HAL
open science

L'apport de l'expérimentation archéologique pour la compréhension de l'architecture carolingienne à poteau planté : les exemples du chantier d'Orville (Val-d'Oise)

Frédéric Epaud, François Gentili

To cite this version:

Frédéric Epaud, François Gentili. L'apport de l'expérimentation archéologique pour la compréhension de l'architecture carolingienne à poteau planté : les exemples du chantier d'Orville (Val-d'Oise). Revue archéologique de Picardie, 2009, 1/2, pp.129-144. hal-01819410

HAL Id: hal-01819410

https://hal.science/hal-01819410v1

Submitted on 20 Jun 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'APPORT DE L'EXPÉRIMENTATION ARCHÉOLOGIQUE POUR LA COMPRÉHENSION DE L'ARCHITECTURE CAROLINGIENNE À POTEAU PLANTÉ : LES EXEMPLES DU CHANTIER D'ORVILLE (VAL D'OISE)

Frédéric EPAUD & François GENTILI
avec la collaboration de Mélanie SIMARD

Depuis 2001, la fouille programmée du château d'Orville (1) constitue un lieu d'expérimentation archéologique en résonance avec les questionnements issus pour une grande part de l'archéologie préventive, mais aussi, plus spécifiquement les questions posées par l'étude du site lui-même, qu'il s'agisse des occupations du haut Moyen Âge ou bien de celles qui concernent le château médiéval des XIII-XVe siècles.

Les domaines abordés ont couvert différents matériaux et techniques en relation avec des travaux universitaires (2) et des programmes comme le PCR sur *l'habitat rural en Île-de-France : reconstitutions de fours culinaires à voûte construite, fabrication de plâtre, métallurgie du fer, travail de la pierre*. Toutefois, le domaine qui a le plus impliqué de travail sur le site concerne les techniques de constructions sur poteaux plantés du premier Moyen Âge, y compris les aspects liés à la couverture des bâtiments.

Il s'agit en effet d'un axe de recherche important compte tenu de la multiplication de constructions de ce type.

Si l'archéologie préventive a permis, depuis plusieurs décennies, de découvrir des centaines de bâtiments carolingiens à poteaux plantés et de dresser ainsi de nouvelles typologies de plan d'édifices, ces derniers restent toutefois difficiles à appréhender au niveau de leur élévation. Peu de sites ont fourni des bois conservés de cloisons et encore moins des pièces provenant de la charpente du comble. Le site de Pineuilh, en Gironde, a révélé des éléments de parois, des poteaux de l'ossature, des bardeaux de couverture de l'édifice de la fin du Xe siècle, mais aucune pièce de la charpente de la toiture (Mille & Epaud 2007). À notre connaissance, seule la fouille d'un habitat du Xe siècle du site d'Husterknupp (Hernbrodt 1958) en Allemagne a fourni un chevron, permettant ainsi de restituer la charpente à chevrons-formant-fermes (3) de la toiture. De même pour le site d'Hedeby au Danemark où les parois complètes ainsi que le pignon d'une maison du IXe siècle ont autorisé les archéologues à reconstituer fidèlement les formes des élévations, les ouvertures et le profil de la toiture.

Les raisons tiennent aux conditions hygrométriques du sol qui ne permettent que très rarement la conservation du bois. Cependant, même quand la fouille s'effectue en contexte humide, les bois de la charpente peuvent être récupérés pour un éventuel réemploi, suite à l'abandon des édifices, comme à Charavines en Isère où seules les semelles de fondation des bâtiments ont subsisté après le déplacement du site au XIe siècle (Collardelle & Verdel 1993, 1994)

Face à la carence en référentiels architecturaux, la restitution des élévations se fonde donc sur l'interprétation des négatifs au sol et des plans des bâtiments. Cet exercice se heurte à deux difficultés majeures. La première porte sur la fouille du trou de poteau qui révèle rarement le profil du bois et sa section qui permettraient pourtant d'effectuer des associations par type de poteaux afin d'identifier des structures cohérentes telles que des cloisons, des parois ou des phases homogènes. La seconde difficulté est de reconnaître, au sein d'un nuage de trous de poteau, l'ossature d'une construction sans la confondre avec des structures annexes, secondaires voire chronologiquement distinctes lorsque le phasage est délicat. Lorsque ces problèmes peuvent être résolus, d'autres difficultés apparaissent. Le plan de répartition des poteaux comme leur section ne renseigne pas nécessairement sur les super-structures comme la hauteur des pans de bois ou le type de charpente du comble. Par exemple, plusieurs poteaux de forte section peuvent provenir d'une même grume et donc n'avoir qu'une faible

1 - Chantier réalisé sous la direction de François Gentili (INRAP), en collaboration avec le GHRALP, ARCHEA le concours du CG95, de la DRAC Île-de-France, et de l'ONF.

2 - *Cf.* mémoires de maitrise (Paris I) de Marie Deschamp et Aurelia Alligri (2004), de Mélanie Simard (2007) ainsi que le Master 2 d'Ivan Lafarge (2008).

3 - Charpente dans laquelle chaque couple de chevrons constitue une ferme.

hauteur. Le cas du bâtiment aristocratique (fin Xe siècle) de Pineuilh est éloquent sur ce sujet puisque la dendrochronologie réalisée sur le pied de tous les poteaux a montré que ces derniers provenaient de quatre grumes seulement, coupées en plusieurs tronçons, et que les élévations ne comprenaient donc qu'un rez-de-chaussée et non un étage, et ce malgré la très forte section de tous les poteaux. D'autre part, dans un plan de bâtiment, les poteaux disposés en vis-à-vis, par couple, ne signifient pas forcément que la charpente du comble présente des fermes assises au droit de ces supports avec des travées correspondantes à celles des montants. Les exemples d'Husterknupp, d'Hedeby ainsi que les plus anciennes charpentes conservées en élévation dans les églises romanes (Epaud 2007) attestent de l'existence généralisée dans le nord-ouest de l'Europe aux Xe-XIe siècles des structures à chevrons-formant-fermes avec des fermes rapprochées toutes identiques, dépourvues de travée. La trame des poteaux d'un rez-de-chaussée d'un bâtiment se doit de répondre à une reprise cohérente et homogène des charges réparties sur les sablières hautes et non nécessairement celles des combles, même si c'est parfois le cas.

Malgré ces précautions à tenir, on constate que de nombreuses restitutions graphiques de bâtiments à poteaux plantés sont proposées *a minima*, sous-estimant la complexité technique de ces charpentes et les écueils évoqués précédemment. L'ossature des constructions restituées est le plus souvent limitée aux seuls poteaux identifiés en fouille et les superstructures découlent directement des trous de poteaux qui sont prolongés parfois jusqu'au comble, sans éventuelle reprise intermédiaire des charges, sans plafond ou même sans étage. La plupart des restitutions montre aussi des charpentes à fermes et pannes (4) alors que ce type de charpente n'est réellement attesté qu'à partir du début du XIIIe siècle (Epaud 2007).

On constate aussi, pour mieux appréhender ces plans d'édifices à poteaux plantés, un recours récurrent à l'infographie 3D, à l'ingénieur, aux cabinets d'architecture ou aux calculs de résistance et de portée des bois. Des méthodes de visualisation informatique des structures géométriques sur des plans de fouilles, par le filtre de grilles orthonormées et par des sériations des trous de poteau, se multiplient mais ces contributions n'ont apporté, jusqu'à présent, que peu d'éléments de réponse supplémentaires.

