



HAL
open science

Architecture en bois et triangulation durant la Protohistoire : méthodes d'identification, bilan actualisé et perspectives interprétatives

Pierre Péfau

► **To cite this version:**

Pierre Péfau. Architecture en bois et triangulation durant la Protohistoire : méthodes d'identification, bilan actualisé et perspectives interprétatives. Bois et architecture dans la Protohistoire et l'Antiquité (XVI^e av. J.-C. – II^e ap. J.-C.). Grèce, Italie, Europe occidentale, Stéphane Lamouille; Pierre Péfau; Sylvie-Rougier Blanc, Apr 2018, Toulouse, France. pp.201-222, 10.4000/pallas.17586 . hal-01988071

HAL Id: hal-01988071

<https://hal.science/hal-01988071>

Submitted on 22 Jan 2022

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.



Pallas

Revue d'études antiques

110 | 2019

**Bois et architecture dans la Protohistoire et l'Antiquité
/ Les désastres militaires romains**

Architecture en bois et triangulation durant la Protohistoire : méthodes d'identification, bilan actualisé et perspectives interprétatives

*Wooden architecture and triangulation during Protohistory: processes of
identification, updated statements and interpretative perspectives*

Pierre Péfau



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/pallas/17586>

DOI : 10.4000/pallas.17586

ISSN : 2272-7639

Éditeur

Presses universitaires du Midi

Édition imprimée

Date de publication : 29 août 2019

Pagination : 201-222

ISBN : 978-2-8107-0639-6

ISSN : 0031-0387

Ce document vous est offert par Université Toulouse 2 - Jean Jaurès



Référence électronique

Pierre Péfau, « Architecture en bois et triangulation durant la Protohistoire : méthodes d'identification, bilan actualisé et perspectives interprétatives », *Pallas* [En ligne], 110 | 2019, mis en ligne le 28 février 2020, consulté le 02 janvier 2022. URL : <http://journals.openedition.org/pallas/17586> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/pallas.17586>



Pallas – Revue d'études antiques est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

Architecture en bois et triangulation durant la Protohistoire : méthodes d'identification, bilan actualisé et perspectives interprétatives

Pierre PÉFAU
Université Toulouse-Jean Jaurès

Introduction

L'état des connaissances sur l'architecture en bois protohistorique d'Europe tempérée – ou non méditerranéenne – a beaucoup progressé depuis les travaux précurseurs de l'archéologue allemand Adelhart Zippelius, à partir de la fin des années 1940¹. En France, ceux d'Olivier Buchsenschutz², dès les années 1980, se sont avérés fondamentaux pour la mise en place de dynamiques de recherche nationales et européennes, notamment pour l'âge du Fer³. Néanmoins, la question des pièces de contreventement obliques – fréquemment utilisées dans les constructions médiévales et antiques – dans l'architecture protohistorique est souvent éludée et l'hypothèse de l'existence de procédés de triangulation avant l'époque romaine est généralement réfutée. Si l'encastrement des poteaux porteurs⁴ ou l'usage simultané d'autres techniques peut rendre l'utilisation de structures triangulées superflue, les diagonales ont un intérêt indéniable dans la stabilisation des constructions en pan de bois et, de manière plus générale, des bâtiments de grande taille aux poteaux faiblement ancrés dans le sol. Par ailleurs, plusieurs sources (archéologiques et iconographiques) attestent leur existence dès l'âge du Fer⁵. Il s'agit ici de rappeler les difficultés que l'archéologie rencontre à mettre en évidence ce type de dispositif, d'énumérer les méthodes d'identification et de dresser un bilan actualisé des différentes traces d'utilisation de renforts obliques dans l'architecture protohistorique. Enfin, ces résultats permettront d'envisager de nouvelles perspectives d'interprétation des vestiges archéologiques.

1 Zippelius, 1948; 1953.

2 Entre autres: Arcelin, Buchsenschutz, 1985; Audouze, Buchsenschutz, 1989; Buchsenschutz, Mordant, 2005; Buchsenschutz, 2005.

3 Entre autres: Maguer, Robert, 2013; Villard-Le Tiec, 2018.

4 C'est-à-dire donner un ancrage important aux poteaux afin de les bloquer et d'assurer le bon contreventement de la structure.

5 Péfau, 2017.

1. Méthodes d'identification

Les bâtiments sur poteaux plantés sont détectables par la mise au jour de trous de poteau et de tranchées de fondation. La présence de constructions en pan de bois peut être déduite des traces de sablières basses sur des gisements dont les niveaux de sol sont conservés. En revanche, l'emploi de procédés visant à trianguler l'élévation de ces architectures reste toujours difficile à mettre en évidence, puisque celle-ci a souvent irrémédiablement disparu. Les sites protohistoriques étant, en général, très impactés par l'érosion, il ne subsiste la plupart du temps que des creusements qui limitent l'interprétation et la restitution de la forme originelle des constructions.

Cependant, la préservation des pièces de bois, par l'humidité ou par carbonisation, permet parfois de mettre au jour des renforts obliques. Leur découverte reste toutefois exceptionnelle et ces éléments peuvent même passer inaperçus lorsque leur état de conservation n'est pas suffisamment bon et si le degré de remaniement des vestiges est trop important. Il est également possible d'identifier ces pièces par l'étude des empreintes présentes dans des fragments de paroi en terre (torchis) conservée par leur cuisson. Cela implique que ces pièces obliques soient couvertes de terre au sein du bâtiment détruit lors d'un incendie et, en tout état de cause, les études des échantillons de terre cuite demeurent peu fréquentes. Par ailleurs, la mise en évidence de pièces obliques nécessite la présence d'ensembles complets et de gros fragments, qui sont peu courants.

Des pieux obliques ont pu être plantés dans le sol. La fouille de la fosse d'ancrage et la reconnaissance du négatif du poteau permettent parfois de savoir si celui-ci était en position inclinée. Pour ce faire, lors de la fouille et du relevé des trous de poteau, les axes de coupe sont alternés en fonction de la situation des structures et la forme du négatif doit être finement analysée, selon des schémas déjà décrits par Christophe Laurelut, Willy Tegel, Jan Vanmoerkerke et Gaëlle Robert⁶.

Enfin, l'iconographie apporte aussi de précieux renseignements sur les techniques architecturales et se révèle une source d'information privilégiée au regard de la pauvreté des données archéologiques. Ces témoignages, qui concernent les urnes-cabanes d'une partie de l'Italie⁷, d'Europe centrale et du Nord (datées essentiellement de la fin de l'âge du Bronze final au début du Premier âge du Fer, c'est-à-dire du XI^e/X^e au VIII^e siècle av. J.-C.⁸), ainsi que les gravures sur roches, stèles ou céramiques de l'âge du Fer, restent toutefois ponctuels et difficiles à interpréter. On peut notamment signaler l'apport fondamental des rochers du Valcamonica, qui ont révélé des dizaines de milliers de gravures, datées principalement de l'âge du Fer grâce à la combinaison de différentes approches dont les résultats convergent (analyse stylistique, technique, thématique et étude typo-chronologique des objets représentés). Près de 2000 pétroglyphes représentant des constructions de morphologies et de tailles variées ont été identifiés. Ces architectures comportent tous les types de pièces de contreventement obliques présentés dans cet article. Si les attributions chronologiques des gravures ont évolué depuis les années 1950, elles attribuent toujours les représentations de constructions à l'âge

6 Laurelut *et al.*, 2005, fig. 20; Robert, Holzem, 2012.

7 L'Étrurie, le Latium, la Sabine et la Campanie.

8 Bartoloni *et al.*, 1987; Buchsenschutz 1989; Sabatini, 2007.

du Fer⁹, notamment entre le milieu du VII^e et le IV^e siècle av. J.-C. Ces bâtiments possèdent des formes particulières, probablement destinées à s'adapter aux conditions rigoureuses du milieu montagnard, que l'on retrouve encore en contexte alpin aux époques récentes¹⁰.

Malgré les nombreux obstacles, avant tout d'ordre taphonomique, la mobilisation de ces sources variées permet de répertorier plusieurs cas de pièces obliques pour la Protohistoire (fig. 1). Celles-ci prennent place à différents niveaux de la construction et jouent donc des rôles variés, témoignant d'une maîtrise poussée de la triangulation et de la charpenterie.

2. De l'archéologie à l'iconographie : des charpentes triangulées en Europe tempérée

Quelques cas renvoient, de façon directe ou indirecte, à l'existence de contreventements obliques dans des fortifications, des palissades et des ponts, tels que le pont Desor, construit sur le site de La Tène (Suisse) vers 660 av. J.-C.¹¹. Toutefois, ces différents aménagements répondent à des contraintes et nécessités architecturales spécifiques qui ne seront pas évoquées ici.

Les pièces obliques présentées ci-après sont, ainsi, uniquement associées à des bâtiments, dont la fonction est souvent difficile à caractériser (domestique, religieux, de stockage?). Nous n'aborderons pas non plus la question des constructions à poteaux inclinés – connues dans l'architecture de la fin de l'âge du Fer et du début de l'époque romaine – dont le caractère porteur renvoie également à des problématiques particulières¹². Nous présenterons donc les autres types de pièces obliques, selon leur place et leur fonction au sein de l'élévation de la construction.

