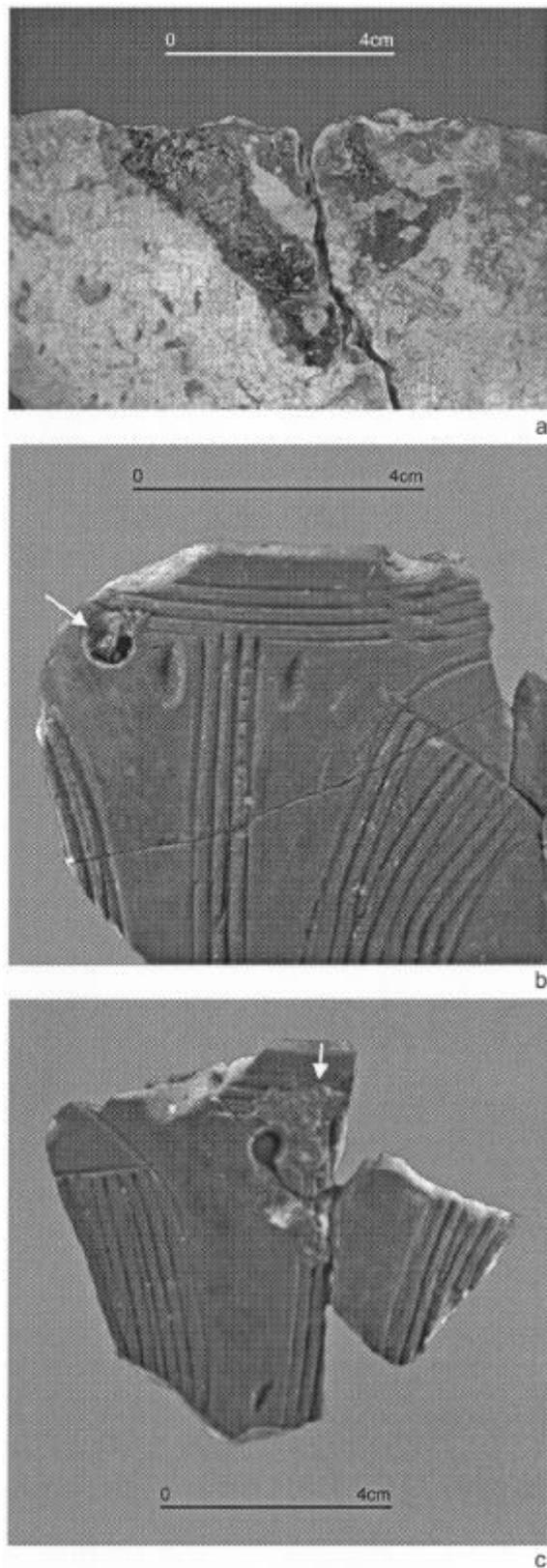


Fig. 4 - Fexhe-le-Haut-Clocher «Podri l'Cortri» : individu 1 (a) et individu 2 (b et c). Les flèches indiquent les agrégats de brai de bouleau.