Pour tenter de pallier ce défaut d'information, l'archéologie expérimentale peut contribuer à faire avancer la réflexion sur ces architectures à poteaux plantés. Les reconstructions expérimentales en grandeur réelle, réalisées selon les techniques de l'époque et sur la base des données de fouilles, permettent de tester des propositions de restitution en confrontant la théorie aux contraintes du chantier et des matériaux. Cependant, ces expérimentations sont encore marginales en France et répondent davantage à des problématiques d'ordre pédagogique voire touristique qu'à une véritable réflexion sur les techniques et les structures de charpenterie. Les projets sont souvent préalablement dessinés et réalisés par des charpentiers professionnels, avec des modes de conception et d'exécution contemporains, limitant ainsi l'apport de l'expérimentation. Des expériences étrangères témoignent pourtant de réelles avancées dans ce domaine. Les sites de Lejre au Danemark et de Jorvik en Grande-Bretagne ont expérimenté des formes architecturales témoignant de véritables problématiques sur les techniques et les structures de charpenterie dans le cadre d'un programme archéologique rigoureux.

Les expérimentations architecturales réalisées depuis 2002 sur le chantier archéologique d'Orville à Louvres dans le Val d'Oise tentent de s'inscrire dans ces problématiques en testant plusieurs théories portant sur les relations existant entre les structures des charpentes en élévation et les plans de trous de poteaux fournis par les fouilles de bâtiments carolingiens réalisées en Île-de-France. Deux chantiers animent cette réflexion, l'un sur la restitution d'une cabane à quatre poteaux sur l'emplacement même de sa fouille, et un second sur la reconstitution d'un grenier à six poteaux. Ces deux constructions ont chacune fait l'objet de deux versions après une phase de vandalisme, d'autres schémas architecturaux étant testés.

LA CABANE À QUATRE POTEAUX

Le site d'Orville a livré de nombreux fonds de cabanes creusés dans un substrat calcaire. Les cabanes fouillées s'échelonnent de la période mérovingienne au XIe siècle. Malgré les contraintes dues au mode de creusement plus difficile que dans les limons habituels, les types observés à Villiers-le-Sec et dans les sites voisins au substrat limoneux ont été observés : aménagements avec rainures, puis cabanes à deux et trois fosses d'ancrages sont ici creusés dans le calcaire malgré la dureté du substrat (Gentili, à paraître).

Durant l'été 2002, une cabane excavée, à vocation d'atelier de tissage d'après les données de fouille, a été restituée sur l'emplacement de sa fouille (5), effectuée en 2001.

4 - Charpente tramée dans laquelle les fermes, distantes de plusieurs mètres, supportent des pannes pour reprendre le chevronnage.

5 - La première version de la cabane a été effectuée avec l'aide de Christophe Toupet (CG95).

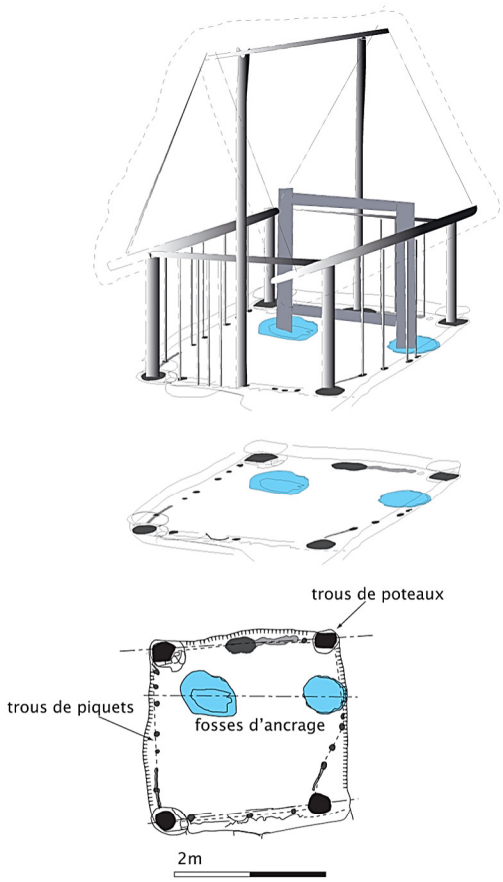


Fig. 1 - Proposition de restitution de la cabane, avec deux poteaux faîtiers.

Fig. 2 - Vue de la reconstitution de la cabane en 2002 avec le pignon en torchis et clayonnage.

Le choix s'est porté sur une cabane à quatre poteaux d'angle (6) daté de la seconde moitié du IXe siècle par le mobilier céramique, et associé à deux fosses d'ancrage. La présence de trous de piquets sur les parois a été déterminante dans le choix de cet exemple, ainsi que la possibilité d'une reconstruction *in situ*.

Son plan de 2,50 x 2,60 m de coté, soit une surface de 6,5 m², est déterminé par l'implantation encore bien lisible de ses trous de poteaux et des négatifs des piquets de la cloison. Ce plan proposait une restitution de quatre poteaux corniers et de deux poteaux axiaux pour porter une panne faîtière (fig. 1). Si le plan présentait effectivement un des deux poteaux faîtiers, le second n'était cependant qu'une proposition, faute de traces au sol. Ce choix a permis de reconstituer une toiture à deux versants avec un débord important pour protéger chaque pignon, cloisonné en torchis jusqu'au faîtage (fig. 2). Ce débord permettait aussi de protéger l'entrée des infiltrations pluviales. Les poteaux furent sélectionnés dans du châtaignier à l'état de grume, comme les sablières, la faîtière et les chevrons. On dénombre en tout 650 tiges de noisetier (2 cm de diamètre) pour le clayonnage, 16 piquets de 1,40 m (4 cm) pour les cloisons, 4 poteaux corniers de 1,50 m (20 cm) et deux poteaux faîtiers de 3,50 m (15 cm), 4 sablières de 4,60 m et 2,80 m de long (17 cm), une panne faîtière de 4,60 m de long (15 cm), 12 chevrons de 2,20 m de long (10 cm) et 32 voliges de 2,30 de long (4 cm). La pente à 60° favorisait un bon ruissellement des eaux pluviales et donc une meilleure conservation de la couverture sur le long terme mais, en contrepartie, elle représentait une surconsommation en matériaux de couverture, soit 80 bottes pour 21 m² de surface. Le temps de travail réclamé par cette réalisation a été estimé à plus de deux semaines pour une vingtaine de personnes en alternance, excepté les finitions du torchis effectuées en automne.

L'incendie criminel de cette cabane en 2005 (fig. 3) a donné l'occasion de proposer une restitution différente de la première à partir du même plan au sol et des mêmes trous de poteau et de piquet conservés dans le substrat crayeux.

En 2006, le nettoyage des débris de l'incendie et le dégagement des trous de poteaux et de piquets pour la nouvelle restitution a permis de constater que le sol crayeux, au cours de cet incendie, n'avait pas subi de rubéfaction (fig. 4). Ainsi, les ancrages des piquets et des pièces d'ossature d'origine ont pu être réutilisés. Cette seconde restitution proposait cette fois-ci de ne pas utiliser de poteaux faîtiers

6 - Ce trait se retrouve plus fréquemment sur les cabanes de la première partie de la période mérovingienne, les dispositifs axiaux dominant ensuite).