2.1. Décharges ou guettes

Les décharges¹³ et guettes (fig. 2A) sont des pièces obliques reliant un support vertical (poteau) à une poutre horizontale (sablière basse ou haute, entretoise) ou deux poutres horizontales ensemble. Ces éléments sont fréquemment utilisés pour contreventer les pans de bois des constructions d'époque médiévale et moderne, parfois encore en élévation de nos jours¹⁴.

Le site de « La Sioutat » à Roquelaure (Gers) a livré l'un des exemples directs les plus probants de l'utilisation de ce type de pièce¹⁵ (fig. 2B). Près d'un millier de fragments de parois en torchis sur clayonnage cuits, associé à un bâtiment actuellement datable entre le VI^e

9 Entre autres : Anati, 1966 ; Anati, 1995 ; Tognoni, 1992 ; Arcà, 2005.

10 Cereghini, 1957 ; Péfau, à paraître.

11 Reginelli, 2007.

12 Laurelut *et al.*, 2005 ; Robert, Holzem, 2012 ; communication de Gaëlle Robert à la journée d'étude objet de cette publication, intitulée « L'architecture à poteaux inclinés sur le territoire turon entre le I^{er} s. av. J.-C. et le I^{er} s. apr. J.-C. : méthodologie, interprétation et perspectives de recherche ». Non publiée.

13 Sauf mention contraire, le vocabulaire architectural utilisé est celui répertorié dans Volmer, Zimmermann, 2012.

14 Volmer, Zimmermann, 2012 ; Alix, Épaul, 2013.

15 Péfau, 2017.

et le III^e siècle av. J.-C., a été mis au jour¹⁶. Au milieu de centaines de restes comportant des négatifs de branches, un morceau de taille importante présente des empreintes de l'ossature de bois : l'un des côtés du fragment a été régularisé à la main et correspond donc à la partie lissée d'une paroi – des traces de doigt encore perceptibles en témoignent. Sur le côté opposé, trois négatifs de branches horizontales et d'une latte verticale sont liés à la présence du clayonnage évoqué plus haut. En partie basse, une pièce de bois refendue, dont les fibres ont laissé des stries dans la terre, forme un angle à 45 ° par rapport à l'horizontale. Il s'agit d'une décharge ou d'une guette, visant à contreventer le bâtiment. On remarque que la terre du fragment est plus épaisse en partie basse et adopte un profil courbe. Cette morphologie témoigne d'un empâtement caractéristique des joints d'étanchéité entre le remplissage de la paroi et la partie basse de la construction (sablère, sol?) ou de chutes de matériaux issues du lissage de la paroi, comme cela a pu être observé sur un fragment de parois en torchis sur clayonnage du bâtiment E1 de Saint-Georges-lès-Baillargeaux dans la Vienne¹⁷.

Les sources iconographiques confirment l'emploi de décharges ou de guettes dans des constructions en bois. L'urne-cabane d'Obliwice (Pologne) en présente un certain nombre à elle seule¹⁸ (fig. 3A). Retrouvée dans une ciste de pierre avec une urne et une épingle en bronze, elle peut être datée de la fin de l'âge du Bronze ou du début de l'âge du Fer (autour du début du VIII^e siècle av. J.-C.)¹⁹. Cette urne-cabane a malencontreusement disparu du *Pommersches Landesmuseum* au cours de la Seconde Guerre mondiale, mais un relevé de ses décors incisés, effectué par Friedrich Behn, nous permet de connaître l'ensemble des détails architecturaux²⁰. Il s'agit d'un bâtiment surélevé par quatre supports, composé de quatre pans de bois dont les principaux éléments constitutifs sont parfaitement identifiables : des sablières basses, des poteaux, ainsi que plusieurs décharges ou des guettes assemblées à des poteaux ou des entretoises.

Ce dispositif est également en usage dans les Alpes italiennes. La majorité des édifices gravés du Valcamonica sont surélevés et se composent de trois parties principales (fig. 4) : la base, constituée d'un ou plusieurs poteaux (parfois sur un socle), supportant une pièce surélevée couverte par le toit en dessous duquel prend peut-être place un grenier. Ces pétroglyphes de construction sont difficiles à interpréter, en raison de codes de représentation complexes issus de la fusion de caractères architecturaux réels avec des éléments relevant de la sphère symbolique²¹. Toutefois, la figuration de personnages à l'intérieur de certaines gravures, la présence d'échelle ou d'escalier, ainsi que la similitude de forme avec des bâtiments alpins subactuels ne laissent aucun doute quant à l'interprétation de certains pétroglyphes comme des constructions inspirées de modèles réels²². Les bâtiments de l'âge du Fer ayant servi de modèles aux gravures rupestres n'étaient peut-être pas surélevés sur toute leur surface, mais devaient plutôt rattraper les pentes de la vallée, à l'image de l'évocation

16 Péfau, 2018.

17 Maguer, 2016.

18 Je remercie Olivier Buchsenschutz de m'avoir transmis la documentation sur cette urne-cabane.

19 Stubenrauch, 1908 ; Łuka, 1966 ; Buchsenschutz, 1989.

20 Behn, 1924 ; Buchsenschutz, 1989.

21 Anati, 1995 ; Savardi, 2005 ; Péfau, à paraître.

22 Péfau, à paraître.

d'Alberto Galbiati (fig. 4), correspondant à de nombreux édifices alpins d'époque moderne et contemporaine (Cereghini 1957 ; Labbas 2016).

De nombreux pétroglyphes révèlent une cohérence architecturale remarquable et un grand niveau de détail. Plusieurs exemples présentent des décharges ou des guettes (fig. 3B) et parfois des croix de Saint-André (fig. 3C et 3D, 8D) contreventant la pièce surélevée, visiblement indépendante de la base.

2.2. Aisseliers

Les aisseliers sont des pièces de bois en position oblique supportant le débord d'un étage ou d'un pignon. Ils sont fréquemment utilisés dans l'architecture en pan de bois médiévale et moderne, afin de soutenir les étages à encorbellement qui permettaient de gagner de l'espace en hauteur, sans empiéter sur la voirie (fig. 5A).

Ce type de pièce est présent sur de nombreux pétroglyphes de constructions du Valcamonica (fig. 5B et 5C). Si ces architectures s'étendent à mesure qu'elles s'élèvent, elles semblent néanmoins parfaitement stables grâce à l'ajout d'aiseliers. Ces derniers relient les poteaux de la base à la partie haute de la construction, qui est en encorbellement. Parfois même, ces aisseliers sont présents au niveau de la pièce surélevée et viennent recevoir les débords de la toiture. Bien qu'il existe aussi des représentations de bâtiments à encorbellement sans aisseliers, ces derniers demeurent tout de même très fréquents. Dans sa synthèse sur les représentations architecturales du Valcamonica, Delia Brusadin a pu étudier 79 cas localisés principalement à Naquane (Capo di Ponte). Elle a, à cette occasion, dénombré 69 constructions à encorbellements, dont 21 avec des aisseliers, qu'elle définit comme des « renforcements latéraux²³ ».

Le même dispositif est figuré sur une céramique – datée de la transition du Premier et du Second âge du Fer, c'est-à-dire du milieu du v^e siècle av. J.-C. – découverte à Balzers, à l'ouest du Liechtenstein²⁴ (fig. 5D). Trois poteaux supportent une construction débordant de l'emprise de la base, dont la stabilité est assurée par deux aisseliers symétriques. On remarque également la présence de renforts obliques entre les poteaux de la base, à l'image de la gravure de la roche 60 de Coren del Valento (Naquane) au Valcamonica.

2.3. Contrefiches

Les contrefiches sont des éléments constitutifs de certaines fermes, dites « latines » (fig. 6A) : une ferme « latine » se compose d'un entrain assemblé aux arbalétriers, eux-mêmes liés au poinçon. Afin de soulager les arbalétriers de la masse de la couverture, des contrefiches peuvent être ajoutées, afin de reporter une partie des efforts sur le poinçon. Dans le cadre de cet article, nous élargirons cette définition à tous renforts obliques reliant des chevrons ou arbalétriers à une pièce verticale et centrale (que ce soit un poinçon ou un poteau) puisque ces diagonales participent toujours au soutien de ces chevrons ou arbalétriers.²⁵

Au Valcamonica, on note plusieurs gravures de constructions comportant des contrefiches (par exemple, fig. 6B, 6C et 6D). Toutes relient ainsi les chevrons ou arbalétriers supportant la

23 Brusadin, 1961.

24 Bill, 1984.

25 Devant l'impossibilité de caractériser précisément les pièces de la toiture du Valcamonica, nous parlerons de « chevrons ou arbalétriers » pour les pièces formant les versants du toit.

couverture du toit à une pièce centrale et verticale. Au moins une dizaine de représentations de ce type existent sur les roches du Valcamonica, mais il faut rappeler qu'une partie n'est pas publiée. Une construction – de plain-pied, cette fois – gravée sur une stèle mise au jour à Bologne dans la nécropole villanovienne de San Vitale²⁶, comporte le même dispositif (fig. 6E). Cette stèle daterait de la fin du VIII^e ou du début du VII^e siècle av. J.-C.