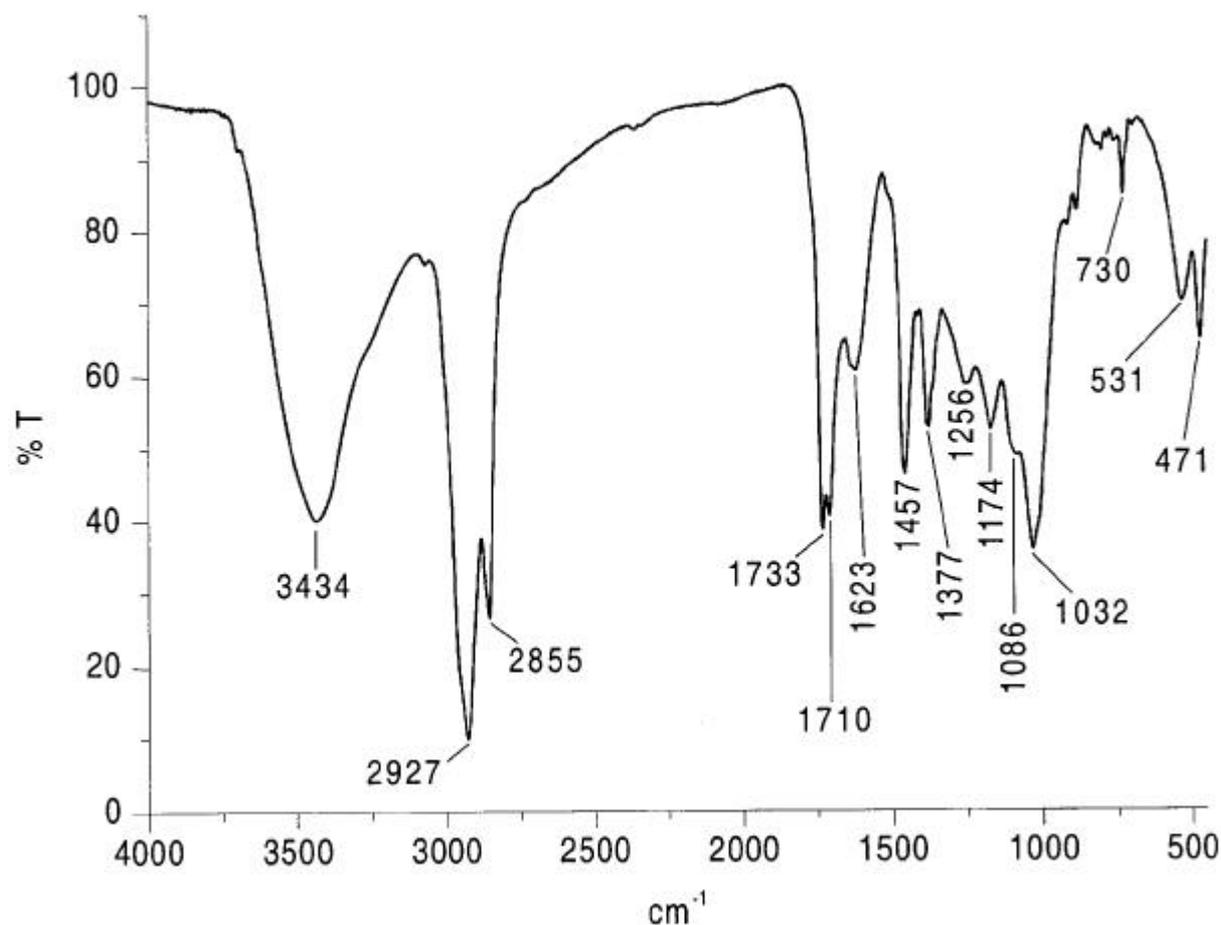


Fig. 5 - Fexhe-le-Haut-Clocher «Podri l'Cortri» : spectre infrarouge (n° du spectre : MR0806_1) obtenu à partir d'une pastille de KBr 13 mm réalisée sur un échantillon prélevé sur le tesson MR0806.

4. Préparation des échantillons et conditions d'analyse

En raison de la nature inconnue du résidu et de sa probable constitution organique, nous avons procédé en plusieurs étapes. Une analyse préliminaire en spectrométrie infrarouge ne nécessitant pas de préparation particulière du matériau a tout d'abord été réalisée sur les 10 échantillons. Elle avait pour but de cerner la gamme de matériau à laquelle on avait affaire. Après préparation des échantillons, des analyses en chromatographie en phase gazeuse (CPG) ont été réalisées sur 8 d'entre eux. Les chromatogrammes obtenus présentant de très fortes similitudes, un seul échantillon (MR0801, tabl. 1) a fait l'objet d'une dernière analyse, en chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG/SM), qui permet l'identification de chacun des constituants moléculaires. Les conditions de préparation

et d'analyse des échantillons sont détaillées en annexe à la fin de cet article.

5. Résultats analytiques

5.1. Spectrométrie infrarouge

Quel que soit le type de résidu analysé - agrégat brun mat ou coulure noire et brillante - les dix échantillons analysés en spectrométrie infrarouge sont caractérisés par une même empreinte spectrale (fig. 5). Les spectres obtenus indiquent sans ambiguïté que les matériaux analysés sont bien de nature organique (bandes C-H à 2927 et 2855 cm^{-1} et bandes C=O à 1733 et 1710 cm^{-1}). La comparaison de ces spectres à des spectres de référence indique en outre que le matériau étudié est de type *adhésif* et qu'il s'agit probablement d'une résine ou plus vraisemblablement d'un brai de feuillu (Heron *et al.*, 1991; Regert &

Vacher, 2001). Un brai est un résidu solide issu de la distillation de matières organiques par chauffage contrôlé. Les brais végétaux utilisés aux périodes pré- et protohistoriques sont le plus souvent fabriqués à partir d'écorce de bouleau (Regert *et al.*, 1998).