Fig. 3 - Destruction par incendie de la cabane en 2005.

Fig. 4 - Sol de la cabane incendiée, après déblaiement.

mais plutôt de simples couples de chevrons fixés aux sablières, avec deux croupes aux extrémités donnant ainsi une toiture à quatre pans, sans pignon. Cette proposition semblait plus adéquate pour plusieurs raisons. En premier lieu, le principe d'une charpente à «chevrons-formant-fermes» à croupe permet une économie en bois d'oeuvre en supprimant les poteaux faîtiers et la faîtière. Les chevrons fixés deux à deux en tête et en pied par chevillage aux sablières suffisent à l'équilibre statique de la toiture. D'autre part, les deux croupes suppriment la mise en œuvre des pignons en torchis et en clayonnage. Enfin, la prise au vent est moindre du fait de la suppression des pignons.

Si les quatre cloisons consomment la même quantité de bois que lors du premier projet, la charpente du toit économise les deux poteaux faîtiers, la faîtière, deux chevrons, une quinzaine de voliges et le clayonnage et le torchis nécessaire aux deux pignons. Cependant, même avec une pente plus réduite, la couverture consomme à peu près la même quantité de bottes de roseaux.

Les bois utilisés pour les poteaux et les piquets ont été abattus dans le bois environnant et portés

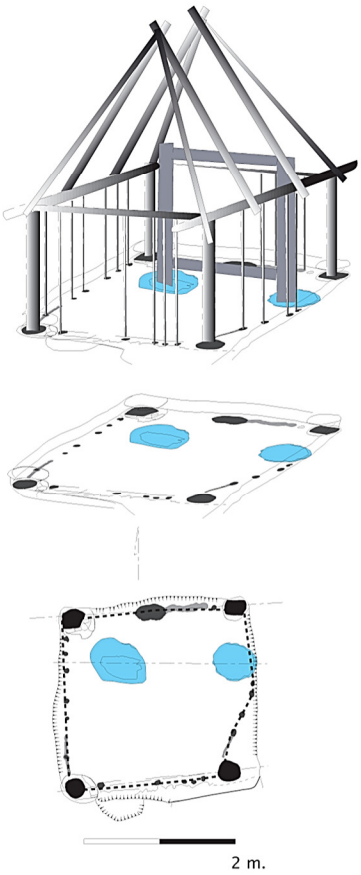


Fig. 5 - Seconde proposition de restitution de la cabane, sans poteau faîtier.

sur épaule jusqu'au chantier. Il s'agit pour l'essentiel de bois blancs, majoritairement du charme pour les poteaux et les chevrons, du noisetier, de la charmille et des rejets de frêne pour le clayonnage des cloisons et le lattis de la couverture. Aucune des pièces n'a été équarrie comme le suggère la plupart des négatifs circulaires des poteaux des fonds de cabane. Les pièces d'ossature ont été sélectionnées d'après les négatifs au sol, déterminant des poteaux de 15 cm de diamètre maximum. Ces derniers ont été partiellement écorcés à la hache de façon à favoriser l'évaporation de l'eau contenue dans les fibres et garantir une plus grande longévité des bois (fig. 6). Les poteaux ont été prélevés dans des bois fourchus pour économiser la taille des assemblages aux sablières (fig. 7). Ainsi, aucun assemblage n'a été taillé des ces bois qui, de toute façon, n'avaient pas un diamètre suffisant pour résister aux contraintes d'un tenon-mortaise ou d'un véritable mi-bois.

Les poteaux ont été enfoncés dans leurs trous d'origine à 40 cm de profondeur puis bloqués par des blocs crayeux joints à de la terre. Les fourches ont été orientées de façon à mettre en place deux sablières parallèles, les deux dernières, perpendiculaires aux précédentes, étant simplement chevillées aux extrémités, au droit des poteaux.

La mise en place des cloisons posait comme problème la fixation des piquets en tête sur la

sablière, leur pied étant ancré dans leur creusement d'origine, espacés tous les 30 cm environ. En effet, il était difficile d'envisager des percements dans la sablière pour chaque piquet ou bien un ligaturage

Fig. 6 - Ecorçage et taille des bois à la hache.

Fig. 7 - Pose des sablières dans les fourches des poteaux corniers.

Fig. 8 - Pose en alternance des piquets, mis en tension par les baguettes du clayonnage.

en tête pour leur maintien, pas assez stable. Ainsi, nous avons opté pour un système autobloquant sans assemblage, en disposant la tête des piquets de façon alternative de part et d'autre de la sablière. Leur mise en tension est assurée par les baguettes du clayonnage, fixées d'abord en partie haute pour maintenir en place les piquets avant de fixer le reste du clayonnage en partie inférieur (fig. 8). De ce fait, on obtient une cloison très rigide autobloquée simplement par la disposition alternée de ses constituants, que ce soit les piquets par rapport à la sablière ou bien les tiges par rapport aux piquets (fig. 9).

La pose des chevrons est des plus simples. Chaque chevron est chevillé en pied dans la sablière et ligaturée en tête au chevron du versant opposé (fig. 9). Une petite tige maintien provisoirement les fermes en place dans l'attente du lattis. Les chevrons

Fig. 9 - Vue de l'ossature et des deux fermes de la toiture, chevillées en pied dans la sablière.

Fig. 10 - Pose des arêtiers de la croupe.

Fig. 11 - Fixation au fil de chanvre du lattis.

Fig. 12 - Les chevrons sont contreventés par le lattis de la couverture.

Fig. 13 - Mélange de l'argile à la paille pour la confection du torchis.

de croupe sont fixés en pied aux angles de la cabane selon le même principe (fig. 10). Ce sont en fait les chevilles en chêne et le ligaturage des chevrons en tête qui maintiennent la charpente en place. La fixation du lattis en noisetier utilise du fil de chanvre (fig. 11-12) et garantit sur l'ensemble de la toiture le contreventement de la charpente. De l'abattage des bois à la pose définitive du clayonnage, le chantier a réclamé le travail de trois personnes sur 10 jours continus.

La pose du torchis, constitué de roseaux, d'argile et d'eau (fig. 13) s'est effectuée en parallèle à la pose de la couverture en roseaux. Celle-ci a été réalisée en posant des gerbes ligaturées au fil de chanvre, avec une disposition des rangs par superposition en espalier de façon à ménager une surépaisseur au droit des ligatures (fig. 14-16). La pose des roseaux a été réalisée à deux personnes pendant 7 jours continus et la pose du torchis à cinq personnes pendant deux jours. Pour maintenir le taux d'humidité du faîtage en torchis, des plantes grasses ont été plantées avec de la terre végétale, le tout maintenu par des baguettes transversales (fig. 17).

La réalisation de cette cabane selon deux principes différents a permis de mettre en évidence que la structure à chevrons-formant-fermes pourvue de deux croupes est plus avantageuse en gain de matériaux (bois, torchis) que celle à poteaux faîtiers avec pignons. Le simple chevillage des chevrons aux sablières comme le lattis de la couverture permettaient de répondre correctement aux reprises de charges de la toiture. Outre une économie en matériaux, cette dernière restitution offre l'avantage d'économiser aussi le temps de mise en œuvre, que ce soit lors du prélèvement du bois que de la réalisation de la charpente et de la confection du torchis des pignons(fig. 18).