La difficulté de caractériser chaque pièce de bois (la pièce verticale et centrale est-elle un poteau s'étendant du sol au toit, ou correspond-elle à un poteau et un poinçon bien individualisés ?) et l'impossibilité de connaître la nature des assemblages nous empêche de définir précisément le fonctionnement de cette structure. S'agit-il uniquement de contrefiches soulageant les chevrons ou arbalétriers de la masse de la couverture en reportant les charges sur un poteau faîtier ? Ou d'une ferme « latine » ? Au vu du degré de complexité et de la maîtrise poussée de la triangulation qu'illustrent les gravures du Valcamonica, il semble possible de s'interroger sur l'existence de fermes « latines » ou, du moins, de structures s'en approchant. On le verra plus loin, d'autres gravures rupestres pourraient également renvoyer à des fermes à structure complexe²⁷.

En outre, dans l'architecture traditionnelle, la mise en place d'un couple de contrefiches et d'un entrain implique habituellement la présence d'une ferme²⁸. Des fermes « latines » sont d'ailleurs employées sur certains *kozolci*²⁹ (greniers) slovènes d'époque moderne, morphologiquement proches des structures du Valcamonica. Le poteau central représenté sur les gravures italiennes supporterait alors un grenier et ne s'étendrait pas jusqu'au faite, ce qui, d'un point de vue pratique, est préférable. En effet, la mise en place de poteaux faîtières ne présente généralement que peu d'intérêt d'un point de vue structurel et dans la gestion de l'espace habité. De plus, le levage des poteaux et de la faîtière peut s'avérer difficile et dangereux en raison des dimensions et de la masse importante des pièces de bois³⁰. Néanmoins, il existe des constructions à toitures faiblement inclinées en milieu montagnard pour des époques récentes, qui justifieraient l'emploi de poteaux faîtières. Ces édifices peuvent aussi être dotés de fermes, ce qui multiplie les possibilités d'interprétation des gravures du Valcamonica.

2.4. Le cas des « toitures pentagonales » ?

De nombreuses gravures présentent des toitures non pas triangulaires, mais « pentagonales » selon l'expression de Delia Brusadin³¹ (fig. 7A et B, 8D). Les deux pans de la toiture ne sont pas assemblés aux extrémités de l'entrain, mais sont reliés à ce dernier au moyen de pièces légèrement inclinées vers l'extérieur. Quelquefois, ces petites pièces obliques ne prennent place que sur un côté de la toiture.

Si cette représentation paraît curieuse, voire irréaliste à première vue, elle trouve des comparaisons dans l'architecture alpine des derniers siècles, même s'il convient de rester prudent sur ce type de rapprochements (fig. 7C et D). En plus du rôle pratique évident, c'est-

26 Pincelli, Morigi Govi, 1975, p. 500-501 ; Morigi Govi, 2009, p. 68.

27 Cf. *infra*, 3.4 et 3.5.

28 Information de Frédéric Épaul, que je remercie.

29 Juvanec, 2007.

30 Épaul, dans ce volume.

31 Brusadin, 1961.

à-dire augmenter l'espace du grenier en surhaussant le toit, des motivations techniques, difficiles à déduire en l'état, auraient pu conduire à l'élaboration de telles toitures au Valcamonica. Il serait intéressant d'approfondir l'étude de ces structures particulières.

2.5. *D'autres types de pièces obliques*

Si les quatre types de pièces de bois présentés plus haut sont régulièrement identifiables sur les pétroglyphes du Valcamonica – ce qui confirme leur importance structurelle –, de nombreux autres dispositifs triangulés sont visibles sur les roches italiennes.

Sur certaines représentations, des éléments obliques relient l'entrait au poteau central-poinçon³² (fig. 8B et 8C). Là encore, ces pièces que l'on pourrait nommer « sous-chevrons », puisqu'elles reprennent la même inclinaison que les chevrons ou arbalétriers, rempliraient une fonction spécifique, difficile à caractériser précisément. À l'image de nombreux dispositifs similaires, utilisés sur des pignons d'édifices en pan de bois modernes³³, ces « sous-chevrons » contribueraient certainement au raidissement du pignon, en plus de leur apport esthétique.

Sur la gravure de la roche 60 de la grotte de Coren del Valento et un pétroglyphe de la roche 35 de Naquane, de petits éléments obliques fonctionnant par paire pourraient correspondre à des jambes de force, dont la raison d'être principale est de soulager davantage les chevrons ou arbalétriers par un jeu de report des forces exercées sur l'entrait, voire directement sur l'aisselier (fig. 8A et B, indiquées par des flèches).

On peut également mentionner le cas de certaines gravures de Naquane (notamment de la roche 50) qui comportent, au niveau de leur pignon, de nombreuses diagonales dessinant des structures complexes comparables aux toitures médiévales et modernes. Ces pièces obliques forment, par exemple, des croix au niveau de la toiture (fig. 8D), qui rappellent les croisées d'écharpes de certaines fermes médiévales³⁴, probablement afin de renforcer le pignon. Enfin, la représentation de plusieurs diagonales de part et d'autre d'une pièce verticale et centrale doit aussi être évoquée (fig. 8E).

3. De la représentation au réel

3.1. *Triangulation, pan de bois et constructions surélevées*

Le réalisme structurel des représentations de constructions dotées de diagonales dès la Protohistoire révèle une grande maîtrise de la triangulation et implique certainement l'existence de modèles « réels ». Il est donc essentiel de s'interroger sur les bâtiments comportant les pièces de contreventement obliques décrites plus haut. Les édifices en pan de bois, en plein développement à la fin du second âge du Fer³⁵, apparaissent *de facto* comme privilégiés en raison de leurs caractéristiques techniques (structure sans ancrage au sol), même si d'autres méthodes de contreventement peuvent être utilisées de manière concomitante³⁶.

32 Priuli, 1991, p. 1023, fig. 26 ; Brusadin, 1961, fig. 49 b.

33 Information de Frédéric Épaul.

34 Épaul, 2007.

35 Péfau, 2017.

36 Il peut s'agir, par exemple, de hourdis participant à la stabilisation de l'édifice (adobes, planches jointives...) ou de quelques poteaux plantés interrompant les sablières basses (Péfau, 2017).

Il en va de même pour les constructions aériennes (greniers, tours...), puisque les bâtiments perchés représentés au Valcamonica, à Balzers et l'urne-cabane d'Obliwice présentent des renforts obliques.

3.2. *Triangulation et poteaux plantés : l'apport du comparatisme ethnographique*

Il est également nécessaire de rappeler que l'architecture sur poteaux plantés n'est aucunement incompatible avec l'emploi de pièces de contreventement obliques. Pourtant, on considère habituellement que les supports ancrés dans le sol garantissent la stabilité des édifices protohistoriques, rendant inutile le recours à des diagonales.

Ce paradigme de l'étude de l'architecture protohistorique, selon lequel les procédés de triangulation évoqués plus haut n'ont aucun intérêt sur bâtiments sur poteaux plantés, apparaît en contradiction avec la documentation ethnographique. Il n'est pas exceptionnel, en effet, que des constructions à poteaux plantés d'époque moderne soient renforcées de diagonales. Sur des édifices datés des xvii^e et des xviii^e siècles en Allemagne et aux Pays-Bas, par exemple, de nombreuses pièces de contreventement obliques font partie de la charpente³⁷ (fig. 9). Celles-ci sont parfois rejetées à l'extérieur des bâtiments. Sur certaines loges d'Anjou-Touraine encore en élévation, la structure porteuse (constituée de poteaux plantés et/ou de chevrons-formants-fermes directement ancrés dans le sol) est fréquemment renforcée par des pieux inclinés³⁸. De tels aménagements sont aussi visibles dans des granges et des bergeries modernes du nord de l'Allemagne et des Pays-Bas³⁹ (fig 9D). Par ailleurs, des constructions de complexité variable, stabilisées par des pièces obliques, existent en de nombreux points du globe⁴⁰.

La présence de diagonales dans l'architecture sur poteaux plantés peut être expliquée de différentes manières, selon le type de construction et le contexte culturel, technique et environnemental. D'un point de vue structurel, l'emploi de pièces de contreventement obliques assure la stabilité d'un bâtiment lorsque l'ancrage des poteaux dans le sol n'est pas suffisamment important. De plus, la triangulation de la charpente est un moyen d'éviter le creusement de trous de poteau profonds, et ce d'autant plus lorsque l'encaissant est compact. Le renforcement des parties hautes, en lien avec les surcharges d'exploitation prévues dans le bâtiment (stockage ou présence de nombreux individus à l'étage) ou les contraintes climatiques (pluie, neige, vent) est également à considérer. Enfin, l'installation de diagonales peut aussi révéler la volonté de construire des édifices durables, en mesure de supporter des épisodes climatiques violents et les dégradations liées au vieillissement de la structure.