5.2. Analyses chromatographiques

Les analyses en chromatographie en phase gazeuse ont permis d'identifier un ensemble de constituants moléculaires triterpéniques appartenant pour la plupart à la famille des lupanes. Les huit échantillons analysés ont fourni des chromatogrammes très similaires, seules les intensités relatives variant légèrement d'un échantillon à l'autre (fig. 6).

L'identification des constituants moléculaires à partir de leur spectre de masse a été fondée sur la comparaison des résultats obtenus sur l'échantillon MR0801 (tabl. 1) en chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse, avec ceux obtenus sur des standards. Nous nous sommes en outre appuyés sur les données publiées par différents auteurs (Aveling & Heron, 1998; Binder *et al.*, 1990; Charters *et al.*, 1993; Regert *et al.*, 1998).

Ces constituants peuvent être classés en trois catégories distinctes :

1 : *les biomarqueurs* que sont la lupénone, le lupéol, la bétulone, la bétuline et l'acide bétulinique, c'est-à-dire des molécules non modifiées ni dégradées, contenues initialement dans le matériau naturel utilisé par les préhistoriques (Regert & Rolando, 1996). L'association de ces cinq biomarqueurs est caractéristique de l'écorce blanche du bouleau (Aveling

et Heron, 1998; Ekman, 1983, par exemple).

2 : *les marqueurs de transformation anthropique* représentés par l'hydrocarbure de formule brute $C_{30}H_{48}$, et le lupa-2,20(29)-dien-28-ol, respectivement formés par déshydratation du lupéol et de la bétuline au cours du traitement thermique de l'écorce à l'époque néolithique (Aveling & Heron, 1998; Binder *et al.*, 1990; Charters *et al.*, 1993, par exemple). Ces marqueurs nous informent directement sur les techniques de fabrication de l'adhésif étudié. Leur prédominance dans les coulures sont un indice d'un degré de dégradation fort élevé, probablement dû au fait que le brai qui les compose a été recuit sur la paroi du vase, soit au moment de la fabrication de l'adhésif dans le vase, soit au moment où le brai a été réchauffé pour être utilisé.

3 : *les marqueurs de dégradation naturelle* (Regert & Rolando, 1996) tels que l'allobétul-2-ène, qui peut se former par réarrangement de la bétuline au cours de la dégradation du matériau dans le sédiment.

Notons également que si la lupénone et la bétulone ont déjà été identifiées dans de l'écorce de bouleau actuelle (Aveling & Heron, 1998), la quantité de ces constituants peut augmenter au cours du chauffage de l'écorce de bouleau par oxydation du lupéol et de la bétuline.

Outre les 8 constituants détaillés ci-dessus, un ensemble d'autres constituants sont caractérisés par un spectre de masse présentant un pic important à m/z 189, indiquant qu'il s'agit également de triterpènes de la famille des lupanes mais leur formule n'a pas encore été élucidée à l'heure actuelle.