LE GRENIER À SIX POTEAUX

L'intérêt du site d'Orville à Louvres est de présenter une variété de techniques de constructions durant le premier Moyen Âge avec la présence massive des constructions à poteaux plantés, mais assez souvent associée à des solins de pierre, des sablières basses ancrées dans le calcaire.

Pour une première reconstruction d'envergure, nous avons préféré nous recentrer sur un plan de bâtiment présentant une récurrence suffisante sur les sites régionaux pour laisser envisager un type de fonction spécifique : en l'occurrence, la conservation des denrées.

Ce deuxième projet expérimental s'intéresse ainsi aux plans de bâtiments à six poteaux qui sont présents de façon presque systématique sur les sites d'habitats ruraux carolingiens fouillés en Île-de-France (Gentili 2001, p. 28-39).

Fig. 14 - Pose des gerbes de roseaux, ligaturées au fil de chanvre.

Fig. 15 - Disposition des gerbes en espalier.

Fig. 16 - Vue de la pose de la couverture en espalier.

Fig. 17 - Pose de plantes grasses (iris, joubardes, fougères) dans l'argile sur le faîtage.

Fig. 18 - Vue de la reconstitution de la cabane (automne 2006).

Durant la période mérovingienne, coexistent des plans à quatre et à six poteaux mais d'une surface plus restreinte.

Ce type de plan semble standardisé pour devenir une composante récurrente de l'habitat du IXe au XIe-XIIe siècles (fig. 19a).

Ces plans de 25 m^2 en moyenne montrent deux alignements parallèles de trois trous de poteaux équidistants.

Lorsque les négatifs des poteaux sont identifiés, leur section est toujours circulaire, de 30 à 40 cm de

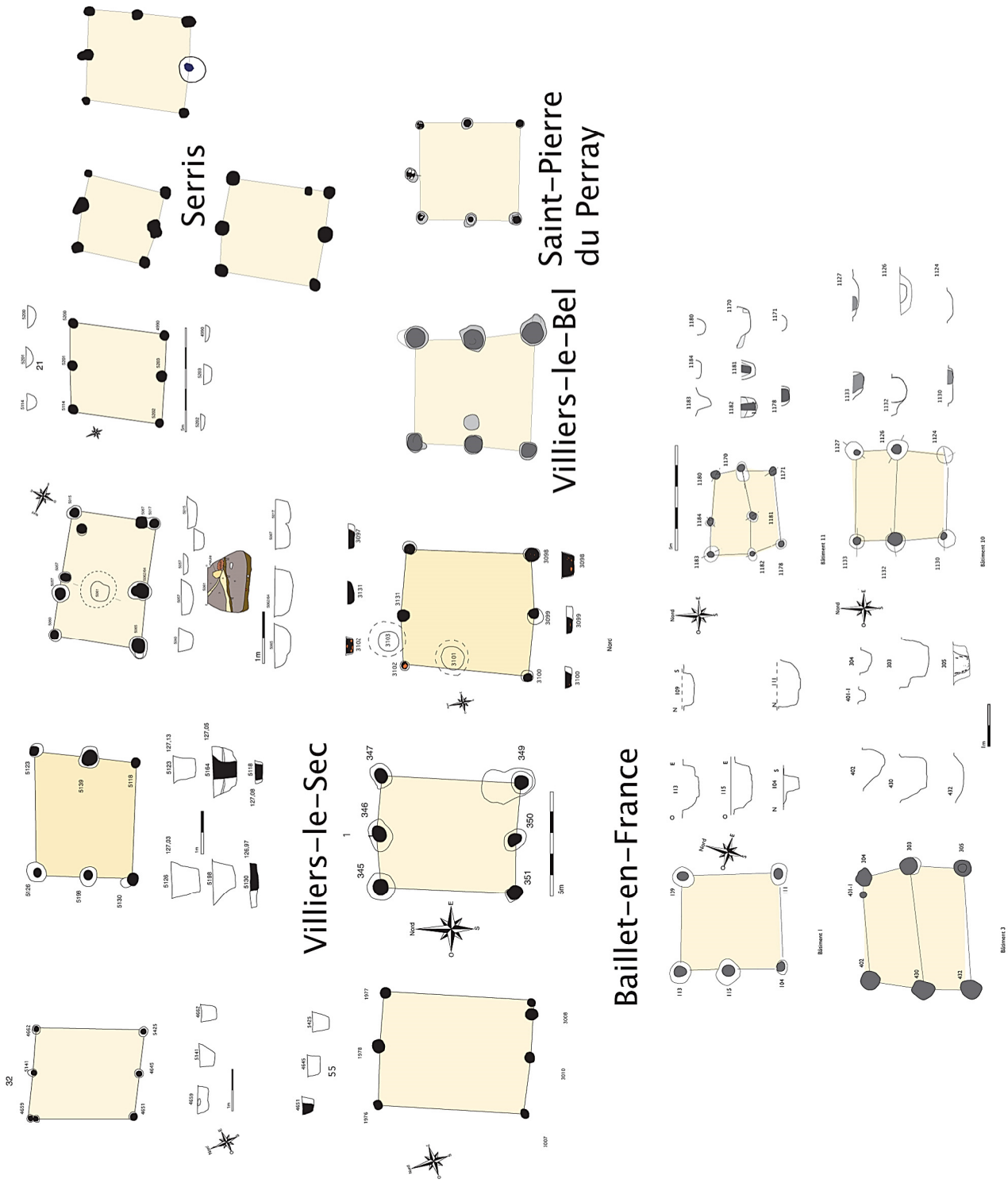


Fig. 19a - Exemples franciliens de bâtiments carolingiens à six poteaux : Orville, Villiers-le-Sec, Serris (*Dessins F. Gentili*).

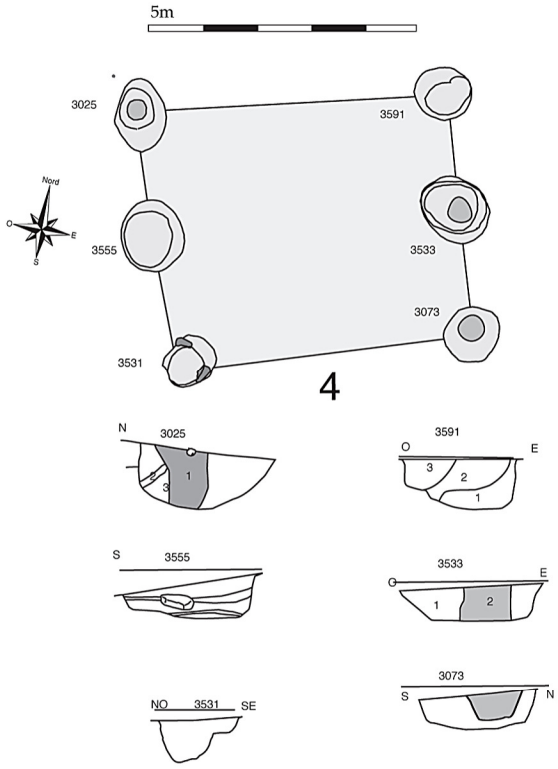
diamètre. Les données de fouille, notamment celles du site de Villiers-le-Sec (Val-d'Oise) permettent d'interpréter ces constructions comme des greniers à vocation de stockage des céréales, avec un plancher surélevé pour protéger les denrées des rongeurs et de l'humidité (Gentili à paraître).