Notons également qu'un emploi temporaire de diagonales lors de la construction d'un bâtiment, qu'il soit sur poteaux plantés ou non, est tout à fait possible. La reconstitution d'un grenier aérien à six poteaux par Frédéric Épaul, François Gentili et Mélanie Simard,

37 Zimmermann, 1998.

38 Épaul, 2009.

39 Trier, 1969, p. 87-88.

40 Il s'agit, par exemple, de bâtiments aériens de Nouvelle-Guinée (d'après les photos de Pierre Pétrequin et d'Alexa Dufraisse: <http://univ-fcomte.academia.edu/PierreP%C3%A9trequin>, consulté le 15/10/2018) ou de Chickee – constructions d'origine amérindienne – de Floride du Sud, sur lesquelles des pieux inclinés renforcent les poteaux corniers quand ceux-ci ne sont pas suffisamment enfoncés (Nabokov, Easton, 1989, p. 117-118).

a nécessité le calage provisoire de poteaux avec des étais obliques – ancrés dans le sol⁴¹ –, dispositif encore utilisé dans la construction à ossature bois de nos jours. Leur faible enfoncement rend difficile toute mise en évidence de traces par la fouille archéologique, d'autant plus si le site est érodé. Pour finir, rien n'empêche d'imaginer l'emploi de poteaux obliques *a posteriori*, pour renforcer un bâtiment qui menacerait de fléchir quelque temps après son érection.

L'hypothèse d'une utilisation de pièces de contreventement obliques dans les constructions sur poteaux plantés de la Protohistoire ne peut donc pas être exclue, que ce soit pour renforcer un édifice ou en assurer la stabilité. De même, la présence de trous de poteau n'implique pas *de facto* l'encastrement de la structure. Il est possible que certains bâtiments aient été installés dans des fosses peu profondes, non pas pour garantir l'équilibre de la structure, mais plutôt pour faciliter sa construction. Rappelons que les gisements fouillés sont, dans la majorité des cas, fortement érodés et que les trous de poteau identifiés ne sont pas complets, puisque leur niveau d'ouverture a été détruit. Notre méconnaissance de la profondeur d'ancrage, de la hauteur et de la forme précise de ces bâtiments ne permet donc pas de savoir si l'installation des poteaux dans des fosses garantissait, à elle seule, la stabilité de la structure. Le fait de ne pas prendre en compte cette donnée essentielle conduit souvent à des restitutions architecturales totalement incompatibles avec la profondeur des trous de poteau et donc peu plausibles. Pour les bâtiments peu ancrés dans le sol ou de grandes dimensions – à l'image des constructions allemandes et hollandaises évoquées plus haut, qui mesurent plus de 10 m de large (fig. 9C et D) –, les dispositifs de triangulation pourraient ainsi avoir joué un rôle décisif qu'il est nécessaire de mieux caractériser à l'avenir⁴².

3.3. *S'ouvrir à la ferme*

Enfin, envisager l'utilisation de fermes, qui ne sont que des formes particulières de structures triangulées, ne doit plus apparaître comme un tabou. Il est désormais indispensable de s'interroger sur cette possibilité lors de l'étude de constructions protohistoriques, d'autant que l'emploi de structures triangulées dans des toitures est représenté sur les rochers du Valcamonica et sur la stèle villanovienne de la nécropole de San Vitale à Bologne. Des recherches récentes démontrent clairement que la ferme ne peut être réduite à sa forme « latine » qui n'en est qu'une version (avec poinçon et contrefiches) parmi d'autres⁴³. Les fermes présentent, en effet, des degrés variés de complexité. En outre, la toiture des bâtiments à deux (ou trois) nefs pourrait être restituée sous la forme de chevrons-formant-fermes, plus simples à mettre en place que les dispositifs à poteaux faitiers⁴⁴.

Conclusion

Au regard des données iconographiques et archéologiques présentées plus haut, confortées par des sources variées (architecturales, ethnoarchéologiques et expérimentales), l'idée de

41 Épaul *et al.*, 2009.

42 Cette question de l'encastrement – ou non – des poteaux dans l'architecture sur poteaux plantés est actuellement réexaminée dans une thèse (Péfau, en cours).

43 Lamouille, dans ce volume.

44 Épaul, dans ce volume.

l'existence de pièces de contreventement obliques en architecture, au moins dès l'âge du Fer, ne peut plus être rejetée. Une origine plus ancienne n'est d'ailleurs pas à exclure : la multiplication des témoignages datés de la Protohistoire relève manifestement d'un effet de source et il n'est pas question d'attribuer l'invention de la triangulation aux populations de l'âge du Fer.

L'usage de diagonales sur les bâtiments surélevés et en pan de bois apparaît comme évident au vu des exemples mentionnés plus haut. La documentation ethnographique et l'archéologie expérimentale soulignent également l'importance des pièces obliques lors de la construction de certains édifices insuffisamment ancrés dans le sol ou de grandes dimensions. Ce constat permet de nuancer le modèle classique souvent mobilisé pour l'architecture protohistorique, dans lequel le poteau planté et l'usage de renforts obliques seraient incompatibles et se substitueraient l'un à l'autre dans une logique évolutionniste linéaire. Ce modèle est en totale contradiction avec les données issues de l'ethnographie et de l'étude des bâtiments d'époques médiévale, moderne ou contemporaine, que les constructions soient élaborées ou non.

De même, il convient désormais de ne plus considérer la triangulation comme un aboutissement architectural absolu, mais plutôt comme un procédé intégrant divers degrés de complexité, dont certains étaient atteints pendant la Protohistoire. Les populations protohistoriques avaient ainsi les connaissances structurelles et la capacité de réaliser les assemblages nécessaires⁴⁵ à la mise en place de constructions triangulées qu'il conviendra de mieux caractériser à l'avenir, à partir de vestiges archéologiques.

La faible occurrence de décharges, guettes, aisseliers et contrefiches dans la documentation archéologique et iconographique ne devrait pas nous amener à leur donner un caractère exceptionnel pour l'époque. Notre perception des pièces obliques est faussée par l'indigence des vestiges archéologiques et a longtemps été influencée par une certaine inertie des discours, excluant les structures triangulées des représentations architecturales. Les quelques témoignages présentés dans cet article forment ainsi un corpus substantiel. Il ne s'agirait donc en rien de singularités dans un modèle architectural homogène, mais plutôt de témoignages discrets de pratiques anciennes bien connues à l'âge du Fer, que l'archéologie peinera toujours à mettre en lumière.

Bibliographie

ALIX, Cl. et ÉPAUD, Fr. (dir.), 2013, *La construction en pan de bois au Moyen Âge et à la Renaissance*, Tours.

ANATI, E., 1966, *La datazione dell'arte preistorica camuna*, Breno.

ANATI, E., 1995, *Valcamonica, una storia per l'Europa, Il linguaggio delle pietre*, Capo di Ponte.

ANATI, E., 1999, The Rock Sanctuaries of Europe, dans J. Jensen, A. Jockenhövel, Chr. Éluère, J.-P. Mohen et K. Demakopoulou, *Gods and heroes of the Bronze age : Europe at the time of Ulysses, Exposition du Musée national du Danemark (Copenhague, 19 décembre 1998-5 avril 1999)*, Londres, p. 142-144.

45 Les découvertes en contexte humide livrent régulièrement des pièces de bois renvoyant à des assemblages variés (tenon et mortaise, mi-bois...). Les outils employés à l'âge du Fer pour travailler le bois sont, à de rares exceptions près, les mêmes que ceux utilisés durant la période romaine.

ARCA, A., 2005, Archeologia rupestre in Valcamonica : *Dos Cüi*, un caso di studio, *Rivista di scienze preistoriche*, 55, p. 323-384.

ARCELIN, P. et BUCHSENSCHUTZ, O., 1985, Les données de la Protohistoire, dans J. Lasfargues (dir.), *Architectures de terre et de bois : l'habitat privé des provinces occidentales du monde romain antécédents et prolongements, protohistoire, Moyen Âge et quelques expériences contemporaines*, 2^e Congrès archéologique de Gaule méridionale (Lyon, 2-6 novembre 1983), Paris, p. 15-28.

AUDOUBE, Fr. et BUCHSENSCHUTZ, O., 1989, *Villes, villages et campagnes de l'Europe celtique : du début du II^e millénaire à la fin du I^{er} siècle avant J.-C.*, Paris.

BARTOLINI, G., BURANELLI, FR., D'ATRI, V., DE SANTIS, A., 1987, *Le urne a capanna rinvenute in Italia*, Rome.

BENH, Fr., 1924, *Hausurnen*, Berlin.

BILL, J., 1984, Eine Hausdarstellung auf einem eisenzeitlichen Gefäß aus Balzers, FL, *Archäologie der Schweiz*, 7, p. 122-126.