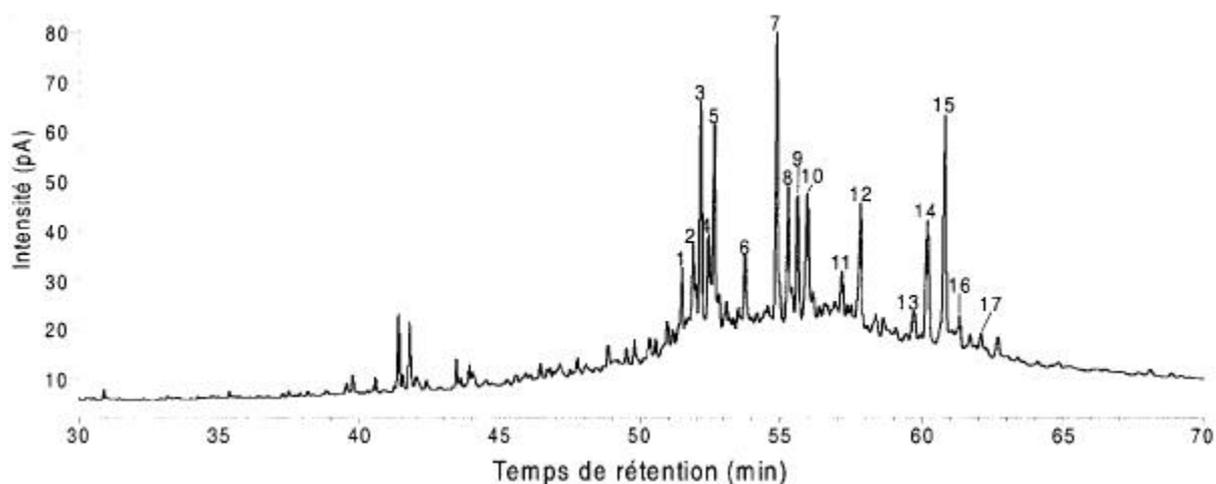


Fig. 6 - Fexhe-le-Haut-Clocher «Podri l'Cortri» : chromatogramme de l'échantillon MR0801. Les numéros indiqués sur les pics correspondent aux composés suivants : 1 – $C_{30}H_{48}$; 7 – lupa-2,20(29)-dien-28-ol; 10 – allobétul-2-ène; 11 – lupénone; 12 – lupéol; 14 – bétulone; 15 – bétuline; 16 – acide bétulinique. Les autres numéros correspondent à des constituants triterpéniques dont la structure exacte reste à élucider.

6. Discussion et conclusions archéologiques

Ces résultats montrent que le matériau utilisé pour la réalisation de l'adhésif retrouvé sur les vases de «Podri l'Cortri» est un brai d'écorce de bouleau fabriqué par traitement thermique. Le brai de bouleau est un matériau très répandu en Europe, qui a été fabriqué dès le Paléolithique moyen en Allemagne (Grünberg *et al.*, 1999), tout au long du Mésolithique (Aveling et Heron, 1998), pendant le Néolithique (Binder *et al.*, 1990 ; Regert *et al.*, 1998) et durant la protohistoire (Hayek *et al.*, 1990). D'après les vestiges archéologiques, il a été utilisé soit pour emmancher divers outils lithiques ou osseux (Regert *et al.*, 1998), soit pour réparer des récipients en céramique, notamment un vase romain en Grande Bretagne (Charters *et al.*, 1993). Cependant, mis à part ce dernier cas, il n'existe pas, à notre connaissance, un grand nombre d'échantillons organiques amorphes ayant servi à réparer des céramiques qui aient été identifiés sur la base d'analyses chimiques, seul moyen d'en déterminer la nature. François Poplin cite le cas de l'utilisation de brai de bouleau pour réparer un vase de La Tène dans l'Yonne mais aucun résultat analytique n'est fourni (Poplin, 1971).

Mais à «Podri l'Cortri», plus encore que l'identification de l'adhésif, ce sont surtout les renseignements fournis sur différents aspects de la production et de l'utilisation du brai de bouleau sur le site et, plus largement, durant le Néolithique ancien dans la région, qui doivent retenir une attention particulière.

6.1. A propos de la production du brai de bouleau

En ce qui concerne le(s) procédé(s) de fabrication, les témoins archéologiques à même de nous renseigner sur la chaîne opératoire de production sont, jusqu'à présent, quasi inexistantes, tout au moins pour la période néolithique (Regert *et al.*, 2000 : 598).

Tout d'abord, à propos du choix de la matière première, si le bouleau est présent en quantité notable à l'Atlantique, on peut s'étonner de l'exclusivité de sa présence à «Podri l'Cortri», dans la mesure où d'autres espèces, au moins aussi abondantes à l'époque, sont également susceptibles de fournir du brai par transformation thermique (cas de l'aulne, du hêtre, du noyer et du chêne d'après Hayek *et al.*, 1990). A Chalain par exemple, où divers types d'adhésifs ont été utilisés, les brais sont obtenus à partir d'écorce de bouleau mais aussi d'autres essences, encore indéterminées (Regert *et al.*, 2000 : 594-595). L'utilisation exclusive du bouleau à «Podri l'Cortri» est donc l'expression d'un choix délibéré, par ailleurs observé sur d'autres sites néolithiques, comme celui de Giribaldi (chasséen) par

exemple (Binder *et al.*, 1990; Regert *et al.*, 2000 : 593-594). Cette préférence pourrait être due au fait que le bouleau est à même de fournir un grand nombre de produits dérivés : récipients, embarcations, teinture et même boisson fermentée (Regert *et al.*, 2000 : 599-600); autant d'utilisations dont les rebuts pouvaient probablement être utilisés dans la fabrication du brai.