Cependant, leur structure charpentée, la hauteur des cloisons, l'inclinaison de la toiture ou encore les matériaux de couverture demeurent totalement inconnus.

Pour tenter de mieux appréhender ces questions, une restitution expérimentale d'un grenier de ce type a été réalisée à proximité de la cabane (7), sur la base d'un plan à six poteaux, fouillé sur le site même

7 - Travaux effectués dans le cadre d'un programme de recherche pluriannuel sous la direction de François Gentili effectué sur le site du château d'Orville à Louvres (fouille, archéologie expérimentale) en collaboration avec le PCR sur l'habitat rural du haut Moyen Âge en Île-de-Franc, *cf* rapports d'activités 2001 à 2007.

vue, plan et coupe du bâtiment servant de modèle à la restitution



Louvres Orville Bâtiment n° 4, grenier à 6 poteaux
X-XIe s.

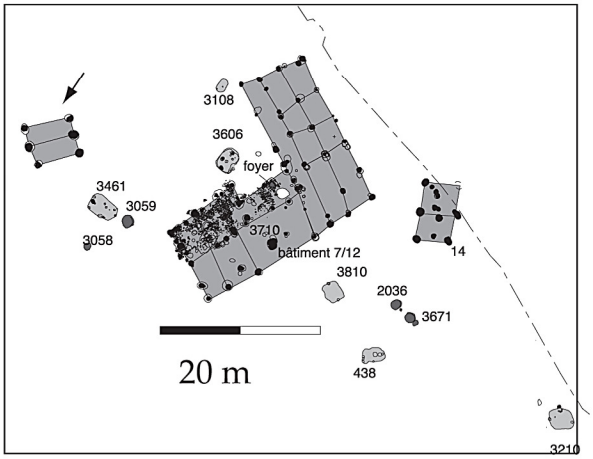


Fig. 19b - Vue, plan et coupe du grenier du site de Louvres Orville (Val-d'Oise), Xe-XIe s.

en 1999 (8). La céramique découverte dans les trous de poteaux est attribuée au X-XIe s. et ce grenier est associé à un grand bâtiment disposé en « L » (fig. 19b). Le lieu de découverte du grenier ayant été détruit, le lieu de reconstruction a été décalé d'une vingtaine de mètres en respectant l'orientation par rapport aux vents dominants.

8 - Fouille préventive AFAN/INRAP effectuée par François Gentili (INRAP).

Fig. 20 - Creusement des trous de poteaux.

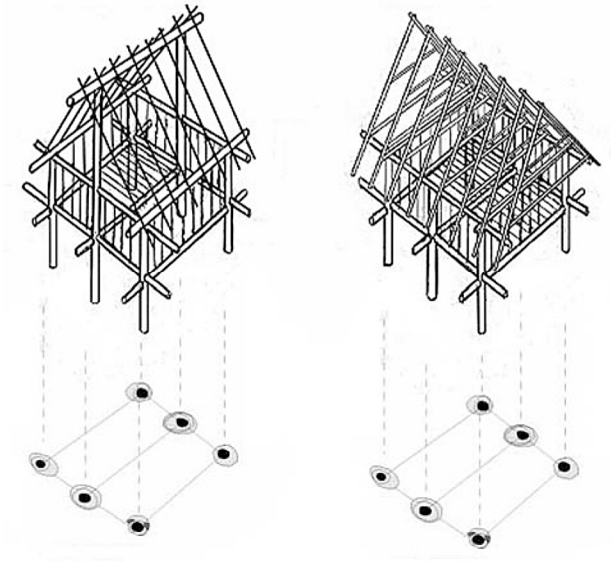


Fig. 21 - Deux propositions de restitution du grenier à six poteaux (*Dessin F. Epaud*).

La construction du grenier a réclamé six mois de travaux, répartis sur trois campagnes de 2003 à 2005 avec quatre personnes en moyenne (9). Le creusement des trous de poteaux a été fait dans le même substrat calcaire que celui du modèle fouillé sur ce site, en respectant leur profondeur et l'orientation des alignements (fig. 20).

D'après l'implantation des trous de poteaux, il s'avérait logique d'utiliser les trous médians pour des poteaux faîtiers et les trous d'angles pour des poteaux corniers (fig. 21, proposition de gauche). Toutefois, notre choix s'est orienté vers l'utilisation des trous médians pour des poteaux intermédiaires, faisant de chaque alignement une paroi en pan de bois de trois poteaux d'égale hauteur pour porter en tête une sablière haute (fig. 21, dessin de droite). Cette proposition permet, d'une part, d'avoir une

9 - Deux étudiantes, Aurelia Alligri (en 2003-2004) et Melanie Simard (en 2005-2008) se sont plus particulièrement impliquées dans ce projet en lien avec leurs recherches de master (Paris I et Tours).

toiture avec des versants orientés convenablement par rapport aux vents dominants, contrairement au choix d'une toiture à poteaux faîtiers où le pignon aurait été face aux vents. D'autre part, elle représente une économie en bois d'oeuvre par la réalisation d'une charpente à chevrons-formant-fermes en perches de faible diamètre. En effet, selon ce plan, les six poteaux en chêne consomment trois grumes de 9 m alors que le plan à poteaux faîtiers en consomme quatre, avec trois autres bois en plus, de 6 m et de forte section, pour la faîtière et les sablières hautes longitudinales. Le réel avantage de ce plan est de permettre un montage rapide du comble, en toute sécurité et sans contrainte de levage, contrairement à une charpente à poteaux faîtiers avec des poteaux de 7 m de haut, la mise en place dangereuse d'une poutre faîtière à cette hauteur, tout comme pour la fixation du chevronnage sur cette dernière.

Selon le projet adopté, les deux pans de bois furent assemblés au sol avant d'être levés d'un seul bloc (fig. 22). Du fait de la section circulaire des bois, les assemblages des sablières basses et des sommiers aux poteaux sont des mi-bois alors que des enfourchements chevillés (large entaille dans laquelle s'encastre la sablière, légèrement entaillée sur ses flancs) ou des tenons-mortaises chevillés, selon la section des bois, ont été utilisés pour l'encastrement des sablières hautes en tête des poteaux, pour répondre convenablement aux contraintes de compression. Le premier pan fut levé à l'aide d'un mat haubané et des cordages tandis que le second fut dressé en se servant du premier pan, pour l'accroche des cordes. Une fois les deux pans levés, les poteaux furent déplacés légèrement dans leur trou pour rendre parallèles les deux pans, d'où un calage nécessaire des poteaux par des blocs. Dès lors, le comblement des trous put s'effectuer par tassement progressif des terres.

Au cours du levage, des pièces obliques (fig. 23) ont dû être plantées dans le sol pour contreventer provisoirement les pans de bois dans l'attente des sommiers, occasionnant des trous latéraux sur le terrain, peu profonds. Ces aménagements, liés à la mise en oeuvre de la charpente et non à sa structure même, peuvent néanmoins être retrouvés en fouille, à proximité des trous de poteaux d'ossature.