BUCHSENSCHUTZ, O., 1989, Essai d'interprétation des urnes-cabanes, et des descriptions textuelles ou plastiques des habitations protohistoriques de l'Europe tempérée, dans T. Malinowski (dir.), *Problemy kultury lużyckiej na Pomorzu*, Słupsk, p. 293-306.

BUCHSENSCHUTZ, O., 2005, Du comparatisme à la théorie, dans O. Buchsenschutz et Cl. Mordant, *Architectures protohistoriques en Europe occidentale du Néolithique final à l'Âge du fer, 127^e congrès des sociétés historiques et scientifiques (Nancy, 15-20 avril 2002)*, Paris, p. 49-63.

BUCHSENSCHUTZ, O. et MORDANT, Cl. (dir.), 2005, *Architectures protohistoriques en Europe occidentale du Néolithique final à l'Âge du fer, 127^e congrès des sociétés historiques et scientifiques (Nancy, 15-20 avril 2002)*, Paris.

BRUSADIN, D., 1961, Figurazione architettoniche nelle incisioni rupestri di Valcamonica: ricostruzione della piu' antica dimora camuna, *Bullettino di Paleontologia italiana*, 69/70, p. 33-112.

CEREGHINI, M., 1957, *Building in the mountains*, Milan.

ÉPAUD, Fr., 2007, *De la charpente romane à la charpente gothique en Normandie : évolution des techniques et des structures de charpenterie aux XI^e-XIII^e siècles*, Caen.

ÉPAUD, Fr., 2009, Approche ethnoarchéologique des charpentes à poteaux plantés: les loges d'Anjou-Touraine, *Archéologie Médiévale*, 39, p. 121-160.

ÉPAUD, Fr., GENTILI, Fr. et SIMARD M., 2009, 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 archéologie de Picardie*, 1/2, p. 129-144.

GALBIATI, A., 2006, *Naquane, Parco Nazionale delle incisioni rupestri. Guida alle rocce*, Capo di Ponte.

GERNER, M., 1995, *Les assemblages des ossatures et charpentes en bois*, Paris.

JUVANEC, B., 2007, *Kozolec*, Ljubljana.

LABBAS, V., 2016, *Archéologie et dendrochronologie du bâti subalpin dans le massif du Mercantour durant le deuxième millénaire de notre ère*, Thèse de doctorat, Aix-Marseille.

LAURELUT, Chr., TEGEL, W. et VANMOERKERKE, J., Les bâtiments à support inclinés dans l'architecture de la fin de l'âge du Fer et du début de l'époque gallo-romaine en Champagne et en Lorraine, *Bulletin de la Société Archéologique Champenoise*, 98-2, p. 5-51.

- ŁUKA, L. J., 1966, *Kultura Wschodniopomorska na Pomorzu Gdańskim*, Wrocław.
- MAGUER, P., 2016, Le bâtiment E1 de Saint-Georges-lès-Baillargeaux : un exemple typique d'architecture domestique laténienne en terre et bois de La Tène D1b/ D2a, dans R. Issenmann et Th. Nicolas (dir.), *L'usage de la terre à bâtir en France non méditerranéenne durant la Protohistoire : du petit mobilier à l'architecture, journée d'étude de l'APRAB (Paris, 1^{er} mars 2013)*, Dijon, p. 41-52.
- MAGUER, P. et ROBERT, G., 2013, La maison gauloise dans l'ouest et le centre de la France, dans S. Krausz, A. Colin, K. Gruel, I. Ralston et Th. Dechezleprêtre (dir.), *L'âge du fer en Europe : mélanges offerts à Olivier Buchsenschutz*, Bordeaux, p. 247-258.
- MORIGI GOVI, Cr., 2009, *Guida al Museo civico archeologico di Bologna*, Bologne.
- NABOKOV, P. et EASTON, R., 1989, *Native American architecture*, New York.
- PÉFAU, P., 2017, Pan de bois et contreventement oblique à l'âge du Fer en Gaule, *Gallia*, 74-2, p. 19-41.
- PÉFAU, P., 2018, La construction en terre et bois dans le sud-ouest de la France à l'âge du Fer, dans C.-A. de Chazelles, É. Leal et A. Klein (dir.), *Construction en terre crue. Torchis, techniques de garnissage et de finition. Architecture et mobilier. Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue. Volume 4, actes de la table-ronde internationale de Lattes (Lattes, 23-25 novembre 2016)*, Montpellier, p. 191-203.
- PÉFAU, P., à paraître, Camuniens et archéologues au Valcamonica : regards croisés sur l'architecture protohistorique, dans St. Adroit, Al. Bertaud, Th. Le Dreff, C. Moulin et Th. Poigt (dir.), *Représenter et se représenter (à) la Protohistoire, IV^e rencontres doctorales de l'École Européenne de Protohistoire de Bibracte (Bibracte, 12-13 mars 2018)*, Bibracte.
- PÉFAU, P., en cours, *Construire dans les agglomérations gauloises. L'architecture des bâtiments du Second âge du Fer en Gaule interne : approche technique et socio-économique*, Thèse de doctorat, Toulouse.
- PINCELLI, R. et MORIGI GOVI, Cr., 1975, *La necropoli villanoviana di San Vitale*, Bologne.
- PRIULI, A., 1991, *La Cultura figurativa preistorica e di tradizione in Italia*, Pesaro.
- REGINELLI, G., 2007, La Tène revisitée en 2003 : résultats préliminaires et perspectives, dans Ph. Barral, A. Daubigny, C. Dunning, G. Kaenel et M.-J. Roulière-Lambert (dir.), *L'âge du Fer dans l'arc jurassien et ses marges. Dépôts, lieux sacrés et territorialité à l'âge du Fer, 29^e colloque de l'AFEAF (Bienne, 5-8 mai 2005)*, Besançon, p. 359-375.
- ROBERT, G. et HOLZEM, N., 2012, La restitution 3D et l'étude architecturale des bâtiments à parois rejetées en région Centre aux II^e-I^{er} s. avant notre ère, *Archéopages*, 35, p. 89-93.
- SABATINI, S., 2007, *House urns: a European late Bronze Age trans-cultural phenomenon*, Thèse de doctorat, Göteborg.
- SAVARDI, E., 2005, Le raffigurazioni di capanna a Foppe di Nadro: tipologia e distribuzione, dans A. Marretta (dir.), *Foppe di Nadro sconosciuta. Dalla cartografia GPS alle analisi più recenti, 1^{re} journée d'étude sur la gravure rupestre de la réserve régionale de Ceto, Cimbergo et Paspardo (Nadeo, 26 juin)*, Monza, p. 81-93.
- STUBENRAUCH, A., 1908, Bericht über die Hausurne von Obliwitz, *Baltische Studien*, 12, p. XIV-XVII.
- TOGNONI, E., 1992, *La Roccia 57 del Parco Nazionale di Naquane e le rappresentazioni di capanne nell'arte rupestre camuna*, Thèse de doctorat, Milan.
- TRIER, B., 1969, *Das Haus im Nordwesten der Germania libera*, Münster.

VILLARD-LE TIEC, A. (dir.), 2018, *Architectures de l'âge du Fer en Europe occidentale, 40^e colloque international de l'AFEAF (Rennes, 4-7 mai 2016)*, Rennes.

VOLMER, L. et ZIMMERMANN, W. H. (dir.), 2012, *Glossary of prehistoric and historic timber buildings*, Rahden

ZIMMERMANN, W. H., 1998, *Pfosten, Ständer und Schwelle und der Übergang vom Pfosten-zum Ständerbau – Eine Studie zu Innovation und Beharrung im Hausbau*, Probleme der Künstenforschung im südlichen Nordseegebiet, 25, p. 9-241.

ZIPPELIUS, A., 1948, *Der Hausbau der Hallstatt- und Latènezeit im südlichen Mitteleuropa, Thèse de doctorat*, Göttingen.

ZIPPELIUS, A., 1953, *Das vormittelalterliche dreischiffige Hallenhaus in Mitteleuropa*, *Bonner Jahrbücher*, 153, p. 13-45.

ZIPPELIUS, A., 1958, *Die Rekonstruktion und baugeschichtliche Stellung der Holzbauten auf dem « Husterknupp »*. *Bonner Jahrbücher*, 158, p. 123-200.