Concernant la fabrication proprement dite, si les techniques sont connues à partir de la période romaine, seules des hypothèses peuvent être formulées pour le Néolithique (Regert *et al.*, 2000 : 599). Il a ainsi été démontré que du brai pouvait être fabriqué dans un récipient en céramique fermé et soumis à des températures comprises entre 500 et 700°C de façon à maintenir une température de 450 °C à l'intérieur du vase (Neubauer et Schwörer, 1988 : 35). La présence des coulures de brai recuit sur la paroi extérieure du vase n°1 de «Podri l'Cortri» indique que le récipient a été soumis à une température, soit suffisamment élevée, soit pendant un laps de temps suffisamment long, pour permettre la transformation observée. Malheureusement, dans l'ignorance où nous sommes des conditions exactes de température auxquelles ces coulures ont été soumises, il n'est pas possible de déterminer si le récipient est intervenu dans la fabrication du brai ou s'il a été utilisé comme simple vase de stockage ayant éventuellement servi à refondre l'adhésif au moment de son utilisation, ou encore s'il combine les deux usages. Par contre, la similarité des profils chromatographiques observée sur le matériel de «Podri l'Cortri» permet de penser que les adhésifs sont issus d'un mode de production unique et relativement standardisé, comme cela a déjà été montré sur d'autres sites néolithiques, et en particulier sur le site de Giribaldi (Regert *et al.*, 2000 : 593-594). Le fait que l'ensemble des adhésifs découverts à «Podri l'Cortri» proviennent de la même habitation est un autre élément qui laisse penser que, peut-être, la fabrication du brai et/ou la réparation des vases faisaient l'objet d'une certaine spécialisation.

6.2. La fonction du brai de bouleau sur le site de «Podri l'Cortri»

Concernant l'utilisation de l'adhésif, son emplacement sur les vases 2, 3 et 6 montre qu'il était utilisé pour des réparations. Il semblerait, étant donné l'absence de marqueurs autres que les triterpènes, que le brai de bouleau ait été utilisé pur, tout au moins sans adjuvant organique tel que des résines, de la cire d'abeille ou des matières grasses qui auraient aisément été détectées et identifiées avec les techniques d'analyse que nous avons utilisées. Si quelques exemples de mélange de brai de bouleau ou de feuillu avec de la

résine de conifère (Regert *et al.*, 2000), de la cire d'abeille (échantillons en cours d'étude au laboratoire) ou des matières grasses (Dudd & Evershed, 1999; Regert, 2000) ont été récemment attestés, il semble que le brai de bouleau ait le plus souvent été utilisé pur comme adhésif.

A «Podrì l'Cortri», deux modes de réparation des récipients sont présents. Sur l'individu 2, le brai de bouleau est utilisé comme adhésif et imperméabilisant dans et autour des trous de réfection pratiqués de part et d'autre d'une fissure afin d'y passer un lien. Cette technique est bien documentée sur plusieurs sites archéologiques (Hardmeyer *et al.*, 1995) mais le matériau organique n'est en général pas analysé. Ce geste permet d'évaluer le degré de valeur utilitaire attribué par les Néolithiques aux récipients, de même que l'importance de l'investissement technique qu'il fallait pour les produire, puisqu'on a jugé préférable de les réparer plutôt que de les remplacer. Les individus 3 et 6, quant à eux, illustrent un autre type de réparation. Bien que cassés en plusieurs morceaux, les deux vases ont néanmoins été recollés, sans qu'un but utilitaire puisse encore leur être attribué. En effet, si le brai de bouleau se révèle efficace pour reboucher des trous ou des fissures réduites, il n'est pas sûr qu'il permette le réemploi de vases à ce point fracturés. Ceci montre que les Rubanés attribuaient une valeur autre que simplement utilitaire à leurs récipients. Elle devait, en partie au moins, être esthétique, si on en juge par la qualité de facture exceptionnelle des décors qui ornent les deux vases par rapport à l'ensemble du corpus pour le site.