Les trois sommiers du plancher, en frêne, furent ensuite levés et assemblés aux poteaux par mi-bois (fig. 24). Les solives, également en frêne, furent ensuite disposées transversalement aux sommiers, sans assemblage, pour supporter de fines perches (fig. 25) puis, une couche de torchis.

Tous les bois de l'ossature sont utilisés à l'état de grume, comme en témoignent les négatifs des poteaux retrouvés en fouille. Ils ont simplement été écorcés pour favoriser leur séchage et éviter leur pourrissement. Le chêne, fréquemment retrouvé en fouille à l'état de charbon de bois dans les trous de poteaux, a été choisi pour les poteaux porteurs. Pour les sablières, les sommiers et les solives du plancher, le frêne a été préféré au chêne en raison de son moindre poids et de sa bonne tenue à la flexion.

Fig. 22a - Préparation et assemblage des pans de bois au sol.

Fig. 22b - Levage du premier pan de bois à l'aide d'un mât haubané.

Fig. 22c -Levage du second pan à l'aide de cordages accrochés au premier pan.

Fig. 23 - Calage provisoire des poteaux avec des pièces obliques plantés en terre.

Fig. 24 - Pans reliés par les sommiers du plancher.

Fig. 25 - Pose des perches destinées au support de la couche de torchis du plancher.

Cette réduction du poids constitue un avantage indéniable sur le chêne lors du levage quand les moyens de traction sont limités. Des perches et des tiges de noisetier, de charme et de frêne ont servi à la confection du plancher et des cloisons en clayonnage et torchis.

En forêt, la faible disponibilité de bois rectilignes, l'absence de chemins d'accès et les conditions d'abattage nous ont contraint à abattre des chênes et de frênes relativement tors et de section hétérogène. La distribution de ces bois dans l'ossature du grenier a donc été réalisée en fonction de leur torsion et de leur section pour répartir au mieux les descentes de charges, l'horizontalité du plancher et la verticalité des montants. Les chênes de plus forte section ont été placés en milieu de cloison pour absorber l'essentiel du poids du plancher et au pignon le plus exposé aux vents dominants (face sud-ouest). Le pied des frênes (section plus forte qu'en tête) servant pour les sablières et les sommiers, a été positionné systématiquement sur les poteaux de plus forte section, tout en adaptant leur torsion à celle des autres bois de façon à avoir une répartition des charges homogène.

La torsion de ces bois a modifié l'alignement des poteaux porteurs, prévu dès le creusement de leur trou, en raison de leur assemblage en tête dans les sablières. Une fois les pans de bois levés, les poteaux se sont trouvés désaxés au fond de leur trou, alors que leur tête s'aligne correctement sur la sablière haute. Certains poteaux, suspendus par leurs assemblages aux sablières haute et basse, ne reposaient plus au fond des trous et des pierres ont dû être glissées sous leur pied pour les stabiliser (fig. 26).

Fig. 26 - Désaxement du poteau au fond du trou avec calage en sous-œuvre.

La charpente du comble à chevrons-formant-fermes fut constituée d'une dizaine de fermes indépendantes, en grumes de bouleau, avec deux chevrons assemblés par mi-bois chevillés à un entrait à la base, et raidis à mi-portée par un faux entrait ligaturés aux extrémités (fig. 27). Aucun lien longitudinal ne contrevente cette charpente, seul le lattis de la couverture, en perches de noisetier simplement ligaturés aux chevrons, assure l'étrésillonnement des fermes.

Cette restitution rejoint les modèles de charpentes romanes les plus anciennes connues actuellement, datées du XIe siècle, comme celles des églises de Saint-Germain-des-Prés (1018-1038d), de Saint-

Fig. 27 - Réalisation au sol des fermes, aux bois assemblés à mi-bois chevillés.

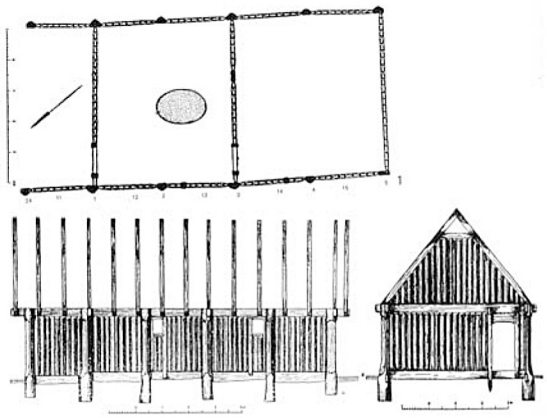


Fig. 29 - Maison d'Husterknupp (Xe siècle), Allemagne (CHAPELOT J. & FOSSIER R., *Le village et la maison au Moyen Âge*, Hachette, Paris, 1980, p. 270)

Denis de Liège (1015-1020d), de Sainte-Gertrude de Nivelles en Belgique (vers 1046 ; fig. 28), ou encore celle de la maison d'Husterknupp en Allemagne, du Xe siècle, reconstituée d'après des bois retrouvés en fouille (fig. 29). Ce type de structure de comble se retrouve également dans l'architecture vernaculaire et aussi dans nombre de constructions rurales des Pays de l'Est, comme en Roumanie où les techniques de charpenterie sont proches de celles utilisées dans les charpentes romanes (fig. 30).

La construction de cette charpente a révélé l'intérêt indéniable que représente cette structure à chevrons-formant-fermes lors du levage (fig. 31). Chaque ferme fut posée l'une après l'autre, en posant d'abord l'entrait sur les sablières, puis le reste de la ferme, à savoir le couple de chevrons assemblés au faux entrait. Leur montage fut réalisé en toute sécurité à l'aide d'une perche ou de cordes depuis le niveau du plancher et celui des entraits sur lesquels des planches furent disposées. Des perches obliques furent clouées provisoirement aux chevrons pour contreventer les fermes dans l'attente du lattis. L'absence de contreventement longitudinal dans ce type de charpente, que ce soit dans les combles des églises romanes ou bien dans l'architecture vernaculaire, pourrait ainsi se justifier par son mode de levage, réalisé comme ici par fermes successives. Ce montage représente