Fig. 1. Carte des sites présentés. 1 : Roquelaure « La Sioutat » (Gers, France); 2: Obliwice (Poméranie, Pologne); 3 : Valcamonica (Lombardie, Italie); 4 : Balzers (Oberland, Liechtenstein); 5 : Bologne (Émilie-Romagne, Italie)

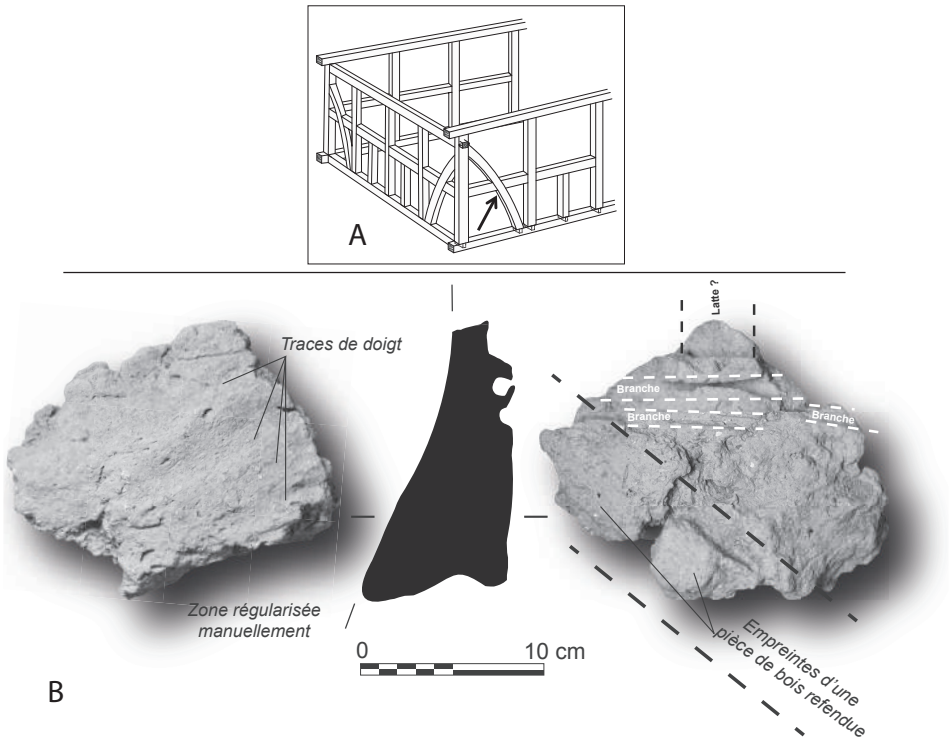


Fig. 2. Décharge ou guette datée de la Protohistoire, identifiée d'après des vestiges archéologiques. A : évocation d'un bâtiment en pan de bois (DAO : P. Péfau, d'après Volmer, Zimmermann, 2012, fig. 116, p. 141) ; B : fragment de paroi en torchis cuit du site de « La Sioutat » à Roquelaure dans le Gers (VI^e-III^e siècle av. J.-C.)

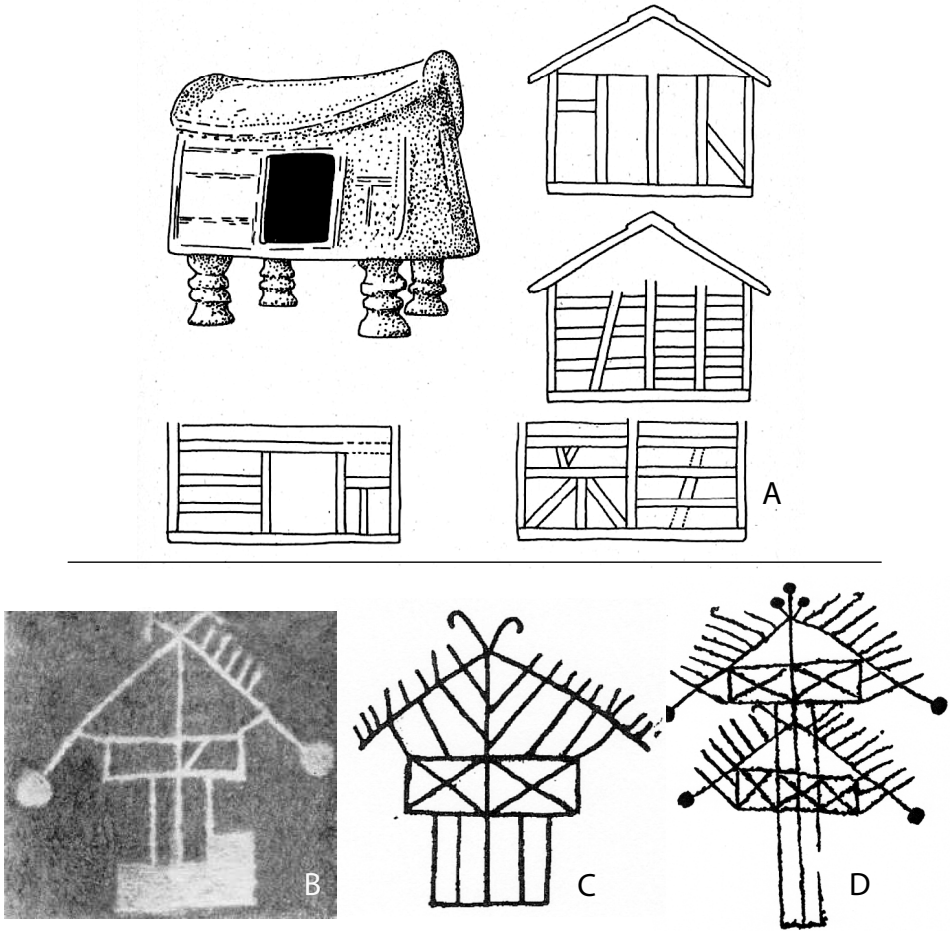


Fig. 3. Décharges ou guettes datées de la Protohistoire, identifiées d'après des sources iconographiques.

A : urne d'Obliwice et interprétation du décor par Friedrich Behn (autour du VIII^e siècle av. J.-C.) (Behn 1924, pl. 14, d'après Buchsenschutz, 1989, fig. 9, p. 301) ;

B : cliché d'une gravure rupestre de la roche 3 de Naquane, Valcamonica (Brusadin, 1961, fig. 25a) ;

C : relevé d'une gravure rupestre du Valcamonica (d'après Priuli, 1991, fig. 39, p. 1029) ;

D : relevé de gravures rupestres de Foppe di Nadro, Valcamonica (d'après Priuli, 1991, fig. 5, p. 1016). Le fait que les deux gravures soient l'une sur l'autre représente probablement deux constructions l'une derrière l'autre, selon une perception aspective

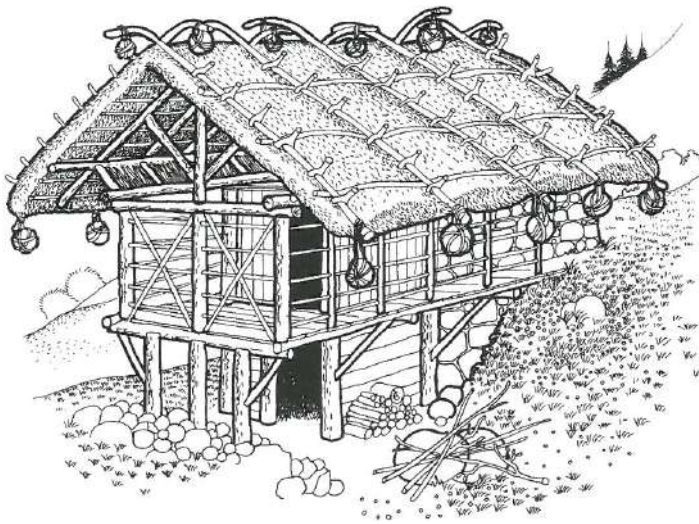
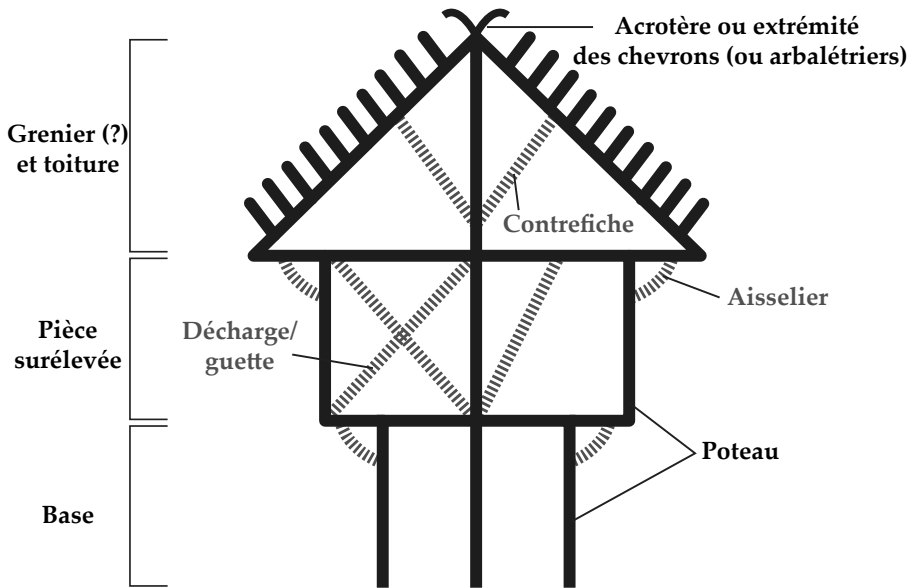


Fig. 4. Représentation schématique d'une gravure de bâtiment surélevé de l'âge du Fer du Valcamonica et des principales pièces obliques rencontrées sur de nombreuses gravures (en haut) (DAO: P. Péfau) et évocation (en bas) d'une construction camunienne de l'âge du Fer (Galbiati, 2006, p. 48)