7. Annexe : conditions de préparation et d'analyse des échantillons

Le spectre infrarouge a été réalisé sur un petit fragment d'échantillon broyé et mélangé à du bromure de potassium avec un spectromètre à transformée de Fourier Perkin Elmer, spectrum 2000. L'analyse a été réalisée sur des pastilles de 13 mm de diamètre.

7. 1. Préparation des échantillons pour analyse en CPG ou CPG/SM

- Prélèvement de 1 à 3 mg d'échantillon;
- Extraction dans CH₂Cl₂ (grade HPLC) pour obtention d'une solution à 1 mg/mL (20 min ultrasons).
- Prélèvement de 500 µL, évaporation à sec sous N₂, triméthylsilylation au BSTFA en présence de pyridine (10 µL de solution d'échantillon dans CH₂Cl₂ + 5 µL de pyridine + 50 µL de BSTFA, 30 min à température ambiante.

- Évaporation à sec sous N₂.
- Dilution dans 20 à 100 µL de CH₂Cl₂ avant analyse.

7.2. Conditions d'analyse en CPG

- Analyse sur chromatographe HP6890. Injecteur on-column à 300°C. Colonne Chompack CP Sil 5 CB (30 m; 0,25 mm de diamètre interne; 0,25 µm épaisseur de phase).
- Pression de gaz vecteur (He) fixée à 16 psi en tête de colonne.
- Programmation en température du four : 2 min à 50°C, 10°C/min jusqu'à 150°C, 4°C/min jusqu'à 320°C, 20 min à 320°C.
- Détecteur FID à 330°C.

7.3. Couplage CPG/SM

Les analyses en couplage CPG/SM ont été réalisées dans les mêmes conditions chromatographiques, seul l'injecteur étant différent (injecteur *split/splitless* en mode *splitless*). Les températures utilisées pour la ligne de transfert et la source du spectromètre ont respectivement été fixées à 300°C et 180°C. Le spectromètre de masse, GCQ Finnigan, a été utilisé en mode impact électronique à 70 eV balayé de 50 à 650 en masse.

8. Bibliographie

- AVELING E. & HERON C., 1998. Identification of Birch Bark Tar at the Mesolithic Site of Star Carr. *Ancient Biomolecules*, 2(1) : 69-80.
- BINDER D., BOURGEOIS G., BENOIST F. & VITRY C., 1990. Identification de brai de bouleau (*Betula*) dans le Néolithique de Giribaldi (Nice, France) par la spectrométrie de masse, *Revue d'archéométrie* 14 : 37-42.
- BOSQUET D. & FOCK H., 1996. Un habitat rubané à Waremme-Vinàve. *Notae Praehistoricae*, 16 : 151-154.
- BOSQUET D., PREUD'HOMME D., FOCK H. & GOFFIOUL C., 1997. Découverte d'un village rubané fossoyé à Remicourt au lieu-dit *En Bia Flo*. *Notae Praehistoricae*, 17 : 103-110.
- BOSQUET D., FOCK H. & PREUD'HOMME D., 1997. Découverte d'un village rubané au *Fond de Momalle* (comm. de Remicourt) (TGV oriental). *Notae Praehistoricae*, 17 : 111-115.
- BOSQUET D. & PREUD'HOMME D., 1998. Dernière campagne de fouille sur le village rubané de Remicourt-*En Bia Flo*

II (TGV oriental). *Notae Praehistoricae*, 18 : 119-122.

BOSQUET D., FOCK H., GOFFIOUL C. & PREUD'HOMME D., 1998. Le site rubané de Fexhe-le-Haut-Clocher-Podril'Cortri : résultats des fouilles. *Notae Praehistoricae*, 18 : 131-140.

BOSQUET D., GOFFIOUL C., FOCK H. & PREUD'HOMME D., à paraître. Les enceintes rubanées de Belgique : apport des fouilles récentes. In : Verjux Ch. et Leroy D. (dir.) : *Camps, enceintes et structures d'habitat en France septentrionale, Actes du XXIVème Colloque interrégional sur le Néolithique (Orléans 20 et 21 novembre 1999)*, Orléans.

CHARTERS S., EVERSHERD R. P. & GOAD L. J., 1993. Identification of an adhesive used to repair a roman jar. *Archaeometry*, 35(1) : 91-101.