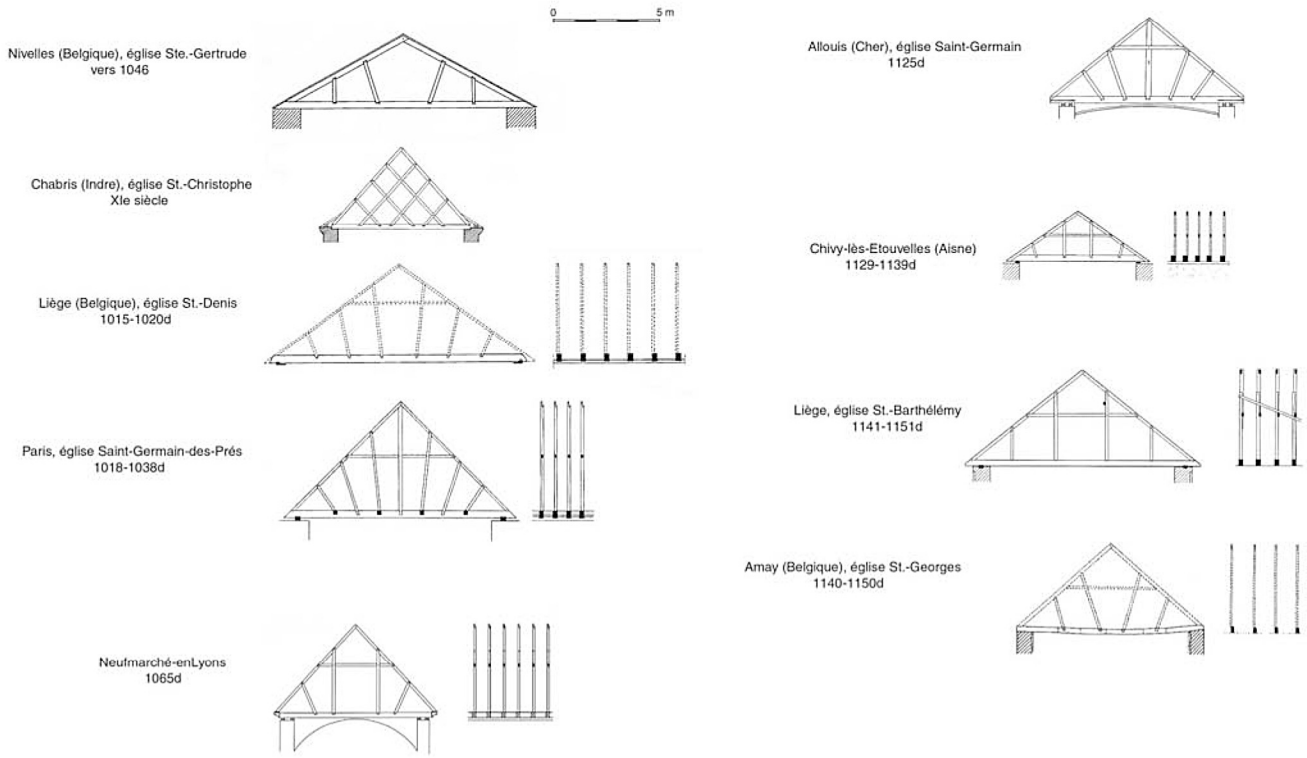


Fig. 28 - Charpentes romanes XIe-XIIe siècles.

Fig. 30 - Charpente à chevrons-formant-fermes d'une maison de la région de Maramures en Roumanie.

Fig. 31 - Levage de la charpente, ferme par ferme.

Fig. 32 - Ligature du roseau au lattis à l'aide d'une navette

un avantage certain par rapport au modèle de la charpente à fermes et pannes, avec une panne faîtière assise en tête de poteaux faîtiers de 7 m de haut. Le levage de ces poteaux, la fixation de la faîtière et des chevrons à celle-ci auraient présenté trop de difficultés techniques, supposant l'emploi d'échafaudages ou de grandes échelles. Autre avantage structurel de cette charpente à chevrons-formant-fermes : la présence des entraits successifs, constituant dans le comble sur deux niveaux des plates-formes de stockage (fig. 33), contrairement là

Fig. 33 - Pignon en clayonnage de la toiture à deux pans.

encore à la charpente à poteaux faîtiers, dépourvue de pièce transversale dans le comble.

Pour la couverture du toit, la présence d'une zone marécageuse à proximité du grenier fouillé sur le site nous a incité à préférer le roseau à la paille de seigle (10), comme pour la cabane. Le roseau utilisé pour la restitution a été récolté à l'embouchure de la Seine, en Seine-Maritime. La pose s'est faite pendant deux mois par équipe de deux : une personne située à l'extérieur afin de positionner correctement les bottes de roseaux, l'autre à l'intérieur afin de les ligaturer au lattis, à l'aide d'une navette (fig. 32). Celle-ci a été taillée dans un bois souple, pointue à une extrémité et percée d'un trou à l'autre afin d'y faire passer la cordelette de lin, plante dont les taxons et les graines sont présents dans les contextes archéologiques du site.

La technique de pose et de ligature adoptée lors de cette restitution a permis d'obtenir une épaisseur de couverture d'environ 20 cm. Sur le premier versant, les bottes ont été étalées pour obtenir un dégradé et un couvrement homogène des ligatures sous-jacentes, alors que sur le deuxième versant, les bottes sont conservées en rangées, disposées en escalier, pour avoir une plus forte épaisseur de roseaux au-dessus des ligatures, et optimiser ainsi leur protection vis-à-vis des intempéries. Le faîte du toit fut recouvert d'une couche de torchis plantée de plantes grasses dont la joubarbe des toits (*sempervivum tectorum*) afin de la maintenir et de réguler l'humidité. La consommation en roseau a été de vingt à vingt cinq gerbes par rangées pour quatorze rangées par versant soit, au total, sept cents gerbes pour toute la couverture.

10 - La paille de seigle est également vraisemblable car le seigle est largement présent dans les restes carpologiques du site.

Les pignons furent cloisonnés par une paroi en clayonnage très serré afin de permettre l'éclairage du grenier mais surtout la ventilation du comble et donc le séchage des céréales stockées tout en empêchant l'entrée des volatiles.

En avril 2007, un incendie d'origine criminelle détruisit la charpente du comble, sa couverture, et dégrada fortement deux cloisons en torchis. Les autres cloisons, les poteaux, les sablières et le plancher résistèrent aux flammes et furent conservées lors de la restauration, entreprise dès l'été suivant. La réfection des parois en clayonnage a permis de tester une nouvelle technique de fixation des piquets aux sablières, déjà expérimentée pour la cabane. Précédemment, les piquets verticaux, autour desquels sont entrelacés les perches de noisetier, étaient fichés en tête et en pied dans des trous taillés dans les sablières hautes et basses (fig. 22a). Pour les nouvelles cloisons, les piquets, toujours fichés en pied dans les trous de la sablière basse, furent disposés en tête de part et d'autre de la sablière haute, la torsion des perches autour des piquets maintenant fermement l'ensemble (fig. 33). Ce système autobloquant assure par ailleurs une meilleure solidarité des sablières au clayonnage. Sur les autres cloisons brûlées, seul un enduit d'argile fût apposé sur les parties carbonisées.

La charpente du comble fût réalisée sur le même principe d'une charpente à chevrons-formant-fermes mais à quatre pans, de façon à optimiser ce modèle en réduisant la consommation en bois d'œuvre et, indirectement, des matériaux de couverture et du temps de mise en œuvre (fig. 34). La précédente charpente possédait huit fermes, la nouvelle

Fig. 34 - Cloison avec les piquets verticaux disposés de part et d'autre de la sablière haute, et mis en pression par le clayonnage.

Fig. 35- Nouvelle charpente du comble à quatre pans (2008).

seulement trois, espacées d'un mètre environ, avec pour chacune un entrait à la base, un couple de chevrons raidis par un faux entrait, le tout assemblé à mi-bois. La pente fut réduite, entraînant une économie en bois longs. Cette charpente a consommé quatorze grumes de bouleau de 5 m environ de long, de 10-15 cm de diamètre à la base, pour les trois fermes et les arêtiers des croupes. Son levage répond des mêmes techniques : montage de l'entrait puis du restant de la ferme déjà assemblée, depuis le plancher du grenier, et dressage manuel. Trois jours ont suffit à quatre personnes pour tailler les bois, assembler et lever cette charpente. Les arêtiers et les empanons (chevrons assemblés en tête aux arêtiers) sont cloués en tête et chevillés en pied.