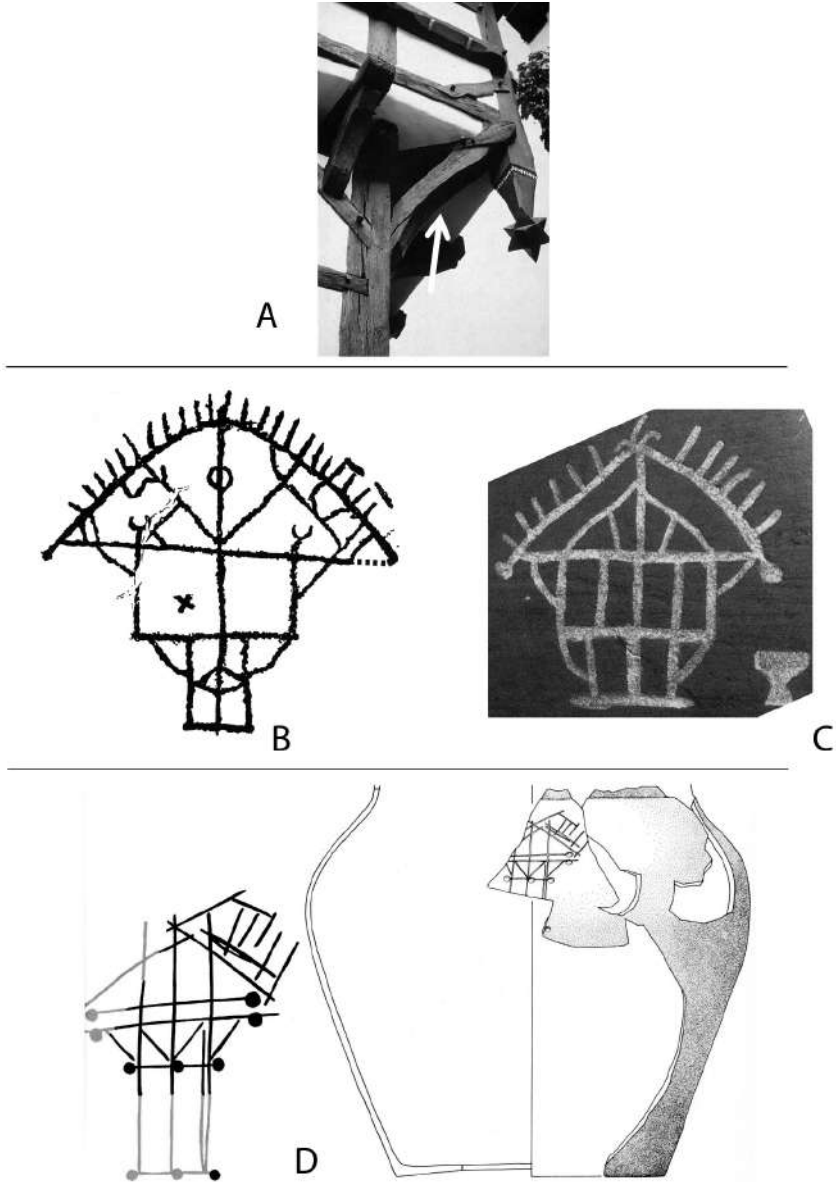


Fig. 5. Aisseliers datés de la Protohistoire, identifiés d'après des sources iconographiques.

- A : aisselier de la maison Simoni à Kobern (Allemagne), datant du xiv^e siècle (Gerner, 1995, p. 183);
 B : relevé de la gravure de la roche 60 de la grotte de Coren del Valento (Naquane, Valcamonica) (d'après Anati, 1995, fig. 56; corrigé d'après Brusadin, 1961, fig. 45c);
 C : cliché de la gravure de la roche 35 de Naquane à Capo di Ponte (Valcamonica) (Anati, 1995, fig. 25);
 D : relevé (en noir) et restitution (en gris) de la construction représentée sur la céramique du milieu du v^e siècle av. J.-C. (à gauche) et reconstitution graphique (à droite) du vase (Bill, 1984, fig. 2 et 3)

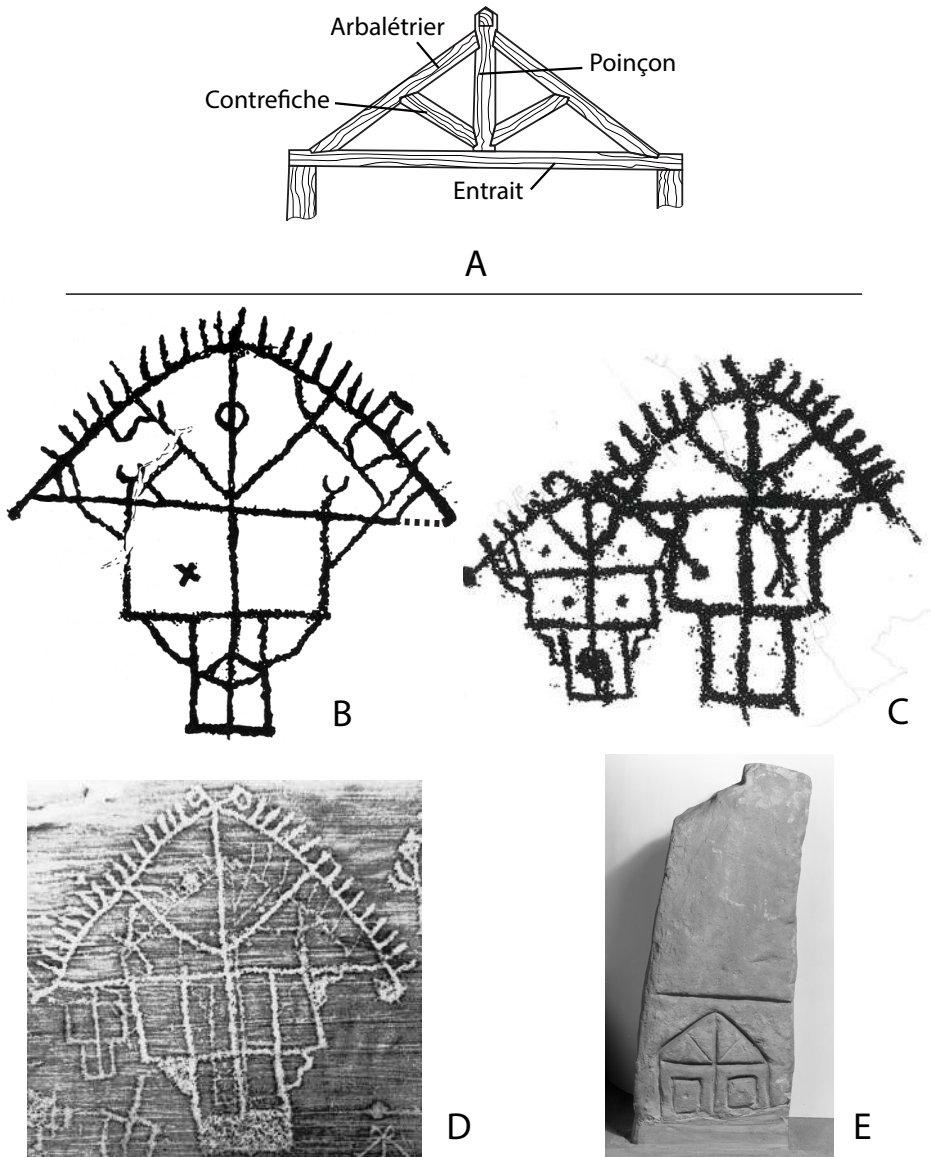


Fig. 6. Contrefiches datées de la Protohistoire, identifiées d'après des sources iconographiques.
 A : exemple de ferme « latine » ; B : relevé de la gravure de la roche 60 de la grotte de Coren del Valento à Naquane, Valcamonica (d'après Anati, 1995, fig. 56 ; corrigé d'après Brusadin, 1961, fig. 45c) ;
 C : gravure de deux bâtiments de la roche 24 de Foppe di Nadro au Valcamonica (d'après Anati, 1999, p. 142, fig. 1) ;
 D : cliché de la gravure de la roche 24 à Nadro de Ceto (d'après Priuli, 1991, fig. 2, p. 1014) ;
 E : stèle de la tombe 793 de la nécropole de San Vitale à Bologne, daté de la fin VIII^e ou du début du VII^e siècle av. J.-C. (cliché : © Bologne, Museo Civico Archeologico ; inv no MCABO 11683)