DUDDS N. & EVERSHERD R. P., 1999. Unusual Triterpenoid Fatty Acyl Ester Components of Archaeological Birch Bark Tars. *Tetrahedron Letters*, 40 : 359-362.

GOFFIOUL C., FOCK H., CORNÉLUSSE F., BOSQUET D. & PREUD'HOMME D., 1999. Découverte d'un village rubané fossoyé à Voroux-Goreux (Comm. de Fexhe-le-Haut-Clocher) sur le tracé oriental du TGV. *Notae Praehistoricae*, 19 : 101-106.

GRÜNBERG J., GRAETSCH H., BAUMER U. & KOLLER J., 1999. Untersuchung der mittelpaläolithischen «Hartzreste» von Königsau. Ldkr. Aschersleben-Stassfurt. *Jahresschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte*, 81 : 7-38.

HARMEYER B., MAGGETTI M. & WEISS J., 1995. Céramique. In : *La Suisse du Paléolithique à l'aube du Moyen-Age, Néolithique*, Bâle : 178-183.

HAYEK E. W. H., KRENMAYR P., LOHNINGER H., JORDIS U., MOCHE W. & F. SAUTER, 1990. Identification of archaeological and recent wood tar pitches using gas chromatography / mass spectrometry and pattern recognition. *Analytical chemistry*, 32 : 2038-2043.

HERON C., EVERSHERD R. P., CHAPMAN B. & POLLARD M., 1991. Glue, disinfectant and «chewing gum» in prehistory. In : Budd P., Chapman B., Jackson C., Janaway R. et Ottaway B. (eds), *Archaeological science 1989*, Oxbow monographs, 9. Oxford, Oxbow publications : 325-331.

MODDERMAN P. J. R., 1970. Linearbandkeramik aus Elsloo und Stein. *Analecta Praehistorica Leidensia* III (3 vol.). Leiden, Publikationen des Instituts für Prähistorie der Universität zu Leiden.

NEUBAUER D. & SCHWÖRER P., 1988. Zur herstellung von birkenteeer im Neolithikum. In : *Archéologie expérimentale. La terre. Actes du Colloque international «Expérimentation en archéologie, bilan et perspectives»*. Paris, Errance.

POPLIN F., 1971. Présentation d'un vase de La Tène réparé (à l'époque) au brai de bouleau. Panoramique technologique, géographique de cette production. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 91 : 165.

PREUD'HOMME D., BOSQUET D. & FOCK H., 1997. Vestiges rubanés à Remicourt, au lieu-dit *Tombe de Hodeige*. *Notae Praehistoricae*, 17 : 97-101.

REGERT M. & ROLANDO C., 1996. Archéologie des résidus organiques. De la chimie analytique à l'archéologie : un état de la question. *Techné*, 3 : 118-128.

REGERT M., DELACOTTE J. M., MENU M., PÉTREQUIN P. & ROLANDO C., 1998. Identification of neolithic adhesives from two lake dwellings at Chalain (Jura, France). *Ancient Biomolecules*, 2(1) : 81-96.

REGERT M., GARNIER N., BINDER D. & PÉTREQUIN P., 2000. Les adhésifs néolithiques : quels matériaux utilisés, quelles techniques de production dans quel contexte social ? L'exemple des adhésifs des sites de Giribaldi et de Chalain. In : Pétrequin P., Fluzin P., Thiriot J. et Benoit P. (dir.), *Arts du feu et productions artisanales, XXe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*. Antibes, Editions APDCA : 585-604.

REGERT M., 2000. Résidu organique à l'intérieur d'une bouterolle en bronze à ailettes (Argancy, Moselle). Rapport non publié du C2RMF n°R2890.

REGERT M. & VACHER S., 2001. Des adhésifs organiques sur un site de La Tène au Grand Aunay (Sarthe). *Archéopages*, 3.

Dominique Bosquet & Ivan Jadin
Institut royal des Sciences naturelles de Belgique
Section Anthropologie et Préhistoire
29 rue Vautier
B-1000 Bruxelles
Dominique.Bosquet@naturalsciences.be
Ivan.Jadin@naturalsciences.be

Martine Regert & Nicolas Dubois
UMR 171 du CNRS
Laboratoire de Recherche des Musées de France
6, rue des Pyramides
F-75041 Paris cedex 01
France
martine.regert@culture.fr