La couverture en roseaux ayant déjà été expérimentée, le choix s'est porté sur la confection d'une toiture en bardeaux de chêne. Ce mode de couverture est en effet attesté par les textes sur les églises aux Xe-XIe siècles (Mortet & Deschamp 1995, p. 180, 1692, 413) et par l'archéologie sur des habitats aristocratiques aux Xe-XIe siècles, comme à Neuvy-deux-clochers dans le Cher (11) ou à Pineuilh en Gironde (Mille & Epaud 2007). À Pineuilh, les bardeaux retrouvés mesurent entre 70 et 80 cm de longueur pour des largeurs comprises entre 18 et 25 cm et une épaisseur variant de 1,5 à 2,5 cm. Leur extrémité inférieure est arrondie et ils étaient fixés par une cheville travaillant en butée sur le lattis. À Neuvy-deux-clochers, ils mesurent entre 65 x 15 cm et 72 x 25 cm, de 1 à 2 cm d'épaisseur, et sont obtenus par débit radial de billes de chêne à croissance lente, avec le même système de fixation. Les bardeaux produits en septembre 2008 pour la couverture du grenier reprennent donc ces dimensions, entre 70 et 80 cm, pour une largeur variant de 15 à 25 cm. Ils ont été obtenus par fendage radial au coin de quartiers de billes de chêne, puis au départoir, avec reprise à la hache des flancs et des surfaces pour aplanir le bardeau (fig. 35). L'expérimentation a

11 - Fouille INRAP dirigée par V. Mataoutchek.

porté sur l'exploitation d'un chêne abattu en hiver, sur des billes provenant de sa moitié inférieure, dépourvue de nœud et de départ de branche. En 15 jours de travail, avec un fendeur et trois tailleurs pour redresser à la hache les planches en bardeaux, 250 bardeaux ont été produits dans 5 billes de 80 cm de long, de diamètre variant de 50 à 40 cm, soit une moyenne de 50 bardeaux produits par bille. Avec un pureau apparent d'un tiers du bardeau et une surface à couvrir de 54 m^2, on estime la production à 600 bardeaux pour la couverture complète. Leur pose, qui s'effectuera lors de la campagne 2009, se fera par chevillage, travaillant en butée sur le lattis (fig. 36 et 37), avec, pour les arêtiers, une découpe en biais de leurs bords supérieurs et un recouvrement par des bardeaux-arêtiers cloutés entre eux, comme au faîtage.

L'objectif premier de cette expérimentation archéologique est de considérer la mise en œuvre architecturale comme un moyen d'interprétation des données de fouille et de validation des propositions de restitution. Dans le cas présent, la construction du grenier a permis de démontrer qu'un plan de bâtiment à poteaux médians, habituellement considérés comme poteaux faîtiers, pouvait parfaitement s'adapter à une structure de comble à chevrons-formant-fermes, plus en adéquation avec les techniques de charpenterie connues au début du XIe siècle. Comparée à une charpente à panne faîtière, cette charpente à chevrons-formant-fermes offre en effet de plus grandes facilités de levage et de mise en œuvre, une économie en bois longs de forte section, et des niveaux de stockages dans le comble. Cette démarche expérimentale ne prétend pas remettre en question l'existence des charpentes à poteaux faîtiers, notamment pour les petits bâtiments. Elle cherche seulement à démontrer que d'autres solutions sont possibles et qu'elles peuvent parfois être plus en accord avec les réalités pratiques d'un chantier de charpenterie ainsi que les données fournies par l'ethnographie et l'étude des charpentes du XIe siècle conservées en élévation.

Fig. 36 - Fendage des bardeaux en chêne au départoir.

Fig. 37 - Pose de quelques bardeaux, avec un recouvrement de deux tiers.

Fig. 38 - Fixation des bardeaux par des chevilles butant sur le lattis.

BIBLIOGRAPHIE

COLLARDELLE Michel & VERDEL Éric (1993) - *Les habitants du lac de Paladru (Isère) dans leur environnement. La formation d'un terroir au XIe siècle*, Document d'Archéologie Française n° 40, Paris.

COLLARDELLE Michel & VERDEL Éric (1994) - « Un atelier de charpenterie sur le site médiéval immergé de Colletière à Charavines (Isère) », *Pages d'archéologie médiévales en Rhône-Alpes*, 1, Actes de la première rencontre, 10 déc. 1993, Lyon, p. 47-60.

EPAUD Frédéric (2007) - *De la charpente romane à la charpente gothique en Normandie*, Publications du CRAHM, Caen.

GENTILI François (2001) - « Villages, maisons et annexes autour de l'An Mil », *L'Ile-de-France Médiévale*. Catalogue d'exposition, Somogy, Éditions d'Art, Paris, p. 28-39.

GENTILI François (sous presse) : « Typologie et analyse spatiale des fonds de cabanes en Pays de France : l'exemple de Baillet-en-France, Villiers-le-Sec, Louvres et Villiers-le-Bel », dans L *'Habitat rural du Haut Moyen Âge en Île-de-France*, vol 2, 2e supplément à la revue archéologique du Vexin et du Val d'Oise ».

GENTILI François (sous presse) - « Silos et greniers. Structures de conservation des grains sur les sites ruraux du haut Moyen Âge d'après des exemples franciliens » dans *L'Habitat rural du Haut Moyen Âge en Île-de-France*, vol 2, 2e supplément à la revue archéologique du Vexin et du Val d'Oise ».

HERNBRODT Adolf (1958) - *Der Husterknupp, eine niederrheinische Burganlage des frühen Mittelalters*, Cologne.

MILLE Pierre & EPAUD Frédéric (2007) – « Étude architecturale », dans PRODÉO Frédéric (dir.) Pineuilh, "La Mothe", RFO de fouille archéologique INRAP.

MORTET Victor & DESCHAMP Paul (1995) - *Recueil de textes relatifs à l'histoire de l'architecture et à la condition des architectes en France au Moyen Âge, XIe-XIIIe siècles*, Éditions du CTHS, Paris.

Les auteurs

Frédéric EPAUD, Chercheur CNRS, UMR 6173, Laboratoire Archéologie et Territoires, Tours.

François GENTILI, Ingénieur chargé de recherches à l'INRAP, Centre-Île de France/UMR 7041, équipe archéologie et environnement

Mélanie SIMARD, Etudiante en master 2 à l'université François Rabelais de Tours;

Résumé

Depuis 2002 un programme d'archéologie expérimentale effectué sur le site archéologique du château d'Orville à Louvres (Val-d'Oise) a notamment permis de tester la reconstitution de bâtiments carolingiens. Un fond de cabane et un grenier sur poteaux plantés ont chacun fait l'objet de deux versions différentes à la lumière des recherches récentes sur les charpentes et les modes de couverture médiévaux (chevrons formant ferme, bardeaux).

Mots clefs : archéologie expérimentale, fonds de cabanes, greniers, charpente, bardeaux, carolingien.