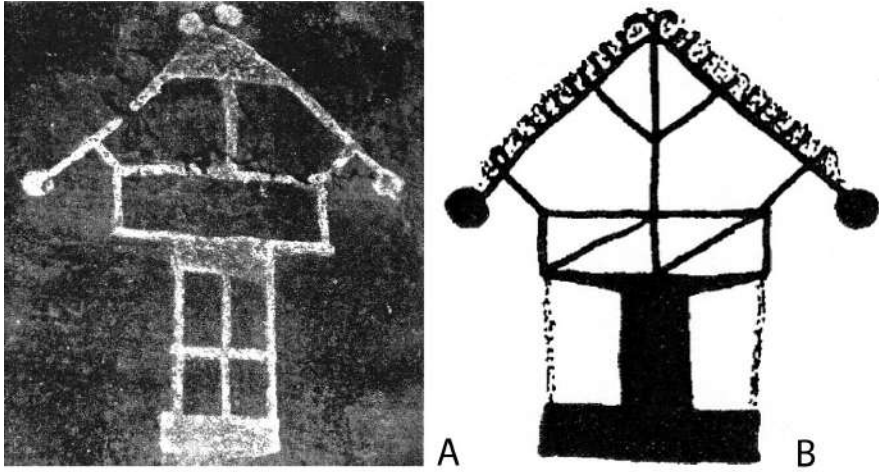


Fig. 7. Exemples de constructions à toiture « pentagonale » gravées sur les roches du Valcamonica (A et B) et réelles (C et D). A: gravure d'un édifice de Naquane au Valcamonica (Brusadin, 1961, p. 55, fig. 16 b); B: gravure d'un bâtiment du Valcamonica (Priuli, 1991, p. 1021, fig. 21); C: photographie d'un bâtiment « walser » (Piémont, Italie, DR); D: photographie d'un chalet alpin (Haute-Savoie, France, d'après Cereghini, 1957, p. 357)

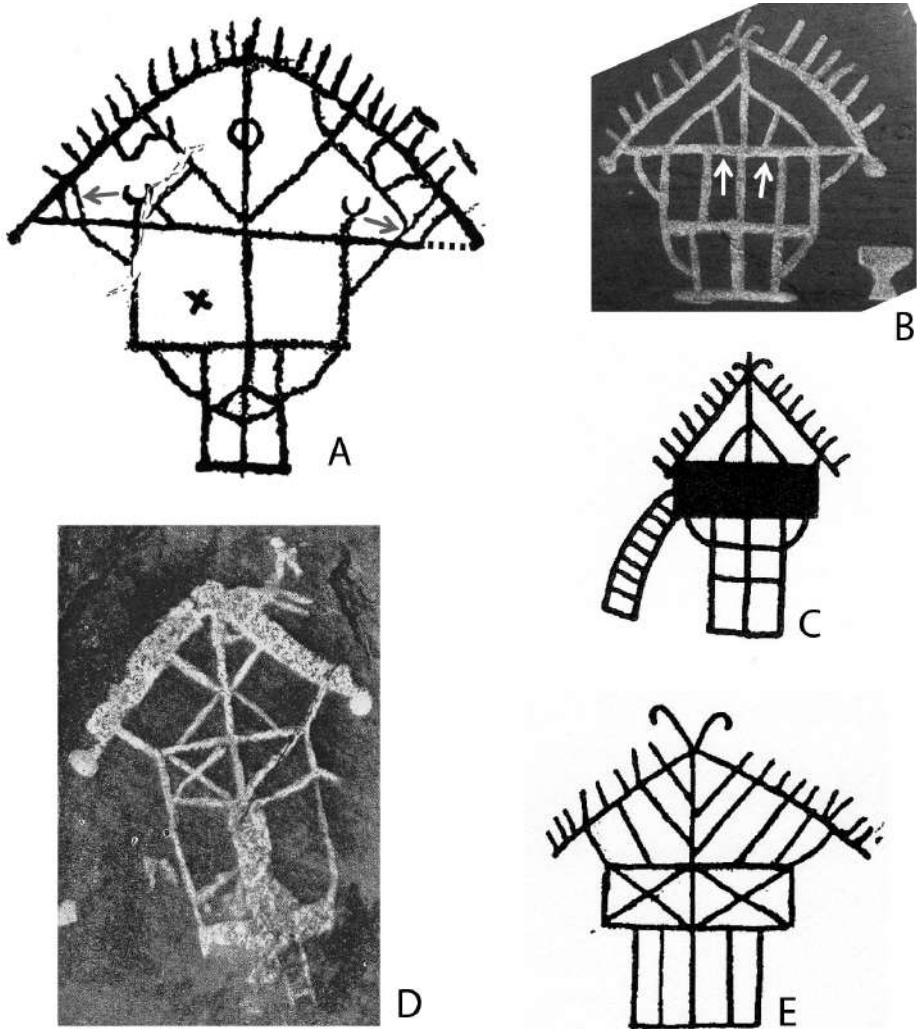


Fig. 8. Autres types de pièces obliques représentées sur des gravures rupestres du Valcamonica.

A : relevé de la gravure de la roche 60 de la grotte de Coren del Valento à Naquane (d'après Anati, 1995, fig. 56 ; corrigé d'après Brusadin, 1961, fig. 45c) ;

B : cliché de la gravure de la roche 35 de Naquane (Anati, 1995, fig. 25) ;

C : relevé d'une gravure de Naquane (d'après Priuli, 1991, p. 1025, fig. 30) ;

D : cliché de la gravure d'une roche de Naquane (Brusadin, 1961, p. 55, fig. 16a). À noter la présence d'un épais élément central qui pourrait correspondre à un pilier ou un mur en pierre ;

E : relevé d'une gravure rupestre du Valcamonica (d'après Priuli, 1991, fig. 39, p. 1029)

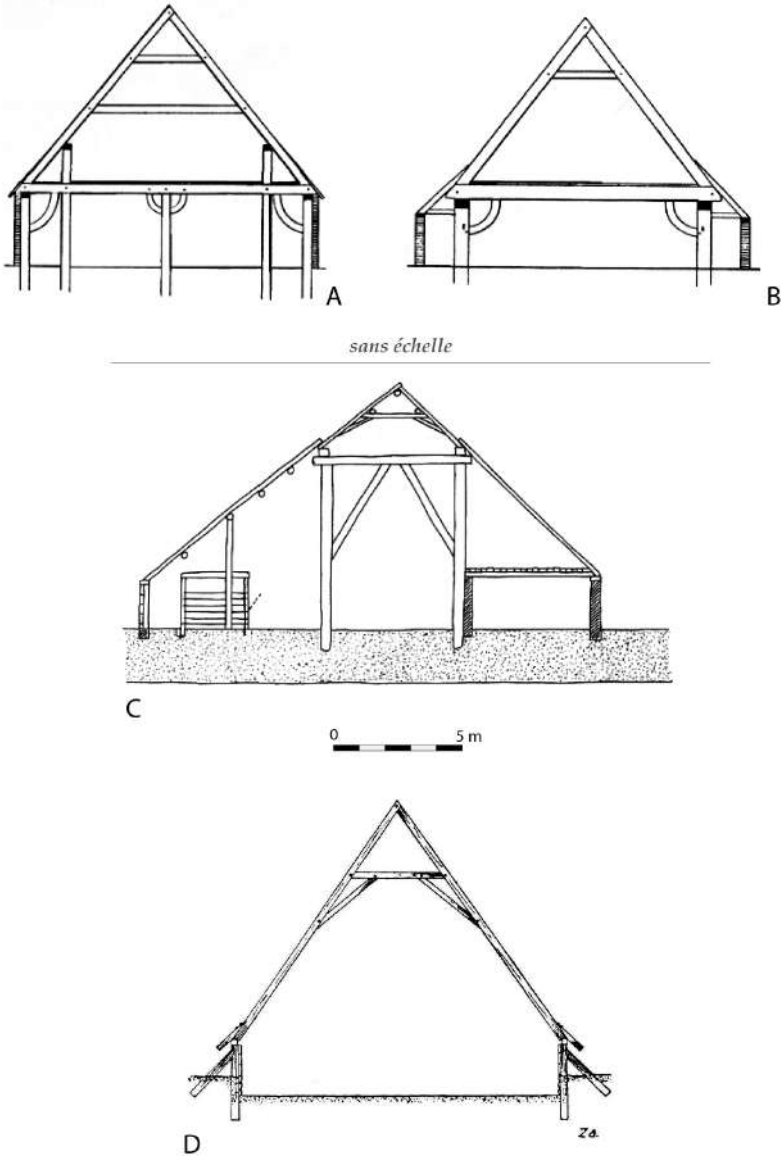


Fig. 9. Exemples de construction sur poteaux plantés du nord de l'Allemagne et des Pays-Bas d'époque moderne et contemporaine comportant des diagonales.
 A: relevé d'une construction du XVIII^e s. du Schleswig (Zimmermann, 1998, p. 149, fig. 90a);
 B: relevé d'un bâtiment du XVIII^e s. du Schleswig (Zimmermann, 1998, p. 149, fig. 90 b);
 C: relevé d'une construction de Moriaanshoofd (Zélande, Pays-Bas) datant probablement du XVII^e s. (Zimmermann, 1998, p. 149, fig. 90);
 D: relevé d'un bâtiment de Hohenhorst près de Kiel (Schleswig-Holstein, Allemagne) de datation inconnue (Zippelius, 1958, fig. 71c)